MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR, SIN ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA

SECTOR HIDRÁULICO

SUBSECTOR OBRAS DE DRAGADO DE CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES

PROYECTO: “EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSE LUÍS RODRIGUÉZ EN EL RIO DE LA ARENA”



PROMOVENTE: C. JOSE LUIS RODRIGUEZ VIRUEL

SEPTIEMBRE, 2026

ÍNDICE

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 14

I.1 Descripción general 14

I.1.1 Datos generales del proyecto 14

I.1.1.1 Nombre del proyecto 14

I.1.1.2 Ubicación del proyecto 14

I.1.1.2.1 Macrolocalización del proyecto 14

I.1.1.2.2 Microlocalización del proyecto 16

I.1.1.2.3 Duración del proyecto 22

I.1.1.2.4 Documentación legal 25

I.1.2 Datos generales del Promovente 25

I.1.2.1 Nombre o Razón Social 25

I.1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 25

I.1.2.3 Nombre y cargo del representante legal 25

I.1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 25

I.1.2.5 Teléfono y correo electrónico de contacto 26

I.1.2.6 Responsable técnico de la elaboración de la MIA 26

I.1.2.7 Datos del apoyo técnico en la elaboración del estudio de impacto ambiental 26

I.2 Descripción del proyecto 26

I.2.1 Naturaleza del proyecto 26

I.2.1.1 Método de extracción propuesto 28

I.2.1.2 Dimensiones geométricas de los bancos de extracción 29

I.2.2 Criterios para la selección del sitio 31

I.2.2.1 Criterios ambientales 31

I.2.2.2 Criterios técnicos 32

I.2.2.3 Criterios hidrológicos e hidráulicos 34
I.2.2.4 Criterios socioeconómicos 35
I.2.3. Ubicación y dimensiones del proyecto 37
I.2.4 Inversión requerida 39
I.2.4.1 Costos asociados a la aplicación de medidas ambientales para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales del proyecto 41
I.2.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 42
I.2.5.1 Vías de acceso 44
I.2.5.2 Combustibles y mantenimiento de maquinaria 48
I.2.5.3 Seguridad operativa 50
I.2.5.4 Servicio de electricidad 51
I.2.5.5 Tratamiento de las aguas residuales 52
I.2.5.6 Servicios de disposición de residuos sólidos 52
I.2.5.6.1 Residuos sólidos urbanos 52
I.2.5.7 Residuos peligrosos 54
I.2.5.7.1 Medidas Preventivas Ante la Eventualidad de una Posible Fuga de Combustibles y Aceites 56
I.2.5.8 Abastecimiento de agua potable 60
I.3 Características particulares del proyecto 61
I.3.1. Estudio hidrológico 64
I.3.1.1 Caracterización de la cuenca hidrológica 64
I.3.1.2 Métodos a utilizar para el cálculo del diseño 65
I.3.1.3 Tiempo de concentración 66
I.3.2 Estudio hidráulico 66
I.3.2.1 Modelación hidráulica 66
I.3.2.2. Datos considerados para la simulación en software 67
I.3.2.3. Presentación de resultados gráficos y numéricos 68
I.3.2.4. Conclusiones y recomendaciones. 68

I.3.3 Especificaciones técnicas de obras de dragado de cuerpos de agua continentales 69

I.3.4 Superficie de incidencia en la zona federal y/o cuerpos de agua 69

I.3.5 Superficie de incidencia de las obras asociadas 71

I.3.6 Utilización de explosivos 72

I.4. Etapas del proyecto 73

I.4.1 Anteproyectos de las diferentes opciones analizadas 73

I.4.2 Descripción de la preparación del sitio 73

I.4.2.1 Volumen de material que será removido 74

I.4.2.2 Personal requerido 74

I.4.2.3 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera durante la etapa de preparación de sitio 75

I.4.2.3.1 Generación de residuos sólidos (etapa de preparación de sitio) 75

I.4.2.3.2 Generación de residuos líquidos durante la etapa de preparación del sitio 77

I.4.3 Descripción de la etapa de operación y mantenimiento 78

I.4.3.1 Personal requerido para la etapa de operación y mantenimiento 80

I.4.3.2 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera durante la etapa de operación y mantenimiento 81

I.4.3.2.1 Generación de emisiones a la atmósfera 82

I.4.3.2.2 Generación de ruido 84

I.4.3.2.3 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos durante la etapa de operación y mantenimiento 86

I.4.3.2.4 Manejo de Residuos Líquidos en la Etapa de Operación y mantenimiento 88

I.4.4 Descripción de la etapa de abandono del sitio 89

I.4.5 Cronograma de trabajo 92

I.5 Cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. .. 94

I.5.1 Superficie afectada 95

I.5.2 Especies sujetas a remoción 96

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL 97

II.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 98

II.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 100

II.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) ... 102

II.4 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca 108

II.5 Ley de Aguas Nacionales 111

II.5.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 113

II.6 Ley General de Vida Silvestre 115

II.7. Áreas Naturales Protegidas 117

II.8 Programas de Ordenamiento Ecológico Regional, Marino, Estatal, Municipal y Local 119

II.8.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 119

II.8.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) 132

II.9 Normas Oficiales Mexicanas 143

II.10 Convenio 169 Organización Internacional del Trabajo (OIT) 147

II.11 Programas de Desarrollo Urbanos Locales 149

CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA. 151

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 151

III.1.1 Criterios utilizados para la delimitación de la Región Ecológica 151

III.1.2 Descripción del criterio de delimitación seleccionado 152

III.1.3 Superficie de la Región Ecológica 153

III.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI) 154
III.2.1 Criterios para la delimitación del Área de Influencia 154
III.2.2 Superficie del Área de Influencia 155
III.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y ÁREA DE INFLUENCIA 156
III.3.1 Componentes abióticos 156
III.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos 156
III.3.1.2 Geología 158
III.3.1.3 Geomorfología 159
III.3.1.4 Suelos 161
III.3.1.5 Hidrología superficial 163
III.3.1.5.1 Contexto hidrológico 163
III.3.1.5.2 Principales corrientes superficiales 164
III.3.1.6 Hidrología subterránea 166
III.3.2 Componentes bióticos 167
III.3.2.1 Uso del suelo y vegetación 167
III.3.2.2 Flora 169
III.3.2.2.1 Metodología 169
III.3.2.2.2 Especies características de la Región Ecológica 170
III.3.2.2.3 Especies en categoría de riesgo 171
III.3.2.3 Fauna 179
III.3.2.3.1 Metodología 179
III.3.2.3.2. Especies características de la RE 180
III.3.2.3.3. Consideraciones y medidas de prevención y mitigación relacionadas con la fauna 180
III.3.2.3.4. Verificación en campo y registro fotográfico 181
III.3.2.3.5 Especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 189

III.3.3 Componente socioeconómico 189
III.3.3.1 Comunidades indígenas presentes 189
III.3.3.2 Identificación de comunidades o poblaciones indígenas 190
III.3.4 Paisaje 191
III.3.4.1 Metodología para la evaluación del paisaje 191
III.3.4.2 Caracterización del paisaje 192
III.3.4.3 Calidad visual 192
III.3.4.4 Fragilidad o capacidad de absorción visual 193
III.3.4.5 Condición paisajística actual del área del proyecto 193
III.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 194
III.4.1 Grado de conservación o deterioro de la Región Ecológica 194
III.4.2 Diagnóstico integral de la Región Ecológica 194
III.4.3 Escenario a futuro de la Región Ecológica 195
III.4.4 Valoración de la viabilidad ambiental del proyecto 195
CAPITULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN. 198
IV.1. Identificación de impactos. 198
IV.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 201
IV.2. Caracterización de los impactos 206
IV.2.1. Indicadores de impacto. 206
Posibles impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio 207
Posibles impactos ambientales durante la etapa de operación y mantenimiento. 208
Impactos considerados para la etapa de cierre y abandono del sitio 210
IV.3. Valoración de los impactos 212
Descripción de los impactos identificados en la etapa de preparación de sitio. ... 216
Componente aire 216
Componente suelo 217

Componente agua 217
Componente paisaje 218
Componente fauna 218
Componente flora 219
Medio socioeconómico 219
Descripción de impactos durante la etapa de operación y mantenimiento 224
Componente Aire 224
Componente Suelo 225
Componente Agua 226
Componente Paisaje 226
Componente Fauna 227
Componente Flora 228
Medio socioeconómico 228
Descripción de impactos durante la etapa de cierre y abandono del sitio 233
Componente Aire 234
Componente Suelo 234
Componente Agua 236
Componente Paisaje 237
Componente Fauna 238
IV.4 Conclusiones de los impactos identificados. 240
IV.5. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales. 247
IV.5.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas. 249
Medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de preparación del sitio. 251
Medidas de mitigación, prevención o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de operación y mantenimiento. 259

Medidas de mitigación, prevención o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de cierre y abandono del sitio 271
IV.5.2. Programa de vigilancia ambiental. 281
IV.5.3 Seguimiento y control 288
IV.5.3.1 Criterios de aplicación 288
IV.5.3.2 Organización y responsabilidades 289
IV.5.3.3 Calendario anual de ejecución 289
IV.5.3.4 Programa para los cinco años 290
IV.5.3.5 Calendario detallado de actividades 291
Gestión previa y línea base 291
Preparación del sitio 292
Operación y mantenimiento 293
Cierre anual y cierre definitivo 296
IV.5.3.6 Tiempos de respuesta ante contingencias 297
IV.5.3.7 Control de calidad y confiabilidad 298
IV.5.3.8 Evaluación y actualización del programa 298
IV.5.4 Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas. 298
IV.5.4.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 299
IV.5.4.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas ambientales . 302
IV.5.4.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y medidas de mitigación .. 306
IV.5.4.4 Conclusión del pronóstico ambiental 312
IV.5.4.5 Evaluación de alternativas. 316
IV.6. Conclusiones del manifiesto de impacto ambiental. 317
Anexos 324
GLOSARIO DE TÉRMINOS 325
Fuentes de consulta 328
Fuentes de los datos de información geográfica. 332

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de coordenadas del banco de extracción 1, en sistema UTM, Zona 14Q, Datum WGS84..... 17
Tabla 2. Cuadro de coordenadas del banco de extracción 2, en sistema UTM, Zona 14Q, Datum WGS84..... 18
Tabla 3. Cuadro de coordenadas del banco de extracción 3, en sistema UTM, Zona 14Q, Datum WGS84..... 18
Tabla 4. Coordenadas de los caminos de acceso a los bancos solicitados..... 19
Tabla 5. Sumatoria de los polígonos de extracción. 27
Tabla 6. Volúmenes de aprovechamiento solicitados por cada banco. 27
Tabla 7. Dimensiones geométricas de los polígonos de extracción. 30
Tabla 8. Sumatoria de las áreas de los polígonos de extracción. 37
Tabla 9. Especificaciones técnicas de obras de dragado de cuerpos de agua continentales. 38
Tabla 10. Superficie de incidencia en la zona federal y/o cuerpos de agua. 38
Tabla 11. Inversión estimada en el primer año de operación. 40
Tabla 12. Costos asociados a la aplicación de medidas ambientales. 41
Tabla 13. Consumo de diesel en el proyecto. 49
Tabla 14. Volumen de residuos generados. 53
Tabla 15. Clasificación de contenedores para residuos. 54
Tabla 16. Registro de derrames en el proyecto..... 60
Tabla 17. Características fisiográficas de la cuenca obtenidas de la modelación..... 64
Tabla 18. Gastos calculados para un periodo de retorno de 5 años..... 65
Tabla 19. Datos considerados para la simulación. 67
Tabla 20. Variaciones en ambos escenarios para los 3 bancos de extracción. 68
Tabla 21. Superficie de incidencia directa sobre el cauce. 69
Tabla 22. Cuadro de coordenadas del banco 1..... 70
Tabla 23. Cuadro de coordenadas del banco 2..... 70
Tabla 24. Cuadro de coordenadas del banco 3..... 71
Tabla 25. Personal requerido para la etapa de preparación del sitio. 75
Tabla 26. Clasificación general de residuos sólidos urbanos generados en la etapa de preparación del sitio. 76

Tabla 27. Personal requerido para la etapa de operación. 80
Tabla 28. Consumo promedio de diésel. 82
Tabla 29. Emisiones a la atmosfera diarias por uso de maquinaria pesada. 82
Tabla 30. Emisiones a la atmosfera anuales por el uso de la maquinaria pesada. 83
Tabla 31. Sonido previsto emitido por maquinaria y equipo del proyecto. 84
Tabla 32. Horario de trabajo previsto para el proyecto. 85
Tabla 33. Manejo de residuos sólidos en la etapa de operación y mantenimiento. 87
Tabla 34. Programa general de gestión previa y periodo inicial de operación. 92
Tabla 35. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 98
Tabla 36.Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental100
Tabla 37. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)..... 103
Tabla 38. Vinculación del proyecto con la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca. 108
Tabla 39. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales. 112
Tabla 40. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. 113
Tabla 41.Vinculación del proyecto con la Ley de Vida Silvestre. 116
Tabla 42. Superficies de incidencia en Área Natural Protegida (ANP) Federal. 118
Tabla 43. Características de la Unidad Ambiental Biofísica Cordillera Costera Occidental de Oaxaca. 121
Tabla 44. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 100. 123
Tabla 45. Criterios de regulación ecológica de la UGA 014 y su vinculación con el proyecto. 134
Tabla 46. Criterios de regulación ecológica de la UGA 002 y su vinculación con el proyecto. 138
Tabla 47. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas. 143
Tabla 48. Vinculación del proyecto con el Convenio 169 Organización Internacional del Trabajo (OIT). 148
Tabla 49. Flora presente en zonas cercanas a los bancos de extracción..... 174
Tabla 50. Listado de especies registradas o reportadas dentro del área del proyecto y su entorno inmediato. 183
Tabla 51. Clasificación de los impactos según diversos criterios. 199

Tabla 52. Asignación numérica a los criterios de impacto. 204
Tabla 53. Rango de valores, calificación y significado. 205
Tabla 54. Impactos considerados para la etapa de preparación de sitio. 207
Tabla 55. Impactos considerados para la etapa de operación y mantenimiento. 208
Tabla 56. Impactos considerados para la etapa de cierre y abandono del sitio 210
Tabla 57. Valoración de la importancia de los impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio mediante la metodología simplificada de Vicente Conesa Fernández-Vítora. 213
Tabla 58. Metodología de Vicente Conesa Fernández-Vítora simplificado valorización de la importancia (I) de los impactos que se prevén por las actividades en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. 221
Tabla 59. Metodología de Vicente Conesa Fernández-Vítora simplificado valorización de la importancia (I) de los impactos que se prevén por las actividades en la etapa de cierre y abandono de sitio. 230
Tabla 60. Medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de preparación del sitio. 252
Tabla 61. Medidas de mitigación, prevención o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de operación y mantenimiento. 260
Tabla 62. Medidas de mitigación, prevención o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de cierre y abandono del sitio. 273

INDICE IMÁGENES

Imagen 1. Macrolocalización del proyecto. 15
Imagen 2. Microlocalización de los bancos de extracción y caminos de acceso. 22
Imagen 3. Carretera Federal 200 (Acapulco-Salina Cruz). 44
Imagen 4. Zona de acceso al predio propiedad del promovente. 45
Imagen 5. Camino de terracería dentro del terreno propiedad del promovente. 45
Imagen 6. Camino existente para acceder al banco 1 46
Imagen 7. Camino a rehabilitar para acceder al banco 1. 47
Imagen 8. Camino de acceso para el polígono del banco 2 y 3. 48
Imagen 9. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto. 118

Imagen 10. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 122
Imagen 11. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca. 133
Imagen 12. Delimitación de la Región Ecológica del proyecto. 153
Imagen 13. Área de Influencia del proyecto. 155
Imagen 14. Clima de la Región Ecológica y el Área de Influencia. 157
Imagen 15. Geología de la Región Ecológica y el Área de Influencia. 159
Imagen 16. Geomorfología de la Región Ecológica y Área de Influencia. 160
Imagen 17. Edafología de la Región Ecológica y el Área de Influencia. 162
Imagen 18. Contexto hidrológico de la Región Ecológica y el Área de Influencia. 163
Imagen 19. Hidrología superficial de la Región Ecológica y el Área de Influencia. 165
Imagen 20. Ubicación del proyecto respecto del acuífero correspondiente. 166
Imagen 21. Uso del suelo y vegetación de la Región Ecológica y Área de Influencia. ... 168
Imagen 22. Ejemplar de la especie Wigandia urens presente a un costado de los poligonos de extracción (zona ribereña). 173
Imagen 23. Ejemplar de la especie Echinochloa crus-gali presente a un costado de los polígonos de extracción (zona ribereña). 173
Imagen 24. Ejemplar de la especie *Leucaena leucocephala* presente a un costado de los polígonos de extracción (zona ribereña). 173
Imagen 25. Zona cercana a la propuesta del banco de extracción 3. 175
Imagen 26. Zona cercana al banco de extracción 2 propuesto. 176
Imagen 27. Zona ribereña cercana a la propuesta del banco de extracción 2. 177
Imagen 28. Zona ribereña cercana al banco de extracción 2. 177
Imagen 29. Extensión de la especie Melothria pendula. 178
Imagen 30. Ejemplar de la especie Tigrisoma mexicanum observado durante el recorrido de campo en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos. 182
Imagen 31. Comunidades y localidades indígenas presentes en el contexto del proyecto. 190

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1 Descripción general

I.1.1 Datos generales del proyecto

I.1.1.1 Nombre del proyecto

"Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena".

I.1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se localiza dentro del cauce del Río de La Arena, en el límite territorial de los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec, pertenecientes al distrito de Jamiltepec, región Costa del estado de Oaxaca.

El aprovechamiento se realizará en tres polígonos de extracción ubicados dentro del cauce federal. Los terrenos colindantes y los accesos al área del proyecto se relacionan con la parcela 1 Z-1 P1/2 del ejido Agua de la Caña.

Los polígonos de extracción se encuentran en bienes nacionales a cargo de la Federación y no forman parte de la propiedad particular del promovente.

I.1.1.2.1 Macrolocalización del proyecto

El proyecto denominado **"EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSE LUIS RODRÍGUEZ EN EL RÍO DE LA ARENA",** promovido por el **C. José Luis Rodríguez Viruel**, se localiza en el cauce del **Río de La Arena**, dentro de la región Costa del estado de Oaxaca.

De acuerdo con la ubicación geográfica de las áreas propuestas, el proyecto contempla tres polígonos de extracción ubicados dentro del cauce del Río de La Arena y a corta distancia entre sí. En el tramo correspondiente al proyecto, el cauce del Río de La Arena constituye el límite político-administrativo entre los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec, ambos pertenecientes al Distrito de Jamiltepec, Oaxaca. Por esta razón, los polígonos mantienen una relación territorial inmediata con ambos municipios, sin perjuicio de que el aprovechamiento se desarrolle dentro de un cauce de jurisdicción federal.

El municipio de Santiago Pinotepa Nacional se ubica en la porción suroccidental del estado de Oaxaca y presenta las siguientes colindancias:

- **Al norte:** con los municipios de San José Estancia Grande, Santiago Llano Grande, San Sebastián Ixcapa, San Miguel Tlacamama, San Pedro Jicayán y Pinotepa de Don Luis.

- **Al este:** con los municipios de Pinotepa de Don Luis, San Andrés Huaxpaltepec y Santa María Huazolotitlán.
- **Al oeste:** con los municipios de Santo Domingo Armenta y San José Estancia Grande.
- **Al sur:** con el Océano Pacífico.

El municipio de San Andrés Huaxpaltepec se localiza en la región Costa del estado de Oaxaca y colinda:

- **Al norte:** con los municipios de San Pedro Jicayán y Pinotepa de Don Luis.
- **Al este:** con el municipio de Santa María Huazolotitlán.
- **Al oeste:** con el municipio de Santiago Pinotepa Nacional.
- **Al sur:** con el municipio de Santa María Huazolotitlán.

La zona del proyecto se emplaza dentro del cauce y sobre depósitos aluviales asociados al Río de La Arena. En el tramo evaluado, el trazo del límite político-administrativo municipal sigue el cauce del río, separando los territorios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec. En consecuencia, la relación del proyecto con ambos municipios deriva de la función limítrofe del cauce y no de que la totalidad de los componentes se localice indistintamente dentro de los dos territorios municipales.

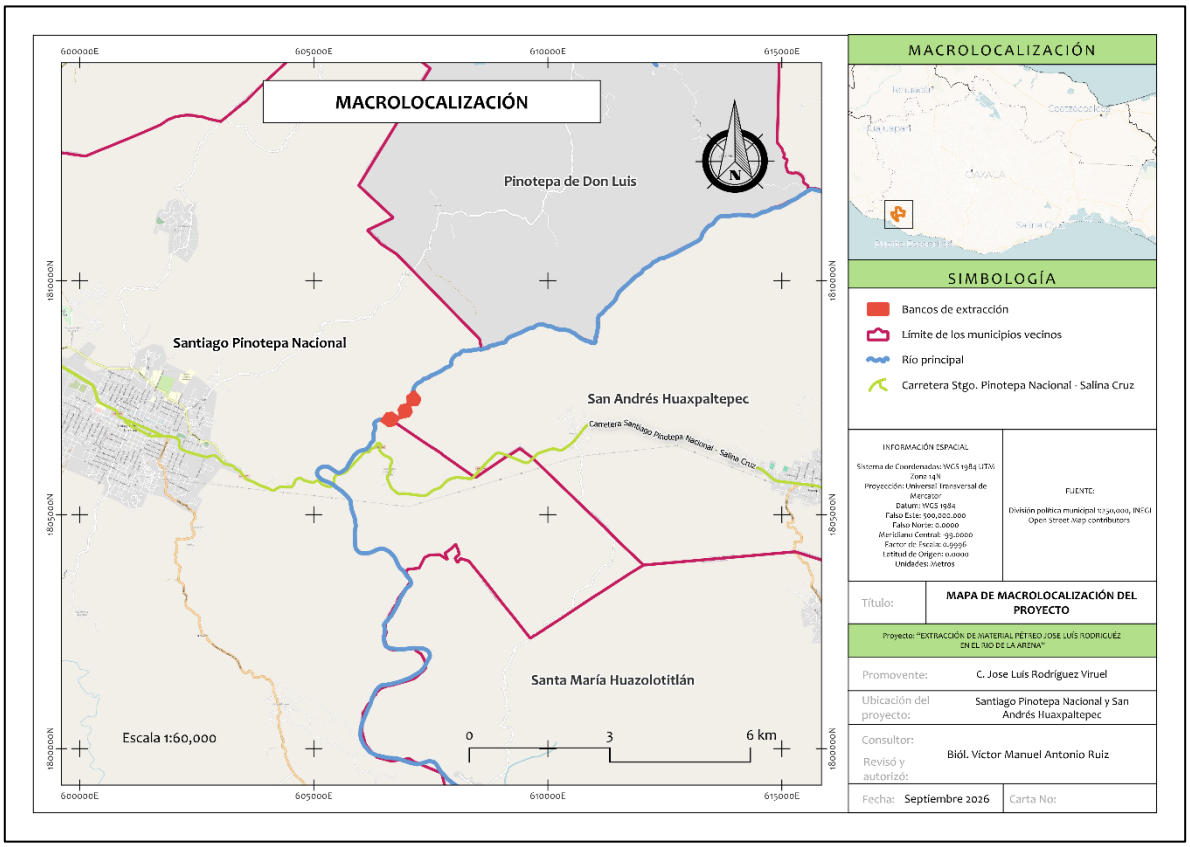


Imagen 1. Macrolocalización del proyecto.

I.1.1.2.2 Microlocalización del proyecto

El proyecto "Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena" se localiza específicamente dentro del cauce del Río de La Arena, en un tramo rural que constituye el límite político-administrativo entre los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec, pertenecientes al Distrito de Jamiltepec, Oaxaca.

Las áreas donde se solicita el aprovechamiento de material pétreo corresponden a **tres polígonos de extracción propuestos**, ubicados sobre el mismo cauce del Río de La Arena y a corta distancia entre sí.

En el **Anexo A** se presenta el **Certificado Parcelario número 000000155865**, correspondiente a la **parcela número 1 Z-1 P1/2 del ejido Agua de la Caña**, municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca, el cual ampara una superficie de **29-41-39.20 hectáreas** —veintinueve hectáreas, cuarenta y un áreas, treinta y nueve punto veinte centiáreas—, dicho documento comprueba la legal posesión del predio que colinda con dichos bancos, propiedad del promovente.

Medidas y colindancias:

- Noreste: 848.99 metros, con Sergio Ruiz Valencia.
- Sureste: 92.87 metros, con Parcela 8.
- Suroeste: 137.12 metros, con Parcela 8; 106.79 metros en línea quebrada, con Parcela 7; 388.05 metros, con Parcela 6; 125.82 metros, con Parcela 5; 82.38 metros, con Parcela 4; 160.87 metros, con Parcela 2; y 229.79 metros, con Río de La Arena.
- Noroeste: 311.79 metros, con Río de La Arena.

La parcela número 1 Z-1 P1/2, propiedad del promovente, se localiza en el municipio de Santiago Pinotepa Nacional y colinda con el Río de La Arena. Dentro de dicha parcela se encuentran los caminos internos de acceso al proyecto. Por su parte, los tres polígonos de extracción se ubican fuera de la parcela, dentro del cauce federal que funciona como límite entre Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec.

La delimitación de los tres polígonos propuestos permite identificar de manera precisa las áreas puntuales donde se pretende realizar la extracción de material pétreo en greña, evitando considerar un solo polígono de mayor extensión y favoreciendo un esquema de aprovechamiento más controlado, localizado y sujeto a evaluación ambiental específica.

El material por aprovechar corresponde a **material pétreo en greña**, integrado por arena, grava, cantos rodados y fragmentos pétreos de diferente granulometría. Este material se propone sea extraído mecánicamente mediante excavadora en cada uno de los tres

polígonos propuestos, cargado directamente a camiones de volteo y trasladado por los caminos internos fuera del área de extracción hacia el sitio de destino o entrega requerido por el comprador, sin contemplarse su almacenamiento temporal dentro del área del proyecto. La ubicación precisa de los **tres polígonos de extracción propuestos** se encuentra delimitada por las coordenadas que se plasman en las tablas correspondientes, mismas que permiten identificar los vértices de cada área solicitada para el aprovechamiento de material pétreo. Dichas coordenadas constituyen la base para la representación cartográfica del proyecto y para el control de las actividades dentro de los límites propuestos.

Por tratarse de un proyecto para el aprovechamiento de material pétreo en cauce, se consideran de manera integral los elementos que conforman la solicitud, con la finalidad de delimitar con precisión las áreas vinculadas a la actividad proyectada.

Para ello, se presentan las coordenadas de los **tres polígonos solicitados para la extracción de material pétreo**, así como la de los caminos de acceso.

A continuación, se presentan los cuadros de coordenadas correspondientes a los **tres polígonos de extracción de material pétreo propuestos**, expresadas en el sistema de coordenadas **UTM, Datum WGS84, Zona 14Q**.

Tabla 1. Cuadro de coordenadas del banco de extracción 1, en sistema UTM, Zona 14Q, Datum WGS84.

Vértice	X	Y
1	606,565.6096	1,807,012.2330
2	606,562.3590	1,807,031.9671
3	606,582.0931	1,807,035.2177
4	606,601.8272	1,807,038.4683
5	606,621.5612	1,807,041.7189
6	606,641.2953	1,807,044.9695
7	606,661.1162	1,807,048.1055
8	606,680.8718	1,807,051.2229
9	606,700.6273	1,807,054.3402
10	606,703.7447	1,807,034.5846
11	606,683.9891	1,807,031.4673
12	606,663.8542	1,807,030.7543
13	606,644.5459	1,807,025.2354
14	606,624.8118	1,807,021.9848
15	606,605.0777	1,807,018.7342
16	606,585.3437	1,807,015.4836
1	606,565.6096	1,807,012.2330
Superficie: 2,751.396 m^2		

Tabla 2. Cuadro de coordenadas del banco de extracción 2, en sistema UTM, Zona 14Q, Datum WGS84.

Vértice	X	Y
18	606,925.2558	1,807,161.1436
19	606,913.4653	1,807,168.6923
20	606,924.2492	1,807,185.5359
21	606,935.0331	1,807,202.3795
22	606,945.1111	1,807,219.2182
23	606,954.9924	1,807,236.6067
24	606,964.8737	1,807,253.9952
25	606,974.7550	1,807,271.3838
26	606,986.9269	1,807,264.4669
27	606,977.0456	1,807,247.0783
28	606,967.1644	1,807,229.6898
29	606,957.2831	1,807,212.3013
30	606,946.8236	1,807,194.8308
31	606,936.0397	1,807,177.9872
18	606,925.2558	1,807,161.1436
Superficie: 1,679.806 m^2		

Tabla 3. Cuadro de coordenadas del banco de extracción 3, en sistema UTM, Zona 14Q, Datum WGS84.

Vértice	X	Y
32	607,107.5667	1,807,418.1243
33	607,088.8700	1,807,436.1918
34	607,102.7681	1,807,450.5739
35	607,116.6662	1,807,464.9559
36	607,117.1203	1,807,472.6640
37	607,119.2057	1,807,492.5550
38	607,121.2911	1,807,512.4460
39	607,147.1494	1,807,509.7350
40	607,145.0640	1,807,489.8440
41	607,142.9786	1,807,469.9530
42	607,135.3628	1,807,446.8884
43	607,121.4648	1,807,432.5064
32	607,107.5667	1,807,418.1243
Superficie: 2,464.689 m^2		

Dichas coordenadas permiten delimitar con precisión cada una de las áreas solicitadas para el aprovechamiento de material pétreo en greña, correspondientes a los **tres polígonos de extracción propuestos** sobre el cauce del Río de La Arena. Asimismo, establecen una referencia cartográfica clara para su representación en los planos del proyecto (**Anexo D**).

El tránsito de los camiones de volteo deberá realizarse exclusivamente por las zonas de circulación previamente definidas, correspondientes a trazos ya rastreados dentro del predio. Por lo tanto, no se contempla la apertura de nuevos caminos, sino únicamente la rehabilitación superficial del camino interno existente, cuando sea necesario para permitir el tránsito seguro de la maquinaria y los vehículos.

Dicha rehabilitación deberá limitarse al acondicionamiento del trazo ya existente, mediante acciones menores de nivelación, retiro de material suelto, corrección de irregularidades y mejoramiento de la superficie de rodamiento, sin derribo de vegetación arbórea ni ampliación innecesaria de la superficie de tránsito. Los polígonos de extracción se localizan dentro del cauce del Río de La Arena y no forman parte de la propiedad del promovente. Los caminos de acceso considerados se desarrollan sobre el predio colindante propiedad del promovente y permiten el traslado del material desde los bancos hacia los sitios de destino o entrega.

A continuación, se presentan las coordenadas correspondientes a los **dos caminos internos mencionados**, los cuales forman parte de las zonas de tránsito previstas para el traslado del material pétreo desde los polígonos de extracción hacia las zonas de destino fuera del polígono propiedad del promovente.

Tabla 4. Coordenadas de los caminos de acceso a los bancos solicitados.

Vértice	Y	X
1	1,806,481.0000	606,442.0000
2	1,806,496.0000	606,466.0000
3	1,806,495.0000	606,478.0000
4	1,806,474.0000	606,482.0000
5	1,806,460.0000	606,479.0000
6	1,806,412.0000	606,456.0000
7	1,806,408.0000	606,453.0000
8	1,806,402.0000	606,454.0000
9	1,806,400.0000	606,459.0000
10	1,806,405.0000	606,466.0000
11	1,806,419.0000	606,478.0000
12	1,806,466.0000	606,529.0000
13	1,806,506.0000	606,543.0000
14	1,806,555.0000	606,552.0000
15	1,806,574.0000	606,552.0000
16	1,806,590.0000	606,547.0000
17	1,806,598.0000	606,541.0000
18	1,806,603.0000	606,531.0000
19	1,806,611.0000	606,515.0000
20	1,806,617.0000	606,509.0000
21	1,806,629.0000	606,507.0000

Vértice	Y	X
22	1,806,643.0000	606,507.0000
23	1,806,654.0000	606,510.0000
24	1,806,663.0000	606,517.0000
25	1,806,666.0000	606,528.0000
26	1,806,658.0000	606,549.0000
27	1,806,657.0000	606,610.0000
28	1,806,650.0000	606,697.0000
29	1,806,653.0000	606,705.0000
30	1,806,660.0000	606,709.0000
31	1,806,669.0000	606,708.0000
32	1,806,692.0000	606,694.0000
33	1,806,699.0000	606,691.0000
34	1,806,708.0000	606,692.0000
35	1,806,718.0000	606,699.0000
36	1,806,735.0000	606,713.0000
37	1,806,770.0000	606,731.0000
38	1,806,807.0000	606,783.0000
39	1,806,842.0000	606,834.0000
40	1,806,850.0000	606,845.0000
41	1,806,854.0000	606,866.0000
42	1,806,864.0000	606,905.0000
43	1,806,864.0000	606,913.0000
44	1,806,862.0000	606,925.0000
45	1,806,862.0000	606,933.0000
46	1,806,874.0000	606,965.0000
47	1,806,887.0000	606,981.0000
48	1,806,891.0000	606,988.0000
49	1,806,893.0000	606,996.0000
50	1,806,885.0000	607,069.0000
51	1,806,896.0000	607,121.0000
52	1,806,904.0000	607,168.0000
53	1,806,907.0000	607,231.0000
54	1,806,908.0000	607,238.0000
55	1,806,910.0000	607,242.0000
56	1,806,914.0000	607,245.0000
57	1,806,932.0000	607,253.0000
58	1,806,939.0000	607,255.0000
59	1,806,945.0000	607,260.0000
60	1,806,951.0000	607,266.0000
61	1,806,959.0000	607,271.0000
62	1,806,976.0000	607,275.0000
63	1,806,994.0000	607,282.0000
64	1,807,003.0000	607,284.0000

Vértice	Y	X
65	1,807,013.0000	607,286.0000
66	1,807,039.0000	607,283.0000
67	1,807,074.0000	607,277.0000
68	1,807,089.0000	607,279.0000
69	1,807,098.0000	607,280.0000
70	1,807,105.0000	607,286.0000
71	1,807,110.0000	607,290.0000
72	1,807,118.0000	607,292.0000
73	1,807,126.0000	607,290.0000
74	1,807,133.0000	607,285.0000
75	1,807,136.0000	607,279.0000
76	1,807,135.0000	607,271.0000
77	1,807,124.0000	607,236.0000
78	1,807,126.0000	607,229.0000
79	1,807,135.0000	607,200.0000
80	1,807,137.0000	607,195.0000
81	1,807,141.0000	607,191.0000
82	1,807,149.0000	607,185.0000
83	1,807,154.0000	607,179.0000
84	1,807,154.0000	607,172.0000
85	1,807,148.0000	607,165.0000
86	1,807,135.0000	607,166.0000
87	1,807,119.0000	607,162.0000
88	1,807,107.0000	607,153.0000
89	1,807,078.0000	607,122.0000
90	1,807,077.0000	607,114.0000
91	1,807,080.0000	607,109.0000
92	1,807,088.0000	607,104.0000
93	1,807,112.0000	607,100.0000
94	1,807,159.0000	607,096.0000
95	1,807,179.0000	607,093.0000
96	1,807,188.0000	607,089.0000
97	1,807,190.0000	607,083.0000
98	1,807,191.0000	607,073.0000
99	1,807,193.0000	607,068.0000
100	1,807,188.0000	607,065.0000
101	1,807,177.0000	607,064.0000
102	1,807,150.0000	607,058.0000
103	1,807,136.0000	607,055.0000
104	1,807,131.0000	607,049.0000
105	1,807,124.0000	607,041.0000
106	1,807,124.0000	607,035.0000
107	1,807,128.0000	607,025.0000

Vértice	Y	X
108	1,807,134.0000	607,014.0000
109	1,807,140.0000	607,006.0000
110	1,807,153.0000	607,001.0000
111	1,807,173.0000	606,995.0000
112	1,807,191.0000	606,989.0000
113	1,807,223.0000	606,991.0000
Longitud		3,074.446 m

A continuación, se presenta la imagen de microlocalización del proyecto, en la cual se observan los principales componentes vinculados con la actividad propuesta: los tres bancos de extracción de material pétreo, los dos caminos internos de acceso y tránsito.

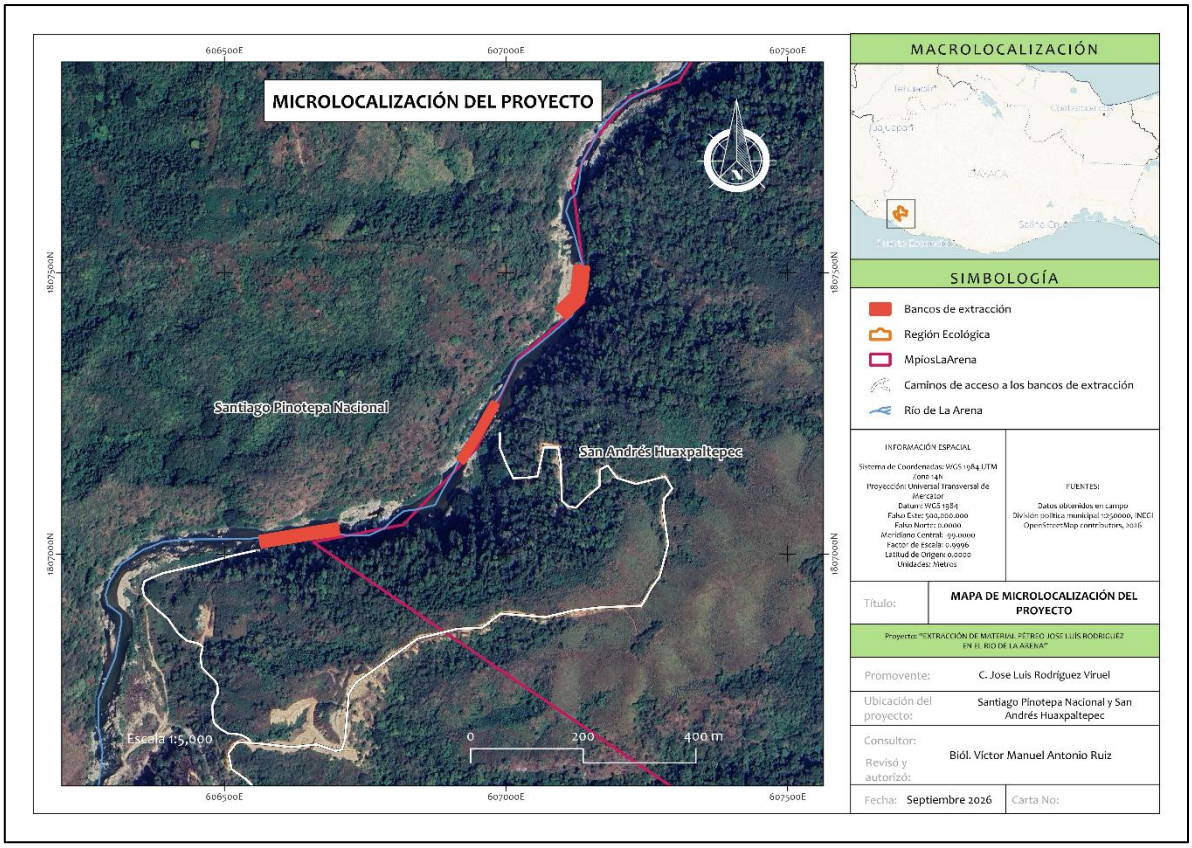


Imagen 2. Microlocalización de los bancos de extracción y caminos de acceso.

I.1.1.2.3 Duración del proyecto

Para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en caso de autorizarse el proyecto, **se solicita una vida útil de cinco años de operación efectiva**, contados a partir de la fecha de inicio formal de las actividades de aprovechamiento en campo.

El tiempo requerido para la integración, ingreso, evaluación y resolución de los trámites ante la **SEMARNAT, la CONAGUA y demás autoridades competentes** corresponde a una etapa de gestión previa y **no forma parte de los cinco años de vida útil operativa solicitados**, debido a que durante dicho periodo no se realizarán actividades de extracción, carga o aprovechamiento de material pétreo. En consecuencia, el primer año de operación efectiva comenzará en la fecha indicada en el aviso formal de inicio de actividades, una vez obtenidas las autorizaciones, permisos, concesiones y demás instrumentos administrativos que resulten aplicables.

Durante los cinco años de operación efectiva se propone un **volumen máximo preliminar de aprovechamiento de 6,251.85 m³/año** para los tres bancos de extracción, integrado por **2,122.12 m³/año para el Banco 1, 1,224.74 m³/año para el Banco 2 y 2,904.99 m³/año para el Banco 3**. En caso de ejercerse completamente el volumen anual propuesto durante los cinco años, el aprovechamiento acumulado máximo de referencia sería de **31,259.25 m³**.

Los volúmenes señalados constituyen los máximos de referencia evaluados para el proyecto y su aprovechamiento estará sujeto, en cada anualidad, a la **disponibilidad efectiva de material pétreo de origen aluvial**, a las condiciones físicas e hidráulicas que presente el cauce y a los volúmenes, temporalidades, superficies, profundidades y demás condiciones que establezcan la SEMARNAT, la CONAGUA y las autoridades competentes. Por lo tanto, el volumen acumulado indicado no deberá interpretarse como una obligación de extracción ni como una disponibilidad garantizada de material durante la totalidad del periodo solicitado.

Con base en los estudios hidrológico e hidráulico, el volumen anual propuesto fue analizado considerando las superficies, secciones, rasantes, profundidades, cadenamientos, taludes y geometría de corte previstos para los tres bancos. La modelación comparó la configuración existente del cauce con el escenario que incorpora la **modificación local de su geometría derivada de la extracción**. Los resultados muestran variaciones en parámetros tales como la elevación de la superficie libre del agua, velocidad del flujo, área hidráulica, ancho superior, pendiente de la línea de energía y número de Froude; dichos resultados se desarrollan con mayor detalle en el **Anexo C**.

Por lo anterior, las conclusiones del análisis hidráulico se limitan al gasto de diseño, coeficientes de rugosidad, geometría, volúmenes y demás condiciones incorporadas al modelo. Esto no implica que se conserve íntegramente la geometría original del cauce ni permite descartar de manera absoluta la ocurrencia de procesos localizados de erosión, socavación o depósito de sedimentos. En caso de autorizarse, la extracción deberá ejecutarse estrictamente conforme a los parámetros evaluados y estará sujeta al seguimiento de las condiciones físicas e hidráulicas del **Río de La Arena**.

El **periodo de retorno de cinco años** utilizado en los estudios hidrológico e hidráulico corresponden al parámetro empleado para determinar la avenida de diseño y analizar el comportamiento hidráulico del cauce.

Durante la vida útil del proyecto se efectuará el seguimiento de las condiciones de los bancos de aprovechamiento y del cauce, a fin de verificar que las actividades se mantengan dentro de las superficies, profundidades, volúmenes y demás parámetros autorizados. El aprovechamiento se desarrollará exclusivamente durante el periodo que determinen las autorizaciones y concesiones correspondientes y conforme a las restricciones temporales y operativas que establezcan las autoridades competentes.

Al concluir los **cinco años de operación efectiva solicitados**, cesarán las actividades de extracción y se ejecutarán las medidas de cierre y abandono previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, salvo que, antes del vencimiento de las autorizaciones, permisos y concesiones correspondientes, el promovente determine **evaluar la viabilidad de solicitar un nuevo periodo de hasta cinco años adicionales de aprovechamiento**.

La eventual continuidad del proyecto por un periodo adicional **no se considera automática ni forma parte de la vida útil actualmente solicitada**, la cual se limita exclusivamente a cinco años de operación efectiva. En caso de pretender continuar con el aprovechamiento después de dicho periodo, será necesario realizar previamente **nuevos levantamientos topográficos, análisis volumétricos de los bancos de extracción y los estudios hidrológicos, hidráulicos y ambientales que resulten necesarios**, con la finalidad de determinar las condiciones físicas que presente el cauce, la disponibilidad y posible reposición de material pétreo de origen aluvial, así como la viabilidad técnica y ambiental de mantener las actividades de extracción.

Con base en la información que se obtenga en ese momento, deberá justificarse técnicamente cualquier volumen, superficie, profundidad, geometría de corte, temporalidad y periodo de aprovechamiento que eventualmente se proponga para una etapa posterior. Los resultados deberán demostrar que las condiciones físicas, hidráulicas y ambientales del cauce permiten plantear la continuidad del aprovechamiento sin asumir anticipadamente que existirán las mismas condiciones evaluadas para el periodo inicial.

Asimismo, cualquier eventual continuidad estará sujeta a la actualización de la información ambiental y técnica que resulte aplicable y a la obtención previa de las **renovaciones, prórrogas, modificaciones, concesiones, autorizaciones o nuevos instrumentos administrativos** que correspondan ante la SEMARNAT, la CONAGUA y demás autoridades competentes, de conformidad con la legislación, criterios y condiciones vigentes al momento de presentar dicha solicitud.

Por lo tanto, los posibles cinco años adicionales constituyen únicamente una alternativa futura sujeta a una nueva evaluación y justificación técnica, hidráulica, ambiental y administrativa, y no implican que mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental se solicite o autorice anticipadamente su ejecución. La procedencia de dicho periodo dependerá de las condiciones que presente el Río de La Arena al término de los cinco años inicialmente solicitados, de la existencia de material susceptible de aprovechamiento, de los resultados de los estudios actualizados y de las determinaciones que emitan las autoridades competentes.

Para efectos de la presente evaluación ambiental, **la duración solicitada del proyecto es exclusivamente de cinco años de operación efectiva**, contados a partir del inicio formal de las actividades de aprovechamiento, sin incluir el periodo previo destinado a la obtención de autorizaciones, permisos y concesiones. Una vez concluido dicho periodo, podrá evaluarse la posibilidad de solicitar hasta cinco años adicionales, siempre que dicha continuidad se encuentre debidamente sustentada mediante estudios actualizados y sea previamente autorizada por las autoridades competentes.

I.1.1.2.4 Documentación legal

En el anexo A (Documentación legal), se adjuntan los siguientes documentos:

- Copia simple de la cédula de identificación fiscal del promovente.
- Copia de la credencial para votar a nombre del **C. José Luis Rodríguez Viruel** expedida por el Instituto Nacional Electoral, con clave de elector RDVRLS59031920H600.
- Certificado parcelario Número **000000155865** que ampara la parcela Número **1 Z-1 P1/2**.

I.1.2 Datos generales del Promovente

I.1.2.1 Nombre o Razón Social

Nombre: C. José Luis Rodríguez Viruel

Tipo de persona: Persona física

I.1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted]

I.1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El promovente es una persona física y suscribirá la solicitud y los documentos correspondientes.

Para la presentación e ingreso del trámite ante la SEMARNAT, el promovente otorgará carta poder simple al Biól. Víctor Manuel Antonio Ruiz, exclusivamente para realizar los actos expresamente señalados en dicho documento, relacionados con la entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental y la recepción de documentos derivados de su ingreso.

I.1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Lo testado corresponde al RFC, domicilio, teléfono y correo electrónico datos personales con fundamento en el primer párrafo del artículo 115 y 120 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

[redacted]

I.1.2.5 Teléfono y correo electrónico de contacto

[redacted]

I.1.2.6 Responsable técnico de la elaboración de la MIA

Nombre: Biól. Víctor Manuel Antonio Ruiz

Profesión: Biólogo

[redacted]

I.1.2.7 Datos del apoyo técnico en la elaboración del estudio de impacto ambiental

Ing. Víctor Benigno Antonio Reyes

Cédula profesional: 3094143

Participación: Levantamiento topográfico

Ing. Maribel Ruiz Luis

Cédula profesional: 6505593

Participación: Elaboración de estudios hidrológico e hidráulico.

I.2 Descripción del proyecto

I.2.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto denominado **"EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSE LUIS RODRÍGUEZ EN EL RÍO DE LA ARENA",** promovido por el **C. José Luis Rodríguez Viruel**, consiste en el aprovechamiento de material pétreo en greña localizado dentro del cauce del Río de La Arena, en el área de influencia de los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec, pertenecientes al Distrito de Jamiltepec, en la región Costa del estado de Oaxaca.

El proyecto propuesto contempla la extracción de material pétreo de origen aluvial, conformado principalmente por arena, grava, cantos rodados y fragmentos pétreos de

Lo testado corresponde al RFC, domicilio, teléfono y correo electrónico datos personales con fundamento en el primer párrafo del artículo 115 y 120 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

diferente granulometría. Dicho aprovechamiento se solicita en tres polígonos de extracción, ubicados sobre el mismo cauce del Río de La Arena y a corta distancia entre sí, dentro de zonas donde se identifica acumulación natural de material pétreo derivada de la dinámica fluvial.

La superficie total propuesta para el aprovechamiento dentro de los tres polígonos de extracción será de **6,895.891 m^2,** distribuida de la siguiente manera:

Tabla 5. Sumatoria de los polígonos de extracción.

Área propuesta	**Superficie**
Polígono de extracción 1	2,751.396 m^2
Polígono de extracción 2	1,679.806 m^2
Polígono de extracción 3	2,464.689 m^2
Superficie total propuesta	**6,895.891 m^2**

Tabla 6. Volúmenes de aprovechamiento solicitados por cada banco.

Año	**Banco 1 (m^3/año)**	**Banco 2 (m^3/año)**	**Banco 3 (m^3/año)**	**Total anual (m^3/año)**	**Volumen acumulado (m^3)**
1	2,122.12	1,224.74	2,904.99	6,251.85	6,251.85
2	2,122.12	1,224.74	2,904.99	6,251.85	12,503.70
3	2,122.12	1,224.74	2,904.99	6,251.85	18,755.55
4	2,122.12	1,224.74	2,904.99	6,251.85	25,007.40
5	2,122.12	1,224.74	2,904.99	6,251.85	31,259.25
Total en 5 años	**10,610.60**	**6,123.70**	**14,524.95**	**31,259.25**	**31,259.25**

El aprovechamiento solicitado se limita a material pétreo acumulado **dentro del cauce del Río de La Arena**, por lo que las actividades deberán realizarse únicamente dentro de los polígonos que, en su caso, sean autorizados por las autoridades competentes.

Asimismo, el proyecto no contempla el acondicionamiento ni uso de áreas para el almacenamiento temporal, trituración, cribado o clasificación del material pétreo dentro del predio del promovente. El material extraído será manejado únicamente de forma temporal durante las maniobras de extracción y carga, evitando su acumulación dentro del cauce o en otras superficies del área del proyecto.

El material será extraído mecánicamente mediante excavadora y cargado directamente a camiones de volteo. Una vez cargado, será transportado mediante los caminos de acceso existentes hacia el sitio de destino o entrega requerido por el comprador, para su posterior aprovechamiento o comercialización. Las actividades deberán realizarse dentro de los

límites, volúmenes, periodos y condiciones que, en su caso, establezcan las autoridades competentes.

El volumen anual preliminar de aprovechamiento para los tres polígonos de extracción será de **6,251.85 m³/año**, integrado por **2,122.12 m³/año del Banco 1**, **1,224.74 m³/año del Banco 2** y **2,904.99 m³/año del Banco 3**.

Dicho volumen corresponde al aprovechamiento anual previsto durante el periodo inicial estimado de **5 años de operación efectiva**, contados a partir del inicio formal de actividades, una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes.

El volumen propuesto se sustenta en el levantamiento topográfico, cálculo de rasante, tabla de profundidades, estudio hidrológico e hidráulico (**Anexo B y C**), por lo que podrá ajustarse conforme a lo que determinen las autoridades competentes.

I.2.1.1 Método de extracción propuesto

La extracción del material pétreo se sustenta en el **Estudio Hidráulico "Río La Arena"**, en el cual se modeló el comportamiento del cauce mediante el software **HEC-RAS 5.0.5** (US Army Corps of Engineers), utilizando un gasto de diseño de **Q = 579.730 m³/s**, asociado a un periodo de retorno de 5 años (creciente máxima ordinaria), con coeficientes de rugosidad de Manning de **n = 0.045** en el centro del cauce y **n = 0.055** en las márgenes. El análisis consideró un tramo de 1,420 m del Río la Arena, cuya cuenca de aportación tiene una superficie de 812.78 km², dentro de la Región Hidrológica No. 20 (Costa Chica).

El proceso de extracción se realizará de manera gradual, avanzando de aguas abajo hacia aguas arriba dentro de cada banco: del cadenamiento 0+360 al 0+500 para el Banco 1, del 0+760 al 0+880 para el Banco 2 y del 1+080 al 1+180 para el Banco 3.

El talud de corte de diseño es de **1.5:1**, y la extracción se realizará de manera gradual, avanzando de aguas abajo hacia aguas arriba dentro de cada polígono, respetando en todo momento las rasantes, profundidades, secciones y volúmenes definidos en la modelación hidráulica.

El método de extracción es **mecánico, gradual y controlado**, mediante una excavadora Caterpillar 320 DL (año 2007) apoyada por dos camiones de volteo para carga y transporte directo del material hacia los sitios de destino. No se contempla almacenamiento temporal, trituración, cribado, clasificación, lavado de material, uso de explosivos, descargas al cauce ni instalación de infraestructura permanente. La operación requerirá una cuadrilla de cinco personas: un operador de excavadora, dos operadores de camión de volteo y dos apoyos de campo.

Secuencia operativa:

1. Delimitación física de los tres bancos y de los caminos internos.
2. Ingreso controlado de la excavadora y los camiones de volteo al banco correspondiente.
3. Extracción mecánica y gradual del material en greña, de aguas abajo hacia aguas arriba, conforme a cadenamientos, taludes (1.5:1) y rasantes autorizadas.
4. Carga directa del material a los camiones de volteo, evitando acumulación desordenada dentro del cauce.
5. Traslado por los caminos internos hacia los sitios de comercialización.

Sustento hidráulico del método propuesto:
El Estudio Hidráulico comparó dos escenarios (condición natural vs. condición con extracción) para el mismo gasto de diseño. Los resultados muestran variaciones marginales entre ambos escenarios en los tres polígonos:

- **Banco 1** (RS 360–500): el nivel de agua (NAMO) varía entre 0.01 y 0.03 m, la velocidad entre 0.02 y 0.38 m/s, y el número de Froude se mantiene entre 0.26 y 0.39 en ambos escenarios (régimen subcrítico).
- **Banco 2** (RS 760–880): es el tramo con mayor pendiente hidráulica del área de estudio; el Froude alcanza valores de 0.92–0.94 en ambas condiciones (ya cercano al crítico de forma natural, no inducido por la extracción), con variaciones de velocidad de entre 0.02 y 0.45 m/s entre escenarios.
- **Banco 3** (RS 1080–1180): el NAMO varía entre 0.02 y 0.16 m y la velocidad entre 0.09 y 0.53 m/s; el Froude se mantiene en régimen subcrítico (0.32–0.45) en ambos escenarios.

I.2.1.2 Dimensiones geométricas de los bancos de extracción

El proyecto comprende tres bancos o polígonos de extracción delimitados dentro del cauce del Río de La Arena. Su configuración geométrica fue definida mediante el levantamiento topográfico y las secciones transversales incorporadas al Estudio Hidráulico. En conjunto, los tres bancos ocupan una superficie de 6,895.891 m².

Las dimensiones longitudinales se determinaron a partir de los cadenamientos inicial y final de cada banco. Debido a que se trata de polígonos irregulares adaptados a la configuración natural del cauce y a la distribución de los depósitos aluviales, no se establece un ancho único y constante; el ancho varía entre secciones y queda delimitado por las coordenadas UTM de cada polígono y por la geometría transversal levantada en campo.

Tabla 7. Dimensiones geométricas de los polígonos de extracción.

Banco de extracción	Cadenamiento	Longitud	Superficie	Ancho
Banco 1	0+360 a 0+500	140 m	2,751.396 m²	Variable conforme al polígono y las secciones transversales
Banco 2	0+760 a 0+880	120 m	1,679.806 m²	Variable conforme al polígono y las secciones transversales
Banco 3	1+080 a 1+180	100 m	2,464.689 m²	Variable conforme al polígono y las secciones transversales
Total	—	360 m	6,895.891 m²	—

Las cotas del terreno natural, las elevaciones de la rasante y las profundidades de extracción no corresponden a valores únicos para cada banco, debido a las variaciones longitudinales y transversales que presenta el cauce. Estos parámetros fueron determinados por sección a partir del levantamiento topográfico y se representan en los perfiles, secciones transversales y cálculos de rasante del Estudio Hidráulico, integrado como Anexo C de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

La rasante de extracción constituye el límite inferior de corte y define la geometría final propuesta para cada sección. En consecuencia, la excavación deberá ajustarse a las elevaciones y profundidades establecidas para cada cadenamiento, sin realizar cortes por debajo de la rasante considerada en la modelación hidráulica.

El talud de corte utilizado en el análisis hidráulico es de 1.5:1, correspondiente a una relación horizontal-vertical de 1.5 metros horizontales por cada metro vertical. Este parámetro deberá respetarse durante la extracción para evitar cortes abruptos o irregulares y mantener la configuración evaluada de las secciones.

La modelación hidráulica consideró dos escenarios: el primero correspondiente a las condiciones existentes del cauce y el segundo incorporando la geometría resultante de la extracción en las secciones comprendidas dentro de los tres bancos. La extracción modifica localmente dichas secciones, por lo que su ejecución deberá sujetarse estrictamente a los cadenamientos, coordenadas, superficies, rasantes, profundidades, taludes y geometría de corte evaluados.

El avance de la extracción se realizará de aguas abajo hacia aguas arriba, dentro de los siguientes tramos:

- Banco 1: del cadenamiento 0+360 al 0+500.
- Banco 2: del cadenamiento 0+760 al 0+880.
- Banco 3: del cadenamiento 1+080 al 1+180.

No deberán ampliarse los polígonos, modificarse las secciones de diseño ni efectuarse excavaciones adicionales fuera de la geometría evaluada. Cualquier modificación de las rasantes, profundidades, taludes, superficies o secciones deberá someterse previamente a la valoración técnica correspondiente y, cuando resulte aplicable, a la autorización de las autoridades competentes.

I.2.2 Criterios para la selección del sitio

El área propuesta corresponde a **tres bancos o polígonos de extracción** ubicados dentro del cauce, donde se identifica acumulación natural de material pétreo en greña, susceptible de ser evaluado para su posible aprovechamiento. De acuerdo con el estudio hidráulico, dichos bancos se ubican en los cadenamientos **0+360 a 0+500**, **0+760 a 0+880** y **1+080 a 1+180**.

La selección del sitio se fundamenta no solo en la disponibilidad del material, sino también en criterios técnicos, ambientales e hidráulicos que permiten analizar la viabilidad preliminar de la actividad solicitada. Los estudios técnicos consideran el comportamiento del cauce, la rasante propuesta, los volúmenes de aprovechamiento, las profundidades de corte y la conservación de la funcionalidad hidráulica del río.

Desde el punto de vista técnico, el sitio presenta condiciones para el aprovechamiento de material pétreo en greña mediante un procedimiento mecánico, gradual y controlado. Desde el enfoque ambiental, la delimitación de los tres bancos de extracción permite establecer áreas específicas de intervención, con el propósito de evitar actividades fuera de los límites propuestos y favorecer un manejo ordenado del cauce.

Asimismo, desde el componente socioeconómico, el proyecto podría contribuir al suministro local de material pétreo y a la generación de empleos directos, siempre que se obtengan previamente las autorizaciones correspondientes.

I.2.2.1 Criterios ambientales

Para la selección preliminar del sitio se consideraron criterios ambientales orientados a identificar posibles restricciones territoriales, áreas de importancia ecológica y elementos de sensibilidad ambiental que pudieran condicionar o limitar el aprovechamiento solicitado.

Con base en la revisión cartográfica realizada, los tres polígonos de extracción propuestos para el aprovechamiento de material pétreo no se ubican dentro de Áreas Naturales Protegidas de carácter federal o estatal. Asimismo, no se identificó su ubicación dentro de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), ni dentro de algún sitio

Ramsar reconocido como humedal de importancia internacional. De igual forma, las áreas propuestas no se localizan dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria ni Región Terrestre Prioritaria de México. Tampoco se identifica su ubicación sobre un acuífero clasificado como sobreexplotado, por lo que, desde estos criterios, no se advierte una restricción territorial directa asociada a dichas categorías de conservación, prioridad ambiental o presión hídrica.

No obstante, la ausencia de estas categorías no implica la inexistencia de componentes ambientales relevantes en el sitio. Al tratarse de una actividad solicitada dentro de un cauce natural, el análisis ambiental deberá considerar la dinámica hidrológica y geomorfológica del Río de La Arena, la presencia de depósitos aluviales, las condiciones de las márgenes, la vegetación asociada al entorno inmediato, la fauna local y las posibles interacciones derivadas de las actividades de extracción, carga y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega.

Por ello, en capítulos posteriores de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se realizará la descripción de la Región Ecológica y del Área de Influencia del proyecto, incluyendo la caracterización de los componentes bióticos y abióticos relevantes. Asimismo, se describirá la flora y fauna registrada o potencialmente presente en la zona, así como la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que pudieran derivarse de la actividad propuesta.

La incorporación de estos criterios permite establecer una valoración objetiva del sitio, diferenciando entre la ausencia de restricciones territoriales derivadas de instrumentos de conservación y la necesidad de evaluar los posibles impactos ambientales a escala local. En caso de obtenerse la autorización correspondiente, las actividades deberán sujetarse a las medidas preventivas, de mitigación, restauración y seguimiento ambiental que se propongan en la MIA, así como a las condicionantes que determine la autoridad competente.

I.2.2.2 Criterios técnicos

Se consideraron diversos criterios técnicos relacionados con la disponibilidad del material pétreo, la accesibilidad del área, la viabilidad operativa, la logística de extracción, carga y transporte del material, así como la posibilidad de realizar las actividades dentro de áreas previamente delimitadas.

Uno de los principales criterios técnicos corresponde a la presencia de material pétreo de origen aluvial, constituido principalmente por arena, grava, cantos rodados y fragmentos pétreos de diferente granulometría, depositados de manera natural dentro del cauce del Río de La Arena. La existencia de estos depósitos permite plantear un aprovechamiento mediante extracción mecánica de material en greña, sin requerir uso de explosivos, lavado de material, descargas al cauce o instalación de infraestructura permanente dentro del cauce o sus márgenes.

El aprovechamiento se plantea en tres bancos o polígonos de extracción propuestos, ubicados dentro del cauce del Río de La Arena. De acuerdo con el estudio hidráulico, dichos bancos se localizan en los cadenamientos 0+360 a 0+500, 0+760 a 0+880 y 1+080 a 1+180. Asimismo, el volumen anual de aprovechamiento corresponde a 2,122.12 m³ para el Banco 1, 1,224.74 m³ para el Banco 2 y 2,904.99 m³ para el Banco 3, conforme a los cálculos técnicos del proyecto.

También se consideró como criterio técnico el método de extracción propuesto en los estudios de apoyo, el cual establece que la extracción se realizará de aguas abajo hacia aguas arriba, dentro de los cadenamientos correspondientes a cada banco, considerando un talud de corte de 1.5:1. Este criterio permite ordenar el avance de los trabajos y reducir modificaciones innecesarias a la configuración del cauce.

Otro criterio técnico relevante es la cercanía del sitio con vías de comunicación existentes, particularmente con la carretera federal y con la zona urbana de Santiago Pinotepa Nacional. Esta condición facilita el acceso de maquinaria, personal y vehículos de transporte, así como el traslado del material hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Para el desarrollo del proyecto no se contempla la apertura de nuevos caminos ni la ampliación de los existentes; únicamente se realizarán actividades puntuales de rehabilitación y mantenimiento sobre la huella actual de los caminos de acceso existentes, cuando resulte necesario para garantizar condiciones adecuadas de circulación.

La cercanía con Santiago Pinotepa Nacional también representa una ventaja operativa, al permitir el abastecimiento de insumos básicos, combustible, servicios mecánicos, refacciones y apoyo logístico en una localidad próxima al área del proyecto. Esto reduce la necesidad de instalar infraestructura complementaria permanente en el sitio y permite concentrar las actividades en la extracción, carga y transporte del material pétreo.

Desde el punto de vista operativo, el método propuesto se considera técnicamente viable, ya que contempla el uso de maquinaria convencional adecuada para este tipo de aprovechamientos. Se prevé el empleo de una excavadora Caterpillar 320 DL, año 2007, apoyada por dos camiones de volteo que ingresarán al banco de extracción correspondiente para recibir el material cargado directamente por la excavadora. Una vez cargado, el material será transportado mediante los caminos de acceso existentes y posteriormente fuera del área del proyecto hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.

El material extraído será cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. De esta manera, se reduce la superficie requerida para la operación y se evita la instalación o acondicionamiento de áreas adicionales destinadas al procesamiento o acopio del material.

El procedimiento propuesto permite mantener una secuencia operativa sencilla y ordenada: delimitación de los tres bancos de extracción, rehabilitación puntual de los caminos de acceso existentes, ingreso controlado de maquinaria y camiones, extracción mecánica gradual, carga directa y transporte del material hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Esta secuencia reduce maniobras innecesarias y permite mantener un mayor control sobre los frentes de trabajo.

La operación proyectada considera una plantilla aproximada de cinco trabajadores, integrada por un operador de excavadora, dos operadores de camiones de volteo y dos personas de apoyo en campo. Esta cantidad de personal resulta congruente con la escala de la actividad solicitada y con el tipo de maquinaria propuesto. El horario de trabajo previsto, de 08:00 a 15:00 horas, durante cinco días a la semana, permite desarrollar las actividades en horario diurno y facilita la supervisión operativa del sitio.

También se considera como criterio técnico la importancia de contar con un sitio evaluado y, en su caso, autorizado para el suministro de material pétreo en la zona. La disponibilidad de bancos regularizados permite que el material utilizado en actividades constructivas locales y regionales tenga un origen identificado, controlado y sujeto a medidas ambientales, reduciendo la presión sobre aprovechamientos informales o no regulados.

Bajo este contexto, el sitio propuesto reúne condiciones técnicas favorables para ser sometido a evaluación, debido a la presencia de material aluvial aprovechable, la definición de los bancos con sustento en los estudios hidrológico e hidráulico, la accesibilidad mediante vías y caminos de acceso existentes, la cercanía a centros de servicios, la posibilidad de operación con maquinaria convencional y la factibilidad de controlar espacialmente las actividades de extracción, carga y transporte del material pétreo.

I.2.2.3 Criterios hidrológicos e hidráulicos

Al tratarse de un proyecto propuesto dentro del cauce del Río de La Arena, la selección del sitio se sustenta principalmente en los estudios hidrológico e hidráulico elaborados para el tramo de interés, ya que dichos instrumentos permiten evaluar el comportamiento del cauce, el gasto de diseño, las secciones transversales, la rasante propuesta, los volúmenes anuales de extracción y la posible interacción del aprovechamiento con la dinámica hidráulica del río.

El estudio hidrológico consideró un periodo de retorno de 5 años como criterio técnico para determinar el gasto de diseño, con el propósito de verificar que el aprovechamiento propuesto no modifique de forma perjudicial la sección hidráulica natural ni afecte las márgenes o zona federal de la corriente. Dicho periodo de retorno no corresponde a la vida útil del proyecto ni al periodo durante el cual debe distribuirse el volumen de extracción, sino a un parámetro hidrológico utilizado para evaluar el comportamiento del cauce ante una avenida de diseño.

A partir del análisis hidrológico se adoptó un gasto de diseño de 579.730 m³/s, asociado al periodo de retorno de 5 años, el cual fue utilizado como base para la modelación hidráulica del cauce. Para ello, el estudio hidráulico empleó el software HEC-RAS 5.0.5, herramienta utilizada para simular el comportamiento del flujo en canales abiertos y calcular los perfiles de la superficie del agua entre las secciones transversales analizadas.

La modelación hidráulica se apoyó en información topográfica de detalle correspondiente a un tramo de 1,420 m sobre el Río de La Arena, incluyendo el eje del cauce y las secciones transversales levantadas en campo. Con dicha información se realizaron dos simulaciones: una bajo las condiciones existentes y otra considerando la extracción del material en las secciones correspondientes a los bancos propuestos, lo que permitió comparar el comportamiento hidráulico del cauce antes y después del aprovechamiento.

Con base en estos estudios, los bancos de extracción se localizan en los cadenamientos 0+360 a 0+500, 0+760 a 0+880 y 1+080 a 1+180, con volúmenes anuales preliminares de 2,122.12 m³/año, 1,224.74 m³/año y 2,904.99 m³/año, respectivamente, dando un volumen total anual de 6,251.85 m³/año. Asimismo, el estudio hidráulico establece que la extracción se realizará de aguas abajo hacia aguas arriba, considerando un talud de corte de 1.5:1, criterio que permite ordenar el avance de los trabajos y mantener la conformación técnica prevista para las áreas de corte.

Estos criterios permiten que la delimitación, profundidad, rasante, volumen anual y secuencia de extracción no se definan únicamente mediante la observación superficial de los depósitos, sino con base en información técnica específica del cauce. Por ello, en caso de autorizarse el proyecto, el aprovechamiento deberá mantenerse dentro de los bancos, cadenamientos, volúmenes, rasantes, taludes y demás condiciones evaluadas y autorizadas.

La modelación hidráulica incorporó expresamente la modificación local de la geometría de las secciones transversales comprendidas dentro de los tres bancos de extracción. Por lo tanto, el escenario con proyecto no conserva íntegramente la geometría existente del cauce, sino que representa la configuración resultante de aplicar las rasantes, profundidades, volúmenes y taludes de corte propuestos.

I.2.2.4 Criterios socioeconómicos

Para la selección del sitio propuesto se consideraron criterios socioeconómicos relacionados con la demanda local y regional de material pétreo, la disponibilidad de un sitio susceptible de evaluación y regulación ambiental, la cercanía a centros de población y servicios, así como la posibilidad de generar beneficios económicos directos e indirectos en la zona.

La localización resulta relevante desde el punto de vista socioeconómico, ya que se encuentra próxima a Santiago Pinotepa Nacional, centro urbano regional que concentra

actividades comerciales, servicios, abastecimiento de insumos, talleres, estaciones de servicio y demanda de materiales para obras públicas y privadas.

La disponibilidad de material pétreo de origen regulado constituye un factor importante para el desarrollo local y regional, ya que este tipo de insumo es requerido en actividades de construcción, mantenimiento de caminos, obras civiles, edificación y mejoramiento de infraestructura. Por ello, contar con un sitio evaluado ambientalmente y, en su caso, autorizado por las autoridades competentes, permitiría proveer material con origen identificado y bajo condiciones de control, reduciendo la presión sobre aprovechamientos informales o no regulados.

Desde el punto de vista económico, el proyecto propuesto podría generar aproximadamente cinco empleos directos, asociados a la operación de maquinaria, conducción de camiones de volteo, apoyo en campo y supervisión de las actividades de extracción, carga y transporte del material pétreo. Estos empleos representarían una fuente de ingreso para personal local o regional, favoreciendo la participación económica de habitantes cercanos al área del proyecto.

Asimismo, la cercanía del sitio con vías de comunicación existentes y con Santiago Pinotepa Nacional permite reducir costos logísticos asociados al traslado de personal, combustible, mantenimiento de maquinaria, refacciones y servicios auxiliares. Para la circulación de maquinaria y vehículos se utilizarán los caminos de acceso existentes, contemplándose únicamente actividades puntuales de rehabilitación y mantenimiento sobre su huella actual, sin apertura de nuevos caminos ni ampliación de los existentes.

El aprovechamiento propuesto también podría contribuir al suministro de materiales pétreos para obras locales y regionales, lo cual resulta relevante en una zona donde las actividades constructivas requieren insumos básicos como arena, grava y material en greña. Una vez extraído, el material será cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, sin contemplarse almacenamiento temporal, trituración, cribado o clasificación dentro del área del proyecto.

La selección del sitio considera la presencia de depósitos aluviales dentro del cauce del Río de La Arena y la disponibilidad de caminos de acceso existentes en la parcela colindante propiedad del promovente. Esta condición permite establecer controles espaciales y operativos que favorecen la supervisión de las actividades y la reducción de posibles conflictos con terceros o predios colindantes.

Los criterios socioeconómicos considerados permiten valorar que el proyecto propuesto podría generar beneficios locales mediante empleo directo, abastecimiento de material pétreo de origen regulado, aprovechamiento ordenado de los recursos disponibles en la zona y apoyo indirecto a actividades constructivas regionales. La viabilidad socioeconómica deberá entenderse como complementaria al análisis ambiental, por lo que cualquier posible

desarrollo del proyecto quedará sujeto a la evaluación integral de la presente MIA y a la resolución que emita la autoridad competente.

I.2.3. Ubicación y dimensiones del proyecto

Los tres bancos o polígonos de extracción se localizan dentro del cauce del Río de La Arena y ocupan una superficie total de 6,895.891 m². Dichos polígonos colindan con la parcela número 1 Z-1 P1/2 del ejido Agua de la Caña, propiedad del promovente, con superficie de 29-41-39.20 ha. Dentro de la parcela se localizan los caminos de acceso existentes.

Los bancos de extracción corresponden a tramos del cauce del Río de La Arena donde se identifica acumulación natural de material pétreo de origen aluvial, conformado principalmente por arena, grava, cantos rodados y fragmentos pétreos de diferente granulometría. De acuerdo con el estudio hidráulico, los bancos se ubican en los cadenamientos 0+360 a 0+500, 0+760 a 0+880 y 1+080 a 1+180.

La superficie propuesta para los tres bancos de extracción será de 6,895.891 m², distribuida de la siguiente manera:

Tabla 8. Sumatoria de las áreas de los polígonos de extracción.

Área propuesta	Superficie
Banco de extracción 1	2,751.396 m²
Banco de extracción 2	1,679.806 m²
Banco de extracción 3	2,464.689 m²
Superficie total de extracción	6,895.891 m²

El proyecto no contempla áreas destinadas al almacenamiento temporal, trituración, cribado, clasificación o procesamiento del material pétreo dentro del predio del promovente. Una vez extraído, el material será cargado directamente a los camiones de volteo y transportado mediante los caminos de acceso existentes hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.

Para el desarrollo del proyecto no se contempla la apertura de nuevos caminos ni la ampliación de los existentes. Únicamente podrán realizarse actividades puntuales de rehabilitación y mantenimiento sobre la huella actual de los caminos de acceso existentes, cuando resulte necesario para garantizar condiciones adecuadas de circulación.

Los tres bancos o polígonos de extracción se localizan dentro del cauce del Río de La Arena. En el tramo correspondiente al proyecto, dicho cauce constituye el límite político-administrativo entre los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec. Por esta razón, los bancos mantienen una relación territorial con ambos municipios, conforme a la intersección de sus superficies con el límite municipal representado en la cartografía del proyecto. La parcela número 1 Z-1 P1/2, propiedad del

promovente, colinda con el cauce y se localiza en Santiago Pinotepa Nacional; dentro de ella se encuentran los caminos internos de acceso.

Tabla 9. Especificaciones técnicas de obras de dragado de cuerpos de agua continentales.

Especificaciones técnicas de obras de dragado de cuerpos de agua continentales				
	Banco 1	**Banco 2**	**Banco 3**	**Total o descripción general**
Profundidad de dragado (m)	Variable entre 0.43 y 1.10	Variable entre 0.34 y 1.10	Variable entre 0.63 y 1.19	Variable entre 0.34 y 1.19
Ancho de dragado (m)	Variable entre 5.00 y 15.40	Variable entre 4.94 y 12.53	Variable entre 6.20 y 22.20	Variable entre 4.94 y 22.20
Longitud del tramo metros	140	120	100	360
Superficie de extracción (m²)	2,751.396	1,679.806	2,464.689	6,895.891
Volumen de material producto (m^3)	2,122.12	1,224.74	2,904.99	6,251.85
Tipo de draga o maquinaria de extracción	Excavadora hidráulica Caterpillar 320 DL, año 2007			
Sitios de disposición del producto				
Ubicación (Coordenadas UTM)	El material pétreo aprovechable será cargado directamente en dos camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.			
Superficie (m^2)				

Los tres bancos de extracción serán delimitados conforme a las coordenadas presentadas en las tablas correspondientes, expresadas en el sistema de coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 14Q, con la finalidad de identificar con precisión las superficies sujetas al aprovechamiento y mantener las actividades dentro de los límites evaluados y, en su caso, autorizados.

Tabla 10. Superficie de incidencia en la zona federal y/o cuerpos de agua.

Superficie de incidencia en la zona federal y/o cuerpos de agua.					
Obra y/o actividad	**Nombre del cuerpo de agua continental (río, lago y/o laguna, etc.) .**	**Superficie de incidencia en la zona federal*. (m²)**	**Superficie de incidencia en el cauce. (m²)**	**Coordenadas UTM de ubicación de la incidencia.**	
				X	**Y**
Banco de extracción 1	Rio de La Arena	0	2,751.396	*	*

Banco de extracción 2		0	1,679.806	*	*
Banco de extracción 3		0	2,464.689	*	*
Superficie total		0 m²	6,895.891 m²		

* Los polígonos de extracción se localizan dentro del cauce del Río de La Arena, delimitado por el NAMO. Véanse las coordenadas de todos los vértices en las Tablas 1, 2 y 3 y en el Anexo D. Las superficies reportadas corresponden exclusivamente a los tres bancos de extracción. Estos se localizan dentro del límite del NAMO y, por tanto, dentro del cauce del Río de La Arena.

Cabe señalar que el cauce y la zona federal constituyen espacios físicamente diferenciados conforme a la Ley de Aguas Nacionales; por ello, su relación con los polígonos de aprovechamiento debe interpretarse a partir de la delimitación espacial contenida en dicho plano y no únicamente de la superficie total reportada.

Para la identificación precisa de la ubicación de cada banco, sus coordenadas y su relación con el cauce y la zona federal, deberá consultarse el **Anexo D**, Plano de delimitación de zona federal y ubicación de los bancos de aprovechamiento.

I.2.4 Inversión requerida

La inversión estimada para el proyecto **"EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSE LUIS RODRÍGUEZ EN EL RÍO DE LA ARENA",** se calcula de manera anual, considerando los costos necesarios para la operación del aprovechamiento propuesto, pago de personal, consumo de combustible, mantenimiento preventivo, medidas de prevención y mitigación ambiental, trámites administrativos y otros gastos operativos asociados al proyecto.

El proyecto se plantea para un periodo inicial de **5 años de aprovechamiento efectivo**, sujeto al volumen autorizado, al programa de extracción que, en su caso, determine la autoridad competente, a las condiciones físicas del cauce y a la disponibilidad del material pétreo de origen aluvial.

Para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se considera una operación anual de carácter temporal e intermitente, con actividades durante aproximadamente **20 semanas efectivas al año**, laborando **5 días por semana**, lo que representa alrededor de **100 jornadas efectivas de trabajo anual**. Esta estimación podrá ajustarse conforme al volumen autorizado, las condiciones del sitio, la disponibilidad del material y la programación operativa del proyecto.

La inversión estimada para el primer año se integra de la siguiente manera:

Tabla 11. Inversión estimada en el primer año de operación.

Concepto	Criterio considerado	Monto anual estimado
Pago al personal operativo	Cinco trabajadores durante aproximadamente 100 jornadas efectivas al año	**$230,000.00 M.N.**
Combustible diésel	Operación de excavadora y dos camiones de volteo para las actividades de extracción, carga y transporte del material	**$594,000.00 M.N.**
Medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental	Aplicación general de medidas ambientales, limpieza, control, supervisión y seguimiento	**$120,000.00 M.N.**
Trámites administrativos, estudios técnicos, gestión documental, permisos y pago de derechos aplicables	Costos considerados principalmente durante el primer año	**$160,000.00 M.N.**
Mantenimiento preventivo y reparaciones menores	Excavadora, camiones de volteo y demás equipo auxiliar utilizado durante la operación	**$50,000.00 M.N.**
Otros gastos operativos e imprevistos	Consumibles, apoyo logístico, bitácoras, limpieza periódica y gastos menores	**$10,000.00 M.N.**
Inversión anual estimada para el primer año		**$1,164,000.00 M.N.**

El monto destinado a **medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental** corresponde a **$120,000.00 M.N. anuales**, equivalente aproximadamente al **10.31 %** de la inversión estimada para el primer año del proyecto. Dicho recurso estará dirigido de manera general a la aplicación de las medidas ambientales previstas en la presente MIA, así como al cumplimiento de las condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad competente.

Debe precisarse que el concepto relativo a trámites administrativos, estudios técnicos, gestión documental, permisos y pago de derechos aplicables, estimado en **$160,000.00 M.N.**, se considera principalmente para el primer año, debido a que en esta etapa se concentran los costos asociados con la integración documental, gestión de autorizaciones, estudios de apoyo y pagos administrativos iniciales. Por lo tanto, dicho concepto no necesariamente será aplicable con la misma magnitud en los años posteriores, por lo que el costo anual subsecuente podría ser menor.
En caso de mantenerse una estructura operativa similar, pero sin considerar nuevamente la totalidad de los costos administrativos iniciales, la inversión anual estimada para los años posteriores podría reducirse, sujeta a las necesidades reales de operación, mantenimiento, seguimiento ambiental, elaboración de reportes, precios de combustible y condicionantes que determine la autoridad competente.

I.2.4.1 Costos asociados a la aplicación de medidas ambientales para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales del proyecto

De manera específica, se estima que el monto destinado a la aplicación directa de medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental será de $120,000.00 M.N. anuales, equivalente aproximadamente al 10.31 % de la inversión estimada para el primer año del proyecto, calculada en $1,164,000.00 M.N.

Este monto deberá entenderse como una estimación preliminar para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que podrá ajustarse conforme a las medidas ambientales definitivas y a las condicionantes que, en su caso, establezca la SEMARNAT o demás autoridades competentes.

La inversión señalada corresponde únicamente a la aplicación directa de medidas ambientales, por lo que considera principalmente la adquisición de materiales, insumos, equipo básico y servicios operativos necesarios para prevenir, controlar o mitigar impactos ambientales durante las actividades de extracción mecánica, carga directa a camiones de volteo y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, así como durante la rehabilitación y mantenimiento puntual de los caminos de acceso existentes.

No se incluyen dentro de este monto los costos asociados al armado de expedientes, integración documental, elaboración de informes técnicos, reportes administrativos, gestión de trámites o pago de derechos, ya que dichos conceptos forman parte del rubro correspondiente a trámites administrativos, estudios técnicos, gestión documental, permisos y pago de derechos aplicables, señalado en el apartado de inversión requerida.
De manera preliminar, se consideran los siguientes rubros generales para la aplicación directa de medidas ambientales:

Tabla 12. Costos asociados a la aplicación de medidas ambientales.

Concepto general	**Costo anual estimado**
Delimitación, señalización y control físico de áreas de trabajo	**$20,000.00 M.N.**
Manejo de residuos y limpieza periódica del sitio	**$25,000.00 M.N.**
Materiales para prevención y atención de posibles derrames	**$25,000.00 M.N.**
Medidas de control de polvo, ordenamiento de material y limpieza operativa	**$20,000.00 M.N.**
Capacitación básica y apoyo operativo para cumplimiento ambiental	**$10,000.00 M.N.**
Medidas generales	**$20,000.00 M.N.**
Total anual estimado para medidas ambientales	**$120,000.00 M.N.**

La asignación de estos recursos permitirá que el proyecto cuente con insumos y servicios básicos para aplicar las medidas ambientales previstas en la presente MIA, atender posibles incidencias operativas y mantener un esquema de control durante el desarrollo del aprovechamiento.

Durante la etapa de cierre o abandono del sitio también se preverán recursos para las actividades finales de retiro de maquinaria y equipo, limpieza, verificación de las condiciones del área intervenida y aplicación de las medidas ambientales que resulten necesarias.

I.2.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La actividad solicitada corresponde al aprovechamiento de material pétreo en greña de origen aluvial, por lo que no contempla urbanización del área ni la introducción de infraestructura urbana permanente.

El proyecto no considera la construcción de edificaciones, oficinas, campamentos, bodegas, talleres mecánicos, áreas de almacenamiento o procesamiento de material pétreo, almacenes fijos de combustible, redes de agua potable, drenaje sanitario, alcantarillado, energía eléctrica, alumbrado público, pavimentación, telecomunicaciones fijas o infraestructura habitacional. Las actividades se limitarán principalmente a los tres bancos de extracción, los caminos de acceso existentes y las zonas de maniobra necesarias para la operación de la maquinaria y vehículos considerados.

El acceso al sitio se realizará mediante las vías de comunicación existentes y los caminos de acceso ubicados dentro del predio del promovente, por lo que no se contempla la apertura de nuevos caminos ni la ampliación de los existentes. Cuando las condiciones de tránsito lo requieran, podrán realizarse actividades puntuales de rehabilitación y mantenimiento sobre la huella actual de dichos caminos, sin extender su superficie hacia áreas adyacentes. Esta condición permite reducir la intervención sobre superficies adicionales y concentrar las actividades dentro de las áreas previamente identificadas para el desarrollo del proyecto.

Respecto de los servicios requeridos, estos serán mínimos y estarán asociados principalmente a la operación temporal y controlada del aprovechamiento. Para el desarrollo de las actividades se utilizará una excavadora Caterpillar 320 DL y dos camiones de volteo, además de una plantilla aproximada de cinco trabajadores. Las necesidades operativas estarán relacionadas principalmente con abastecimiento de combustible, mantenimiento preventivo, manejo de residuos, agua para consumo humano, servicios sanitarios y comunicación básica.

El combustible requerido para la maquinaria y vehículos será diésel, el cual será abastecido preferentemente en estaciones de servicio ubicadas en Santiago Pinotepa Nacional o en localidades cercanas. No se contempla el almacenamiento permanente de combustible dentro del área del proyecto. En caso de requerirse abastecimiento puntual de la maquinaria en el sitio, este se realizará bajo medidas preventivas, utilizando recipientes adecuados, elementos de contención y material absorbente, evitando cualquier derrame sobre el suelo, material aluvial o hacia el cauce.

El mantenimiento mayor de maquinaria y vehículos se realizará fuera del cauce y de las áreas de trabajo, en talleres establecidos o sitios adecuados para tal fin. Dentro del área del proyecto únicamente podrán efectuarse inspecciones y revisiones preventivas menores que no impliquen cambio de aceites, lavado de maquinaria, reparaciones mayores o manejo inadecuado de lubricantes, grasas o hidrocarburos.

Para el consumo del personal se utilizará agua potable en garrafones o recipientes portátiles, sin requerir la instalación de una red hidráulica. Asimismo, el proyecto no contempla lavado, trituración, cribado, clasificación o algún otro proceso de beneficio o transformación del material pétreo dentro del sitio. Una vez extraído, el material será cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.

En materia sanitaria, no se prevé la instalación de drenaje ni descargas de aguas residuales al cauce, márgenes o suelo. El personal podrá hacer uso de sanitarios portátiles contratados con un prestador de servicios, quien será responsable de su limpieza, retiro y manejo adecuado de los residuos generados.

Los residuos sólidos urbanos generados por el personal, tales como envases, envolturas, papel, cartón, latas, restos orgánicos y otros residuos menores, serán recolectados en recipientes o bolsas adecuadas, separados cuando resulte posible y retirados periódicamente del sitio para su disposición mediante los mecanismos correspondientes. Quedará prohibido abandonar, enterrar, quemar o disponer residuos dentro del cauce, sus márgenes, caminos de acceso o zonas de maniobra.

La comunicación operativa se realizará mediante teléfonos celulares o equipos móviles, por lo que no se requiere la instalación de infraestructura fija de telecomunicaciones. De igual manera, al operar en horario diurno, de 08:00 a 15:00 horas, no se requiere alumbrado artificial permanente en el sitio.

Por las características del proyecto, los servicios requeridos serán de carácter temporal, básico y operativo, sin modificar la condición rural del área ni generar demanda permanente de servicios urbanos. En caso de obtenerse la autorización correspondiente, el promovente mantendrá las actividades dentro de las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas, y el uso de servicios auxiliares se realizará bajo criterios de prevención ambiental, seguridad

operativa y cumplimiento de las condicionantes que establezcan las autoridades competentes.

I.2.5.1 Vías de acceso

El acceso al área del proyecto se realizará mediante caminos de acceso existentes y rutas previamente utilizadas para el tránsito local, con la finalidad de evitar la apertura de nuevas brechas y reducir afectaciones innecesarias sobre el suelo, la vegetación y las áreas colindantes al cauce.

Cuando las condiciones de tránsito lo requieran, podrán realizarse actividades puntuales de rehabilitación y mantenimiento sobre la huella actual de los caminos existentes, limitadas a acciones de nivelación superficial, limpieza manual, retiro de obstáculos y colocación de señalización preventiva. No se contempla la ampliación de los caminos existentes ni la apertura de nuevos accesos.

El tránsito de maquinaria y vehículos de carga se realizará únicamente por los caminos de acceso existentes y dentro de las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas, con la finalidad de prevenir la compactación innecesaria del suelo, la afectación de vegetación ribereña, la ocupación de áreas no previstas, la invasión de predios colindantes o la interferencia con actividades locales.

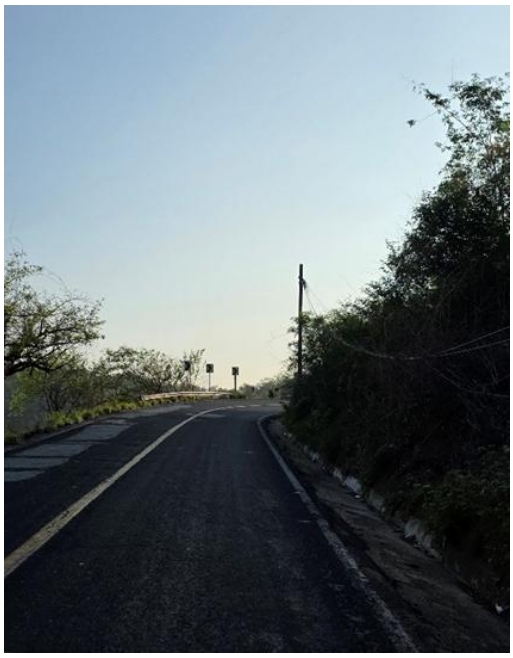


Imagen 3. Carretera Federal 200 (Acapulco-Salina Cruz).

El sitio del proyecto cuenta con acceso a partir de la **Carretera Federal 200, tramo Acapulco–Salina Cruz**, desde dicha carretera se ingresa a la parcela propiedad del promovente y, mediante los caminos existentes dentro de ésta, se accede a los tres polígonos de extracción ubicados dentro del cauce del Río de La Arena.



Imagen 4. Zona de acceso al predio propiedad del promovente.

En la imagen anterior de observa el acceso desde la carretera federal al interior del predio propiedad del promovente. El acceso cuenta con una estructura metálica tipo portón, sostenida por columnas de concreto, lo que permite controlar la entrada al predio y restringir el paso de personas o vehículos ajenos.

Este acceso podría ser utilizado para el tránsito controlado de maquinaria y vehículos relacionados con la operación del proyecto, procurando mantenerlo en condiciones adecuadas y evitando afectaciones adicionales al suelo, vegetación y áreas colindantes.



Imagen 5. Camino de terracería dentro del terreno propiedad del promovente.

Para acceder a los tres bancos de extracción se utilizarán dos caminos de acceso existentes, los cuales podrán ser objeto de actividades puntuales de rehabilitación y

mantenimiento superficial cuando resulte necesario para restablecer condiciones adecuadas de transitabilidad.

Las actividades de mantenimiento o acondicionamiento se limitarán, en su caso, al deshierbe selectivo de vegetación herbácea ubicada estrictamente sobre la huella de rodamiento actualmente utilizada, sin ampliar el ancho del camino, modificar su trazo, habilitar nuevas superficies ni generar afectaciones fuera de la superficie previamente transitada.

Previo a cualquier intervención deberá verificarse visualmente el área de trabajo. En caso de identificarse vegetación arbustiva, arbórea, ribereña, individuos leñosos o cualquier elemento de vegetación cuya remoción implique una intervención distinta al deshierbe herbáceo superficial previsto, dicho elemento deberá conservarse y excluirse de las maniobras.



Imagen 6. Camino existente para acceder al banco 1.

El acceso al **Banco 1** se realiza mediante un camino de acceso existente, el cual actualmente presenta condiciones reducidas de transitabilidad debido a la presencia de material pétreo expuesto y cobertura herbácea sobre la superficie de rodamiento. Se observa vegetación conformada principalmente por gramíneas, entre las que destaca

Echinochloa crus-galli, así como otras especies herbáceas de crecimiento espontáneo distribuidas de manera dispersa sobre la huella del camino y sus márgenes inmediatos.

Las actividades de rehabilitación se limitarán al acondicionamiento puntual de la superficie de rodamiento existente, sin modificar el trazo ni ampliar el ancho del camino, evitando afectaciones innecesarias sobre la vegetación presente en las áreas colindantes.



Imagen 7. Camino a rehabilitar para acceder al banco 1.



Imagen 8. Camino de acceso para el polígono del banco 2 y 3.

Para restablecer las condiciones de acceso será necesaria la **rehabilitación superficial y puntual de los caminos de acceso existentes**, consistente principalmente en el retiro selectivo de la cobertura herbácea que obstruya la circulación, la limpieza de la superficie de rodamiento, el retiro de obstáculos y el acondicionamiento menor de los sectores con material pétreo expuesto, sin modificar el trazo original ni ampliar el ancho actualmente existente.

Las actividades de rehabilitación **no contemplan la remoción de vegetación arbórea o arbustiva**, limitándose al manejo de la cobertura herbácea presente sobre la huella actual de los caminos, únicamente en los puntos donde resulte necesario para permitir el tránsito seguro de la maquinaria y los vehículos hacia los polígonos de extracción. Los trabajos se desarrollarán exclusivamente dentro de la superficie de rodamiento existente, evitando generar nuevas áreas de intervención o afectar la vegetación ubicada en las márgenes de los accesos.

I.2.5.2 Combustibles y mantenimiento de maquinaria

Para la operación del proyecto se requerirá el uso de combustible diésel para la excavadora **Caterpillar 320 DL** y los **dos camiones de volteo de 7 m³** considerados para la carga directa y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.

Con base en las características operativas del proyecto, se estima que la excavadora tendrá un consumo aproximado de **120 litros de diésel por jornada de trabajo**. Para los dos

camiones de volteo de 7 m³ se considera un consumo promedio de **40 litros de diésel por camión por jornada**, equivalente a **80 litros diarios** para ambos camiones.

En conjunto, el consumo operativo estimado será de aproximadamente **200 litros de diésel por jornada**, integrado por **120 litros para la excavadora** y **80 litros para los dos camiones de volteo**.

Considerando una operación de **5 días por semana durante aproximadamente 20 semanas efectivas al año**, se estima un total de **100 jornadas anuales de trabajo**. Bajo este supuesto, el consumo anual aproximado será de **20,000 litros de diésel**, distribuido de la siguiente manera:

Tabla 13. Consumo de diesel en el proyecto.

Equipo	Consumo estimado por jornada	Jornadas anuales estimadas	Consumo anual estimado
Excavadora Caterpillar 320 DL	120 L/día	100 jornadas	12,000 L/año
Camión de volteo 1, 7 m³	40 L/día	100 jornadas	4,000 L/año
Camión de volteo 2, 7 m³	40 L/día	100 jornadas	4,000 L/año
Total estimado	**200 L/día**	**100 jornadas**	**20,000 L/año**

Tomando como referencia un precio promedio de $27.00 M.N. por litro de diésel y considerando un volumen adicional de combustible como margen operativo para atender variaciones en las distancias de transporte, condiciones del terreno, tiempos de operación y consumos extraordinarios de los equipos, se establece un presupuesto anual de $594,000.00 M.N. para combustible, correspondiente al monto considerado en la estimación de inversión del proyecto.

El abastecimiento de combustible se realizará preferentemente en estaciones de servicio ubicadas en el municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca, con la finalidad de evitar el almacenamiento permanente de combustible dentro del área del proyecto, particularmente en el cauce del río, sus márgenes o zonas donde pudiera existir riesgo de escurrimiento.

No se contempla la instalación de tanques fijos, almacenes de combustible, bodegas de lubricantes ni áreas permanentes para resguardo de hidrocarburos dentro del sitio del proyecto.

Queda prohibido realizar carga de combustible directamente sobre el cauce, márgenes del río, zonas inundables o sitios donde exista riesgo de escurrimiento hacia el cuerpo de agua. Asimismo, deberá evitarse el trasvase de diésel en condiciones inseguras, sin equipo de contención o sin supervisión del personal responsable.

Respecto al mantenimiento de la maquinaria y vehículos, las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo deberán realizarse preferentemente en talleres establecidos o sitios que cuenten con condiciones adecuadas para el manejo de aceites, grasas, lubricantes, filtros y demás residuos derivados de dichas actividades.

Queda prohibido realizar mantenimiento mayor dentro del cauce del Río de La Arena, en sus márgenes, en los bancos de extracción o en sitios donde exista riesgo de infiltración o escurrimiento. Esta restricción incluye cambios de aceite, lavado de maquinaria, reparación de sistemas hidráulicos, cambio de filtros, engrase intensivo, sustitución de piezas con presencia de hidrocarburos o cualquier actividad que pueda generar goteos, escurrimientos o residuos contaminados.

Previo al ingreso de la maquinaria y vehículos al área del proyecto, se deberá verificar que se encuentren en condiciones mecánicas adecuadas y sin fugas visibles de combustible, aceite hidráulico, lubricantes o grasas. En caso de detectarse alguna fuga, el equipo no deberá operar dentro del sitio hasta que sea reparado en un lugar adecuado.

Durante la operación, el personal deberá realizar revisiones visuales periódicas a la excavadora y a los camiones de volteo, con la finalidad de identificar oportunamente posibles fugas, goteos o fallas mecánicas. En caso de presentarse un derrame accidental, se deberán suspender temporalmente las actividades en el área afectada, contener el material derramado con absorbentes, retirar el material impregnado y manejarlo de forma separada conforme a la normatividad aplicable.

I.2.5.3 Seguridad operativa

La seguridad operativa del proyecto se basará en el control de las actividades de extracción mecánica, carga directa a camiones de volteo y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, procurando reducir riesgos para el personal, la maquinaria, los vehículos y el entorno inmediato del cauce.

Previo al inicio de actividades, se deberán delimitar los tres bancos o polígonos de extracción, las zonas de maniobra y los caminos de acceso existentes. Esta delimitación permitirá ordenar el tránsito de la excavadora y los camiones de volteo, evitando maniobras fuera de las superficies previstas para el proyecto.

Asimismo, se colocará señalización preventiva en puntos estratégicos para indicar áreas de trabajo, circulación de maquinaria, zonas restringidas, acceso controlado, velocidad máxima, uso obligatorio de equipo de protección personal y prevención de riesgos operativos.

El personal deberá portar equipo de protección personal acorde con sus funciones, incluyendo casco, chaleco reflejante, calzado de seguridad, guantes y protección visual.

Cuando las condiciones de generación de polvo o ruido lo requieran, se deberá considerar además el uso de protección respiratoria y auditiva.

El ingreso de personas ajenas a la operación deberá restringirse durante el desarrollo de las maniobras. Los trabajadores deberán mantenerse fuera del radio de giro de la excavadora y de las zonas de carga de los camiones de volteo, salvo que su función operativa lo requiera y siempre bajo condiciones de control y comunicación con los operadores.

La excavadora y los camiones de volteo deberán operar únicamente dentro de las superficies definidas para el proyecto. Los camiones deberán circular a baja velocidad por los caminos de acceso existentes, evitando maniobras innecesarias, circulación fuera de las áreas delimitadas o estacionamiento en sitios no previstos para la operación.

Las actividades se realizarán en horario diurno, de 08:00 a 15:00 horas, durante cinco días a la semana, lo que permitirá mayor visibilidad, supervisión y control operativo. Durante la jornada se deberá mantener comunicación entre los operadores de maquinaria, conductores de camiones y personal de apoyo, con la finalidad de coordinar las maniobras de extracción, carga y salida del material hacia los sitios de destino o entrega.

Previo al inicio de cada jornada, se deberán revisar visualmente las condiciones generales de la maquinaria y vehículos, verificando que no existan fugas visibles, fallas mecánicas, condiciones inseguras o elementos que puedan comprometer la operación. En caso de detectarse alguna irregularidad, el equipo deberá suspender su operación hasta que se corrija la condición observada.

En caso de presentarse condiciones de riesgo, fallas mecánicas, lluvias intensas, incremento del nivel del cauce, reducción de visibilidad o cualquier situación que comprometa la seguridad del personal o del sitio, las actividades deberán suspenderse temporalmente hasta que existan condiciones adecuadas para su reanudación.

Estas medidas permitirán que la operación del proyecto se desarrolle bajo criterios de control, orden y prevención, reduciendo riesgos durante las actividades de extracción, carga y transporte del material pétreo.

I.2.5.4 Servicio de electricidad

El proyecto no requerirá servicio de energía eléctrica para el desarrollo de las actividades de extracción, carga y transporte del material pétreo.

Las actividades se realizarán en horario diurno, de 08:00 a 15:00 horas, por lo que no se contempla la instalación de alumbrado, red eléctrica, postes, cableado, transformadores, acometidas o infraestructura permanente asociada al suministro de electricidad dentro del área del proyecto.

La maquinaria y vehículos considerados para la operación funcionarán mediante combustible diésel, incluyendo la excavadora Caterpillar 320 DL y los dos camiones de volteo de 7 m³. Por lo tanto, el proyecto no generará demanda de energía eléctrica en el sitio.

I.2.5.5 Tratamiento de las aguas residuales

El proyecto no contempla la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, toda vez que las actividades de extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores no requieren el uso de agua como parte del proceso operativo. No se instalarán oficinas, campamentos, talleres, áreas de lavado, sanitarios fijos ni infraestructura sanitaria permanente dentro del cauce o en las áreas de trabajo. Por lo tanto, no se prevé la generación de aguas residuales de tipo industrial o de proceso.

Las aguas residuales que pudieran generarse estarán asociadas únicamente a las necesidades sanitarias del personal. Para ello, se utilizarán servicios sanitarios portátiles contratados con un prestador de servicios, quien será responsable de su limpieza, retiro, transporte y disposición adecuada.

Queda prohibida cualquier descarga de aguas residuales al cauce del Río de La Arena, sus márgenes, suelo natural, zonas de escurrimiento o áreas permeables. Asimismo, no se permitirá el lavado de maquinaria, camiones de volteo, herramientas o equipo dentro del área del proyecto. Con estas medidas se evitará la generación de descargas directas y se mantendrá el control sanitario durante la operación del proyecto.

I.2.5.6 Servicios de disposición de residuos sólidos

Por la naturaleza del proyecto, la generación de residuos será limitada y estará asociada principalmente a la presencia temporal del personal operativo, así como al uso de maquinaria y vehículos de carga durante las actividades de extracción, carga y transporte del material pétreo.

El proyecto no contempla la instalación de campamentos, oficinas permanentes, talleres mecánicos, almacenes fijos de combustibles, plantas de lavado o infraestructura industrial dentro del área de aprovechamiento, por lo que no se prevé una generación significativa de residuos dentro del polígono del proyecto.

I.2.5.6.1 Residuos sólidos urbanos

Durante la operación del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos en cantidades reducidas, asociados principalmente a la presencia temporal del personal operativo. Considerando una plantilla aproximada de cinco trabajadores y una jornada laboral de cinco días por semana, los residuos provendrán principalmente del consumo de alimentos, bebidas y artículos de uso personal durante la jornada.

Los residuos esperados corresponderán principalmente a envases de PET, latas de aluminio, bolsas, envolturas, papel, cartón, servilletas, restos orgánicos de alimentos y otros residuos menores con características domiciliarias. No se prevé la generación de residuos sólidos urbanos derivados de oficinas, campamentos, comedores permanentes o instalaciones fijas, debido a que el proyecto no contempla este tipo de infraestructura.

Para efectos de dimensionamiento preventivo, se considera una generación aproximada de 0.50 kg por trabajador por jornada. Bajo este criterio, la generación diaria estimada será de 2.50 kg/día, equivalente a 12.50 kg/semana, considerando cinco trabajadores y cinco días laborales.

Esta estimación se considera conservadora, ya que, por las características del proyecto y del sitio, la cantidad real de residuos generados podría ser menor. El área del proyecto se ubica en una zona rural y las actividades se desarrollarán únicamente durante la jornada laboral, sin instalación de comedores, campamentos u oficinas que incrementen de manera significativa la generación de residuos.
Los residuos sólidos urbanos estarán asociados principalmente al consumo básico de alimentos y bebidas por parte del personal. Los residuos más frecuentes serán envolturas, envases, botellas, latas, servilletas y pequeñas cantidades de residuos orgánicos derivados del consumo de alimentos.

Tabla 14. Volumen de residuos generados.

Concepto	Valor considerado
Número de trabajadores	5
Días laborales por semana	5
Generación estimada por trabajador por jornada	0.50 kg
Generación diaria estimada	2.50 kg/día
Generación semanal estimada	12.50 kg/semana

Para su manejo, deberán colocarse al menos tres recipientes diferenciados, debidamente identificados y provistos de tapa, a fin de evitar la dispersión de residuos por acción del viento o de la fauna. Los recipientes se ubicarán en un punto accesible y seguro del área de trabajo, procurando que no interfieran con las maniobras de maquinaria, el tránsito por los caminos de acceso existentes ni las actividades desarrolladas en los bancos de extracción.

Los recipientes se destinarán a la separación de los residuos de la siguiente manera:

Tabla 15. Clasificación de contenedores para residuos.

Recipiente	Tipo de residuo	Ejemplos
Residuos revalorizables	Materiales susceptibles de recuperación o reciclaje	PET, latas de aluminio, cartón, papel limpio y envases plásticos
Residuos no revalorizables	Residuos sin posibilidad inmediata de valorización	Envolturas metalizadas, empaques sucios, bolsas contaminadas y residuos sanitarios menores
Residuos orgánicos	Residuos biodegradables generados por el consumo de alimentos	Restos de comida, cáscaras y servilletas con residuos orgánicos

Los residuos deberán retirarse periódicamente del sitio, preferentemente al término de la jornada o cuando los recipientes alcancen su capacidad máxima, evitando su acumulación dentro del cauce, sus márgenes, zonas de maniobra, caminos de acceso o cualquier otra superficie del proyecto. Los residuos revalorizables podrán entregarse a centros de acopio o prestadores que realicen su recuperación, mientras que los residuos no revalorizables y orgánicos serán retirados del área y dispuestos mediante el sistema municipal correspondiente o en los sitios destinados para tal fin.

Queda prohibido abandonar, enterrar, quemar o disponer residuos sólidos urbanos dentro del cauce del Río de La Arena, en sus márgenes, zonas de escurrimiento, áreas permeables o superficies no destinadas para su manejo. Asimismo, el personal recibirá indicaciones básicas para mantener la separación de residuos desde la fuente y evitar la dispersión de materiales ligeros por acción del viento, fauna o movimiento de maquinaria.

Durante la operación se llevará un control periódico de los residuos generados, con la finalidad de ajustar la frecuencia de retiro y verificar que no exista acumulación en el sitio. El manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos permitirá prevenir la contaminación del suelo y del cauce, evitar la proliferación de fauna nociva y mantener condiciones de orden y limpieza durante la ejecución del proyecto.

I.2.5.7 Residuos peligrosos

Durante la operación normal del proyecto no se contempla la generación ordinaria de residuos peligrosos dentro del área de aprovechamiento, debido a que estará prohibido realizar actividades de mantenimiento preventivo o correctivo de maquinaria y vehículos dentro del cauce, en las márgenes del río, bancos de extracción, caminos de acceso, zonas de maniobra o cualquier otra superficie vinculada directamente con el proyecto.

Previo al inicio de actividades, se verificará que la maquinaria y los vehículos utilizados se encuentren en condiciones mecánicas adecuadas, sin fugas visibles de combustible,

aceites, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos. Para ello, se realizarán revisiones periódicas del estado físico y operativo de los equipos, con especial atención en mangueras, conexiones, depósitos, sellos y sistemas hidráulicos.

El mantenimiento de maquinaria, cambios de aceite, lubricación, reparación de motores, sustitución de filtros, lavado de equipos o cualquier actividad que implique el manejo de hidrocarburos se realizará fuera del área del proyecto, preferentemente en talleres establecidos o sitios que cuenten con condiciones adecuadas para el manejo de las sustancias y residuos generados. Con ello se reducirá el riesgo de generación y manejo de residuos peligrosos dentro del cauce o en superficies susceptibles de contaminación.

En caso de presentarse una contingencia, como una fuga accidental o derrame puntual de aceite, combustible, lubricante o fluido hidráulico, se suspenderá temporalmente la operación del equipo involucrado y se procederá de inmediato a contener el material derramado. Los materiales utilizados para su contención y limpieza, así como aquellos que resulten contaminados, serán retirados del sitio y manejados conforme a sus características y a la normatividad aplicable.

Cuando como consecuencia de una contingencia se generen residuos con características de peligrosidad, éstos deberán depositarse temporalmente en recipientes adecuados, resistentes, cerrados y debidamente identificados, evitando en todo momento su mezcla con residuos sólidos urbanos o residuos revalorizables. Los recipientes deberán mantenerse en condiciones seguras y alejados del cauce, márgenes del río, zonas de escurrimiento y superficies permeables, únicamente durante el tiempo necesario para efectuar su retiro del área del proyecto y su manejo conforme a la legislación aplicable.

Queda estrictamente prohibido abandonar, enterrar, quemar, verter o disponer residuos peligrosos dentro del cauce del Río de La Arena, su zona federal, márgenes, bancos de extracción, caminos de acceso, zonas de maniobra o predios colindantes. De igual forma, no se contempla el almacenamiento permanente de combustibles, aceites, lubricantes o sustancias peligrosas dentro del área del proyecto.

Como medida preventiva, se contará con material básico para la atención inmediata de derrames, incluyendo material absorbente, pala, guantes, bolsas o recipientes resistentes y elementos de señalización. Asimismo, el personal recibirá indicaciones básicas para actuar ante fugas o derrames, evitando el uso de agua para dispersar los contaminantes y priorizando su contención, recuperación, retiro y resguardo temporal.

El manejo adecuado de los residuos peligrosos que pudieran generarse de manera incidental permitirá reducir el riesgo de contaminación del suelo, material aluvial, cauce y aguas superficiales, manteniendo la operación del proyecto bajo condiciones de prevención y control ambiental.

I.2.5.7.1 Medidas Preventivas Ante la Eventualidad de una Posible Fuga de Combustibles y Aceites

1. Inspección, mantenimiento y atención de derrames

Con la finalidad de prevenir riesgos de contaminación por hidrocarburos, aceites, lubricantes o fluidos hidráulicos durante la operación del proyecto, se implementarán acciones de inspección, mantenimiento preventivo y respuesta inmediata ante posibles fugas o derrames asociados a la excavadora Caterpillar 320 DL y a los dos camiones de volteo considerados para la carga y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.

2. Inspección preoperativa

Antes del inicio de cada jornada laboral, el operador responsable deberá realizar una inspección visual de la maquinaria y vehículos que ingresen al área del proyecto. Dicha revisión deberá incluir la verificación de niveles de combustible, aceite, lubricantes y fluidos hidráulicos, así como la revisión de mangueras, conexiones, depósitos, sellos, filtros, juntas y demás puntos susceptibles de presentar fugas.

En caso de detectarse una fuga visible, goteo, escurrimiento o condición mecánica insegura, el equipo no deberá operar dentro de los bancos de extracción, caminos de acceso existentes, zonas de maniobra o cualquier otra superficie vinculada con el proyecto hasta que la falla sea corregida en un taller o sitio adecuado fuera del cauce.

3. Mantenimiento programado

El mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y vehículos deberá realizarse fuera del área del proyecto, preferentemente en talleres establecidos o sitios adecuados dentro del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, que cuenten con condiciones para el manejo de aceites, grasas, filtros, lubricantes y demás residuos derivados de dichas actividades.

Queda prohibido realizar cambios de aceite, reparaciones mayores, lavado de maquinaria, sustitución de filtros, engrase intensivo o cualquier actividad que implique el manejo de hidrocarburos dentro del cauce del Río de La Arena, sus márgenes, bancos de extracción, caminos de acceso existentes, zonas de maniobra o superficies permeables donde exista riesgo de infiltración o escurrimiento hacia el cauce.

4. Capacitación e indicaciones al personal

Previo al inicio de actividades, se deberán proporcionar indicaciones básicas a los operadores y personal de apoyo sobre la identificación de fugas, prevención de derrames

y procedimiento de aviso inmediato. En caso de detectar una fuga o derrame, el personal deberá suspender la operación del equipo involucrado y dar aviso al responsable operativo del proyecto.

El personal deberá conocer las acciones mínimas de contención, el uso de materiales absorbentes y la forma correcta de resguardar temporalmente los residuos y materiales impregnados, evitando en todo momento el uso de agua para dispersar aceites, combustibles, lubricantes o fluidos hidráulicos.

5. Equipo básico de contención y absorción

Durante la operación deberá mantenerse disponible un equipo básico para la atención de derrames, ubicado en un punto accesible y seguro del área de trabajo. Este equipo deberá incluir, al menos:

- Material absorbente adecuado para hidrocarburos, como almohadillas absorbentes, arena, material granular o productos comerciales destinados para este fin.
- Estopa u otro material auxiliar de limpieza.
- Pala.
- Guantes.
- Bolsas o recipientes resistentes.
- Recipiente adecuado, resistente, cerrado e identificado para el resguardo temporal de materiales contaminados.
- Señalización preventiva o cinta para delimitar el área afectada.

En caso de presentarse una fuga o goteo, podrán colocarse bandejas de retención, charolas o recipientes adecuados debajo del punto afectado, cuando las condiciones de seguridad lo permitan, con la finalidad de contener temporalmente el fluido y evitar su dispersión hacia el suelo, material aluvial o cauce.

6. Procedimiento ante derrames

En caso de presentarse un derrame de combustible, aceite, lubricante o fluido hidráulico, se deberán aplicar las siguientes acciones:

i. Suspender de inmediato la operación del equipo involucrado.

ii. Mantener detenido el equipo y, cuando las condiciones lo permitan y pueda realizarse de manera segura sin ampliar la superficie afectada, retirarlo hacia un sitio seguro.

iii. Colocar material absorbente adecuado sobre el derrame para contenerlo y evitar su dispersión.

iv. Delimitar temporalmente el área afectada y restringir el paso de personal, maquinaria o vehículos.

v. Recuperar y retirar el material absorbente, estopas, suelo, material aluvial o cualquier otro elemento que resulte contaminado.

vi. Depositar los materiales impregnados en recipientes adecuados, resistentes, cerrados e identificados.

vii. Evitar la mezcla de estos materiales con residuos sólidos urbanos, orgánicos o revalorizables.

viii. Notificar el incidente al responsable operativo del proyecto.

ix. Gestionar el retiro y manejo de los residuos generados conforme a sus características y a la normatividad aplicable, mediante prestadores autorizados cuando corresponda.

x. Registrar el incidente en la bitácora ambiental, incorporando la fecha, ubicación, equipo involucrado, causa probable, acciones implementadas y evidencia fotográfica.

Queda prohibido abandonar, enterrar, quemar, cubrir con material limpio o utilizar agua para dispersar los derrames de hidrocarburos. Los residuos y materiales generados durante la atención del derrame deberán manejarse de manera separada y conforme a sus características y a la legislación aplicable.

7. Resguardo temporal de residuos en caso de contingencia

En caso de generarse residuos contaminados por hidrocarburos como consecuencia de una contingencia, éstos deberán colocarse en recipientes adecuados, resistentes, cerrados e identificados, ubicados temporalmente en un sitio seguro y alejado del cauce, márgenes del río, zonas de escurrimiento y superficies permeables.

No se permitirá el almacenamiento permanente de combustibles, aceites, lubricantes o residuos peligrosos dentro del área del proyecto. El resguardo temporal de residuos únicamente procederá como una medida derivada de una contingencia y durante el tiempo necesario para efectuar su retiro y manejo conforme a la normatividad aplicable.

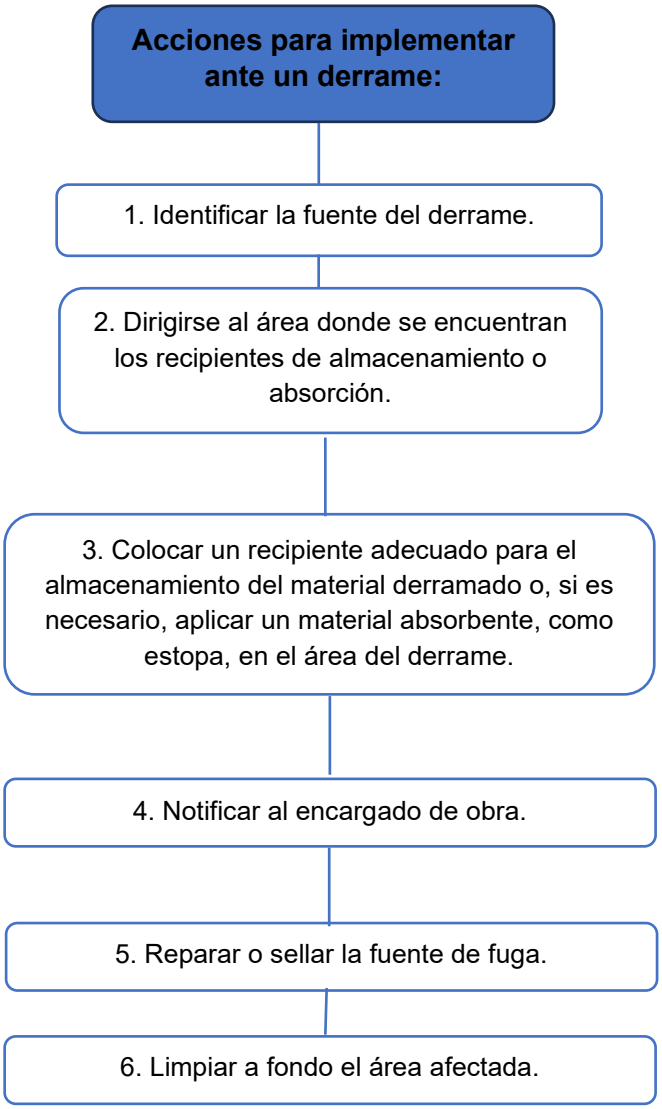
8. Medidas preventivas generales

Para reducir el riesgo de fugas y derrames durante la operación, se deberán aplicar las siguientes medidas:

- Verificar diariamente que la excavadora y los camiones de volteo no presenten fugas visibles.
- Mantener la maquinaria y vehículos en condiciones mecánicas adecuadas.
- Realizar el abastecimiento de combustible preferentemente en estaciones de servicio ubicadas en Santiago Pinotepa Nacional o localidades cercanas.

- Evitar el almacenamiento permanente de combustibles dentro del área del proyecto.
- Prohibir el mantenimiento de maquinaria y vehículos dentro del cauce, sus márgenes o sobre superficies donde exista riesgo de infiltración o escurrimiento.
- Contar con materiales de contención y absorción disponibles durante las jornadas de trabajo.
- Capacitar al personal en acciones básicas de prevención y respuesta ante fugas o derrames.
- Registrar cualquier incidente ambiental y las acciones implementadas para su atención.

Estas acciones permitirán reducir el riesgo de contaminación del suelo, material aluvial, cauce y aguas superficiales, manteniendo la operación del proyecto bajo condiciones de prevención, control ambiental y seguridad operativa.



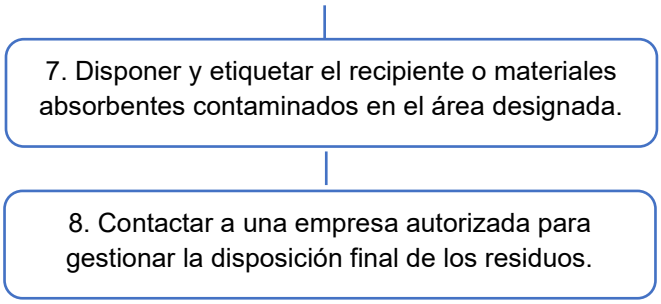


Diagrama 1. Acciones para implementar ante un derrame.

Se deberá mantener un registro de todos los incidentes relacionados con fugas, incluyendo la fecha, la hora, la naturaleza del derrame, las acciones tomadas y las medidas correctivas implementadas. Este registro es crucial para el análisis posterior y la mejora continua. A continuación, se presenta una tabla que servirá como referencia para llevar acabo estos registros.

Tabla 16. Registro de derrames en el proyecto.

Zona o maquinaria donde se presentó el derrame	Fecha y hora del incidente.	Motivo del derrame	Medidas correctivas.	Fecha de la disposición final.

Se revisarán regularmente los registros de incidentes para identificar patrones o recurrentes problemas. Se deberá utilizar esta información para ajustar las prácticas y procedimientos, y para prevenir futuros incidentes.

Revisión y Mejora Continua:

- Evaluación de Procedimientos: Se evaluará periódicamente la efectividad de las medidas preventivas y los procedimientos implementados, identificado las áreas de mejora basadas en el análisis de incidentes.

La implementación de las medidas preventivas y de disposición final previamente mencionadas contribuirán a gestionar eficazmente el riesgo de fugas de combustibles y aceites, garantizando la seguridad de la operación y la protección del medio ambiente durante la etapa de preparación de sitio y operación del proyecto.

I.2.5.8 Abastecimiento de agua potable

Durante la operación del proyecto no se requerirá agua para procesos industriales, lavado, trituración, cribado, clasificación, beneficio o cualquier otra forma de procesamiento o

transformación del material pétreo dentro del área del proyecto. Las actividades contempladas se limitarán a la extracción mecánica, carga directa a camiones de volteo y transporte del material hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, por lo que no se prevé la instalación de infraestructura hidráulica permanente ni sistemas de conducción, almacenamiento o tratamiento de agua dentro del área del proyecto.

El agua destinada al consumo humano del personal será suministrada mediante garrafones, adquiridos con proveedores locales o establecimientos correspondientes. No se contempla la perforación de pozos, instalación de tomas permanentes, conexión a redes públicas de agua potable ni aprovechamiento directo del agua del Río de La Arena para consumo del personal.
En caso de utilizar agua para el control de polvo sobre los caminos de acceso existentes, ésta se aplicará únicamente en la cantidad necesaria para humedecer superficialmente las zonas de tránsito, evitando encharcamientos, escurrimientos innecesarios, arrastre de sedimentos hacia el cauce o afectaciones a predios colindantes. Esta medida tendrá carácter preventivo y se aplicará de manera controlada, principalmente en aquellos tramos donde las condiciones secas y la circulación de vehículos favorezcan una mayor generación de partículas.

El proyecto no contempla el uso de agua como insumo productivo, por lo que no se prevé una demanda significativa del recurso hídrico. En consecuencia, el abastecimiento requerido será temporal, de bajo volumen y limitado al consumo básico del personal y, cuando resulte necesario, a la aplicación puntual de medidas para el control de polvo.

I.3 Características particulares del proyecto

El proyecto corresponde al aprovechamiento de material pétreo en greña de origen aluvial, depositado de manera natural dentro del cauce del Río de La Arena, en una zona rural comprendida entre los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec, Oaxaca.

La actividad solicitada consiste en la extracción mecánica de material pétreo conformado principalmente por arena, grava, cantos rodados y fragmentos pétreos de distinta granulometría. El aprovechamiento se plantea en tres bancos o polígonos de extracción ubicados dentro del cauce del Río de La Arena, en los cadenamientos **0+360 a 0+500**, **0+760 a 0+880** y **1+080 a 1+180**, conforme al estudio hidráulico elaborado para el proyecto.

El material será extraído de manera gradual y controlada mediante excavadora y cargado directamente a camiones de volteo. Una vez cargado, será transportado a través de los **caminos de acceso existentes** hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. El proyecto no contempla el almacenamiento temporal, trituración, cribado, clasificación o procesamiento del material pétreo dentro del área del proyecto.

No se considera una etapa de construcción, debido a que no se instalarán edificaciones, oficinas, campamentos, talleres mecánicos, almacenes fijos de combustible, infraestructura urbana, redes de servicios ni obras permanentes. Tampoco se contempla la apertura de nuevos caminos ni la ampliación de los existentes. Las actividades se limitarán a los tres bancos de extracción, las zonas de maniobra necesarias para la carga del material y el uso de los caminos de acceso existentes, sobre los cuales únicamente podrán realizarse acciones puntuales de rehabilitación y mantenimiento dentro de su huella actual.

La superficie propuesta para los tres bancos de extracción será de **6,895.891 m²**, distribuida de la siguiente manera: **Banco 1: 2,751.396 m²; Banco 2: 1,679.806 m²; y Banco 3: 2,464.689 m²**. Estas superficies corresponden a las áreas directamente consideradas para el aprovechamiento del material pétreo dentro del cauce.

El volumen total anual de aprovechamiento para los tres bancos será de **6,251.85 m³**, integrado por **2,122.12 m³ para el Banco 1, 1,224.74 m³ para el Banco 2 y 2,904.99 m³ para el Banco 3**, conforme a los cálculos técnicos del proyecto. El aprovechamiento se plantea para un periodo inicial de **5 años de operación efectiva**, sujeto a los volúmenes, temporalidad, programa de extracción y demás condiciones que determinen las autoridades competentes.

El método de extracción será mecánico, gradual y controlado, mediante el uso de una excavadora **Caterpillar 320 DL, año 2007**, apoyada por dos camiones de volteo de **7 m³**. La excavadora realizará la remoción del material en las zonas de depósito aluvial previamente delimitadas y lo cargará directamente en los camiones para su posterior salida del área de extracción.
La extracción se desarrollará de acuerdo con las condiciones establecidas en los estudios hidrológico e hidráulico, respetando los cadenamientos, rasantes, profundidades, taludes, volúmenes y sentido de avance definidos para cada banco. La operación se realizará de aguas abajo hacia aguas arriba y considerando un talud de corte de **1.5:1**, conforme a los criterios técnicos establecidos para el aprovechamiento.

El material extraído no será sometido a trituración, cribado, clasificación, lavado, beneficio o transformación dentro del área del proyecto. Su manejo se limitará a la extracción y carga directa, seguida de su transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Esta configuración reduce las superficies auxiliares necesarias y concentra las actividades dentro de los bancos de extracción y las rutas de acceso existentes.

La operación se desarrollará en horario diurno, de **08:00 a 15:00 horas**, durante cinco días por semana, con una plantilla aproximada de cinco trabajadores, integrada por un operador de excavadora, dos operadores de camiones de volteo y dos personas de apoyo en campo. Las funciones del personal estarán relacionadas con la operación de maquinaria, conducción de vehículos, supervisión de maniobras y apoyo en las actividades de campo.

Para la operación de la excavadora y los camiones de volteo se utilizará combustible diésel. Se estima un consumo aproximado de **120 litros por jornada para la excavadora Caterpillar 320 DL** y **40 litros por jornada para cada camión de volteo**, equivalente a un consumo operativo aproximado de **200 litros de diésel por jornada**.

Considerando una operación de cinco días por semana durante aproximadamente veinte semanas efectivas al año, equivalente a **100 jornadas anuales**, el consumo calculado será de aproximadamente **20,000 litros de diésel al año**. Para efectos presupuestales se contempla un margen operativo adicional de combustible asociado a variaciones en las distancias de transporte, condiciones del terreno, tiempos de operación y consumos extraordinarios de los equipos.

El abastecimiento de combustible se realizará preferentemente en estaciones de servicio ubicadas en **Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca**, evitando el almacenamiento permanente de combustibles dentro del área del proyecto. Cuando resulte indispensable realizar un abastecimiento puntual en campo, éste deberá efectuarse fuera del cauce y en condiciones que permitan prevenir derrames, utilizando elementos de contención y material absorbente.

El mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y los vehículos se realizará preferentemente fuera del área del proyecto, en talleres establecidos o sitios que cuenten con condiciones adecuadas para el manejo de aceites, lubricantes, filtros y residuos asociados. Previo al ingreso de los equipos se verificará que se encuentren en condiciones mecánicas adecuadas y sin fugas visibles de combustible, aceites, grasas o fluidos hidráulicos.

El proyecto no requerirá red eléctrica, red hidráulica, drenaje sanitario, alumbrado, telecomunicaciones fijas ni infraestructura urbana permanente. El agua para consumo humano será suministrada mediante garrafones o recipientes portátiles. Las necesidades sanitarias del personal serán atendidas mediante sanitarios portátiles, cuyo mantenimiento y retiro corresponderá al prestador del servicio.

Durante la operación se generarán residuos sólidos urbanos en cantidades reducidas, principalmente asociados al consumo de alimentos y bebidas por parte del personal. Para su manejo se dispondrá de recipientes diferenciados para residuos revalorizables, no revalorizables y orgánicos. Los residuos serán retirados periódicamente, evitando su acumulación o disposición dentro del cauce, sus márgenes, zonas de maniobra o caminos de acceso.

No se prevé la generación ordinaria de residuos peligrosos durante la operación, debido a que no se realizarán actividades de mantenimiento mayor dentro del área del proyecto. En caso de presentarse una fuga o derrame accidental de combustible, aceite, lubricante o fluido hidráulico, se aplicarán las medidas de contención previstas y los materiales

contaminados serán manejados de manera separada conforme a sus características y a la normatividad aplicable.

La ejecución del aprovechamiento se mantendrá dentro de las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas, respetando los tres bancos de extracción, los caminos de acceso existentes y las zonas de maniobra necesarias. Las actividades se desarrollarán bajo criterios de mínima intervención, prevención de derrames, manejo adecuado de residuos, protección de las márgenes y conservación de la funcionalidad hidrológica y geomorfológica del Río de La Arena.

I.3.1. Estudio hidrológico

El presente apartado se sustenta en el **Estudio Hidrológico "Río La Arena"**, elaborado como base técnica del Estudio Hidráulico del proyecto.

I.3.1.1 Caracterización de la cuenca hidrológica

La delimitación de la cuenca y la obtención de sus propiedades fisiográficas se realizaron mediante un modelo digital de elevación (MDE), generado a partir de un TIN (Red Irregular Triangulada) con curvas de nivel del Instituto Geográfico Militar, cruzado con el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) del INEGI. Con el módulo de análisis hidrológico de ArcGIS se generaron los mapas de dirección de flujo, acumulación de flujo y red de drenaje, con apoyo adicional del simulador SIATL del INEGI.

Los bancos se localizan en el **Ejido Agua de la Caña, municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca**, en las coordenadas geográficas Latitud 16°20'31.40"N / Longitud 98°0'5.91"W; Latitud 16°20'37.28"N / Longitud 97°59'55.38"W; y Latitud 16°20'45.19"N / Longitud 97°59'49.46"W, dentro de la **Región Hidrológica No. 20 – Costa Chica de Guerrero**.

Tabla 17. Características fisiográficas de la cuenca obtenidas de la modelación.

Característica	Valor
Área de la cuenca	812.78 km²
Perímetro de la cuenca	225.37 km
Orden de la cuenca	6
Longitud de tributarios	481.32 km
Densidad de drenaje	1.98 km/km² (cuenca con drenaje bajo)
Coeficiente de compacidad (Kc)	2.21 (sensible tendencia a inundaciones)
Factor de forma (Kf)	0.21
Pendiente del cauce	0.84% (método de Taylor y Schwarz)
Longitud del cauce principal	62.79 km
Elevación media de la cuenca	481.22 m

La pendiente del cauce se calculó por dos métodos: el de los extremos (0.0246 = 2.46%, usando el desnivel total entre 0+000 y 62+788.16) y el de Taylor y Schwarz (0.0084 = 0.84%, ponderando 16 tramos de la longitud del cauce), adoptándose este último por considerar la variación de pendiente a lo largo de todo el cauce.

El tipo y uso del suelo se determinó con las cartas Estatal Edafológica y Estatal de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, identificándose como coberturas predominantes el pastizal cultivado (Grupos Hidrológicos A y B) y bosque de pino-encino, con presencia menor de bosque mesófilo de montaña, selva mediana subcaducifolia, bosque de encino, agricultura de temporal y zonas urbanas/asentamientos humanos.

I.3.1.2 Métodos a utilizar para el cálculo del diseño

Ante la ausencia de información hidrométrica en el sitio del proyecto, el gasto de diseño se determinó a partir del análisis de las lluvias registradas en la región. Se identificaron dos estaciones climatológicas de la CONAGUA con influencia en la cuenca: 20350 "Jamiltepec" (462 msnm, hp media anual 1,579.60 mm) y 20038 "Ixtayutla" (610 msnm, hp media anual 1,639.60 mm). Mediante el método de los polígonos de Thiessen se determinó que la estación Jamiltepec es la de mayor influencia por su cercanía al centro de gravedad de la cuenca, seleccionándose como estación base (se descartó el registro de 2019 por representar un valor atípicamente alto). Se conformó una serie de 35 registros de precipitación máxima en 24 horas (1981–2025).

La precipitación media de la cuenca, calculada por el método de isoyetas, resultó de 1,557.72 mm.

Con base en el análisis estadístico de la precipitación máxima diaria anual, se aplicaron cinco métodos para el cálculo del gasto de diseño asociado a un periodo de retorno de 5 años:

Tabla 18. Gastos calculados para un periodo de retorno de 5 años.

Método de aplicado de:	Periodo de retorno (Tr)	Gasto (Q)
Racional	5 años	573.597 m³/s
De Chow	5 años	511.706 m³/s
Empirico del U.S. Soil Conservation Service	5 años	505.542 m³/s
Del índice de área	5 años	558.104 m³/s
Del hidrograma unitario triangular	5 años	579.730 m³/s

Se adoptó como gasto de diseño el obtenido por el **método del Hidrograma Unitario Triangular (U.S. Bureau of Reclamation)**, considerando el coeficiente de compacidad de la cuenca (sensible tendencia a inundaciones) y que su área (812.78 km²) se encuentra dentro del límite de aplicación de este método (1,300 km²):

Q Diseño (Tr = 5 años) = 579.730 m³/s

Este valor es el gasto utilizado posteriormente en la modelación hidráulica (HEC-RAS) del tramo del Río la Arena.

I.3.1.3 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se determinó mediante el **método de Kirpich**:

$$T_c = 0.39\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Donde:

- L = 62.79 km (longitud del cauce principal)
- H = 1.546 km (desnivel entre el punto inicial y final del cauce)

Sustituyendo:

T_C = 6.680 horas

La estimación del tiempo de concentración se realizó mediante la aplicación de la fórmula de Kirpich, conforme a los parámetros disponibles para la cuenca de estudio. El valor obtenido se emplea como referencia dentro del análisis hidrológico y deberá interpretarse en conjunto con las demás variables y criterios considerados en la determinación del caudal de diseño. Respecto de los registros históricos, el análisis consideró la representatividad de los datos disponibles y su comportamiento dentro de la serie, aplicando criterios técnicos para la selección de la información empleada en los cálculos.

I.3.2 Estudio hidráulico

Este apartado se sustenta en el **Estudio Hidráulico "Río La Arena"**, que retoma como dato de entrada el gasto de diseño obtenido en el Estudio Hidrológico.

I.3.2.1 Modelación hidráulica

La modelación del comportamiento hidráulico del cauce se realizó con el software **"Sistema de Análisis de Ríos" HEC-RAS 5.0.5**, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), empleado para la simulación hidráulica de canales abiertos en régimen permanente o variable, así como para el análisis del transporte de sedimentos.

El programa calcula los perfiles de la superficie del agua de una sección transversal a la siguiente, resolviendo la ecuación de energía mediante un procedimiento iterativo conocido como **método del paso estándar**:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 1}{2g} + h_e$$

Donde:

- Z_1, Z_2 = elevación del fondo del cauce principal en los extremos del tramo entre las dos secciones
- Y_1, Y_2 = profundidad del agua en las secciones transversales extremas
- V_1, V_2 = velocidades medias en las secciones transversales extremas
- α_1, α_2 = coeficientes de corrección de velocidad
- g = aceleración de la gravedad
- h_e = pérdida de energía entre las dos secciones

Se analizó el tránsito de la creciente máxima ordinaria, correspondiente a un periodo de retorno de 5 años, por el tramo del cauce donde se ubican los tres bancos de extracción. Para determinar los efectos hidráulicos causados por el volumen de material a extraer, se ejecutaron **dos simulaciones**: una en condiciones existentes (naturales del cauce) y otra considerando la extracción del material propuesta en las secciones correspondientes.

I.3.2.2. Datos considerados para la simulación en software

Tabla 19. Datos considerados para la simulación.

Parámetro	Valor
Software y versión	HEC-RAS 5.0.5
Gasto de diseño (Q)	579.730 m³/s
Periodo de retorno	5 años
Longitud del tramo modelado	1420 m
Coeficiente de rugosidad de Manning (centro del cauce)	n = 0.045
Coeficiente de rugosidad de Manning (márgenes/llanura de inundación)	n = 0.055
Condición de frontera (primera y última sección)	Tirante crítico
Talud de corte de los polígonos de extracción	1.5:1

La información topográfica de detalle del tramo de 1,420 m sobre el Río la Arena se levantó en campo y se procesó en AutoCAD para obtener la geometría requerida por HEC-RAS, tanto para el tránsito de la avenida de diseño como para la revisión hidráulica del cauce con la propuesta de áreas de extracción.

I.3.2.3. Presentación de resultados gráficos y numéricos

Los resultados se presentan en dos tablas comparativas (condición natural vs. condición con extracción), para las 73 secciones transversales del modelo (RS 0 a RS 1440), incluyendo elevación del terreno, NAMO, tirante crítico (donde aplica), gradiente de energía, pendiente, velocidad, área hidráulica, ancho superficial y número de Froude.

A manera de síntesis, en los tramos correspondientes a los tres bancos de extracción, las variaciones entre ambos escenarios son:

Tabla 20. Variaciones en ambos escenarios para los 3 bancos de extracción.

Banco	Cadenamiento	Variación NAMO	Variación velocidad	Rango de Froude (ambos escenarios)
Banco 1	0+360 – 0+500	0.01 – 0.03 m	0.02 – 0.38 m/s	0.26 – 0.39 (subcrítico)
Banco 2	0+760 – 0+880	0.11 – 0.36 m	0.02 – 0.45 m/s	0.43 – 0.94
Banco 3	1+080 – 1+180	0.02 – 0.16 m	0.09 – 0.53 m/s	0.32 – 0.45 (subcrítico)

En el tramo del Banco 2 (RS 800–840) el flujo se aproxima al régimen crítico (Froude ≈ 0.92–0.94) en ambos escenarios —natural y con extracción—, lo que indica que esta condición es propia de la pendiente natural del cauce en ese tramo y no es inducida por el aprovechamiento propuesto.

I.3.2.4. Conclusiones y recomendaciones.

- El talud de corte aplicable a los tres polígonos de extracción es de **1.5:1**.
- Los volúmenes de extracción propuestos son: Banco 1 = 2,122.12 m³; Banco 2 = 1,224.74 m³; Banco 3 = 2,904.99 m³.
- La extracción deberá realizarse de aguas abajo hacia aguas arriba: del cadenamiento 0+360 al 0+500, del 0+760 al 0+880 y del 1+080 al 1+180.
- La extracción de material pétreo producirá modificaciones puntuales y localizadas en las secciones y en la geometría del lecho dentro de los polígonos de aprovechamiento. No obstante, conforme a los resultados del estudio hidráulico, se prevé que dichas variaciones no ocasionen cambios significativos en el régimen general de escurrimiento, siempre que se respeten la pendiente hidráulica, las cotas, las profundidades, los volúmenes y la configuración de extracción establecidos. Esta previsión deberá verificarse mediante el seguimiento de las condiciones del cauce durante y después del aprovechamiento.
- La modelación no identificó pérdida de la capacidad hidráulica general para el gasto y la geometría evaluados; no obstante, se presentan variaciones locales, por lo que

la conclusión queda condicionada al respeto de rasantes, secciones, taludes y volúmenes modelados.

- Se recomienda que la ejecución de la extracción se sujete estrictamente a las rasantes, profundidades, cadenamientos, secciones, taludes y volúmenes autorizados en el presente estudio, como condición para que las conclusiones aquí presentadas se mantengan válidas.

I.3.3 Especificaciones técnicas de obras de dragado de cuerpos de agua continentales

El proyecto no contempla obras de dragado hidráulico (por succión) ni el uso de dragas flotantes, ya que el material pétreo se encuentra expuesto en el cauce (banco aluvial) y su remoción se realiza mediante **excavación mecánica** con excavadora Caterpillar 320 DL, apoyada por camiones de volteo.

Las especificaciones técnicas del equipo, la secuencia operativa, los parámetros de diseño por banco (cadenamiento, volumen, talud de corte 1.5:1) y las medidas de control durante la operación se describen a detalle en el apartado **"Método de extracción propuesto"** y en las **Conclusiones y recomendaciones del Estudio Hidráulico (Anexo C)**, mismos que aplican íntegramente a la presente sección al no existir un procedimiento de dragado diferenciado.

I.3.4 Superficie de incidencia en la zona federal y/o cuerpos de agua

La ubicación de los tres bancos de aprovechamiento fue determinada con base en el levantamiento topográfico y en la delimitación del cauce y su zona federal. La superficie total correspondiente a los bancos de extracción es de **6,895.891 m²**, cuya ubicación y distribución espacial se representan en el **Anexo D, Plano de delimitación de zona federal**. De acuerdo con dicha delimitación, los tres polígonos propuestos para la extracción se localizan dentro del **cauce del Río de la Arena**, sobre depósitos aluviales presentes en el lecho del río. En consecuencia, la superficie de incidencia directa sobre el cauce corresponde al **100 % de la superficie de los bancos de aprovechamiento**.

Tabla 21. Superficie de incidencia directa sobre el cauce.

Concepto	Superficie
Superficie total del proyecto (3 polígonos de extracción)	6,895.891 m²
Superficie con incidencia en cuerpo de agua (limite del N.A.M.O.).	6,895.891 m² (100%)

De manera complementaria, a continuación, se presentan las tablas con las coordenadas de cada uno de los polígonos del proyecto.

Tabla 22. Cuadro de coordenadas del banco 1.

CUADRO DE COORDENADAS DEL BANCO 1 (POLÍGONO DE EXTRACCIÓN)						
LADO		DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS		DISTANCIA A LIMITE DE ZONA FEDERAL (m)
EST	PV			X	Y	
			1	606,565.6096	1,807,012.2330	24.57
1	2	20.00	2	606,562.3590	1,807,031.9671	36.97
2	3	20.00	3	606,582.0931	1,807,035.2177	41.25
3	4	20.00	4	606,601.8272	1,807,038.4683	41.51
4	5	20.00	5	606,621.5612	1,807,041.7189	43.37
5	6	20.00	6	606,641.2953	1,807,044.9695	48.74
6	7	20.067	7	606,661.1162	1,807,048.1055	45.63
7	8	20.00	8	606,680.8718	1,807,051.2229	46.82
8	9	20.00	9	606,700.6273	1,807,054.3402	47.22
9	10	20.00	10	606,703.7447	1,807,034.5846	22.50
10	11	20.00	11	606,683.9891	1,807,031.4673	16.75
11	12	20.148	12	606,663.8542	1,807,030.7543	12.66
12	13	20.082	13	606,644.5459	1,807,025.2354	13.76
13	14	20.00	14	606,624.8118	1,807,021.9848	20.56
14	15	20.00	15	606,605.0777	1,807,018.7342	24.98
15	16	20.00	16	606,585.3437	1,807,015.4836	24.93
16	1	20.00	1	606,565.6096	1,807,012.2330	24.57

Tabla 23. Cuadro de coordenadas del banco 2.

CUADRO DE COORDENADAS DEL BANCO 2 (POLIGONO DE EXTRACCION)						
LADO		DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS		DISTANCIA A LIMITE DE ZONA FEDERAL (m)
EST	PV			X	Y	
			18	606,925.2558	1,807,161.1436	41.16
18	19	14.000	19	606,913.4653	1,807,168.6923	22.93
19	20	20.000	20	606,924.2492	1,807,185.5359	23.07

20	21	20.000	21	606,935.0331	1,807,202.3795	21.61
21	22	19.624	22	606,945.1111	1,807,219.2182	39.66
22	23	20.000	23	606,954.9924	1,807,236.6067	40.15
23	24	20.000	24	606,964.8737	1,807,253.9952	36.80
24	25	20.000	25	606,974.7550	1,807,271.3838	36.95
25	26	14.000	26	606,986.9269	1,807,264.4669	16.17
26	27	20.000	27	606,977.0456	1,807,247.0783	23.05
27	28	20.000	28	606,967.1644	1,807,229.6898	21.05
28	29	20.000	29	606,957.2831	1,807,212.3013	23.38
29	30	20.362	30	606,946.8236	1,807,194.8308	34.53
30	31	20.000	31	606,936.0397	1,807,177.9872	22.08
31	18	20.000	18	606,925.2558	1,807,161.1436	41.16

Tabla 24. Cuadro de coordenadas del banco 3.

CUADRO DE COORDENADAS DEL BANCO 3 (POLIGONO DE EXTRACCION)						
LADO		DISTANCIA (m)	V	COORDENADAS		DISTANCIA A LIMITE DE ZONA FEDERAL (m)
EST	PV			X	Y	
			32	607,107.5667	1,807,418.1243	24.65
32	33	26.000	33	607,088.8700	1,807,436.1918	25.12
33	34	20.000	34	607,102.7681	1,807,450.5739	32.64
34	35	20.000	35	607,116.6662	1,807,464.9559	38.28
35	36	7.722	36	607,117.1203	1,807,472.6640	38.10
36	37	20.000	37	607,119.2057	1,807,492.5550	39.49
37	38	20.000	38	607,121.2911	1,807,512.4460	42.16
38	39	26.000	39	607,147.1494	1,807,509.7350	20.85
39	40	20.000	40	607,145.0640	1,807,489.8440	23.92
40	41	20.000	41	607,142.9786	1,807,469.9530	21.41
41	42	24.289	42	607,135.3628	1,807,446.8884	15.55
42	43	20.000	43	607,121.4648	1,807,432.5064	21.81
43	32	20.000	32	607,107.5667	1,807,418.1243	24.65

I.3.5 Superficie de incidencia de las obras asociadas

Durante la ejecución del proyecto no se contempla la construcción de obras o infraestructura permanente asociada, tales como campamentos, oficinas, bodegas, talleres, plantas de cribado o trituración, ni almacenes de combustible. Tampoco se prevé la apertura de nuevos caminos ni la ampliación de los existentes.

La infraestructura física relacionada con el acceso y tránsito operativo se limita a lo siguiente:

- Predio colindante de acceso: las actividades de tránsito hacia los bancos de extracción se realizan dentro del predio del promovente (Parcela 1 Z-1 P1/2 del Ejido Agua de la Caña), con una superficie total de 29-41-39.20 ha.

- Caminos de acceso existentes: se utilizarán dos caminos internos de terracería ya existentes, con una longitud conjunta de 3,074.446 metros. Sobre estos accesos únicamente se realizarán trabajos de rehabilitación y mantenimiento superficial sobre su huella actual, sin expansión de su superficie de rodamiento.

En consecuencia, la superficie de incidencia por obras asociadas se limita al uso temporal de infraestructura vial preexistente, sin ampliación de la huella actualmente perturbada.

I.3.6 Utilización de explosivos

Para el desarrollo del proyecto no se contempla la utilización de explosivos en ninguna de sus etapas. La naturaleza del proyecto corresponde al aprovechamiento de material pétreo en greña de origen aluvial, depositado de manera natural dentro del cauce del Río de La Arena, por lo que las actividades se realizarán mediante procedimientos mecánicos convencionales.

Durante la preparación del sitio, las actividades se limitarán a la delimitación y señalización de las áreas de trabajo, así como a la rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes, mediante el retiro selectivo de cobertura herbácea, limpieza y acondicionamiento menor de la superficie de rodamiento, sin modificar su trazo original. Estas actividades no requieren barrenación, detonaciones, voladuras, fracturamiento de roca ni utilización de materiales explosivos.

Durante la etapa de operación, la extracción del material pétreo se realizará mediante una excavadora Caterpillar 320 DL, efectuando la carga directa a los camiones de volteo para su posterior transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Debido a las características del material por aprovechar, constituido principalmente por arena, grava, cantos rodados y fragmentos pétreos de origen aluvial, su extracción y manejo pueden realizarse mediante maquinaria convencional, sin requerir técnicas de voladura.

El proyecto no contempla el uso, almacenamiento, transporte, manejo o resguardo de explosivos dentro del área del proyecto. Esta condición evita la generación de riesgos asociados con detonaciones, vibraciones, proyección de fragmentos y modificaciones abruptas de las condiciones físicas del cauce.

Las actividades del proyecto se efectuarán exclusivamente mediante extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo, sin incorporar técnicas de voladura o fragmentación mediante explosivos.

I.4. Etapas del proyecto

I.4.1 Anteproyectos de las diferentes opciones analizadas

No se realizó una evaluación formal de sitios, tecnologías o anteproyectos alternativos, ya que la selección del sitio propuesto se sustentó en los criterios ambientales, técnicos, hidrológicos-hidráulicos y socioeconómicos descritos en el apartado **Criterios para la selección del sitio**, mismos que en conjunto justifican la viabilidad del proyecto en su ubicación y configuración actuales (tres bancos de extracción en los cadenamientos 0+360–0+500, 0+760–0+880 y 1+080–1+180). Sin embargo, si la autoridad lo solicita, se podrían replantear. Por lo anterior, se analizan únicamente dos escenarios: el **proyecto propuesto**, cuya justificación se remite íntegramente al apartado correspondiente, y la de no realizar el proyecto, la cual implicaría la no obtención de los beneficios económicos y sociales identificados (generación de empleo directo y abastecimiento regulado de material pétreo.

I.4.2 Descripción de la preparación del sitio

Durante la etapa de preparación del sitio no se contempla la construcción de obras temporales, provisionales ni permanentes (como campamentos, oficinas, bodegas, talleres, plantas de procesamiento o almacenes fijos de combustible). Tampoco se requiere una etapa de construcción formal ni la apertura de nuevos caminos. Las actividades de esta fase son de carácter preliminar y comprenden exclusivamente los siguientes aspectos:

1. Delimitación y señalización del área

   - Reconocimiento y trazo: Delimitación física sobre el terreno de los tres bancos o polígonos de extracción autorizados y de las zonas de maniobras dentro del cauce.
   - Señalización preventiva: Instalación de letreros y cintas en puntos estratégicos para indicar las áreas de trabajo, rutas de circulación, velocidad máxima, accesos restringidos y uso obligatorio de equipo de protección personal.

2. Rehabilitación superficial de caminos de acceso existentes

   - Acondicionamiento de la huella actual: Mantenimiento menor sobre dos caminos de terracería previamente existentes (con una longitud total de 3,074.45 m) dentro del predio del promovente.

- Alcance de los trabajos: Se realiza únicamente el deshierbe selectivo de la cobertura herbácea que obstruya el tránsito, retiro de obstáculos (como piedras o material suelto).
- Restricciones: No se pretende realizar derribo o desmonte de vegetación arbórea ni se modificará el trazo original ni el ancho de los accesos.

3. Elementos y equipos provisionales de apoyo

- Servicios sanitarios: Instalación de sanitarios portátiles contratados con un prestador de servicios especializado para uso de la plantilla de trabajo (aproximadamente 5 personas), haciéndose responsable del retiro y manejo de las aguas residuales.
- Manejo de residuos: Colocación de al menos tres recipientes temporales diferenciados con tapa para la separación primaria de residuos sólidos urbanos (revalorizables, no revalorizables y orgánicos).
- Equipo de contención de derrames: Disponibilidad provisional de un kit de atención rápida en campo que incluye materiales absorbentes, recipientes cerrados e identificados, pala y guantes para contener eventuales fugas de lubricantes o diésel.

I.4.2.1 Volumen de material que será removido

Durante la etapa de preparación del sitio no se contempla la remoción de ningún volumen de material pétreo, suelo ni despalme. En esta fase preliminar, los trabajos se limitan exclusivamente a la delimitación y señalización, ubicación y marcado físico de los tres bancos de extracción autorizados y de las áreas de trabajo, así como a la rehabilitación superficial de accesos.

Toda la remoción y aprovechamiento de material pétreo se realizará de manera posterior y exclusiva durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

I.4.2.2 Personal requerido

Para la etapa de preparación del sitio se requerirá la participación de cinco trabajadores, cuyas funciones estarán vinculadas a las actividades de delimitación y señalización del área, así como a la rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes.

Entre sus actividades se encuentran:

- **Reconocimiento y trazo:** apoyo en la delimitación física sobre el terreno de los tres bancos o polígonos de extracción autorizados y de las zonas de maniobras dentro del cauce.
- **Señalización preventiva:** instalación de letreros y cintas en puntos estratégicos para indicar las áreas de trabajo, rutas de circulación, velocidad máxima, accesos restringidos y uso obligatorio de equipo de protección personal.

- **Rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes:** deshierbe selectivo de la cobertura herbácea que obstruya el tránsito, retiro de obstáculos (piedras o material suelto) y nivelación superficial sobre la huella actual de los dos caminos de terracería (3,074.45 m de longitud total), sin derribo o desmonte de vegetación arbórea ni arbustiva, y sin modificar el trazo original ni el ancho de los accesos.
- **Apoyo en la instalación de elementos provisionales:** colocación de sanitarios portátiles, recipientes para separación primaria de residuos sólidos urbanos y del kit de contención de derrames, conforme a lo descrito en el apartado de elementos y equipos provisionales de apoyo.

Tabla 25. Personal requerido para la etapa de preparación del sitio.

Puesto o función	Número estimado de personas
Personal	5
Total	5

I.4.2.3 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera durante la etapa de preparación de sitio

I.4.2.3.1 Generación de residuos sólidos (etapa de preparación de sitio)

Durante la etapa de preparación del sitio del proyecto **"Extracción de Material Pétreo José Luís Rodríguez en el Río de La Arena"**, la generación de residuos sólidos será mínima y estará asociada principalmente a la presencia temporal del personal en campo, así como a las actividades preliminares de reconocimiento, delimitación de los tres bancos de extracción y áreas de trabajo, colocación de señalización preventiva, rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes e ingreso controlado de maquinaria y vehículos.

Debido a que el proyecto no contempla una etapa de construcción ni la instalación de infraestructura permanente, campamentos, oficinas, bodegas o talleres mecánicos, no se prevé la generación de residuos derivados de obras civiles, tales como escombros, concreto, varilla, madera de cimbra, empaques de materiales de construcción o residuos de demolición.

Los residuos sólidos que podrían generarse durante esta etapa corresponderán principalmente a **residuos sólidos urbanos**, derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte del personal, tales como envolturas, envases de PET, bolsas plásticas, latas de aluminio y restos orgánicos menores. También podrían generarse residuos asociados a la colocación de señalización temporal, como fragmentos de cinta, cuerda,

estacas deterioradas, empaques o materiales de sujeción, todos ellos en cantidades reducidas.

La generación de estos residuos será temporal, de bajo volumen y limitada al periodo de preparación del sitio. Aun así, se aplicarán medidas de manejo para evitar su dispersión dentro del cauce del Río de La Arena, su arrastre durante eventos de lluvia o su acumulación en las márgenes y zonas de depósito aluvial.

Para su manejo, se dispondrá de recipientes, bolsas o contenedores temporales debidamente identificados, a fin de separar los residuos revalorizables de aquellos no revalorizables y evitar su mezcla con materiales naturales del cauce. Al término de cada jornada, los residuos serán retirados del área del proyecto y trasladados hacia los sitios o sistemas de recolección correspondientes, evitando en todo momento su quema, entierro, abandono o disposición directa sobre el cauce.

Quedará prohibido depositar residuos sólidos en el río, sus márgenes, caminos de acceso, zonas de vegetación ribereña o predios colindantes. Asimismo, el personal recibirá indicaciones básicas para mantener limpia el área de trabajo, recolectar los residuos generados durante la jornada y evitar la introducción de materiales innecesarios al sitio.
Durante los recorridos también podrán encontrarse residuos ajenos a las actividades del proyecto, principalmente materiales arrastrados por el cauce desde comunidades o zonas ubicadas aguas arriba. Cuando sea posible y sin generar riesgos para el personal, estos residuos podrán retirarse del área de trabajo y manejarse de acuerdo con sus características, sin que su presencia sea atribuible a las actividades del promovente.

El manejo adecuado de los residuos sólidos durante la preparación del sitio permitirá reducir riesgos de contaminación visual, afectación a fauna, obstrucción de escurrimientos, dispersión de plásticos y deterioro de la calidad ambiental del cauce. Aunque la generación prevista será mínima, las medidas preventivas se aplicarán desde el inicio de las actividades para mantener las áreas de trabajo libres de residuos y materiales ajenos a la operación.

A continuación, se presenta la clasificación general de los residuos sólidos urbanos que podrán generarse durante las actividades del proyecto y su manejo propuesto.

Tabla 26. Clasificación general de residuos sólidos urbanos generados en la etapa de preparación del sitio.

Tipo de residuo	Fuente de generación	Manejo de propuesta
Envases PET, latas y cartón	Consumo de alimentos y bebidas del personal	Separación y retiro diario del sitio
Bolsas, envolturas y empaques	Presencia temporal de trabajadores	Recolección en contenedores o bolsas temporales

Restos orgánicos menores	Consumo de alimentos	Retiro diario y disposición con residuos urbanos
Fragmentos de cinta, cuerda o señalética temporal	Delimitación y señalización del área	Recolección y retiro al término de su uso
Residuos ajenos encontrados en el sitio	Limpieza menor del área operativa	Recolección y disposición adecuada

I.4.2.3.2 Generación de residuos líquidos durante la etapa de preparación del sitio

Durante la etapa de preparación del sitio del proyecto **"Extracción de Material Pétreo José Luís Rodríguez en el Río de La Arena"**, la generación de residuos líquidos será mínima, debido a que las actividades previstas serán de carácter preliminar y temporal. Estas consistirán principalmente en el reconocimiento del área, delimitación de los tres bancos de extracción y áreas de trabajo, colocación de señalización preventiva, rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes e ingreso controlado de maquinaria y vehículos.

El proyecto no contempla una etapa de construcción de infraestructura permanente ni la instalación de campamentos, oficinas, talleres mecánicos, áreas de lavado, plantas de proceso, sanitarios fijos o sistemas de drenaje dentro del cauce del Río de La Arena o en sus márgenes. Por ello, no se prevé la generación de aguas residuales derivadas de procesos constructivos, lavado de equipos, preparación de mezclas, beneficio de material o actividades industriales.

Los residuos líquidos que pudieran generarse durante esta etapa estarán asociados principalmente a dos fuentes potenciales: las necesidades sanitarias del personal y posibles fugas accidentales provenientes de la maquinaria o vehículos.

Respecto de las necesidades sanitarias, considerando que la etapa de preparación del sitio será de corta duración y con presencia limitada de trabajadores, éstas podrán atenderse mediante sanitarios existentes fuera del área del proyecto o, cuando resulte necesario, mediante sanitarios portátiles contratados con un prestador de servicios. Quedará prohibida cualquier descarga de aguas residuales directamente al cauce, sus márgenes, suelo natural, zonas de escurrimiento o depósitos aluviales.

En relación con el uso de maquinaria y vehículos, el principal riesgo potencial corresponde a fugas o derrames accidentales de combustible, aceites, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos. Durante la preparación del sitio no se realizarán actividades de mantenimiento mayor, cambios de aceite, lavado de maquinaria o reparaciones mecánicas dentro del área del proyecto. La maquinaria deberá ingresar en condiciones mecánicas adecuadas y sin fugas visibles, y cualquier mantenimiento se realizará fuera del sitio, preferentemente en talleres establecidos.

El abastecimiento de combustible se realizará preferentemente en estaciones de servicio ubicadas en **Santiago Pinotepa Nacional** o localidades cercanas. No se permitirá el almacenamiento permanente de diésel, aceites, lubricantes u otras sustancias líquidas contaminantes dentro del área del proyecto. Cuando por razones operativas resulte indispensable realizar un abastecimiento puntual en campo, éste deberá efectuarse bajo medidas preventivas, utilizando recipientes adecuados, elementos de contención y material absorbente, evitando cualquier escurrimiento hacia el suelo, material aluvial o cauce.

Como medida preventiva, se mantendrá disponible material absorbente adecuado para atender de manera inmediata posibles derrames menores. En caso de presentarse un evento de este tipo, se suspenderá la operación del equipo involucrado, se contendrá el derrame y se retirará el material impregnado, el cual será manejado de manera separada conforme a sus características y a la normatividad aplicable.

Durante esta etapa no se prevé la generación de aguas de proceso, aguas de lavado, lodos, lixiviados o descargas industriales. Las actividades de preparación se desarrollarán evitando introducir sustancias líquidas que puedan modificar las condiciones físicas, químicas o biológicas del Río de La Arena.

La generación de residuos líquidos durante la etapa de preparación del sitio se considera baja y controlable mediante la aplicación de las medidas preventivas señaladas. Su adecuado manejo permitirá reducir el riesgo de contaminación del cauce, material aluvial, suelo y vegetación ribereña, manteniendo las actividades bajo condiciones de control ambiental.

I.4.3 Descripción de la etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento del proyecto contempla el aprovechamiento mecánico y gradual de material pétreo de origen aluvial en el cauce del Río de La Arena.

1. Duración y volúmenes de extracción

- Vida útil operativa: Se solicitan 5 años de operación efectiva, distribuidos en 100 jornadas efectivas al año (20 semanas efectivas al año, 5 días por semana).
- Volumen anual de aprovechamiento: 6,251.85 m³/año en total, desglosado de la siguiente manera:
    - Banco 1: 2,122.12 m³/año
    - Banco 2: 1,224.74 m³/año
    - Banco 3: 2,904.99 m³/año
- Volumen acumulado máximo (5 años): 31,259.25 m³.

2. Método y secuencia de trabajo

- Procedimiento mecánico: La extracción se realiza directamente en el cauce mediante una excavadora hidráulica Caterpillar 320 DL (año 2007), cargando el material de manera directa a dos camiones de volteo de 7 m³.
- Secuencia de avance: La extracción se desarrollará de forma gradual desde aguas abajo hacia aguas arriba en cada banco:
  - Banco 1: Cadenamiento 0+360 a 0+500
  - Banco 2: Cadenamiento 0+760 a 0+880
  - Banco 3: Cadenamiento 1+080 a 1+180
- Geometría de corte: Se mantendrá un talud de corte de 1.5:1 (1.5 m horizontales por 1 m vertical), ajustándose a las rasantes y profundidades evaluadas en el estudio hidráulico.
- Sin procesamiento en sitio: El material no se somete a trituración, cribado, lavado, clasificación ni almacenamiento temporal en el área del proyecto. Una vez cargado, se transporta inmediatamente por los caminos internos de acceso hacia los puntos de entrega o venta.

3. Personal, horarios y consumo de insumos

- Plantilla laboral: Se requieren 5 trabajadores directos:
  - 1 operador de excavadora
  - 2 choferes de camiones de volteo
  - 1 auxiliar de campo
  - 1 responsable o encargado de operación
- Horario operativo: Diurno, de 08:00 a 15:00 horas, de lunes a viernes.
- Consumo de combustible diésel:
  - Por jornada: 200 litros/día (120 L para la excavadora y 40 L para cada camión de volteo).
  - Anual: 20,000 litros/año.
  - Logística: Se abastecerá en estaciones de servicio externas en Santiago Pinotepa Nacional; no habrá tanques ni almacenes fijos de combustible en la zona del proyecto.

4. Servicios y manejo de residuos

- Servicios básicos:
  - Electricidad: No se requiere red eléctrica ni alumbrado artificial.
  - Agua potable: Para consumo humano mediante garrafones o recipientes portátiles.
  - Sanitarios: Sanitarios portátiles manejados por un prestador de servicios especializado. Queda prohibida cualquier descarga residual al río o suelo.
- Manejo de residuos sólidos urbanos:
  - Generación estimada de 2.50 kg/día (12.50 kg/semana).

- Se utilizarán tres recipientes con tapa etiquetados para la separación de residuos *revalorizables*, *no revalorizables* y *orgánicos*, los cuales se retirarán periódicamente.

- Mantenimiento y contingencias:
  - El mantenimiento mayor de maquinaria se realiza en talleres externos fuera de la zona del río.
  - Se dispone de un kit de atención a derrames (material absorbente, pala, guantes, bolsas y recipientes cerrados) para contingencias menores

I.4.3.1 Personal requerido para la etapa de operación y mantenimiento

Se requerirá la participación de aproximadamente **cinco empleos directos**, vinculados principalmente con las actividades de extracción, carga, transporte del material pétreo, supervisión operativa y apoyo en campo.

El personal requerido será el estrictamente necesario para el desarrollo de las actividades programadas, considerando que el proyecto no contempla almacenamiento temporal, trituración, cribado, clasificación o procesamiento del material dentro del área del proyecto, ni la construcción de infraestructura permanente, instalación de campamentos, talleres, almacenes fijos de combustible o áreas administrativas.

El equipo principal a emplear será **una excavadora marca Caterpillar, modelo 320 DL, año 2007**, operada por personal capacitado. Esta maquinaria se utilizará para la extracción y carga directa del material pétreo acumulado en el cauce del Río de La Arena. Asimismo, se utilizarán **dos camiones de volteo de 7 m³** para transportar el material desde los bancos de extracción hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.

El personal de apoyo tendrá entre sus funciones la coordinación de maniobras, control de acceso y circulación de vehículos, colocación y revisión de señalización preventiva, verificación de condiciones de seguridad y apoyo en el cumplimiento de las medidas ambientales previstas para el proyecto.

De manera general, el personal requerido durante la operación se distribuirá de la siguiente forma:

Tabla 27. Personal requerido para la etapa de operación.

Puesto o función	Número estimado de personas
Operador de excavadora	1
Choferes u operadores de transporte	2
Auxiliar de campo	1

Responsable o encargado de operación	1
Total estimado	**5**

I.4.3.2 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera durante la etapa de operación y mantenimiento

Por la naturaleza del proyecto, no se contempla la instalación de infraestructura permanente, plantas de beneficio, áreas de lavado, talleres mecánicos, oficinas, campamentos, almacenes fijos de combustible o sitios de disposición dentro del cauce o en sus márgenes. Las actividades se realizarán de manera temporal y controlada, en horario diurno de 08:00 a 15:00 horas, durante cinco días a la semana, con una plantilla estimada de cinco empleos directos.

La generación de residuos y emisiones durante esta etapa estará asociada principalmente a la presencia del personal, al funcionamiento de la maquinaria pesada, al tránsito de vehículos de carga y a las actividades ordinarias de mantenimiento preventivo. Se prevé la generación de residuos sólidos urbanos en cantidades reducidas, posibles residuos líquidos derivados de necesidades sanitarias del personal y, de manera potencial, residuos contaminados con hidrocarburos en caso de fugas o derrames accidentales de diésel, aceites, grasas o lubricantes.

Las emisiones a la atmósfera estarán vinculadas principalmente con la combustión interna de la maquinaria y vehículos utilizados, así como con la posible suspensión de partículas durante la extracción, carga y tránsito de unidades sobre superficies sin pavimentar. No obstante, considerando la escala operativa del proyecto, el número limitado de equipos y el horario restringido de operación, dichas emisiones se consideran puntuales, temporales y susceptibles de control mediante la aplicación de medidas preventivas.

El manejo de los residuos sólidos, líquidos y emisiones deberá realizarse bajo un enfoque preventivo, evitando en todo momento la disposición de residuos dentro del cauce del Río de La Arena, la descarga de aguas residuales al suelo o al cuerpo de agua, el almacenamiento inadecuado de combustibles y la realización de mantenimiento mayor dentro del área del proyecto. Asimismo, se deberán implementar acciones para la separación, recolección, retiro y disposición adecuada de los residuos generados, así como medidas para reducir emisiones, prevenir derrames y conservar la calidad ambiental del sitio.

El presente apartado describe los tipos de residuos y emisiones que podrían generarse durante la etapa de operación y mantenimiento, sus fuentes principales, el manejo previsto y las medidas de prevención y control aplicables, con la finalidad de asegurar que el desarrollo del proyecto se realice sin comprometer la calidad del agua, el suelo aluvial, la vegetación ribereña, la fauna asociada ni la dinámica natural del Río de La Arena.

I.4.3.2.1 Generación de emisiones a la atmósfera

Las principales fuentes de emisión corresponderán a la combustión de diésel por la operación de la excavadora Caterpillar 320 DL y los dos camiones de volteo de 7 m³ utilizados para la extracción, carga directa y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Asimismo, podrán generarse partículas suspendidas por el movimiento del material pétreo, las maniobras de carga y la circulación de vehículos sobre los caminos de acceso existentes, principalmente durante condiciones secas.

Para la estimación de emisiones de dióxido de carbono (CO_2) se utilizó como referencia un factor de emisión de 2.61 kg de CO_2 por litro de diésel consumido, conforme al valor señalado por la Generalitat de Catalunya (2011). Este factor permite estimar las emisiones asociadas a la combustión de diésel en maquinaria pesada y vehículos de carga.

Con base en las características operativas del proyecto, se considera el siguiente consumo promedio de diésel por jornada:

Tabla 28. Consumo promedio de diésel.

Equipo	Consumo estimado por jornada
Excavadora Caterpillar 320 DL	120 L/día
Camión de volteo 1, 7 m³	40 L/día
Camión de volteo 2, 7 m³	40 L/día
Consumo total estimado	**200 L/día**

Considerando un consumo total estimado de 200 litros de diésel por jornada, las emisiones diarias aproximadas de CO_2 serán de:

200 L/día × 2.61 kg CO_2/L = 522 kg de CO_2 por jornada

De manera desglosada, las emisiones estimadas por equipo serán las siguientes:

Tabla 29. Emisiones a la atmosfera diarias por uso de maquinaria pesada.

Equipo	Consumo diario	Emisión estimada de CO_2 por jornada
Excavadora Caterpillar 320 DL	120 L/día	313.20 kg CO_2/día
Camión de volteo 1, 7 m³	40 L/día	104.40 kg CO_2/día
Camión de volteo 2, 7 m³	40 L/día	104.40 kg CO_2/día
Total estimado	**200 L/día**	**522 kg CO_2/día**

Para efectos de estimación anual, se considera una operación de aproximadamente 100 jornadas efectivas de trabajo al año, equivalente a 5 días por semana durante 20 semanas efectivas. Bajo este supuesto, el consumo anual de diésel será de aproximadamente 20,000 litros, lo que representa una emisión anual estimada de:

$$20{,}000 \text{ L/año} \times 2.61 \text{ kg } CO_2\text{/L} = 52{,}200 \text{ kg de } CO_2\text{/año}$$

Es decir, aproximadamente 52.2 toneladas de CO_2 al año.

Tabla 30. Emisiones a la atmosfera anuales por el uso de la maquinaria pesada.

Equipo	Consumo anual estimado	Emisión anual estimada de CO_2
Excavadora Caterpillar 320 DL	12,000 L/año	31.32 t CO_2/año
Camión de volteo 1, 7 m³	4,000 L/año	10.44 t CO_2/año
Camión de volteo 2, 7 m³	4,000 L/año	10.44 t CO_2/año
Total estimado	**20,000 L/año**	**52.2 t CO_2/año**

Además del CO_2, la combustión de diésel podrá generar emisiones de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, material particulado y otros contaminantes propios de motores de combustión interna. Dichas emisiones serán de carácter temporal e intermitente y estarán asociadas directamente a las jornadas efectivas de operación de la maquinaria y los vehículos utilizados en el proyecto.

También se prevé la generación de partículas suspendidas durante las actividades de extracción, carga y transporte del material pétreo, así como por la circulación de los camiones de volteo sobre los caminos de acceso existentes. Estas emisiones serán principalmente de tipo fugitivo y estarán relacionadas con el movimiento de arena, grava, cantos rodados y fragmentos pétreos de distinta granulometría, particularmente durante periodos secos.

Para reducir las emisiones a la atmósfera, se aplicarán medidas de control operativo, tales como mantener la maquinaria y los vehículos en condiciones mecánicas adecuadas, evitar aceleraciones innecesarias, apagar los motores cuando los equipos permanezcan fuera de operación, circular a baja velocidad en los caminos de acceso y evitar la sobrecarga de los camiones de volteo. Cuando las condiciones de sequedad o viento favorezcan una dispersión significativa de partículas, podrán aplicarse medidas adicionales de control, como el humedecimiento superficial de las áreas de tránsito, siempre de manera controlada y evitando escurrimientos hacia el cauce del **Río de La Arena**.

Previo al ingreso de la excavadora y los camiones de volteo al área del proyecto, se verificará que los equipos se encuentren en condiciones mecánicas adecuadas y que no presenten emisiones anormales de humo, fugas de combustible, aceite, lubricantes o

fluidos hidráulicos. El mantenimiento preventivo y correctivo se realizará preferentemente fuera del área del proyecto, en talleres establecidos o sitios adecuados para el manejo de los residuos derivados de dichas actividades.

Las emisiones estimadas deberán entenderse como valores aproximados, sujetos a variación conforme al número real de jornadas trabajadas, la eficiencia y condiciones mecánicas de los motores, las características del terreno, las distancias recorridas hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, la cantidad de material transportado y las condiciones efectivas de operación del proyecto.

I.4.3.2.2 Generación de ruido

Durante el desarrollo del proyecto se generarán emisiones de ruido asociadas principalmente a la operación de maquinaria y vehículos de carga. Dichas emisiones serán de carácter temporal e intermitente y estarán vinculadas a las actividades de extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.

El proyecto no contempla una etapa de construcción formal ni el uso de herramientas propias de obra civil, como revolvedoras de concreto, compactadoras, sierras, taladros u otros equipos similares. Por lo tanto, las principales fuentes emisoras de ruido corresponderán a la excavadora Caterpillar 320 DL y a los dos camiones de volteo de 7 m³.

La operación de la excavadora generará ruido durante la remoción mecánica y carga del material pétreo dentro de los bancos de extracción. Por su parte, los camiones de volteo generarán emisiones sonoras durante las maniobras de aproximación, posicionamiento, carga, circulación por los caminos de acceso existentes y salida del área del proyecto hacia los sitios de destino o entrega.

De manera referencial, se consideran los siguientes niveles aproximados de emisión sonora para los equipos previstos en el proyecto:

Tabla 31. Sonido previsto emitido por maquinaria y equipo del proyecto.

Fuente de emisión	Valores de referencia de los nivel sonoros estimados a 15 m dB(A)
Excavadora Caterpillar 320 DL	85 dB(A)
Camión de volteo de 7 m³	83 dB(A)

Los valores señalados deberán entenderse como estimaciones referenciales, ya que los niveles reales de ruido pueden variar en función del estado mecánico de los equipos, régimen de operación, distancia al receptor, condiciones del terreno, barreras físicas naturales, velocidad de circulación, carga transportada y tiempo efectivo de funcionamiento.

Las actividades se realizarán en horario diurno, de **08:00 a 15:00 horas**, durante cinco días por semana, conforme al siguiente esquema:

Tabla 32. Horario de trabajo previsto para el proyecto.

Día	Horario de actividades
Lunes	08:00 a 15:00 horas
Martes	08:00 a 15:00 horas
Miércoles	08:00 a 15:00 horas
Jueves	08:00 a 15:00 horas
Viernes	08:00 a 15:00 horas

Durante dicho horario podrán generarse ruidos constantes o intermitentes, principalmente durante las actividades de extracción mecánica, carga directa y circulación de los camiones de volteo. Las emisiones sonoras no se presentarán de manera uniforme durante toda la jornada, ya que dependerán de la secuencia operativa, del tiempo efectivo de trabajo de cada equipo y de la programación de las actividades.

El ruido generado podrá incidir principalmente sobre el personal operativo y, en menor medida, sobre el entorno inmediato del área de trabajo. Para reducir riesgos, el personal deberá utilizar equipo de protección personal acorde con sus funciones, incluyendo protección auditiva cuando las condiciones de operación de la excavadora o de los camiones de volteo lo requieran.

Como medidas de control, la maquinaria y los vehículos deberán mantenerse en condiciones mecánicas adecuadas, evitando escapes dañados, piezas flojas, aceleraciones innecesarias, uso prolongado en ralentí y maniobras no indispensables. Asimismo, los camiones deberán circular a baja velocidad por los caminos de acceso existentes y limitar sus movimientos a las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas.

En caso de detectarse ruido anormal, vibraciones excesivas o fallas mecánicas en la excavadora o en los camiones de volteo, el equipo involucrado deberá suspender temporalmente su operación hasta que se realice la revisión y corrección correspondiente.

La generación de ruido asociada al proyecto será temporal, localizada y vinculada principalmente al funcionamiento de la excavadora y de los camiones de volteo. Su control se sustentará en el mantenimiento adecuado de los equipos, la operación en horario diurno, el control de velocidad, la delimitación de las áreas de trabajo y el uso de equipo de protección personal cuando resulte necesario.

I.4.3.2.3 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos durante la etapa de operación y mantenimiento

La generación de residuos sólidos será limitada y estará asociada principalmente a la presencia del personal operativo, al consumo de alimentos y bebidas durante la jornada laboral, al uso de materiales menores de apoyo y, de forma eventual, a residuos derivados de actividades preventivas menores relacionadas con la operación de maquinaria.

El proyecto contempla una plantilla aproximada de **cinco empleos directos**, por lo que la generación de residuos sólidos urbanos será de bajo volumen. Estos residuos estarán constituidos principalmente por envolturas, bolsas plásticas, envases de PET, latas de aluminio, papel, cartón, restos orgánicos de alimentos y otros residuos comunes generados por el personal durante la jornada de trabajo. Debido a que el horario de operación será de **08:00 a 15:00 horas**, durante **cinco días a la semana**, no se prevé una generación significativa de residuos sólidos.

Cabe precisar que el proyecto no considera la instalación de campamentos, oficinas, comedores, bodegas, talleres mecánicos, almacenes permanentes de combustible, plantas de trituración ni infraestructura fija dentro del cauce o en sus márgenes. Por ello, no se espera la generación de residuos sólidos propios de procesos constructivos o industriales, tales como escombros, concreto, varilla, madera de cimbra, residuos de demolición o residuos derivados de procesos de beneficio del material pétreo.

El material objeto de aprovechamiento corresponde a **material pétreo en greña**, compuesto por arena, grava y fragmentos pétreos de origen aluvial. Durante la operación, deberá evitarse la acumulación innecesaria de material fuera de los polígonos solicitados, así como la formación de montículos que puedan obstruir el flujo natural del cauce o modificar su dinámica hidráulica.

Para el manejo de los residuos sólidos urbanos, se deberán disponer recipientes, bolsas resistentes o contenedores temporales debidamente identificados, a fin de recolectar los residuos generados durante la jornada laboral. Se deberá promover la separación básica de residuos reciclables y no reciclables, priorizando la recuperación de materiales como PET, cartón, papel, aluminio y otros residuos valorizables, cuando ello sea posible.

Los residuos deberán retirarse del área del proyecto al término de cada jornada o con la frecuencia necesaria para evitar su acumulación, dispersión por viento, arrastre durante lluvias o incorporación al cauce del Río de La Arena. La disposición final deberá realizarse mediante el sistema municipal de recolección correspondiente o en sitios autorizados por la autoridad competente. Quedará prohibido abandonar, enterrar, quemar o disponer residuos sólidos en el cauce, márgenes, caminos de acceso, zonas de vegetación ribereña o predios colindantes.

Durante las actividades de operación y mantenimiento también podrían generarse, de manera eventual, residuos asociados a materiales de limpieza, trapos, estopas, guantes o absorbentes utilizados para atender fugas menores o derrames accidentales de hidrocarburos, aceites, grasas o lubricantes. Estos residuos no deberán mezclarse con los

residuos sólidos urbanos, ya que podrían estar contaminados con sustancias derivadas del funcionamiento de la maquinaria. En caso de generarse, deberán colocarse en recipientes cerrados e identificados y manejarse conforme a la normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos, a través de un prestador de servicios autorizado.

Las actividades de mantenimiento mayor, cambio de aceite, reparación mecánica o lavado de maquinaria no deberán realizarse dentro del cauce del Río de La Arena ni en sus márgenes. Dichas actividades deberán efectuarse en talleres o sitios acondicionados fuera del área del proyecto, con superficies adecuadas y medidas de contención. Con ello, se reducirá la posibilidad de generar residuos contaminados dentro del sitio de aprovechamiento.

De manera general, el manejo de residuos sólidos durante la etapa de operación y mantenimiento se sujetará a las siguientes medidas:

Tabla 33. Manejo de residuos sólidos en la etapa de operación y mantenimiento.

Tipo de residuo	Fuente probable de generación	Manejo propuesto
Envases PET, latas, papel y cartón	Consumo de alimentos y bebidas del personal	Separación, acopio temporal y retiro del sitio
Bolsas, envolturas y empaques	Presencia del personal operativo	Recolección en bolsas o contenedores temporales
Restos orgánicos menores	Consumo de alimentos durante la jornada	Retiro diario y disposición como residuo urbano
Fragmentos de señalética, cinta o materiales de apoyo	Señalización temporal y control del área de trabajo	Recolección y retiro al término de su vida útil
Trapos, estopas o absorbentes contaminados	Atención eventual de fugas o derrames menores	Manejo separado como residuo contaminado, sin mezclar con residuos urbanos
Residuos ajenos encontrados en el cauce	Limpieza preventiva del área operativa	Recolección y disposición adecuada fuera del sitio

El personal deberá recibir indicaciones básicas para mantener limpia el área de trabajo, evitar la dispersión de residuos, separar los materiales reciclables cuando sea posible y reportar cualquier residuo contaminado con hidrocarburos. Asimismo, se deberá designar a un responsable operativo para verificar que los residuos sean retirados del sitio y que no permanezcan dentro del cauce al finalizar la jornada.

La correcta gestión de los residuos sólidos durante la operación y mantenimiento permitirá prevenir afectaciones a la calidad ambiental del Río de La Arena, evitar contaminación visual, reducir riesgos para la fauna silvestre, impedir la obstrucción de escurrimientos y conservar las condiciones naturales del cauce y sus márgenes. Considerando la escala del proyecto, el número reducido de trabajadores y la ausencia de infraestructura permanente, la generación de residuos sólidos se considera baja, temporal y controlable mediante la aplicación de las medidas preventivas señaladas.

I.4.3.2.4 Manejo de Residuos Líquidos en la Etapa de Operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto **"EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSE LUIS RODRÍGUEZ EN EL RÍO DE LA ARENA",** , no se prevé la generación ordinaria de residuos líquidos derivados de procesos productivos, debido a que las actividades contempladas se limitarán principalmente a la extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.

El proyecto no contempla lavado de material pétreo, beneficio húmedo, separación por vía acuosa, trituración, cribado o clasificación dentro del área del proyecto, uso de sustancias químicas, generación de aguas de proceso ni descargas líquidas hacia el cauce del **Río de La Arena**. El material extraído será cargado directamente a los camiones de volteo para su transporte, sin requerir agua como insumo para su aprovechamiento.

El agua requerida para consumo humano del personal será suministrada mediante garrafones o recipientes portátiles, por lo que no se contempla la instalación de red hidráulica, sistema de drenaje, descargas sanitarias permanentes ni infraestructura asociada al manejo de aguas residuales dentro del área del proyecto.

Las necesidades sanitarias del personal serán atendidas mediante sanitarios portátiles, cuya limpieza, mantenimiento y retiro de los residuos generados estarán a cargo de un prestador de servicios especializado. Los residuos sanitarios deberán retirarse periódicamente del sitio y manejarse conforme a la normatividad aplicable, evitando en todo momento su descarga, infiltración o disposición directa dentro del cauce, sus márgenes, caminos de acceso, zonas de maniobra o cualquier otra superficie vinculada con el proyecto.

Respecto al mantenimiento de la excavadora y los vehículos de carga, no se realizarán cambios de aceite, lavado de maquinaria, reparación de sistemas hidráulicos, manejo de lubricantes usados, limpieza de piezas o actividades similares dentro del área del proyecto. El mantenimiento preventivo y correctivo se realizará preferentemente en talleres establecidos o sitios adecuados, con condiciones para el manejo de aceites, grasas, lubricantes, filtros y demás residuos asociados.

En caso de presentarse una fuga o derrame accidental de combustible, aceite hidráulico, lubricante o grasa, se suspenderá temporalmente la operación del equipo involucrado y se procederá a contener el material derramado mediante absorbentes. El material impregnado será retirado y colocado en recipientes adecuados, resistentes, cerrados e identificados para su manejo separado y posterior entrega a un prestador autorizado, cuando corresponda.

Para prevenir afectaciones por residuos líquidos o escurrimientos contaminados, se contará con material absorbente, guantes, pala, bolsas o recipientes resistentes y elementos de señalización preventiva para la atención inmediata de contingencias menores. El personal recibirá indicaciones básicas sobre prevención, contención y atención de fugas o derrames. Queda prohibida cualquier descarga de aguas residuales, aceites, combustibles, lubricantes, aguas de lavado, lixiviados o líquidos contaminados hacia el cauce del **Río de La Arena**, sus márgenes, caminos de acceso o cualquier otra superficie dentro del área del proyecto.

La generación de residuos líquidos durante la etapa de operación y mantenimiento será reducida y estará asociada principalmente a las necesidades sanitarias del personal y, de manera eventual, a posibles fugas o derrames accidentales provenientes de la maquinaria o vehículos. Su manejo se realizará mediante medidas preventivas, contención inmediata y retiro adecuado, evitando afectaciones al cauce, al material aluvial y a los demás componentes ambientales del área del proyecto.

I.4.4 Descripción de la etapa de abandono del sitio

En caso de obtenerse la autorización correspondiente, la etapa de abandono del sitio consistirá en el conjunto de actividades orientadas al cierre ordenado de las operaciones de extracción, carga y transporte de material pétreo en greña, así como al retiro de los elementos utilizados durante la operación y a la verificación de las condiciones finales de las áreas intervenidas.

Esta etapa podrá presentarse por el término de la vida útil inicialmente considerada, por el aprovechamiento del volumen autorizado, por el vencimiento de las autorizaciones correspondientes, por determinación del promovente o por instrucción de la autoridad competente. El periodo de operación podrá modificarse, ampliarse, prorrogarse o sujetarse a un nuevo periodo de aprovechamiento, siempre que exista disponibilidad de material pétreo, se sustente técnicamente su viabilidad y se obtengan previamente las autorizaciones que resulten aplicables por parte de las autoridades competentes, particularmente la SEMARNAT y la CONAGUA, dentro del ámbito de sus respectivas atribuciones.

La etapa de abandono se ejecutará una vez concluido el aprovechamiento autorizado o cuando ya no proceda continuar con las actividades del proyecto. En caso de que se autorice una ampliación, prórroga, renovación o nuevo periodo de aprovechamiento, las acciones de abandono se realizarán hasta la conclusión efectiva de las actividades autorizadas.

Debido a que el proyecto no contempla la construcción de infraestructura permanente dentro del cauce ni en sus márgenes, el abandono del sitio no implicará demolición de obras civiles, retiro de edificaciones, clausura de instalaciones fijas o desmantelamiento de infraestructura urbana. Las acciones se orientarán principalmente al retiro de la excavadora,

camiones de volteo, equipo auxiliar, residuos, señalización temporal y cualquier otro elemento utilizado durante la operación, así como a la verificación de que las áreas intervenidas queden en condiciones físicas y ambientales adecuadas.

El promovente cumplirá con las medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como con las condicionantes, términos y disposiciones que determine la autoridad competente en la resolución correspondiente. Estas medidas serán observadas durante la vida útil del proyecto y durante las actividades de cierre y abandono.

De manera general, durante la etapa de abandono se aplicarán las siguientes disposiciones ambientales y operativas:

- **Retiro de maquinaria, vehículos y equipo.**

Se retirará del sitio la maquinaria utilizada para la extracción y carga del material pétreo, así como los camiones de volteo y cualquier equipo auxiliar utilizado durante la operación. No deberán permanecer herramientas, recipientes, estructuras temporales, señalización deteriorada o materiales ajenos al sitio.

- **Limpieza general de las áreas intervenidas.**

Se realizará una inspección de los tres bancos de extracción, caminos de acceso utilizados y zonas de maniobra, con la finalidad de retirar residuos sólidos urbanos, envases, plásticos, metales, restos de señalización o cualquier otro residuo generado durante la operación. Los residuos serán manejados conforme a su clasificación y retirados para su disposición o valorización mediante los mecanismos correspondientes.

- **Prevención y atención de contaminación por hidrocarburos.**

Se verificará que no existan manchas, escurrimientos, material impregnado o residuos asociados con diésel, aceites, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos. En caso de identificarse evidencia de contaminación, se retirará el material afectado y se manejará conforme a sus características y a la normatividad aplicable.

- **Verificación de las condiciones físicas de los bancos de extracción.**

Al concluir el aprovechamiento se verificará que las áreas de extracción correspondan a las secciones, rasantes, profundidades, taludes y demás condiciones establecidas en los estudios técnicos y, en su caso, en las autorizaciones correspondientes. Se evitará dejar acumulaciones de material, bordos artificiales u otros elementos derivados de la operación que pudieran representar una obstrucción al flujo o generar condiciones de inestabilidad en el cauce.

- **Verificación de márgenes y zonas colindantes al cauce.**

Se verificará que las actividades se hayan mantenido dentro de las áreas autorizadas y que no existan afectaciones derivadas de la operación fuera de dichas superficies. En caso de

identificarse alguna alteración atribuible al proyecto, se aplicarán las medidas correctivas o de restauración que correspondan.

- **Revisión de caminos de acceso utilizados.**

Los caminos existentes utilizados para el ingreso de maquinaria y transporte serán inspeccionados al término de las actividades, verificando que no presenten residuos, obstrucciones, procesos de erosión o afectaciones derivadas directamente de la operación. Una vez que dejen de utilizarse para el proyecto, se suspenderán las actividades de deshierbe y mantenimiento asociadas al aprovechamiento, permitiendo el restablecimiento natural de la cobertura herbácea sobre las superficies donde ésta fue retirada para recuperar la transitabilidad de los caminos.

- **Cumplimiento de medidas de restauración o compensación.**

Las medidas de restauración o compensación establecidas en la presente MIA o determinadas por la autoridad ambiental serán ejecutadas en los sitios, plazos y condiciones correspondientes. En caso de establecerse medidas adicionales en la autorización, éstas serán incorporadas a las actividades de cierre del proyecto.

- **Seguimiento posterior al cierre.**

Cuando sea establecido por la autoridad competente o previsto en el Programa de Vigilancia Ambiental, se realizarán recorridos posteriores al cierre para verificar las condiciones de las áreas intervenidas, particularmente la ausencia de residuos o contaminantes, la estabilidad de las superficies utilizadas y las condiciones generales del cauce en los bancos donde se desarrolló el aprovechamiento.

- **Evidencia documental y fotográfica.**

Se integrará evidencia documental y fotográfica de las acciones realizadas durante el abandono del sitio, incluyendo el retiro de maquinaria y equipo, limpieza de las áreas intervenidas, manejo de residuos, condiciones finales de los bancos de extracción y estado de los caminos utilizados. Esta información formará parte de los registros de seguimiento ambiental y, cuando corresponda, de los informes de cumplimiento presentados ante la autoridad.

La etapa de abandono tendrá como finalidad dejar las áreas intervenidas libres de residuos, maquinaria, materiales ajenos al sitio y fuentes potenciales de contaminación, así como verificar que las condiciones finales de los bancos sean congruentes con las características técnicas bajo las cuales fue autorizado el aprovechamiento.

Las actividades de cierre se desarrollarán de manera proporcional a la naturaleza y escala del proyecto, considerando que no se instalará infraestructura permanente ni se habilitarán áreas para almacenamiento o procesamiento del material pétreo. Se mantendrán las medidas orientadas a la protección del cauce, sus márgenes y las áreas utilizadas durante la operación, atendiendo las disposiciones establecidas en la presente MIA y las condicionantes que determine la autoridad competente.

I.4.5 Cronograma de trabajo

Tabla 34. Programa general de gestión previa y periodo inicial de operación.

Etapa o actividad	Gestión previa (fuera de la vida útil)	Año operativo 1	Año operativo 2	Año operativo 3	Año operativo 4	Año operativo 5
Integración, ingreso y evaluación de la MIA-P ante la SEMARNAT	X					
Gestión de la concesión para el aprovechamiento de materiales pétreos ante la CONAGUA	X					
Atención de requerimientos formulados por las autoridades	Según corresponda	Según corresponda	Según corresponda	Según corresponda	Según corresponda	Según corresponda
Presentación del aviso de inicio de actividades	Antes del inicio					
Verificación, delimitación y señalización de los tres bancos autorizados		Antes de iniciar la extracción	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión
Rehabilitación superficial de los caminos existentes		Según se requiera	Según se requiera	Según se requiera	Según se requiera	Según se requiera
Extracción mecánica de material pétreo		X	X	X	X	X
Carga directa y transporte del material		X	X	X	X	X
Vigilancia ambiental, bitácora y cumplimiento de condicionantes		X	X	X	X	X
Limpieza y cierre anual de los frentes de trabajo		Al concluir el ciclo anual	Al concluir el ciclo anual	Al concluir el ciclo anual	Al concluir el ciclo anual	Al concluir el ciclo anual

Etapa o actividad	Gestión previa (fuera de la vida útil)	Año operativo 1	Año operativo 2	Año operativo 3	Año operativo 4	Año operativo 5
Evaluación topográfica, volumétrica, hidráulica y ambiental para determinar la posibilidad de continuidad						X
Solicitud de ampliación, prórroga, renovación o nuevo periodo, en su caso						Antes de concluir el periodo
Cierre y abandono final, si no existe continuidad previamente autorizada						Al concluir el quinto año

Nota: La gestión previa no tiene una duración predeterminada y no forma parte de los cinco años de operación efectiva. El Año Operativo 1 comenzará en la fecha indicada en el aviso formal de inicio de actividades, una vez obtenidas las autorizaciones, permisos y concesiones correspondientes. El cierre anual comprende limpieza, retiro de residuos y verificación de los bancos; no representa el abandono definitivo del proyecto.

I.5 Cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

En los caminos existentes únicamente podría realizarse el deshierbe selectivo de pastos y vegetación herbácea presente sobre la superficie transitada, sin ampliación de la sección, apertura de caminos nuevos ni intervención de la vegetación establecida en sus márgenes.

Previamente al inicio de cada frente de trabajo se verificará y delimitará físicamente la huella de los caminos. Si se identifica dentro de ella vegetación arbustiva, arbórea, ribereña, forestal o secundaria nativa cuya remoción resulte necesaria, no se deberá proceder a su corte o retiro. El punto será excluido temporalmente de las actividades y se realizará la valoración técnica y jurídica correspondiente, incluyendo, cuando resulte aplicable, la gestión previa de la autorización ante SEMARNAT.

Para el proyecto se consideran los siguientes elementos:

1. Polígonos de extracción ubicados en el cauce del Río de La Arena

Los tres polígonos propuestos para la extracción de material pétreo comprenden en conjunto una superficie de 6,895.891 m² y se localizan dentro del cauce del Río de La Arena, sobre áreas constituidas predominantemente por depósitos aluviales de arena, grava y cantos rodados generados por la dinámica fluvial.

En estas superficies, la actividad deberá limitarse al aprovechamiento mecánico del material pétreo depositado en el cauce, dichos polígonos se encuentran dentro del nivel de aguas máximas ordinarias, no deberá contemplar desmonte, tala, derribo de árboles o arbustos ni remoción de vegetación forestal o vegetación ribereña sobre estos.

2. Ausencia de remoción de vegetación forestal

El proyecto no deberá contemplar la tala, derribo o eliminación de vegetación arbórea, o de comunidades de vegetación forestal sobre los bancos de extracción, estos se encuentran dentro del NAMO.

En caso de existir vegetación ésta deberá conservarse, evitando cualquier intervención sobre la vegetación presente en las márgenes del cauce y superficies colindantes.

3. Utilización de caminos de acceso preexistentes

El acceso a los bancos se realizará mediante dos caminos de terracería preexistentes, por lo que no se contempla la apertura de nuevas brechas ni la modificación del trazo actual.

Las actividades sobre estos caminos estarán restringidas a su utilización y, cuando resulte indispensable para mantener condiciones adecuadas de tránsito, acciones menores de mantenimiento sobre la huella de rodamiento actualmente existente, sin ampliación del ancho del camino y sin afectar vegetación arbórea, o forestal ubicada en sus márgenes.

Por lo anterior, los accesos no implicarán la habilitación de nuevas superficies naturales para el tránsito de maquinaria.

4. Características de las superficies de extracción

Las superficies directamente sujetas a extracción corresponden a depósitos aluviales localizados en el lecho del río y constituidos principalmente por arena, grava y cantos rodados.

De acuerdo con las condiciones observadas y la caracterización ambiental incorporada en la presente Manifestación, dentro de las superficies directamente propuestas para extracción no se identificó una cobertura de vegetación arbórea.

Por tanto, la actividad propuesta no considera la transformación de superficies cubiertas por vegetación arbórea para destinarlas al aprovechamiento de materiales pétreos.

5. Ausencia de infraestructura que requiera habilitación de nuevas superficies

El proyecto no contempla la construcción de campamentos, oficinas, talleres, almacenes permanentes de combustibles, patios de almacenamiento, plantas de trituración, cribado o lavado, ni otra infraestructura fija que requiera el desmonte o habilitación de superficies con vegetación natural.

Las actividades se limitarán a la extracción, carga y transporte del material pétreo mediante maquinaria móvil.

6. Regulación ambiental e hidráulica aplicable

La extracción se realizará dentro del cauce de una corriente de aguas nacionales, por lo que el proyecto se encuentra sujeto a las disposiciones aplicables en materia de impacto ambiental y al régimen correspondiente para el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces y bienes públicos inherentes.

La Ley de Aguas Nacionales establece que los cauces de corrientes de aguas nacionales y sus zonas federales se encuentran bajo administración federal y que los materiales pétreos localizados dentro de éstos requieren la concesión correspondiente para su aprovechamiento.

I.5.1 Superficie afectada

Los tres polígonos en los que se realizará directamente la extracción comprenden una superficie conjunta de 6,895.891 m² y se localizan dentro del cauce del Río de La Arena, sobre depósitos aluviales de arena, grava y cantos rodados.

Dentro de estas superficies no se contempla realizar tala, o remoción de vegetación arbórea o ribereña. Las áreas con vegetación natural localizadas en las márgenes del cauce o fuera de los polígonos de aprovechamiento deberán permanecer sin intervención.

Adicionalmente, el tránsito de maquinaria y vehículos se realizará utilizando dos caminos de terracería preexistentes, con una longitud conjunta aproximada de 3,074.446 m, sin apertura de nuevos accesos ni ampliación del ancho o modificación de su trazo actual.

Cuando resulte necesario efectuar mantenimiento en estos accesos, éste se restringirá a la superficie actualmente utilizada como huella de rodamiento, evitando la afectación de vegetación natural localizada fuera de ésta.

I.5.2 Especies sujetas a remoción

No se contempla la remoción de especies arbóreas como parte de las actividades del proyecto.

En los polígonos de extracción, las actividades se desarrollarán sobre superficies aluviales del cauce destinadas directamente al aprovechamiento de arena, grava y cantos rodados, sin contemplar el desmonte de vegetación natural.

En los caminos de acceso preexistentes podrá presentarse vegetación herbácea de crecimiento espontáneo sobre sectores de la huella de rodamiento. Cuando resulte indispensable para mantener condiciones seguras de tránsito, podrá efectuarse mantenimiento superficial limitado exclusivamente a la huella actualmente utilizada, sin ampliar el camino ni se deberá afectar la vegetación que se encuentre en sus márgenes. Las actividades de mantenimiento se limitarán a la huella de rodamiento actualmente utilizada, sin habilitar nuevas superficies. Si para mantener la transitabilidad se requiriera una intervención distinta del manejo herbáceo superficial descrito, el punto deberá excluirse de las actividades hasta realizar la valoración técnica y jurídica correspondiente y, en su caso, obtener previamente la autorización aplicable.

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL

El presente capítulo tiene como finalidad identificar y analizar la vinculación del proyecto “EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSE LUÍS RODRÍGUEZ EN EL RIO DE LA ARENA” con los instrumentos jurídicos, normativos y de planeación territorial aplicables en materia ambiental, así como con aquellos que, en su caso, regulan el uso del suelo en el área propuesta para el aprovechamiento.

El proyecto pretende llevarse a cabo en el cauce del Río de La Arena, dentro del contexto territorial de los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec, en la región Costa del estado de Oaxaca. Por su naturaleza, la actividad propuesta corresponde al aprovechamiento de material pétreo de origen aluvial en un cauce asociado a aguas nacionales, por lo que su evaluación debe considerar tanto las disposiciones en materia de impacto ambiental como aquellas relacionadas con la administración de cauces, zonas federales, recursos hídricos, ordenamiento ecológico y protección de los componentes ambientales del entorno.

En este apartado se revisan los principales instrumentos legales y de planeación que guardan relación con el proyecto, entre ellos la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca, así como los instrumentos de planeación urbana o territorial que resulten aplicables en el ámbito estatal y municipal.

El análisis de vinculación jurídica y ambiental permite determinar la compatibilidad del proyecto con las políticas, lineamientos, criterios ecológicos y disposiciones normativas vigentes. Asimismo, permite identificar las obligaciones ambientales que deberán observarse en caso de obtenerse las autorizaciones correspondientes, incluyendo medidas de prevención, mitigación, control, vigilancia y, cuando proceda, restauración de las áreas intervenidas.

Dado que la actividad propuesta se relaciona con un cauce fluvial, el análisis normativo no debe limitarse al uso de suelo en sentido urbano o territorial, sino que debe incorporar la regulación ambiental y administrativa aplicable a obras o actividades en cauces, zonas federales y bienes nacionales. En consecuencia, cualquier aprovechamiento de material pétreo deberá sujetarse a la autorización en materia de impacto ambiental que, en su caso, emita la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como a la concesión, permiso u opinión técnica que corresponda por parte de la Comisión Nacional del Agua.

La vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables se realiza bajo un criterio preventivo, considerando que el proyecto se encuentra sujeto a evaluación y que su ejecución dependerá de las resoluciones que emitan las autoridades competentes. Por ello,

las actividades descritas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental deberán entenderse como propuestas sujetas a autorización, condicionamiento o modificación, conforme a lo que determine la autoridad ambiental.

La presente vinculación se realiza con el objeto de identificar las disposiciones jurídicas que guardan relación directa con el proyecto propuesto y establecer la forma en que serán atendidas mediante la Manifestación de Impacto Ambiental, las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental, así como el cumplimiento de las condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad competente.

II.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)** constituye el principal ordenamiento jurídico en materia ambiental en México y establece las bases para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Para el presente proyecto, la LGEEPA resulta aplicable debido a que se solicita el aprovechamiento de material pétreo en greña dentro del cauce del Río de La Arena, actividad que debe ser evaluada previamente por la autoridad ambiental federal a través del procedimiento de impacto ambiental. Bajo este marco, la presente Manifestación de Impacto Ambiental tiene como finalidad identificar los posibles efectos ambientales derivados de la extracción, carga, traslado de los caminos internos, del material, así como proponer las medidas necesarias para prevenir, mitigar o reducir los impactos negativos sobre el cauce, sus márgenes y los componentes ambientales asociados.

La vinculación con esta Ley permite sustentar la obligación del promovente de someter el proyecto a evaluación ante la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**, así como de ejecutar, en caso de autorizarse, las actividades bajo criterios de prevención, control ambiental, manejo adecuado de residuos, protección del recurso hídrico y cumplimiento de las condicionantes que determine la autoridad competente.

Tabla 35. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Artículo 15, fracción IV	Establece el principio de que quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos correspondientes.	El proyecto se vincula con este principio, ya que la extracción de material pétreo en cauce puede generar impactos ambientales si no se realiza bajo control operativo. Por ello, la presente MIA identifica y evalúa los posibles impactos ambientales, y propone medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento para reducir sus efectos sobre el cauce, márgenes del río, suelo, agua, flora, fauna y dinámica hidrológica.

Artículo 28, fracción X	Señala que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental las obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.	El proyecto se vincula directamente con esta disposición, debido a que se pretende realizar el aprovechamiento de material pétreo dentro del cauce del Río de La Arena. Por tal motivo, se somete a evaluación ante la SEMARNAT mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular, previo a la ejecución de las actividades solicitadas.
Artículo 30	Dispone que, para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, los interesados deberán presentar una manifestación de impacto ambiental que describa los posibles efectos sobre los ecosistemas y las medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias para evitar o reducir los efectos negativos.	La presente MIA cumple con esta disposición al describir las características del proyecto, la Región Ecológica, las condiciones del sitio, la flora y fauna presentes o potenciales, así como los impactos ambientales que pudieran derivarse de la extracción, carga y traslado. Asimismo, se establecen medidas para prevenir, mitigar y dar seguimiento a los impactos identificados.
Artículo 35	Establece que, una vez presentada la MIA, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación y revisará que la solicitud se ajuste a la Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas aplicables, los programas de ordenamiento ecológico, declaratorias de áreas naturales protegidas y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto se vincula con este artículo porque la presente MIA integra el análisis de los instrumentos aplicables al sitio, incluyendo ordenamientos ecológicos, Áreas Naturales Protegidas, regiones prioritarias, criterios ambientales, normatividad y medidas de manejo. La autorización, en su caso, quedará sujeta a la evaluación integral que realice la SEMARNAT y a las condicionantes que determine en la resolución correspondiente.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se ajusta al marco de la LGEEPA al someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la SEMARNAT, por tratarse de una actividad propuesta dentro de un cauce natural. La presente MIA tiene como finalidad identificar los posibles efectos ambientales derivados del aprovechamiento de material pétreo y establecer las medidas necesarias para prevenir, mitigar y controlar dichos impactos.

La ejecución del proyecto, en caso de autorizarse, deberá realizarse exclusivamente dentro del polígono evaluado, sin apertura de nuevos caminos, sin infraestructura permanente, sin descargas de aguas residuales al cauce, sin almacenamiento permanente de combustibles y sin actividades de mantenimiento de maquinaria dentro del río o sobre superficies permeables. Asimismo, el promovente deberá cumplir las medidas ambientales propuestas

en esta Manifestación de Impacto Ambiental y las condicionantes que determine la autoridad competente.

II.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental establece las disposiciones específicas para regular el procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en la LGEEPA. Este instrumento precisa las obras y actividades que requieren autorización previa de la SEMARNAT, las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental, el contenido mínimo de los estudios y los criterios que debe considerar la autoridad durante la evaluación.

Para el presente proyecto, dicho Reglamento resulta aplicable debido a que se solicita el aprovechamiento de material pétreo en greña dentro del cauce del Río de La Arena, mediante extracción mecánica, carga directa a camiones de volteo y transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Por tratarse de una actividad vinculada a un cauce natural, su evaluación debe realizarse previo a cualquier ejecución, a fin de identificar los posibles impactos ambientales y establecer las medidas de prevención, mitigación y seguimiento correspondientes.

Tabla 36.Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Artículo 5, inciso A), fracción X	Establece que requieren previamente autorización en materia de impacto ambiental las obras de dragado de cuerpos de agua nacionales.	El proyecto contempla la extracción mecánica de material pétreo depositado en el cauce del Río de La Arena, mediante tres bancos de aprovechamiento previamente delimitados. Debido a que las actividades implican la remoción de materiales del lecho de un cuerpo de agua nacional, el proyecto se vincula con este supuesto y, por tanto, se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la SEMARNAT.

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Artículo 5, inciso R), fracción II	Establece que requieren autorización en materia de impacto ambiental las actividades con fines u objetivos comerciales desarrolladas en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales, con las excepciones previstas en el propio Reglamento.	El aprovechamiento de material pétreo tiene un fin comercial y se desarrollará dentro del cauce del Río de La Arena, por lo que el proyecto también se vincula con este supuesto reglamentario. En consecuencia, las actividades propuestas se sujetan previamente a la evaluación y autorización de la SEMARNAT, sin perjuicio de las autorizaciones, concesiones o permisos que correspondan ante la CONAGUA.
Artículo 9	Establece que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad correspondiente para que ésta evalúe el proyecto.	Se da cumplimiento mediante la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, en la que se describen las características, ubicación, dimensiones, método de extracción, maquinaria, actividades y medidas ambientales correspondientes al proyecto.
Artículo 10	Establece que las Manifestaciones de Impacto Ambiental podrán presentarse en modalidad regional o particular.	El proyecto se presenta en modalidad particular, al corresponder a un aprovechamiento específico de material pétreo mediante tres bancos de extracción delimitados dentro del Río de La Arena y no encontrarse dentro de los supuestos que requieren modalidad regional.
Artículo 12	Establece el contenido que deberá integrar una Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad particular, incluyendo la descripción del proyecto, vinculación jurídica, caracterización ambiental, identificación de impactos y medidas de prevención y mitigación.	La presente MIA-P integra los apartados e información requeridos para evaluar las características del proyecto, las condiciones ambientales del área de estudio, los impactos potenciales derivados de la extracción, carga y transporte del material, así como las medidas ambientales propuestas para prevenir, mitigar y controlar dichos impactos.

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Artículo 17	Establece la presentación de un estudio de riesgo cuando se pretendan realizar actividades consideradas altamente riesgosas.	El proyecto no contempla actividades altamente riesgosas, uso de explosivos, procesos industriales ni almacenamiento permanente de sustancias peligrosas en cantidades de reporte. Por lo anterior, no se prevé la presentación de un estudio de riesgo; no obstante, se contemplan medidas preventivas para el manejo de combustibles, maquinaria y atención de derrames accidentales.
Artículo 44	Establece los criterios que deberá considerar la Secretaría durante la evaluación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental, incluyendo los posibles efectos del proyecto sobre los ecosistemas y el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables.	La MIA analiza los efectos potenciales del proyecto sobre los componentes físicos y bióticos del Río de La Arena y su entorno, así como su congruencia con los instrumentos de ordenamiento ecológico, áreas de importancia ambiental, legislación y Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Asimismo, se establecen medidas específicas para prevenir y mitigar los impactos identificados.
Artículo 45	Establece que, una vez concluida la evaluación, la Secretaría podrá autorizar el proyecto en los términos solicitados, autorizarlo de manera condicionada o negar la autorización.	La ejecución del proyecto quedará sujeta a la resolución que emita la SEMARNAT. En caso de obtenerse la autorización, el promovente deberá cumplir las medidas propuestas en la MIA, así como los términos y condicionantes que establezca la autoridad. Las actividades objeto de evaluación no deberán iniciarse previamente a la obtención de la autorización correspondiente.

II.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)** establece las bases para la prevención de la generación, valorización, manejo integral y disposición final de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. Para el presente proyecto, esta Ley resulta aplicable debido a que durante las actividades de extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores se generarán residuos sólidos

urbanos en pequeñas cantidades, asociados principalmente a la presencia del personal operativo.

Asimismo, aunque durante la operación normal no se prevé la generación ordinaria de residuos peligrosos, la Ley se considera aplicable de manera preventiva ante la posibilidad de que se generen residuos contaminados de forma incidental, tales como estopas, material absorbente, suelo impregnado, envases contaminados o residuos derivados de una fuga o derrame accidental de combustible, aceite, lubricante o fluido hidráulico.

Tabla 37. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Artículo 1.	Este artículo establece que la Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable mediante la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos, así como prevenir la contaminación de sitios y llevar a cabo su remediación cuando corresponda.	El proyecto se vincula con este artículo debido a que, durante su operación, deberán prevenirse y manejarse adecuadamente los residuos que pudieran generarse. Para ello, se propone la separación de residuos sólidos urbanos en recipientes diferenciados para residuos revalorizables, no revalorizables y orgánicos, así como su retiro periódico del sitio. De igual manera, se establecen medidas para evitar que cualquier residuo sea abandonado, enterrado, quemado o dispuesto dentro del cauce, márgenes del río, caminos de acceso existentes o zonas de maniobra.

Artículo 2.	Este artículo establece principios aplicables a la gestión de residuos, entre ellos la prevención y minimización de la generación, el manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas, la responsabilidad del generador sobre los costos derivados del manejo de residuos y la valorización de aquellos materiales susceptibles de aprovechamiento.	El proyecto atenderá estos principios mediante la reducción de residuos desde la fuente, considerando que no se instalarán campamentos, oficinas, comedores permanentes ni talleres dentro del área operativa. Los residuos que se generen estarán asociados principalmente al consumo básico de alimentos y bebidas por parte de los cinco trabajadores. Los materiales reciclables o revalorizables deberán separarse y retirarse para su aprovechamiento, mientras que los residuos no revalorizables y orgánicos deberán canalizarse al sistema de recolección o sitio autorizado correspondiente.
Artículo 5.	Este artículo contiene definiciones relevantes para la aplicación de la Ley, entre ellas las relativas a residuo, residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos, manejo integral, valorización, separación primaria, separación secundaria y sitio contaminado.	La clasificación de los residuos generados durante el proyecto deberá realizarse conforme a estas definiciones. Los residuos ordinarios generados por el personal, tales como envases, envolturas, papel, cartón, latas, botellas y restos mínimos de alimentos, serán considerados residuos sólidos urbanos por sus características domiciliarias. En caso de que algún material entre en contacto con hidrocarburos, aceites, lubricantes o fluidos hidráulicos, deberá manejarse como residuo contaminado o

		peligroso, según sus características, evitando su mezcla con los residuos sólidos urbanos.
Artículo 18.	Este artículo señala que los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos, con el objeto de facilitar su separación primaria y secundaria conforme a los programas estatales y municipales aplicables.	Durante la operación del proyecto deberán colocarse al menos tres recipientes diferenciados y rotulados: uno para residuos revalorizables, uno para residuos no revalorizables y uno para residuos orgánicos. Esta separación permitirá ordenar el manejo de los residuos generados por el personal, facilitar su retiro periódico y evitar su dispersión en el cauce o áreas operativas.
Artículo 40.	Este artículo establece que los residuos peligrosos deberán manejarse conforme a la Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables.	Aunque no se prevé la generación ordinaria de residuos peligrosos, el criterio resulta aplicable de manera preventiva. En caso de presentarse una fuga o derrame accidental de combustible, aceite, lubricante o fluido hidráulico, los materiales impregnados deberán retirarse de inmediato y colocarse en recipientes adecuados, resistentes, cerrados, sellados e identificados. Dichos residuos deberán mantenerse separados de los residuos sólidos urbanos y gestionarse conforme a la normatividad aplicable.

Artículo 41.	Este artículo establece que los generadores de residuos peligrosos deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada.	En caso de generarse residuos peligrosos de manera incidental, el promovente deberá asegurar su manejo seguro, evitando su disposición en el cauce del Río de La Arena, márgenes, **caminos de acceso existentes, zonas de maniobra o superficies permeables**. También deberá evitarse el uso de agua para dispersar derrames, priorizando la contención, recuperación del material impregnado y resguardo temporal en recipientes adecuados.
Artículo 42.	Este artículo prevé que los generadores o poseedores de residuos peligrosos podrán contratar servicios de manejo con empresas autorizadas, manteniendo la responsabilidad sobre el manejo y disposición final de los residuos generados.	Si llegaran a generarse residuos peligrosos derivados de una contingencia, estos deberán retirarse mediante un prestador autorizado, cuando corresponda. El promovente deberá verificar que la empresa encargada del manejo cuente con autorización vigente y que los residuos sean trasladados y dispuestos conforme a la legislación aplicable.
Artículo 45.	Este artículo establece que los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos conforme a la Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables.	Al término de las actividades o durante la etapa de abandono del sitio, el promovente deberá verificar que los tres bancos de extracción, los caminos de acceso existentes y las zonas de maniobra queden libres de residuos peligrosos,

	Asimismo, señala que deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación las instalaciones donde se hayan generado cuando concluyan las actividades.	materiales impregnados, manchas de hidrocarburos, envases contaminados o cualquier elemento que pudiera representar riesgo de contaminación al suelo, material aluvial o cauce.
Artículo 95.	Este artículo establece que la regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial se llevará a cabo conforme a la LGPGIR, la Ley General de Economía Circular, las disposiciones estatales y demás ordenamientos aplicables.	Los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores deberán manejarse conforme a las disposiciones aplicables en el ámbito municipal y estatal. Para ello, se deberá realizar su separación, almacenamiento temporal en recipientes adecuados, retiro periódico y disposición en sitios autorizados o mediante el sistema de recolección correspondiente.
Artículo 96.	Este artículo señala que las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán promover la reducción, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con la finalidad de proteger la salud y prevenir la contaminación ambiental.	El proyecto deberá ajustarse a las disposiciones locales aplicables para el manejo de residuos sólidos urbanos. La separación de residuos revalorizables, no revalorizables y orgánicos permitirá reducir el volumen de residuos enviados a disposición final y favorecer su manejo adecuado. En caso de autorizarse el proyecto, el promovente deberá mantener condiciones de limpieza y orden en el área operativa, evitando la acumulación de residuos y su dispersión por viento, lluvia o tránsito de maquinaria.

Con base en lo anterior, la LGPGIR resulta aplicable al proyecto principalmente por la generación de residuos sólidos urbanos asociados al personal operativo y por la posible generación incidental de residuos contaminados con hidrocarburos. En consecuencia, el proyecto deberá aplicar medidas de prevención, separación, almacenamiento temporal, retiro periódico, valorización cuando sea posible y disposición adecuada, evitando afectaciones al cauce del Río de La Arena, al suelo y a los componentes ambientales del sitio.

II.4 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca

La **Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos** establece disposiciones orientadas a prevenir la generación de residuos, promover su separación, valorización, manejo integral y disposición final adecuada, así como evitar afectaciones al ambiente y a la salud pública derivadas de su manejo inadecuado.

Para el presente proyecto, esta Ley resulta aplicable de manera preventiva y operativa, debido a que durante las actividades de extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores se generarán residuos sólidos urbanos en cantidades reducidas, asociados principalmente a la presencia de cinco trabajadores durante cinco días laborales por semana.

Tabla 38. Vinculación del proyecto con la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca.

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Disposiciones relativas a la prevención y manejo integral de residuos sólidos	La Ley promueve que la generación de residuos sólidos se prevenga, reduzca y maneje bajo criterios de separación, almacenamiento temporal, recolección, valorización y disposición final adecuada.	El proyecto generará residuos sólidos urbanos en baja cantidad, principalmente envolturas, envases, botellas, latas, papel, cartón, servilletas y restos mínimos de alimentos. Debido al contexto rural del sitio, sin presencia inmediata de tiendas, comercios o comedores, se estima que la generación real de residuos será reducida. Para su manejo, deberán colocarse tres recipientes diferenciados y rotulados: residuos revalorizables, residuos no revalorizables y

		residuos orgánicos. Los residuos deberán retirarse periódicamente del sitio y entregarse al sistema municipal de recolección, centro de acopio o sitio autorizado, según corresponda.
Disposiciones relativas a la separación de residuos:	La Ley fomenta la separación de residuos desde la fuente, con la finalidad de facilitar su aprovechamiento, valorización y manejo adecuado.	El promovente deberá implementar la separación básica de residuos desde el área operativa. Los residuos revalorizables, como PET, latas, cartón, papel limpio y envases plásticos, deberán mantenerse separados de los residuos no revalorizables y orgánicos. Esta medida permitirá reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final y evitará su dispersión dentro del cauce, márgenes del río o caminos internos.
Disposiciones relativas a la responsabilidad del generador:	La Ley establece que quien genere residuos debe manejarlos de manera adecuada y evitar que estos ocasionen contaminación al ambiente o afectaciones a terceros.	El promovente será responsable del manejo de los residuos sólidos urbanos generados por el personal durante la operación. Por ello, deberá garantizar su almacenamiento temporal en recipientes adecuados, su retiro periódico y su disposición en sitios autorizados. Quedará prohibido abandonar, enterrar, quemar o disponer residuos dentro del cauce del Río de La Arena, en sus márgenes o en superficies permeables.

Disposiciones relativas a grandes generadores y obligaciones específicas:	Considerando la escala del proyecto, la plantilla aproximada de cinco trabajadores y una generación estimada de **12.50 kg/semana** de residuos sólidos urbanos, no se prevé que el proyecto genere una cantidad igual o superior a **10 toneladas anuales** de residuos. Por lo tanto, de manera preliminar, no se advierte que el proyecto se ubique dentro del supuesto de gran generador ni que por volumen requiera una autorización específica asociada a dicha categoría.	La generación de residuos sólidos urbanos será mínima y estará relacionada únicamente con el consumo básico de alimentos y bebidas del personal. No se instalarán oficinas, campamentos, comedores permanentes ni talleres dentro del área del proyecto, por lo que no se esperan volúmenes significativos de residuos. No obstante, el promovente deberá mantener un manejo ordenado, preventivo y documentado de los residuos generados, independientemente de que no se actualice el supuesto de gran generador.
Disposiciones relativas a la disposición inadecuada de residuos:	La Ley busca prevenir la contaminación del suelo, cuerpos de agua y sitios naturales por la disposición inadecuada de residuos sólidos.	Por ubicarse en un cauce natural, el proyecto deberá extremar las medidas para evitar la dispersión o disposición de residuos dentro del Río de La Arena. Los residuos no deberán acumularse en el banco de extracción o caminos internos. En caso de presentarse contaminación puntual por residuos no peligrosos, el promovente deberá realizar la limpieza inmediata del sitio y retirar los materiales hacia el sistema de manejo correspondiente.

Disposiciones relativas a residuos peligrosos:	La gestión de residuos peligrosos corresponde principalmente al ámbito federal; sin embargo, la Ley estatal resulta complementaria respecto a la prevención de contaminación por residuos y al manejo adecuado de los residuos sólidos generados en el sitio.	Durante la operación normal no se prevé la generación ordinaria de residuos peligrosos, ya que el mantenimiento de maquinaria y vehículos deberá realizarse fuera del cauce y del área operativa, en talleres establecidos o sitios adecuados. En caso de generarse residuos contaminados de manera incidental, como estopas, material absorbente o suelo impregnado con hidrocarburos, estos deberán manejarse por separado, depositarse en recipientes adecuados, cerrados, sellados e identificados, y retirarse conforme a la normatividad federal aplicable.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se vincula con la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Oaxaca principalmente por la generación reducida de residuos sólidos urbanos. El cumplimiento se realizará mediante separación en fuente, almacenamiento temporal adecuado, retiro periódico, valorización de materiales recuperables y disposición final en sitios autorizados, evitando cualquier afectación al cauce del Río de La Arena y a su entorno inmediato.

II.5 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales tiene por objeto regular la explotación, uso, aprovechamiento, distribución y control de las aguas nacionales, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral y sustentable. Asimismo, establece el régimen jurídico aplicable a los bienes públicos inherentes a las aguas nacionales y las facultades de la Autoridad del Agua para su administración.

Para el presente proyecto resultan de aplicación, entre otros, los siguientes preceptos:

Tabla 39. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Artículo 113.	El proyecto se localiza dentro del cauce de una corriente de aguas nacionales, por lo que las actividades de extracción de material pétreo se desarrollarán sobre un bien nacional cuya administración corresponde a la Comisión Nacional del Agua. En consecuencia, el aprovechamiento deberá sujetarse a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales y a las condiciones que, en su caso, se establezcan en el instrumento jurídico que autorice dicho aprovechamiento.	El proyecto se localiza dentro del cauce de una corriente de aguas nacionales, por lo que las actividades de extracción de material pétreo se desarrollarán sobre un bien nacional cuya administración corresponde a la Comisión Nacional del Agua. En consecuencia, el aprovechamiento deberá sujetarse a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales y a las condiciones que, en su caso, se establezcan en el instrumento jurídico que autorice dicho aprovechamiento.
Artículo 113 Bis.	Dispone que los materiales pétreos localizados dentro de los cauces de las aguas nacionales y en sus bienes públicos inherentes quedan al cargo de la Autoridad del Agua, siendo obligatorio contar con una concesión para su aprovechamiento. Asimismo, establece que la autoridad vigilará el cumplimiento de las condiciones de la concesión y prevé como causas de revocación, entre otras, la extracción de volúmenes mayores a los autorizados o el depósito de materiales y desechos dentro del cauce.	El proyecto considera la gestión de la concesión correspondiente para el aprovechamiento de material pétreo, así como el cumplimiento de las condiciones técnicas y operativas que determine la autoridad competente. La extracción se limitará a los bancos de material delimitados mediante los estudios topográfico, hidrológico e hidráulico, respetando los volúmenes, superficies, profundidades y programa de aprovechamiento que, en su caso, sean autorizados. Asimismo, durante la ejecución del proyecto se evitará la disposición de materiales, residuos o escombros dentro del cauce, procurando mantener la funcionalidad hidráulica y las condiciones naturales del

		sistema fluvial, en apego a las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales.

II.5.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales** desarrolla las disposiciones técnicas y administrativas aplicables a la explotación, uso o aprovechamiento de los bienes nacionales a cargo de la Comisión Nacional del Agua. Para el proyecto **"EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSE LUIS RODRÍGUEZ EN EL RÍO DE LA ARENA",** resultan particularmente relevantes los artículos 174, 176, 177 y 179, debido a que regulan la solicitud, otorgamiento y cumplimiento de las concesiones para la extracción de materiales pétreos en cauces nacionales.

Tabla 40. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Artículo 174.	Establece la información que deberán contener las solicitudes para obtener una concesión sobre bienes nacionales, incluyendo la identificación del solicitante, localización y objeto del aprovechamiento, descripción de la actividad, plazo solicitado y, en su caso, planos y memoria descriptiva. Para la explotación de materiales de construcción localizados en cauces o vasos deberán precisarse sus características, volúmenes de extracción, valor comercial y uso previsto.	El proyecto incorpora la localización y delimitación de los **tres bancos de extracción**, sus coordenadas, superficies, cadenamientos, características del material pétreo, volumen anual estimado, método de extracción, maquinaria y periodo solicitado de aprovechamiento. Asimismo, se cuenta con levantamiento topográfico, cálculos de rasante, secciones transversales y estudios hidrológico e hidráulico que sustentan técnicamente la actividad propuesta.
Artículo 176.	Dispone que la extracción de materiales pétreos únicamente podrá concesionarse dentro de	El aprovechamiento se limita a tres polígonos ubicados dentro del cauce del Río de La Arena. La extracción se realizará mediante

	cauces y vasos, siempre que no se afecten sus zonas de protección o seguridad. También establece que no se otorgarán concesiones para extraer materiales de las riberas o zonas federales laterales. En cauces donde las condiciones hidráulicas lo requieran deberán emplearse procedimientos mecánicos que no afecten el libre flujo de la corriente. Asimismo, prevé la recuperación de los bancos y señala que las concesiones podrán otorgarse por volumen o por el periodo de extracción solicitado.	procedimientos mecánicos, de forma gradual y controlada, de aguas abajo hacia aguas arriba y conforme a las rasantes, secciones y taludes considerados en el estudio hidráulico. El proyecto no plantea el aprovechamiento de materiales en las riberas o zonas federales laterales. Al finalizar las actividades se aplicarán medidas de limpieza, conformación física y recuperación de las áreas intervenidas.
Artículo 177.	Señala que los títulos de concesión deberán especificar la corriente o vaso, la ubicación y delimitación del área autorizada, el objeto del aprovechamiento, las obras aprobadas, las modalidades técnicas y administrativas, la duración de la concesión y sus causas de revocación o terminación. Asimismo, establece que el proyecto no podrá modificarse sustancialmente sin autorización previa.	Las actividades deberán ejecutarse exclusivamente dentro de los bancos, superficies, coordenadas y cadenamientos autorizados, respetando el volumen anual, método de extracción, temporalidad y condiciones técnicas que se establezcan en el título correspondiente. Cualquier modificación sustancial relacionada con los polígonos, volúmenes, profundidades, método de aprovechamiento o **superficies vinculadas al proyecto** deberá someterse previamente al procedimiento aplicable.
Artículo 179.	Establece las obligaciones de los concesionarios, entre ellas ejecutar únicamente el aprovechamiento consignado	En caso de obtenerse la concesión, el promovente deberá limitarse al aprovechamiento expresamente autorizado,

	en el título, iniciar las actividades en las fechas aprobadas, realizar solo las obras autorizadas, cubrir los pagos correspondientes, desocupar las áreas al concluir la concesión y cumplir las demás obligaciones técnicas, jurídicas y administrativas establecidas.	mantener las actividades dentro de las áreas delimitadas, cumplir con los volúmenes y periodos aprobados, efectuar los pagos aplicables y atender las obligaciones de seguimiento y control. Al término de las actividades deberá retirar la **excavadora, los camiones de volteo, equipo auxiliar, residuos, señalización temporal y demás elementos utilizados durante la operación**, dejando las áreas en condiciones estables y libres de fuentes potenciales de contaminación.

Estas disposiciones sustentan la necesidad de que el aprovechamiento de material pétreo se realice mediante una concesión específica, con delimitación precisa, control de volúmenes, procedimientos compatibles con el funcionamiento hidráulico del cauce y medidas de recuperación al concluir las actividades.

II.6 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) regula la conservación y el aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres y de sus hábitats en el territorio nacional. Dado que el proyecto **"EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ EN EL RÍO DE LA ARENA"** se localiza dentro de un entorno fluvial en el que se identificó la presencia de vegetación ribereña y diversas especies de fauna silvestre, el desarrollo de las actividades se sujetará a los principios de conservación y protección establecidos en este ordenamiento.

El proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de especies de flora ni de fauna silvestre. Las actividades operativas se limitarán de manera estricta a la superficie de 6,895.891 m² distribuida en los tres bancos de extracción delimitados dentro del cauce del río, así como a la huella de dos caminos de acceso preexistentes, se tomaran medidas dirigidas a conservar la vegetación colindante y reducir el riesgo de afectación de los hábitats colindantes y de la franja de vegetación riparia que bordea el cuerpo de agua.

Durante la caracterización del medio biótico, se registró la presencia confirmada de la especie *Tigrisoma mexicanum* (garza tigre mexicana), clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De igual manera, se identificó la

presencia potencial de especies en categoría de riesgo como *Megascops cooperi* (Pr), *Ctenosaura pectinata* (Amenazada - A), *Boa constrictor* (Amenazada - A) *Micrurus browni* (Pr) y *Leopardus pardalis* (En Peligro de Extinción - P). En apego a la LGVS, se implementarán medidas preventivas estrictas que incluyen la realización de inspecciones visuales previas al inicio de cada jornada, el ahuyentamiento pasivo de ejemplares, la restricción de límites de velocidad para la maquinaria y los camiones, y la prohibición absoluta de actividades de cacería, captura, molestia, comercialización o sacrificio de fauna silvestre por parte del personal.

Tabla 41.Vinculación del proyecto con la Ley de Vida Silvestre.

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación y atención en el proyecto
Artículo 1	Establece como objeto de la Ley la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional.	El proyecto incorpora criterios de prevención y protección de la vida silvestre durante sus actividades. La extracción se limitará a los tres bancos definidos dentro del cauce y a los accesos existentes, evitando extender las maniobras hacia superficies no consideradas en el proyecto.
Artículo 4	Establece el deber de conservar la vida silvestre y prohíbe los actos que impliquen su destrucción, daño o perturbación en perjuicio de los intereses de la Nación.	Durante la operación queda prohibida la cacería, captura, colecta, persecución, comercialización o afectación intencional de ejemplares de fauna silvestre. Previo al inicio de actividades se realizarán recorridos visuales y, de detectarse fauna dentro del área de maniobra, se permitirá su desplazamiento natural antes de continuar los trabajos.
Artículo 5, fracciones I, II y III	Establece como criterios de la política nacional la protección de los hábitats naturales, la aplicación de medidas preventivas para mantener la viabilidad de ecosistemas y poblaciones, y el uso de información técnica y científica para su conservación.	Se mantendrá la intervención dentro de las superficies evaluadas, evitando la ampliación de caminos, la afectación innecesaria de las márgenes. Asimismo, se aplicarán medidas preventivas para reducir perturbaciones por tránsito, ruido y presencia de maquinaria.
Artículos 56 y 58	La Ley prevé la identificación de especies y poblaciones en riesgo mediante la norma oficial mexicana correspondiente y reconoce	En la caracterización de fauna se consideraron las especies registradas y aquellas con distribución potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones. Particularmente, ante la

	las categorías de peligro de extinción, amenazada y sujeta a protección especial.	identificación de *Tigrisoma mexicanum* en el entorno ribereño, se aplicarán medidas de prevención y protección, evitando su captura, manipulación o afectación.
Artículo 60	Establece acciones para promover la conservación y protección de especies y poblaciones en riesgo y de los hábitats asociados a éstas.	Como medida preventiva, antes del ingreso de maquinaria se realizará una inspección visual del frente de trabajo. Cuando se detecten ejemplares de fauna, se suspenderá temporalmente la maniobra inmediata para permitir su desplazamiento natural. No se contemplan actividades nocturnas y la operación se realizará exclusivamente dentro del horario establecido para el proyecto.

II.7. Áreas Naturales Protegidas

Las **Áreas Naturales Protegidas (ANPs)** son espacios geográficos especialmente dedicados a la conservación de la biodiversidad, los recursos naturales y los procesos ecológicos. Estas áreas están sujetas a un régimen especial de manejo para proteger su entorno natural y cultural, asegurando su preservación a largo plazo.

Tipos de Áreas Naturales Protegidas:

- **Parques Nacionales**: Áreas destinadas a la conservación de ecosistemas grandes, donde se permite la investigación científica, la educación ambiental y el turismo controlado, pero no se permite la explotación de recursos.
- **Reservas de la Biosfera**: Zonas que combinan la conservación con el desarrollo sostenible, promoviendo la coexistencia de actividades humanas y la protección de los ecosistemas.
- **Áreas de Protección de Flora y Fauna**: Zonas que aseguran la preservación de especies en peligro y sus hábitats.
- **Monumentos Naturales**: Espacios que protegen elementos naturales de importancia excepcional, como formaciones geológicas o sitios arqueológicos.

Con la finalidad de identificar la posible interacción del proyecto con Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal y federal, se realizó la sobreposición cartográfica la Región Ecológica del proyecto con las capas oficiales disponibles para dichas categorías de conservación. Con base en el análisis cartográfico, se identificó que la Región Ecológica del proyecto **"EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ EN EL RÍO DE LA ARENA"** no se ubica dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter

estatal o federal. Las Áreas Naturales Protegidas representadas en el entorno regional se localizan fuera del polígono la Región Ecológica y del área propuesta para el aprovechamiento de material pétreo.

Entre las áreas protegidas más cercanas identificadas se encuentra **Playa Cahuitán** asociada a la zona litoral, sin interacción directa con el polígono del proyecto.

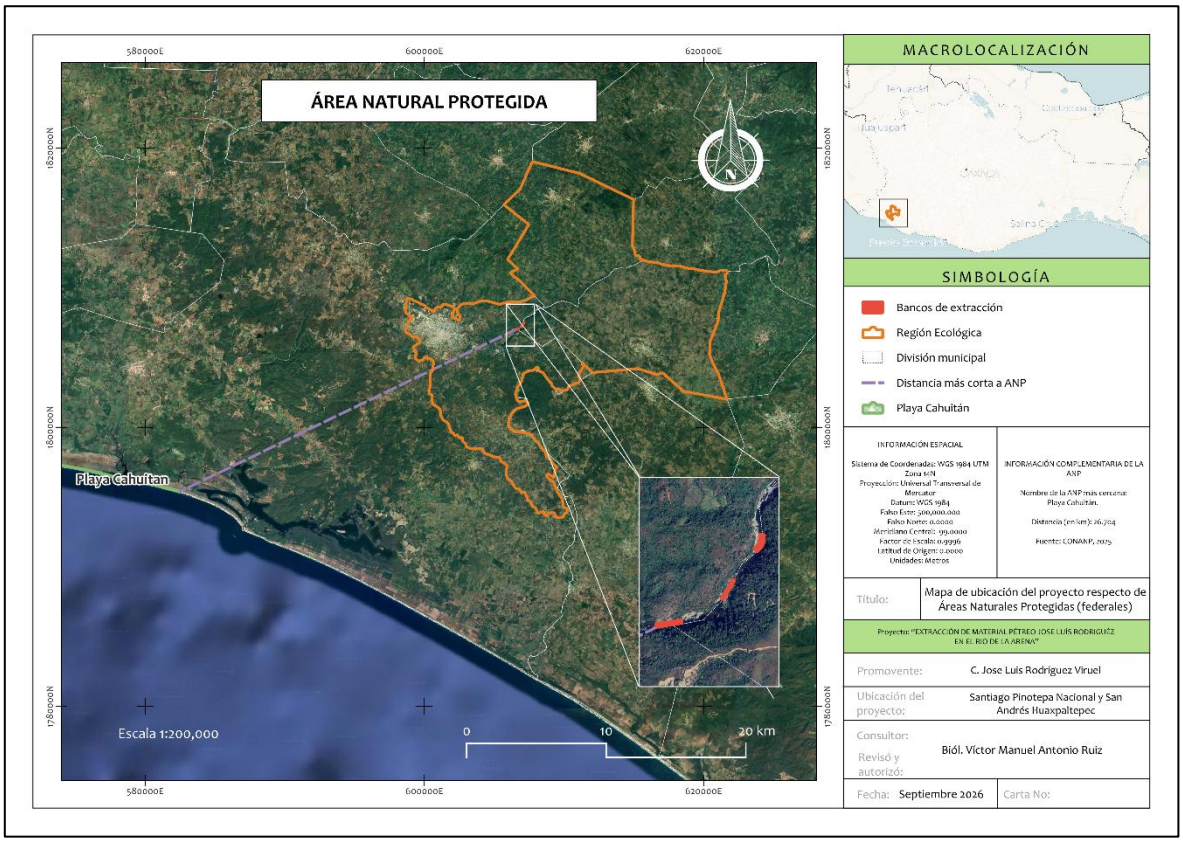


Imagen 9. Áreas naturales protegidas cercanas al proyecto.

Tabla 42. Superficies de incidencia en Área Natural Protegida (ANP) Federal.

Superficies de incidencia en Área Natural Protegida (ANP) Federal.					
Estructura/Componente del proyecto	Área de afectación (m^2)	Área de afectación por obras en ANP(m^2)	Tipo de afectación Permanente o Temporal	Área de la estructura o componente fuera de ANP(m^2)	Nombre del ANP
No aplica					

Por lo anterior, no se prevén impactos directos sobre Áreas Naturales Protegidas estatales o federales derivados de la actividad propuesta. No obstante, la identificación de estas áreas resulta relevante para el análisis ambiental regional, ya que permite reconocer la presencia de zonas sujetas a conservación dentro del contexto territorial amplio del proyecto.

II.8 Programas de Ordenamiento Ecológico Regional, Marino, Estatal, Municipal y Local

II.8.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)** constituye un instrumento de política ambiental de alcance nacional, mediante el cual se establecen lineamientos y estrategias orientadas a regular e inducir el uso del territorio y las actividades productivas bajo criterios de sustentabilidad. Su finalidad es contribuir a la protección del ambiente, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la restauración de los ecosistemas y la reducción de conflictos derivados del uso del territorio.

Este instrumento no autoriza ni prohíbe directamente proyectos específicos; sin embargo, funciona como una base de orientación para que las obras, actividades y programas sectoriales se desarrollen de manera congruente con las políticas ambientales definidas para cada unidad territorial. Por ello, su análisis resulta relevante para evaluar la compatibilidad del proyecto **"EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO JOSE LUIS RODRÍGUEZ EN EL RÍO DE LA ARENA",** con la política ambiental aplicable al sitio donde se propone el aprovechamiento.

El ordenamiento ecológico general del territorio se estructura a partir de una regionalización ambiental del país, basada en características biofísicas como clima, relieve, vegetación, suelo, hidrología y otros elementos del medio natural. A partir de dicha regionalización se definieron las **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**, las cuales permiten identificar condiciones de relativa homogeneidad ambiental y establecer políticas, lineamientos y estrategias aplicables a cada región.

Conforme a la sobreposición cartográfica realizada, el área propuesta para el proyecto se ubica dentro de la **Unidad Ambiental Biofísica UAB 100**, denominada **Cordillera Costera Occidental de Oaxaca**, perteneciente a la **Región Ecológica 18.17** y al **Ordenamiento Regional 121**. Esta unidad presenta como política ambiental la de **Restauración y Aprovechamiento Sustentable**, lo cual implica que las actividades productivas que pretendan desarrollarse en su territorio deberán orientarse al uso racional de los recursos naturales, evitando incrementar los procesos de deterioro ambiental y promoviendo medidas de prevención, mitigación y restauración.

La UAB 100 se clasifica con **Área de Atención Prioritaria Alta** para el largo plazo, correspondiente a 2033, se proyecta un escenario **crítico**, lo que refuerza la importancia de aplicar criterios de sustentabilidad, control ambiental y prevención de impactos durante el desarrollo de las actividades propuestas.

Dentro de la UAB 100, el sector determinado como rector corresponde al **Forestal**, mientras que los sectores coadyuvantes al desarrollo son **Ganadería** y **Preservación de Flora y Fauna**. Como sectores asociados al desarrollo se identifican **Agricultura** y **Poblacional**, y como otros sectores interesados se señalan **Minería** y **Pueblos Indígenas**. Para efectos del presente proyecto, el aprovechamiento de material pétreo puede relacionarse con el sector minería como sector interesado al desarrollo; sin embargo, desde el punto de vista jurídico-administrativo, el proyecto corresponde a una obra o actividad vinculada con el sector hidráulico, al proponerse dentro de un cauce asociado a aguas nacionales y encontrarse sujeto a las autorizaciones ambientales y administrativas correspondientes.

La política de **Restauración y Aprovechamiento Sustentable** resulta particularmente relevante para el proyecto, ya que el aprovechamiento propuesto corresponde a material pétreo de origen aluvial depositado dentro del cauce del **Río de La Arena**. Bajo esta política, la actividad se plantea de manera compatible con la conservación de la funcionalidad hidrológica, la estabilidad del cauce, la protección de sus márgenes, la conservación de la vegetación ribereña y la prevención de la contaminación del suelo y del agua.

La presencia de población indígena identificada como **Costa y Sierra Sur** dentro de la UAB 100 también forma parte del análisis de vinculación, debido a que el proyecto se ubica en una región con presencia de comunidades y población hablante de lenguas indígenas, principalmente vinculadas a la cultura mixteca en los municipios de **Santiago Pinotepa Nacional** y **San Andrés Huaxpaltepec**. Esta condición no implica por sí misma una incompatibilidad con el proyecto; no obstante, cualquier proceso de información, comunicación o relación con actores locales deberá desarrollarse de manera clara, respetuosa y culturalmente pertinente.

El estado ambiental **inestable a crítico** de la UAB 100 indica que el territorio presenta presiones ambientales relevantes, por lo que el proyecto incorpora medidas orientadas a evitar el incremento de procesos de deterioro.

Entre los aspectos considerados se encuentran la conservación de la vegetación ribereña, la no intervención de las márgenes fuera de los **polígonos y superficies evaluadas**, el uso de caminos existentes, la prevención de derrames de hidrocarburos, el manejo adecuado de residuos, la delimitación de las áreas de trabajo y la aplicación de las medidas de restauración que correspondan.

La vinculación del proyecto con la UAB 100 permite establecer que la actividad propuesta puede analizarse bajo un enfoque de compatibilidad condicionada. Dicha compatibilidad dependerá de que el aprovechamiento de material pétreo se realice únicamente dentro de

los **tres polígonos de extracción y demás superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas**, se ajuste a las condiciones establecidas en los estudios topográfico, hidrológico e hidráulico, atienda las disposiciones que establezcan la **SEMARNAT** y la **CONAGUA**, dentro del ámbito de sus respectivas atribuciones, y se apliquen las medidas ambientales orientadas a prevenir afectaciones significativas a la funcionalidad del cauce, la vegetación ribereña, la calidad del agua, la fauna silvestre y las áreas colindantes.

El proyecto no contempla la urbanización del sitio, el establecimiento de nuevos asentamientos humanos ni la construcción de infraestructura permanente. La actividad propuesta se limita al aprovechamiento de material pétreo de origen aluvial mediante su **extracción mecánica, carga directa y transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores**, por lo que su relación con la política de **Restauración y Aprovechamiento Sustentable** se analiza considerando la escala y temporalidad del aprovechamiento, el control de las actividades y las medidas ambientales propuestas.

Tabla 43. Características de la Unidad Ambiental Biofísica Cordillera Costera Occidental de Oaxaca.

Clave región	18.17
UAB	100
Nombre de la UAB	Cordillera Costera Occidental de Oaxaca
Clave de la Politica Ambiental	18
Politica Ambiental	Restauracion y Aprovechamiento Sustentable
Nombre del Sector Rector	Forestal
Sectores Coadyuvantes al Desarrollo:	Ganaderia - Preservacion de Flora y Fauna
Sectores Asociados al Desarrollo:	Agricultura - Poblacional
Otros Sectores Interesados al Desarrollo	Mineria - Pueblos indígenas
Estrategia	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 25, 26, 27, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

El cumplimiento del **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)** no sustituye la obligación de observar otros instrumentos jurídicos y de política ambiental aplicables, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Ley de Aguas Nacionales, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca, las Normas Oficiales Mexicanas aplicables y las resoluciones que emitan las autoridades competentes.

La ubicación del proyecto dentro de la **UAB 100, Cordillera Costera Occidental de Oaxaca**, requiere considerar un enfoque preventivo, debido a su política de **Restauración y Aprovechamiento Sustentable**, su clasificación como **Área de Atención Prioritaria Alta** y su condición ambiental identificada como **inestable a crítico**. En este sentido, el

análisis desarrollado en la presente Manifestación de Impacto Ambiental considera la estabilidad del cauce, la protección de la vegetación ribereña, la calidad del agua, la fauna local y la funcionalidad ambiental del sistema fluvial como elementos prioritarios para la evaluación y manejo ambiental del proyecto.

A continuación, se presenta la ubicación del proyecto respecto a la información cartográfica consultada del **POEGT**. De acuerdo con la sobreposición realizada, los polígonos propuestos para el aprovechamiento se ubican dentro de la **UAB 100, denominada Cordillera Costera Occidental de Oaxaca**, perteneciente a la **Región Ecológica 18.17**.

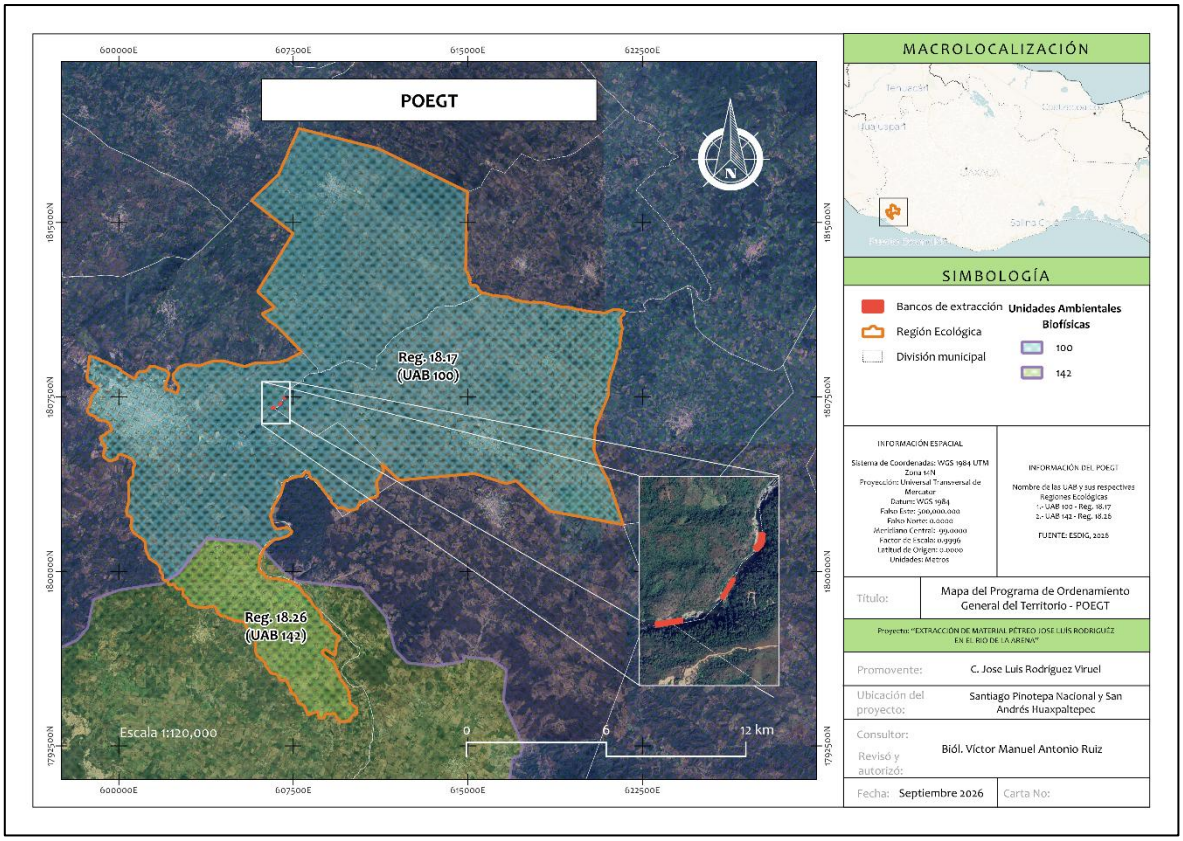


Imagen 10. Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Las estrategias aplicables a la **UAB 100** se describen a continuación. Estas fueron retomadas de la publicación del **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio**, expedido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en 2012.

Las estrategias se agrupan en distintos grupos de acción, cada uno integrado por medidas y líneas de intervención orientadas al cumplimiento de los objetivos del ordenamiento. A continuación, se presentan las estrategias correspondientes a la **UAB 100** y su vinculación con las características y actividades del proyecto.

Tabla 44. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 100.

Estrategias. UAB 100		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.		**Vinculación con el proyecto**
A) Preservación.	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	**1.** El proyecto se vincula con esta estrategia al limitar sus actividades a los polígonos solicitados de extracción, evitando la afectación de áreas no contempladas, márgenes del cauce, vegetación ribereña y zonas que puedan funcionar como hábitat o tránsito de fauna silvestre. No se prevé urbanización, infraestructura permanente.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	**2.** Aunque el proyecto no contempla el aprovechamiento de flora o fauna, se aplicarán medidas preventivas para evitar afectaciones a especies silvestres, especialmente aquellas que pudieran encontrarse en alguna categoría de riesgo. Se prohibirá la captura, daño, extracción o perturbación de fauna.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	**3**. Se vincula mediante la caracterización ambiental del sitio y la Región Ecológica, ya que se realiza el análisis del ecosistema presente, así como la descripción de la vegetación, fauna y condiciones ambientales asociadas al cauce del Río de La Arena. Esta información permite identificar los componentes bióticos relevantes, valorar posibles interacciones del proyecto con el entorno y establecer medidas de prevención y mitigación acordes con las características ecológicas del área.
	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas,	**4.** El proyecto se vincula directamente con esta estrategia, ya que contempla el

	especies, genes y recursos naturales.	aprovechamiento de un recurso natural no renovable, correspondiente al material pétreo en greña depositado en el cauce del Río de La Arena. Dicho aprovechamiento se realizará de manera controlada, dentro de los tres polígonos de extracción evaluados y, en su caso, autorizados, evitando la afectación de las márgenes, vegetación ribereña y superficies no contempladas para el desarrollo de las actividades.
B) Aprovechamiento Sustentable.	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	**5.** Esta estrategia no se vincula directamente con el proyecto, debido a que las actividades propuestas no corresponden a aprovechamiento agrícola ni pecuario. El proyecto buscará desarrollar sobre zonas de depósito aluvial asociadas al cauce del río y no contempla la habilitación de superficies agrícolas, potreros, o actividades ganaderas. No obstante, se deberá evitar la ocupación o afectación de predios colindantes con posible uso agropecuario.
	6.Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	**6.** Esta estrategia no presenta vinculación directa con el proyecto, ya que no se contempla la construcción, modernización u operación de infraestructura hidroagrícola, canales de riego, sistemas de tecnificación agrícola o superficies destinadas a producción agrícola. El proyecto se limita a la extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.
		7. Esta estrategia no se vincula directamente con el proyecto, toda vez que no se prevé el aprovechamiento de

	7.Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	recursos forestales ni la extracción de productos maderables o no maderables. Las actividades se mantendrán dentro de las superficies evaluadas, evitando la afectación de vegetación ribereña y de áreas no contempladas para el desarrollo del proyecto.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	**8**. El proyecto se vincula de manera indirecta con esta estrategia, ya que la MIA reconoce la importancia ambiental del cauce del Río de La Arena y sus funciones asociadas, tales como conducción de escurrimientos, transporte natural de sedimentos, regulación hidrológica, soporte de vegetación ribereña y hábitat para fauna local. La valoración de estos servicios permite orientar las medidas de prevención y mitigación para conservar la funcionalidad ambiental del sistema fluvial.
C) **Protección de los recursos naturales**	**12.** Protección de los ecosistemas.	**12.** El proyecto propuesto se vincula con esta estrategia, toda vez que la MIA contempla la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales asociados al aprovechamiento de material pétreo en greña dentro del cauce del Río de La Arena. En caso de obtenerse la autorización correspondiente, las actividades deberán sujetarse a medidas orientadas a proteger el cauce, las márgenes, la vegetación ribereña, la fauna local y la dinámica hidrológica del sistema fluvial, evitando la intervención de áreas no autorizadas y reduciendo riesgos de contaminación, erosión o alteración del entorno.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	**13.** Esta estrategia no presenta vinculación directa con el proyecto, debido a que la actividad solicitada no corresponde a actividades agrícolas,

		pecuarias o de manejo de cultivos, ni considera el uso de agroquímicos, fertilizantes o biofertilizantes.
D) Restauración	**14.** Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	14.Esta estrategia no presenta una vinculación directa con el proyecto, ya que la actividad solicitada no contempla aprovechamiento forestal ni el desarrollo de actividades agrícolas. No obstante, en caso de obtenerse la autorización correspondiente, se aplicarán las medidas de restauración, mitigación o compensación que resulten procedentes, particularmente aquellas orientadas a la recuperación de áreas intervenidas, limpieza del sitio, estabilidad de las superficies utilizadas, retiro de residuos y, cuando corresponda, recuperación natural o revegetación de áreas afectadas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 bis.** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin	**15**. El proyecto propuesto se vincula con esta estrategia debido a que se solicita el aprovechamiento de un recurso natural no renovable, correspondiente al material pétreo en greña depositado en el cauce del Río de La Arena. La información geológica, geomorfológica y ambiental disponible permite sustentar técnicamente la identificación del material aluvial, las condiciones del sitio y la viabilidad del aprovechamiento bajo criterios de control ambiental. En caso de obtenerse la autorización correspondiente, las actividades deberán realizarse únicamente dentro de los polígonos solicitados, evitando la sobreexplotación del material, la afectación de márgenes y la alteración innecesaria de la dinámica fluvial. **15.bis**. El proyecto se vincula con esta estrategia en la medida en que la extracción de material pétreo en un cauce asociado a aguas nacionales requiere sujetarse al marco normativo

	de promover una minería sustentable.	ambiental aplicable y a la evaluación previa en materia de impacto ambiental ante la SEMARNAT. Aunque la actividad propuesta no corresponde a minería metálica ni contempla procesos industriales complejos, trituración, cribado, clasificación o procesamiento del material dentro del área del proyecto, uso de explosivos o infraestructura permanente, sí implica el aprovechamiento de materiales pétreos, por lo que deberá desarrollarse bajo criterios de manejo sustentable, prevención de impactos, protección del cauce, manejo adecuado de residuos, prevención de derrames y cumplimiento de las condicionantes que determine la autoridad competente.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.		
A) Suelo urbano y vivienda	**24.** Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	**24.** Esta estrategia no presenta vinculación directa con el proyecto propuesto, debido a que la actividad solicitada no corresponde a vivienda, mejoramiento habitacional, desarrollo urbano o infraestructura social. El proyecto se refiere al aprovechamiento de material pétreo en greña dentro del cauce del Río de La Arena. No obstante, en caso de autorizarse, podría generar una contribución económica local limitada mediante la contratación de personal de la zona y el suministro de material útil para actividades constructivas regionales.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias.	**25.** Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	**25.** El proyecto propuesto se vincula de manera indirecta con esta estrategia, ya que se ubica en un cauce natural y, por tanto, debe considerar la dinámica hidrológica del Río de La Arena, particularmente durante la temporada de lluvias. En caso de obtenerse la autorización, las actividades deberán realizarse bajo criterios de prevención de riesgos, evitando excavaciones

		excesivas, afectación de márgenes, obstrucción del flujo, acumulación desordenada de material o maniobras durante condiciones hidrometeorológicas adversas.
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	**26.** La vinculación con esta estrategia es indirecta, ya que el proyecto no corresponde a una obra de infraestructura para reducción de riesgos.
C) Agua y Saneamiento	**27.** Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	**27.** Esta estrategia no presenta vinculación directa con el proyecto propuesto, ya que la actividad solicitada no corresponde a infraestructura de agua potable, alcantarillado o saneamiento. No obstante, al tratarse de un aprovechamiento proyectado dentro del cauce del Río de La Arena, la MIA contempla medidas preventivas para evitar descargas de aguas residuales, disposición inadecuada de residuos o contaminación del cuerpo de agua, contribuyendo de manera preventiva a la protección de la calidad ambiental del recurso hídrico local.
E) Desarrollo social	**33.** Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas. Convergencia y optimización de programas y recursos para incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	**33.** El proyecto propuesto se vincula de manera indirecta con esta estrategia, toda vez que, en caso de obtenerse la autorización correspondiente, podría generar empleos directos y participación económica local mediante la contratación de personal de apoyo, operadores y trabajadores vinculados a las actividades de extracción, carga y transporte del material pétreo hacia los sitios de destino o entrega.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	**34**. La vinculación es indirecta, debido a que el proyecto se ubica en una zona rural y, en caso de autorizarse, podría integrarse como una actividad económica local de escala limitada. Su

		contribución estaría asociada principalmente al aprovechamiento regulado de material pétreo, generación de empleo local y movimiento económico en el entorno inmediato, sin constituir por sí mismo un programa de desarrollo rural.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	**35.**Esta estrategia no presenta vinculación directa con el proyecto propuesto, ya que no corresponde a un programa de seguridad social ni a acciones institucionales de apoyo a la producción rural ante eventos climatológicos. Sin embargo, en caso de autorizarse, el promovente deberá procurar condiciones laborales adecuadas para el personal participante, incluyendo medidas de seguridad operativa y prevención de riesgos durante las actividades.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	**36.** Esta estrategia no se vincula directamente con el proyecto, ya que la actividad solicitada no pertenece al sector agroalimentario ni contempla el aprovechamiento de biomasa. El proyecto corresponde al aprovechamiento de material pétreo en greña, por lo que su relación con esta estrategia es limitada o no aplicable.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	**37.** La vinculación es indirecta. En caso de obtenerse la autorización ambiental, el proyecto podría favorecer la participación económica local mediante la contratación de personal de la región, procurando que las oportunidades laborales sean accesibles y no discriminatorias. No obstante, el proyecto no constituye por sí mismo un programa específico de integración social o productiva para mujeres, población indígena o grupos vulnerables.

	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	**38.** Esta estrategia no presenta vinculación directa, debido a que el proyecto no corresponde a un programa educativo, social o de capacitación comunitaria. No obstante, en caso de autorizarse, el personal que participe en las actividades deberá recibir inducción básica en seguridad, manejo ambiental, prevención de derrames, manejo de residuos y operación ordenada dentro del área de trabajo.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	**40.** Esta estrategia no se vincula directamente con el proyecto propuesto, ya que corresponde al ámbito de la asistencia y desarrollo social para adultos mayores. El proyecto no contempla acciones específicas dirigidas a este grupo poblacional.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	**41.** Esta estrategia no presenta vinculación directa con el proyecto, debido a que la actividad solicitada no corresponde a programas de protección social. No obstante, en caso de autorizarse, las actividades deberán desarrollarse bajo condiciones laborales seguras y con medidas preventivas que reduzcan riesgos para el personal participante y la población local cercana.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		
A) Marco jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	**42**. El proyecto propuesto se vincula con esta estrategia, ya que Los caminos de acceso se localizan dentro de la parcela colindante propiedad del promovente. El

		certificado parcelario acredita exclusivamente la propiedad y disponibilidad de dicha parcela y de los accesos localizados en ella; no acredita derechos de propiedad sobre el cauce ni sobre los bancos de extracción, cuyo aprovechamiento estará sujeto a la concesión correspondiente de la Autoridad del Agua.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial.	**43**. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. **44.** Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	**43.** El proyecto propuesto se vincula con esta estrategia, ya que la solicitud de autorización ambiental requiere identificar con precisión el predio donde se pretende desarrollar el aprovechamiento de material pétreo, así como los tres polígonos de extracción, los caminos de acceso existentes y las superficies vinculadas directamente con las maniobras del proyecto. Para ello, la MIA incorpora información cartográfica, coordenadas, delimitación de las áreas evaluadas y datos de propiedad o posesión del predio, lo cual contribuye a ordenar técnicamente el uso del espacio rural y sustentar la viabilidad territorial del proyecto. **44.** El proyecto propuesto se vincula con esta estrategia mediante su evaluación ante la autoridad ambiental federal, así como por la consideración de instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial aplicables al sitio. Al tratarse de una actividad solicitada dentro del cauce del Río de La Arena, la MIA analiza su compatibilidad con el contexto ambiental, territorial y normativo, procurando que, en caso de autorizarse, el aprovechamiento se realice de forma regulada, dentro de los tres polígonos de extracción, bajo las condicionantes que establezcan las autoridades competentes.

II.8.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) constituye un instrumento de planeación ambiental que identifica, analiza y regula las condiciones ecológicas, sociales, económicas y territoriales del estado, con la finalidad de orientar el uso del territorio bajo criterios de sustentabilidad. Su objetivo es ordenar las actividades productivas y de aprovechamiento, procurando reducir conflictos ambientales y favorecer la conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

El modelo de ordenamiento ecológico del POERTEO se representa mediante Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales constituyen la unidad territorial básica para la aplicación de políticas, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica. Cada UGA presenta características ambientales y socioeconómicas particulares, por lo que establece orientaciones específicas respecto a los usos recomendados, condicionados, no recomendados o sin aptitud.

Con base en la sobreposición cartográfica de las áreas vinculadas al proyecto y la Región Ecológica con el modelo del POERTEO, se identificó que el proyecto se ubica principalmente dentro de la UGA 014, la cual presenta una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable. De manera complementaria, una porción la Región Ecológica se relaciona con la UGA 002, por lo que su análisis se incorpora con carácter contextual y preventivo.

La UGA 014 establece como usos recomendados el turismo y el ecoturismo; como usos condicionados las actividades apícolas, industriales, mineras, acuícolas y de industria eólica; y como usos sin aptitud las actividades agrícolas, los asentamientos humanos, el uso forestal y la ganadería. En este contexto, el proyecto se analiza como una actividad específica de aprovechamiento de material pétreo en greña de origen aluvial, asociada al cauce del Río de La Arena, por lo que su vinculación se realiza considerando los criterios aplicables a los usos condicionados y la política de Aprovechamiento Sustentable.

Es importante precisar que el proyecto no corresponde a un desarrollo urbano, al establecimiento de asentamientos humanos ni a la instalación de infraestructura permanente. La actividad solicitada se limita al aprovechamiento mecánico de material pétreo en greña dentro de tres polígonos de extracción, su carga directa mediante excavadora y su transporte en camiones de volteo hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Asimismo, se considera la utilización de dos caminos internos previamente existentes, los cuales únicamente requerirán trabajos de rehabilitación superficial para restablecer sus condiciones de transitabilidad, sin modificar su trazo original ni contemplar la apertura de nuevos caminos. Bajo estas características, la compatibilidad del proyecto con el POERTEO se encuentra sujeta al cumplimiento de los criterios de regulación ecológica aplicables, las medidas ambientales establecidas en la

presente Manifestación de Impacto Ambiental y las autorizaciones que, en su caso, emitan las autoridades competentes.

Respecto de la UGA 002, su inclusión deriva de la delimitación la Región Ecológica y no implica que las actividades principales del proyecto se desarrollen dentro de dicha unidad. Su análisis se integra para reconocer las condiciones de ordenamiento ecológico presentes en el entorno regional y prevenir posibles incompatibilidades territoriales. Cualquier interacción espacial que pudiera presentarse con esta UGA deberá mantenerse dentro de las áreas evaluadas y, en su caso, autorizadas, observando los usos y criterios establecidos para dicha unidad.

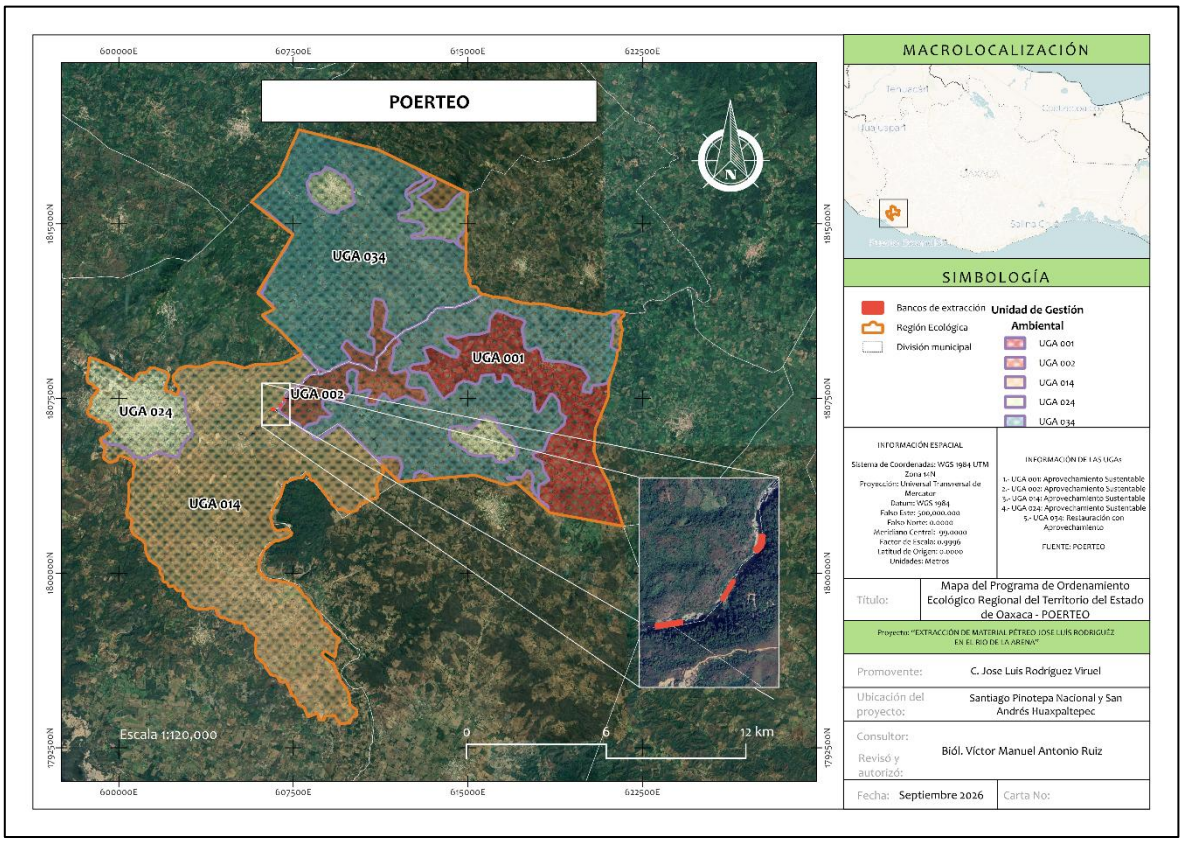


Imagen 11. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca.

Cada UGA se vincula con criterios de regulación ecológica, entendidos como lineamientos generales o específicos orientados a regular los distintos usos del territorio dentro del área de ordenamiento. Estos criterios tienen como finalidad reducir el deterioro de los recursos naturales, prevenir impactos ambientales derivados del desarrollo sectorial y fortalecer la aplicación de las políticas ambientales asignadas a cada unidad.

Para el presente proyecto, los criterios de regulación ecológica fueron analizados principalmente respecto de la UGA 014, por ser la unidad donde se ubica la mayor parte de

las áreas propuestas para el aprovechamiento. La vinculación considera que las actividades se mantendrán dentro de las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas, mediante un método de extracción mecánico, gradual y controlado, utilizando caminos previamente existentes, sin instalación de infraestructura permanente, sin uso de explosivos, sin lavado o procesamiento del material dentro del área del proyecto y sin actividades de mantenimiento mayor de maquinaria dentro del cauce o en superficies donde exista riesgo de contaminación.

La vinculación realizada permite analizar la congruencia del proyecto con la política de Aprovechamiento Sustentable de la UGA 014 y con los criterios de regulación ecológica aplicables, considerando las características particulares del aprovechamiento, su escala, temporalidad, método de extracción y las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental establecidas en la presente MIA. La ejecución del proyecto quedará sujeta a los términos y condicionantes que, en su caso, establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como a las disposiciones que correspondan a la Comisión Nacional del Agua dentro del ámbito de sus respectivas atribuciones.

Los criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA 014 se presentan y vinculan en el apartado siguiente.

Tabla 45. Criterios de regulación ecológica de la UGA 014 y su vinculación con el proyecto.

Clave	Criterios de regulación ecología	Vinculación
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	El proyecto se vincula directamente con este criterio, debido a que la actividad solicitada se desarrollará en un ambiente asociado al cauce del Río de La Arena. El aprovechamiento se realizará únicamente dentro de los **tres polígonos de extracción y superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas**, evitando la intervención de zonas riparias no consideradas en la evaluación. La operación se sujetará a medidas de control orientadas a conservar las márgenes del río, mantener la funcionalidad del cauce y prevenir afectaciones innecesarias al entorno ribereño.
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de	El proyecto deberá ejecutarse bajo un método de extracción mecánico,

	escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	gradual y controlado, evitando excavaciones profundas, bordos artificiales, acumulaciones de material o maniobras que puedan modificar la conducción natural del agua. El aprovechamiento se limitará a depósitos aluviales identificados, procurando no alterar significativamente los flujos de escurrimiento ni generar obstrucciones dentro del cauce.
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	La actividad propuesta respetará la vegetación riparia existente en las márgenes del Río de La Arena. Las maniobras de maquinaria, carga y circulación de vehículos se mantendrán dentro de las superficies evaluadas y de los **caminos de acceso existentes**, evitando la ocupación o afectación de la vegetación ribereña. La rehabilitación de los caminos se limitará a su huella actual y al retiro selectivo de cobertura herbácea donde resulte necesario, sin contemplar la remoción de vegetación arbórea o arbustiva ni la ampliación de los accesos.
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	Este criterio no presenta vinculación directa con el proyecto, debido a que el aprovechamiento propuesto se ubica en el cauce del Río de La Arena y no corresponde a una actividad ejecutada sobre zona costera o sistema de dunas.
C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema	Aunque el criterio está dirigido principalmente a autoridades estatales y municipales, el proyecto se vincula de manera preventiva mediante la prohibición expresa de quemar residuos sólidos urbanos, residuos orgánicos, empaques,

	doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	envases o cualquier otro residuo dentro del cauce, sus márgenes, caminos de acceso o zonas de maniobra. Los residuos serán separados, contenidos temporalmente en recipientes adecuados y retirados periódicamente para su disposición correspondiente.
C-019	En los cuerpos de agua naturales, solo se recomienda realizar la actividad acuícola con especies nativas.	Este criterio no presenta vinculación directa, ya que el proyecto no contempla actividades acuícolas, introducción de especies, cultivo, manejo o aprovechamiento de organismos acuáticos. La actividad solicitada se limita al aprovechamiento de material pétreo en greña de origen aluvial.
C-020	Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de agua que abastecen o son utilizados por actividades acuícolas.	El proyecto no contempla el vertimiento de aguas residuales al cauce del Río de La Arena ni a cuerpos de agua asociados. Las actividades se limitarán a la **extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo**, sin requerir agua como insumo de proceso. Las necesidades sanitarias del personal serán atendidas mediante sanitarios portátiles, evitando cualquier descarga al cauce, sus márgenes, suelo natural o zonas de escurrimiento.
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	El proyecto se vincula directamente con este criterio, por tratarse de una actividad dentro del cauce. El material pétreo extraído será **cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores**, sin contemplarse su almacenamiento

		temporal o procesamiento dentro del área del proyecto. Se evitará la disposición o acumulación innecesaria de material dentro del río, sus márgenes o zonas inundables que pudiera obstruir el flujo o modificar la dinámica hidrológica.
C-031	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los criterios establecidos por Protección civil.	El proyecto no contempla la construcción de obras civiles, edificaciones o infraestructura permanente. No obstante, por ubicarse en un cauce natural, la operación deberá considerar medidas básicas de seguridad, suspensión de actividades durante lluvias intensas o incremento del nivel del río, control de acceso de maquinaria y atención a las disposiciones que, en su caso, emitan las autoridades competentes en materia de protección civil.
C-032	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapas de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos.	Este criterio no presenta vinculación directa, ya que el proyecto no corresponde a un desarrollo habitacional o turístico, ni contempla urbanización, lotificación, edificaciones o infraestructura de alojamiento. La actividad solicitada se limita al aprovechamiento de material pétreo en greña, bajo operación temporal y controlada.
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural.	Aunque el proyecto no contempla obras de infraestructura permanente, el criterio resulta aplicable de manera preventiva por su ubicación en un cauce natural. Las actividades deberán ejecutarse sin alterar los flujos hidrológicos, evitando bordos, obstrucciones, excavaciones irregulares o acumulación de material dentro del cauce. Asimismo, deberá conservarse la vegetación natural

		existente en las márgenes fuera del polígono solicitado.
C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	Este criterio no presenta vinculación directa, ya que el proyecto no corresponde al establecimiento de una industria ni contempla el manejo ordinario de desechos peligrosos. Durante la operación normal no se prevé generación permanente de residuos peligrosos, debido a que el mantenimiento de maquinaria y vehículos deberá realizarse fuera del área del proyecto, en talleres establecidos o sitios adecuados.
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	Aunque el proyecto no corresponde a una industria, este criterio se atiende de manera preventiva mediante el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y la prohibición de abandonar, enterrar o quemar residuos dentro del cauce, sus márgenes, caminos de acceso o zonas de maniobra. En caso de presentarse una afectación puntual por residuos no peligrosos atribuible al proyecto, se realizará la limpieza del área y el retiro de los materiales correspondientes.
C-047	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	Este criterio no presenta vinculación directa con el proyecto, ya que no se contempla la instalación de generadores eólicos, infraestructura de generación eléctrica o equipos asociados a la industria eólica.

A continuación, se presenta la vinculación con la UGA 002.

Tabla 46. Criterios de regulación ecológica de la UGA 002 y su vinculación con el proyecto.

Clave	Criterios de regulación ecología	Vinculación
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán	El proyecto se vincula directamente con este criterio, debido a que la actividad solicitada se desarrollará en

	tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	un ambiente asociado al cauce del Río de La Arena. Por ello, el aprovechamiento se realizará únicamente dentro de los tres polígonos de extracción y demás superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas, evitando la intervención de zonas riparias no consideradas en la evaluación. La operación se sujetará a medidas de control orientadas a conservar las márgenes del río, mantener la funcionalidad del cauce y prevenir afectaciones innecesarias al entorno ribereño.
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	El proyecto se ejecutará mediante un método de extracción mecánico, gradual y controlado, conforme a las superficies, rasantes, profundidades, taludes y volúmenes establecidos con base en los estudios hidrológico e hidráulico. Se evitará la formación de bordos artificiales, obstrucciones, acumulaciones de material o excavaciones fuera de las superficies evaluadas que pudieran modificar la conducción natural del agua.
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	La actividad propuesta respetará la vegetación riparia existente en las márgenes del Río de La Arena. Las maniobras de maquinaria, carga y circulación de vehículos se mantendrán dentro de las superficies evaluadas y de los **caminos de acceso existentes**, evitando la ocupación o afectación de la vegetación ribereña. La rehabilitación de los caminos se limitará a su huella actual, sin contemplar su ampliación ni la remoción de vegetación arbórea o arbustiva.
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	Este criterio no presenta vinculación directa con el proyecto, debido a que el aprovechamiento propuesto se

		ubica en el cauce del Río de La Arena y no corresponde a una actividad ejecutada sobre zona costera o sistema de dunas.
C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	Aunque el criterio está dirigido principalmente a autoridades estatales y municipales, el proyecto se vincula de manera preventiva mediante la prohibición expresa de quemar residuos sólidos urbanos, residuos orgánicos, empaques, envases o cualquier otro residuo dentro del cauce, sus márgenes, caminos de acceso o zonas de maniobra. Los residuos deberán separarse, contenerse temporalmente en recipientes diferenciados y retirarse periódicamente para su disposición adecuada.
C-019	En los cuerpos de agua naturales, solo se recomienda realizar la actividad acuícola con especies nativas.	Este criterio no presenta vinculación directa, ya que el proyecto no contempla actividades acuícolas, introducción de especies, cultivo, manejo o aprovechamiento de organismos acuáticos. La actividad solicitada se limita al aprovechamiento de material pétreo en greña de origen aluvial.
C-020	Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de agua que abastecen o son utilizados por actividades acuícolas.	El proyecto se vincula directamente con este criterio por tratarse de una actividad dentro del cauce. El material pétreo extraído será **cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores**, sin contemplarse su almacenamiento temporal, trituración, cribado, clasificación o procesamiento dentro del área del proyecto. Se evitará la disposición o acumulación innecesaria de material dentro del río,

		sus márgenes o zonas inundables que pudiera obstruir el flujo o alterar la dinámica hidrológica.
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	El proyecto se vincula directamente con este criterio, por tratarse de una actividad en cauce. El material pétreo extraído no deberá disponerse de manera desordenada dentro del río, márgenes o zonas inundables. Una vez extraído, será cargado directamente a los camiones de volteo y trasladado por los caminos internos a los sitios que sean requeridos o comercializados.
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural.	Aunque el proyecto no contempla obras de infraestructura permanente, el criterio resulta aplicable de manera preventiva por su ubicación en un cauce natural. Las actividades deberán ejecutarse sin alterar los flujos hidrológicos, evitando bordos, obstrucciones, excavaciones fuera de las superficies evaluadas o acumulaciones de material dentro del cauce. Asimismo, deberá conservarse la vegetación natural existente en las márgenes fuera de los **tres polígonos de extracción y demás superficies evaluadas**.
C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	El criterio se vincula de manera indirecta, ya que el proyecto no contempla apiarios ni fuentes permanentes de contaminación como basureros o centros industriales. No obstante, se aplicarán medidas para evitar acumulación de residuos, derrames o disposición inadecuada de materiales que pudieran afectar actividades productivas cercanas.
C-035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas,	No presenta vinculación directa, debido a que el proyecto no considera

	así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	manejo de abejas, apiarios, insecticidas ni repelentes químicos. El uso de combustibles y lubricantes se limitará a maquinaria y vehículos, con medidas preventivas para evitar fugas o derrames.
C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	No presenta vinculación directa, ya que no se utilizarán ahumadores ni se realizarán actividades apícolas. Como medida preventiva, quedará prohibida la quema de residuos, plásticos, hidrocarburos o cualquier material dentro del área del proyecto.
C-044	El uso de productos químicos para el control de plagas en ganado deberá hacerse de manera controlada, con dosis óptimas y alejado de afluentes o cuerpos de agua.	No presenta vinculación directa, toda vez que el proyecto no contempla actividades ganaderas ni el uso de productos químicos para el control de plagas. Asimismo, no se contempla la aplicación o disposición de plaguicidas, agroquímicos u otras sustancias destinadas al control de plagas dentro del área del proyecto.
C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	El proyecto no corresponde a una industria ni contempla el manejo ordinario de desechos peligrosos. En caso de generarse residuos contaminados de manera incidental, estos deberán depositarse en recipientes adecuados, cerrados, sellados e identificados, para su posterior manejo conforme a la normatividad aplicable.
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	Aunque el proyecto no constituye una industria, el criterio se atiende mediante el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, con recipientes diferenciados para residuos **revalorizables, no revalorizables y orgánicos**. En caso de contaminación puntual por

		residuos no peligrosos, se deberá realizar la limpieza inmediata y recuperación del área afectada.

Con base en la sobreposición cartográfica realizada, se concluye que el proyecto se ubica principalmente dentro de la **UGA 014**, la cual presenta una política ambiental de **Aprovechamiento Sustentable**. Esta condición resulta compatible de manera general con la naturaleza del aprovechamiento solicitado, siempre que la extracción de material pétreo en greña se realice de forma controlada, dentro de los polígonos solicitados y bajo medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental.

Respecto de la **UGA 002**, su relación con el proyecto se considera principalmente contextual, debido a que forma parte la Región Ecológica delimitada. Por ello, cualquier posible interacción con dicha unidad deberá atenderse bajo un enfoque preventivo, evitando actividades incompatibles con sus criterios de regulación ecológica.

La viabilidad del proyecto frente al POERTEO dependerá de que las actividades se mantengan dentro de las áreas evaluadas, sin apertura de nuevos caminos, sin infraestructura permanente y sin alteraciones significativas a la dinámica hidrológica del Río de La Arena.

II.9 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas constituyen instrumentos técnicos de observancia obligatoria que establecen criterios, límites, especificaciones y procedimientos aplicables a distintas actividades, procesos o componentes ambientales. Para el presente proyecto, su análisis resulta necesario debido a que la actividad propuesta implica el aprovechamiento de material pétreo en greña dentro del cauce del Río de La Arena, mediante el uso de maquinaria pesada, camiones de volteo, manejo de residuos, prevención de derrames y posible interacción con flora y fauna local.

La vinculación normativa se realiza considerando únicamente aquellas normas que guardan relación con las actividades de extracción mecánica, carga directa, traslado por los caminos internos, operación de maquinaria, manejo de residuos y prevención de impactos ambientales.

Tabla 47. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.

NOM	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-2021.	Esta norma establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos	El proyecto no contempla descargas de aguas residuales al cauce del Río de La Arena, ni el uso de agua para lavado, beneficio o procesamiento del material

	receptores propiedad de la nación.	pétreo. Las necesidades sanitarias del personal deberán atenderse fuera del área operativa o, en caso de requerirse, mediante sanitarios portátiles contratados con un prestador de servicios autorizado. Por lo anterior, se prohíbe cualquier descarga de aguas residuales al cauce, márgenes del río, suelo natural, zonas de escurrimiento o superficies permeables. La norma se considera aplicable de manera preventiva, a fin de evitar la contaminación del cuerpo de agua.
NOM-045-SEMARNAT-2017.	Esta norma regula los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente de vehículos automotores en circulación que utilizan diésel como combustible.	El proyecto considera el uso de una excavadora Caterpillar 320 DL y dos camiones de volteo que operan con diésel. Por ello, los equipos deberán mantenerse en condiciones mecánicas adecuadas, evitando emisiones visibles excesivas de humo. El mantenimiento preventivo deberá realizarse fuera del cauce y del área operativa, en talleres establecidos o sitios adecuados del municipio de Santiago Pinotepa Nacional.
NOM-080-SEMARNAT-1994.	Esta norma establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores en circulación.	Los camiones de volteo deberán operar en condiciones mecánicas adecuadas, evitando escapes modificados, ruido excesivo o maniobras innecesarias. Las actividades se realizarán en horario diurno, de 08:00 a 15:00 horas, lo cual permitirá

		reducir molestias por ruido en el entorno rural del proyecto.
NOM-081-SEMARNAT-1994.	Esta norma establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su método de medición.	El proyecto no contempla la instalación de fuentes fijas permanentes; sin embargo, la norma se considera como referencia preventiva para el control del ruido generado durante las actividades de extracción, carga y traslado por los caminos internos. Para ello, se utilizará maquinaria en buen estado, se evitarán operaciones innecesarias y se mantendrá el horario de trabajo en periodo diurno.
NOM-052-SEMARNAT-2005.	Esta norma establece las características, procedimiento de identificación, clasificación y listados de residuos peligrosos.	Durante la operación normal no se prevé la generación ordinaria de residuos peligrosos, debido a que el mantenimiento de maquinaria y vehículos se realizará fuera del área del proyecto. No obstante, en caso de presentarse una fuga o derrame accidental de combustible, aceite, lubricante o fluido hidráulico, los materiales impregnados, tales como estopas, absorbentes, suelo contaminado, envases contaminados o filtros usados, deberán identificarse, separarse y manejarse conforme a esta norma. Dichos residuos deberán colocarse en recipientes adecuados, cerrados, sellados e identificados, evitando su mezcla con residuos sólidos urbanos, orgánicos o revalorizables.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.	Esta norma establece límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para la caracterización y remediación de sitios contaminados por hidrocarburos.	La norma se vincula de manera preventiva con el proyecto debido al uso de maquinaria y vehículos que emplean diésel, aceites y lubricantes. En caso de presentarse contaminación puntual del suelo o material aluvial por hidrocarburos, se deberá contener el derrame, retirar el material afectado y manejarlo conforme a la normatividad aplicable. Asimismo, quedará prohibido realizar mantenimiento de maquinaria, cambios de aceite, lavado de equipos o almacenamiento permanente de combustibles dentro del cauce, márgenes del río o caminos internos.
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Esta norma establece las categorías de riesgo y especificaciones para la protección de especies nativas de flora y fauna silvestres en México.	La presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora la caracterización de la flora y fauna registrada y potencialmente presente en el área del proyecto y en la Región Ecológica. Asimismo, se identificaron las especies con distribución potencial que se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se establecieron medidas específicas orientadas a prevenir su afectación, captura, daño, extracción o perturbación durante las actividades de extracción

		mecánica, carga directa y transporte del material pétreo. De manera general, el personal deberá evitar cualquier intervención directa sobre la fauna silvestre y permitir su desplazamiento natural fuera de las zonas de maniobra.

Con base en lo anterior, las Normas Oficiales Mexicanas vinculadas con el proyecto se relacionan principalmente con la prevención de la contaminación del agua, el control de emisiones y ruido generado por maquinaria y vehículos, el manejo de residuos peligrosos que pudieran generarse de manera incidental, la prevención de contaminación por hidrocarburos y la protección de la flora y fauna silvestres.

En caso de autorizarse el proyecto, el promovente deberá ejecutar las actividades exclusivamente dentro de los tres polígonos de extracción y demás superficies evaluadas y autorizadas, sin descargas al cauce, sin mantenimiento de maquinaria en superficies permeables, sin disposición inadecuada de residuos y aplicando las medidas preventivas establecidas para evitar afectaciones al Río de La Arena y a su entorno inmediato.

II.10 Convenio 169 Organización Internacional del Trabajo (OIT)

El Convenio 169 de la OIT es un tratado internacional ratificado por el Estado Mexicano que establece el marco de protección a los derechos de los pueblos indígenas, reconociendo su identidad cultural, sus formas de organización, su relación con la tierra y el derecho a la consulta e información sobre proyectos que puedan influir directamente en sus territorios o condiciones de vida.

El proyecto "Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena" se localiza en una región con presencia cultural indígena perteneciente al pueblo mixteco. En la caracterización socioeconómica del área de influencia se identificó que, de los tres municipios involucrados, el municipio de Pinotepa de Don Luis concentra la mayor proporción de población hablante de lengua indígena (74.8%), seguido de San Andrés Huaxpaltepec (24.9%) y Santiago Pinotepa Nacional (15.6%), predominando en los tres el mixteco (variante Chayuco-Jamiltepec, conforme al Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales del INALI). Asimismo, el área se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica UAB 100 del POEGT, que reconoce a los pueblos indígenas de la Costa y Sierra Sur como un sector interesado en el desarrollo.

Bajo este marco, el proyecto se vincula atendiendo a los principios de respeto a la integridad territorial, cultural y social de las comunidades locales:

1. Inexistencia de afectación directa a tierras o sitios sagrados: El aprovechamiento se realizará exclusivamente dentro del cauce federal del Río de La Arena (bienes nacionales administrados por la CONAGUA). El proyecto no contempla la reubicación de población, la modificación de asentamientos humanos, la afectación directa a centros de población indígena, ni la intervención sobre sitios ceremoniales o espacios comunitarios.
2. Pertinencia cultural y comunicación: Cualquier proceso de información o relación con los actores y comunidades locales se desarrollará de manera transparente, respetuosa y culturalmente pertinente, considerando, en caso de ser necesario, la asistencia de personas con conocimiento de la lengua mixteca predominante en la zona.

Tabla 48. Vinculación del proyecto con el Convenio 169 Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Artículo	Disposición aplicable	Vinculación y atención en el proyecto
Artículo 2 y 4	Garantizar la protección de los derechos de los pueblos interesados y salvaguardar sus personas, instituciones, bienes, trabajo, culturas y medio ambiente.	Las actividades operativas se limitan de forma estricta a los tres polígonos del cauce federal, previniendo impactos ambientales sobre los recursos hídricos y vegetales de los que dependen las comunidades locales del entorno.
Artículo 6 y 7	Establecer procedimientos de información y consulta adecuada con los pueblos interesados, reconociendo su derecho a decidir sus propias prioridades en el desarrollo.	La relación con los habitantes locales se guiará por criterios de claridad, respeto y pertinencia cultural, respetando la estructura socioeconómica rural de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec.
Artículo 13 y 14	Respetar la importancia especial que para las culturas y valores espirituales de los pueblos interesados tiene su relación con las tierras o territorios.	El proyecto se desarrolla sobre un lecho fluvial de jurisdicción federal (bienes nacionales), sin ocupar ni invadir predios comunales, terrenos ejidales de terceros, ni centros ceremoniales o culturales.
Artículo 15	Proteger especialmente los recursos naturales pertenecientes a sus tierras, comprendido el derecho a participar en su uso, administración y conservación.	El proyecto no restringe el acceso de las comunidades a sus recursos ni genera impactos críticos en la dinámica hidrológica del río. Se aplican medidas estrictas para prevenir la contaminación por residuos o hidrocarburos.
Artículo 16	Prohibición de la reubicación o traslado de los pueblos de las tierras que ocupan, salvo	El proyecto no implica la reubicación de población indígena ni el desplazamiento de asentamientos humanos

	situaciones de excepción con garantías.	

II.11 Programas de Desarrollo Urbanos Locales

Para el análisis de los instrumentos municipales aplicables se consideró que el proyecto se localiza dentro del cauce federal del Río de La Arena, cuyo trazo constituye, en el tramo evaluado, el límite político-administrativo entre los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec. Por tanto, la vinculación municipal no deriva únicamente de un área de influencia general, sino de la ubicación del proyecto sobre un cauce limítrofe y de la localización específica de sus componentes auxiliares respecto de cada territorio municipal.

Derivado de la revisión de la información pública disponible, no se identificó un programa municipal de ordenamiento ecológico, programa municipal de desarrollo urbano, plan parcial, programa de centro de población o instrumento municipal específico que regule directamente el uso del suelo en el sitio puntual donde se solicita el aprovechamiento de material pétreo. Por lo anterior, la vinculación municipal se realiza de manera general, considerando las disposiciones locales que pudieran resultar aplicables en materia de orden administrativo, protección civil, tránsito local, manejo de residuos sólidos urbanos, conservación del orden público y coordinación con las autoridades municipales.

En el caso de Santiago Pinotepa Nacional, se identifican como instrumentos municipales generales las Ordenanzas Municipales y el Bando de Policía y Buen Gobierno. Estos instrumentos, en términos generales, regulan aspectos relacionados con el orden público, convivencia social, limpieza, seguridad, tránsito, uso de espacios públicos y facultades administrativas del Ayuntamiento. Si bien no constituyen un instrumento específico de regulación ambiental para el aprovechamiento de material pétreo en cauce, el proyecto deberá observar las disposiciones municipales que resulten aplicables durante el traslado de personal, circulación de vehículos, manejo de residuos sólidos urbanos y prevención de molestias a terceros.

Respecto de San Andrés Huaxpaltepec, no se identificó públicamente un instrumento municipal específico de ordenamiento ecológico o desarrollo urbano aplicable al área del proyecto. No obstante, al formar parte del ámbito territorial y ambiental relacionado con el Río de La Arena, se considera pertinente mantener coordinación con la autoridad municipal cuando resulte necesario, particularmente en aspectos vinculados con protección civil, tránsito local, manejo de residuos y prevención de afectaciones a predios o comunidades cercanas.

El proyecto no contempla urbanización del área, apertura de nuevos caminos, construcción de infraestructura permanente, lotificación, establecimiento de asentamientos humanos, introducción de servicios públicos municipales ni modificación del patrón de ocupación territorial. Las actividades se limitarán a la extracción mecánica de material pétreo en greña,

carga directa a camiones de volteo y transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, utilizando los caminos de acceso existentes. En materia de residuos sólidos urbanos, el proyecto generará cantidades reducidas asociadas principalmente a la presencia de cinco trabajadores. Estos residuos deberán separarse en recipientes diferenciados para residuos revalorizables, no revalorizables y orgánicos, y retirarse periódicamente para su disposición mediante el sistema municipal correspondiente, centro de acopio o sitio autorizado. Queda prohibido abandonar, enterrar, quemar o disponer residuos dentro del cauce, márgenes del río, caminos de acceso existentes o zonas de maniobra.

En materia de protección civil y seguridad operativa, las actividades deberán realizarse en horario diurno, bajo condiciones seguras y suspendiéndose temporalmente en caso de lluvias intensas, incremento del nivel del cauce, fallas mecánicas o cualquier situación que represente riesgo para el personal, maquinaria o entorno inmediato. En caso de que alguna autoridad municipal solicite medidas adicionales en materia de seguridad, tránsito o prevención de riesgos, estas deberán ser atendidas conforme a sus atribuciones.

Con base en lo anterior, no se advierte incompatibilidad directa con instrumentos municipales específicos, toda vez que no se identificó un programa municipal de ordenamiento territorial o desarrollo urbano que establezca restricciones particulares para el sitio del proyecto. No obstante, la ejecución del aprovechamiento, en caso de autorizarse, deberá mantenerse dentro de los tres polígonos de extracción y demás superficies evaluadas y autorizadas, sin apertura de nuevos caminos, sin infraestructura permanente y bajo cumplimiento de las disposiciones municipales aplicables en materia de orden, seguridad, residuos y protección civil.

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

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

En este capítulo se delimita y caracteriza la Región Ecológica (RE) vinculada con el proyecto, mediante el análisis de sus componentes abióticos y bióticos, así como de las interacciones existentes entre estos. Esta caracterización permite establecer el contexto ambiental necesario para identificar y evaluar los posibles impactos derivados de las actividades proyectadas.

Para efectos del presente estudio, la Región Ecológica se define como una unidad territorial con relativa homogeneidad en sus condiciones físicas, biológicas y ecológicas. Su delimitación permite analizar adecuadamente las relaciones causa-efecto entre las obras y actividades del proyecto y los elementos ambientales presentes en su entorno.

A continuación, se presentan los criterios utilizados para delimitar la Región Ecológica del proyecto “Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez”, localizado en el cauce del Río de La Arena, entre los límites territoriales de los municipios de Santiago Pinotepa Nacional y San Andrés Huaxpaltepec, en el distrito de Jamiltepec, región Costa del estado de Oaxaca. Asimismo, se describe la superficie comprendida y los elementos ambientales considerados para establecer sus límites.

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

Para delimitar la Región Ecológica del proyecto se analizaron distintos criterios ambientales y territoriales, entre ellos las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), la hidrología superficial —subcuencas, microcuencas y nanocuencas—, la geomorfología, el uso de suelo y vegetación, así como los límites político-administrativos. La selección de los criterios aplicables se realizó considerando la naturaleza, ubicación y alcance espacial de las obras proyectadas.

Debido a que el proyecto consiste en la extracción de material pétreo directamente del cauce del Río de la Arena, mediante tres polígonos distribuidos a lo largo de este, el criterio hidrológico se consideró como el principal punto de partida. Las obras y sus posibles efectos se encuentran relacionados con la dinámica del escurrimiento, el transporte y depósito de sedimentos, la configuración del cauce y los procesos geomorfológicos propios del sistema fluvial.

No obstante, la aplicación exclusiva del criterio hidrológico generó una superficie considerablemente mayor que el ámbito de influencia real de las obras, lo cual dificultaba representar de manera precisa las relaciones causa-efecto entre el proyecto y su entorno. Por esta razón, dicho criterio se complementó con los límites municipales de las demarcaciones localizadas aguas arriba del proyecto y con las Unidades de Gestión

Ambiental establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO).

La integración de estos criterios permitió delimitar una Región Ecológica ambiental y territorialmente representativa, vinculada con el cauce principal del Río de la Arena y con los procesos hidrológicos, sedimentológicos y geomorfológicos que podrían relacionarse con las actividades de extracción.

III.1.2 Descripción del criterio de delimitación seleccionado

La delimitación de la Región Ecológica se llevó a cabo mediante un procedimiento mixto que combinó una primera aproximación en el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL v3) del INEGI, y una determinación manual de mayor precisión en el software QGIS (versión 4.60.1), a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) 4.0 del estado de Oaxaca a 15 m de INEGI. Como primer paso, se utilizó la herramienta Funciones de Red, que permite visualizar flujos de corriente arriba a partir de un punto de salida ubicado sobre una línea de la Red Hidrográfica, en este caso, del primer banco de extracción del proyecto. El resultado fue la descarga del Área de Escurrimiento correspondiente, capa que, en formato .kml, se cargó en el Sistema de Información Geográfica (SIG) QGIS, comparándose con la delimitación manual de la subcuenca hidrográfica obtenida a partir del citado Continuo de Elevaciones Mexicano.

Este segundo paso incluyó el procesamiento de dicha capa en formato .TIFF, para recortar el área correspondiente a Santiago Pinotepa Nacional, San Andrés Huaxpaltepec y localidades circunvecinas. Enseguida, se empleó el plugin ArcGeek Calculator, herramienta Stream Network with Order, con un valor de densidad de red hídrica (Flow Accumulation Threshold) de 100, para igualar la red hídrica del SIATL. El resultado fue la obtención de la red hídrica del área recortada y, posteriormente, mediante la herramienta Watershed Basin Delineation, se ubicó el punto de desfogue (pour point) para finalmente obtener la microcuenca hidrográfica del Río de la Arena. Al comparar ambos resultados (SIATL y QGIS) se confirmó su congruencia; no obstante, la superficie resultante fue considerablemente mayor a la necesaria para representar de manera proporcional el entorno de interacción directa del proyecto.

Ante esta extensión desproporcionada, se identificó que el cauce principal del Río de la Arena, discurre precisamente sobre el límite territorial compartido entre los municipios de Pinotepa de Don Luis y San Andrés Huaxpaltepec, ambos ubicados aguas arriba del sitio del proyecto, por lo que se adoptaron los límites municipales de ambas demarcaciones como base territorial de la Región Ecológica, al representar de forma más ajustada el tramo alto del cauce de interés. Para incluir la porción del cauce ubicada aguas abajo de dichos límites municipales, se incorporó la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 014 del POERTEO, cuya extensión hacia el poniente rebasaba los límites de los municipios señalados; para acotar esta UGA se empleó como límite de recorte la subcuenca oficial RH20Ba (Río La Arena) del INEGI (distinta de la subcuenca delimitada mediante SIATL y QGIS en el paso

anterior), por ajustarse de manera más precisa a la extensión occidental de dicha unidad de gestión. Finalmente, se incorporó la UGA 024 del POERTEO, correspondiente al polígono en que se localiza la cabecera municipal de Santiago Pinotepa Nacional.

El polígono resultante de la integración de estos criterios fue revisado en QGIS para confirmar su continuidad territorial a lo largo del cauce principal Río de la Arena, seleccionándose como la Región Ecológica considerada para el análisis en el presente capítulo.

III.1.3 Superficie de la Región Ecológica

Conforme al criterio de delimitación descrito, la Región Ecológica del proyecto "Extracción de Material Pétreo José Luís Rodríguez" comprende una superficie total de 24,948.35 hectáreas (ha).

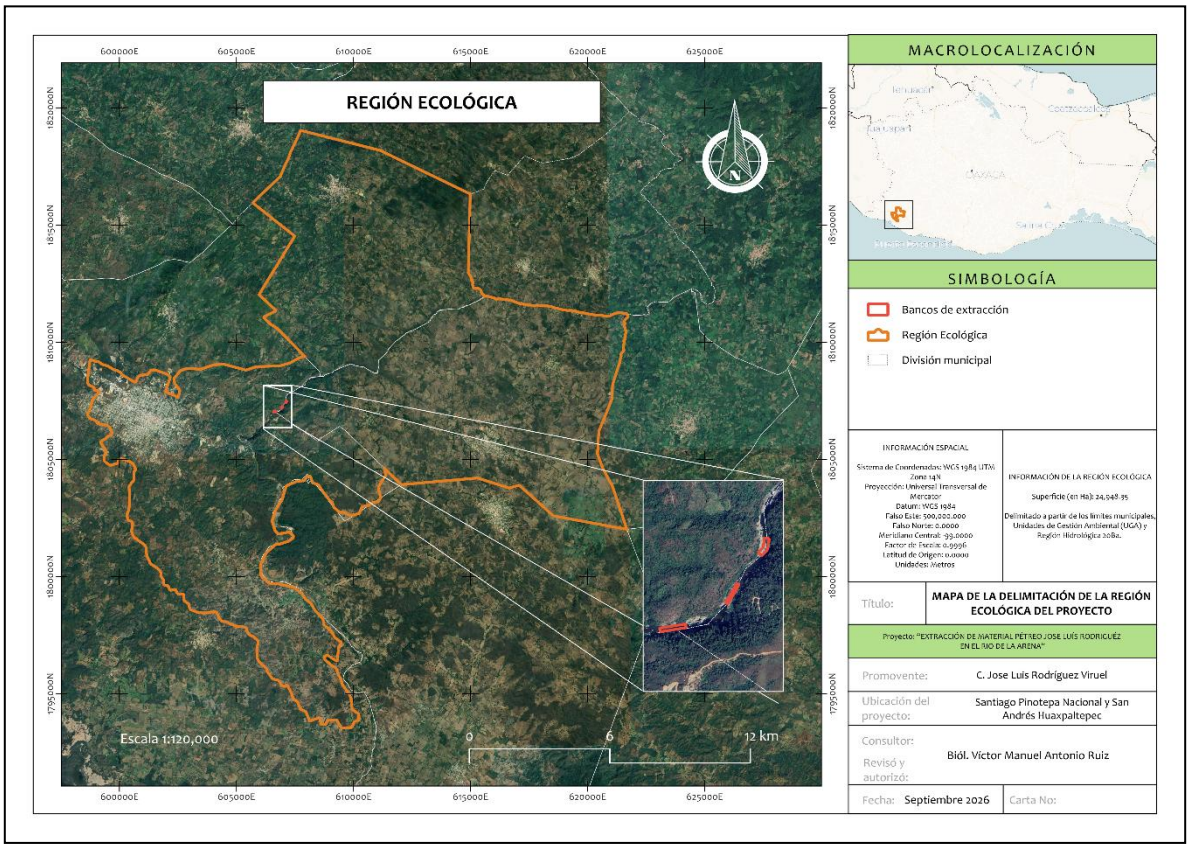


Imagen 12. Delimitación de la Región Ecológica del proyecto.

III.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

III.2.1 Criterios para la delimitación del Área de Influencia

Con la finalidad de que el análisis ambiental no se limitara exclusivamente a los tres polígonos de extracción propuestos, el Área de Influencia del proyecto "Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena" se delimitó bajo un criterio de corredor fluvial ampliado, considerando la naturaleza hidráulica, geomorfológica y sedimentaria del proyecto. Debido a que la actividad propuesta consiste en el aprovechamiento de material pétreo de origen aluvial dentro del cauce del Río de La Arena, se consideró como eje principal de análisis el tramo del río asociado a los tres polígonos de extracción propuestos, incorporando a partir de dicho eje una longitud aproximada de 2,000 metros aguas arriba y 2,000 metros aguas abajo del área de aprovechamiento. Esta distancia se sustenta en la literatura especializada en geomorfología fluvial aplicada a la extracción de material pétreo en cauce, la cual documenta que la incisión del lecho y el déficit de sedimentos generados por la remoción de material pueden propagarse aguas arriba y aguas abajo del sitio de extracción a lo largo de distancias del orden de kilómetros (Kondolf, 1994; Kondolf, 1997), efecto que se ha documentado de manera consistente en distintos sistemas fluviales, extendiéndose en ambas direcciones a escala kilométrica, y que en términos de orden de magnitud suele manifestarse a distancias de un kilómetro o más a partir del sitio de extracción, por lo que la longitud adoptada resulta consistente con dicho criterio y con un enfoque precautorio para integrar la continuidad funcional del sistema fluvial y evaluar la relación del proyecto con los procesos de transporte, acumulación y reposición natural de sedimentos.

Asimismo, se estableció una franja lateral de análisis de 1,000 metros hacia cada margen del cauce, con la finalidad de incluir las áreas colindantes que pudieran mantener interacción ambiental directa o indirecta con el proyecto; esta franja permite incorporar al análisis elementos como vegetación ribereña, terrazas aluviales, escurrimientos secundarios, coberturas vegetales próximas, áreas agropecuarias, caminos existentes, zonas de tránsito y posibles áreas sujetas a efectos por polvo, ruido o movimiento de maquinaria. Adicionalmente, se integraron los caminos de acceso al Área de Influencia, considerando una franja de 200 metros a cada lado del trazo, debido a que dicho acceso forma parte de la operación del proyecto y puede generar efectos asociados al tránsito de vehículos de carga, emisión de partículas, ruido y movimiento de materiales.

La delimitación adoptada permite analizar de manera más amplia y técnicamente justificada los componentes físicos y bióticos vinculados con el proyecto, evitando una interpretación restringida del Área de Influencia. Bajo este enfoque, el Área de Influencia incorpora el cauce del Río de La Arena, sus márgenes, los tres polígonos de extracción propuestos, las zonas de depósito aluvial, el acceso existente y las áreas colindantes que podrían presentar interacción con las actividades de preparación del sitio, operación, transporte y restauración. Este criterio resulta adecuado para proyectos de extracción de material pétreo en cauce, debido a que los posibles impactos ambientales no se relacionan únicamente con

el sitio puntual de extracción, sino también con la dinámica hidrológica e hidráulica del río, la estabilidad de las márgenes, la movilidad de sedimentos, la vegetación ribereña y las actividades operativas asociadas al aprovechamiento del material.

III.2.2 Superficie del Área de Influencia

Conforme al criterio de delimitación descrito, el Área de Influencia del proyecto comprende una superficie total de 973.20 hectáreas (ha).

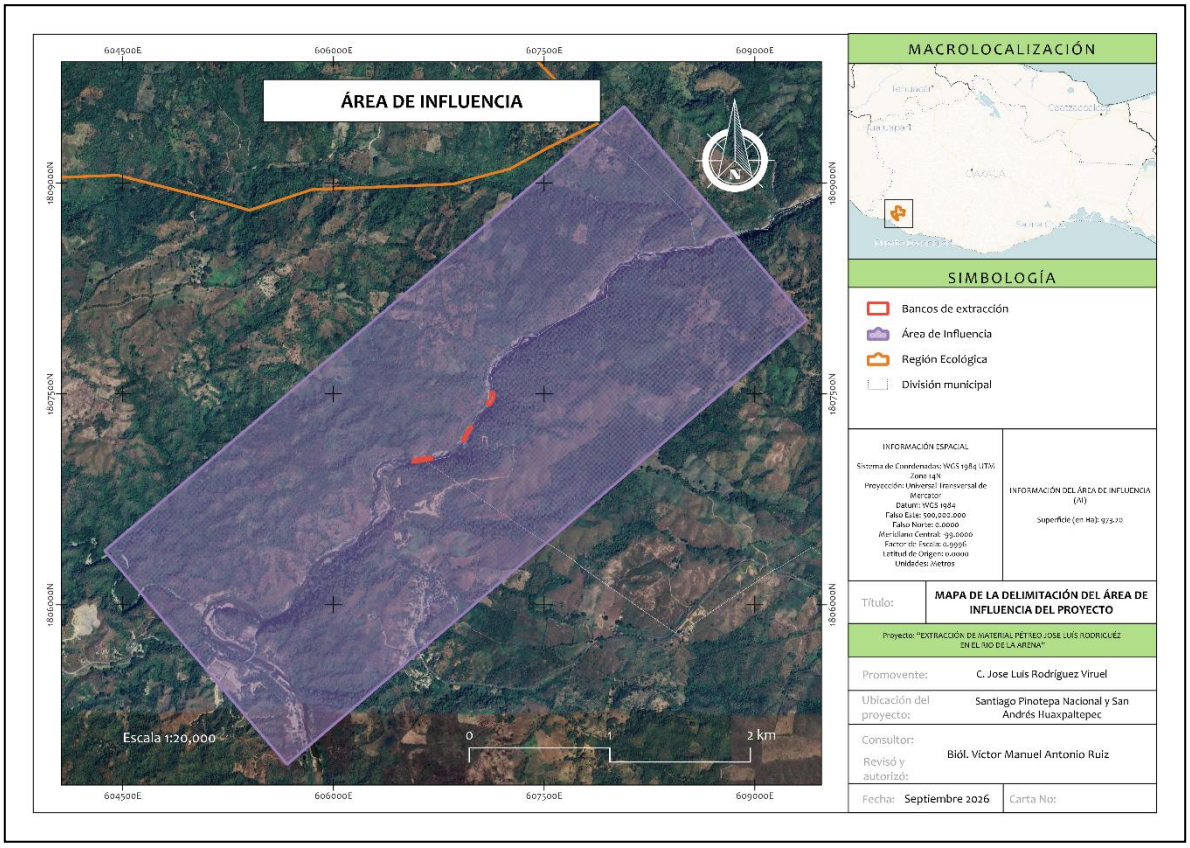


Imagen 13. Área de Influencia del proyecto.

III.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y ÁREA DE INFLUENCIA

En este apartado se describen las condiciones ambientales de la Región Ecológica y del Área de Influencia del proyecto, a partir de la recopilación y el análisis de información cartográfica, bibliográfica y documental disponible, complementada con los resultados de los recorridos y observaciones de campo.

La caracterización comprende los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos relevantes, con el propósito de establecer las condiciones actuales del entorno, identificar los elementos ambientales susceptibles de afectación y contar con una base técnica para evaluar los posibles impactos derivados de las obras y actividades del proyecto. Los componentes analizados, las fuentes de información y las escalas de trabajo utilizadas se presentan en los apartados siguientes.

III.3.1 Componentes abióticos

A continuación, se describen los componentes abióticos identificados dentro de la Región Ecológica y el Área de Influencia del proyecto, considerando el clima y los fenómenos meteorológicos, la geología y geomorfología, el suelo, y la hidrología superficial y subterránea del sitio.

III.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

Para la caracterización climática de la Región Ecológica y del Área de Influencia del proyecto, se utilizó como fuente la carta de Climas, escala 1:1,000,000, elaborada por García, E. para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998), disponible en el Geoportal de la CONABIO. Dicha carta se sustenta en el Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por García para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana (García, 2004), a partir del análisis de los regímenes de temperatura y precipitación registrados en la red de estaciones climatológicas del país. La información se procesó en QGIS bajo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 14Q, representándose a una escala cartográfica de 1:120,000.

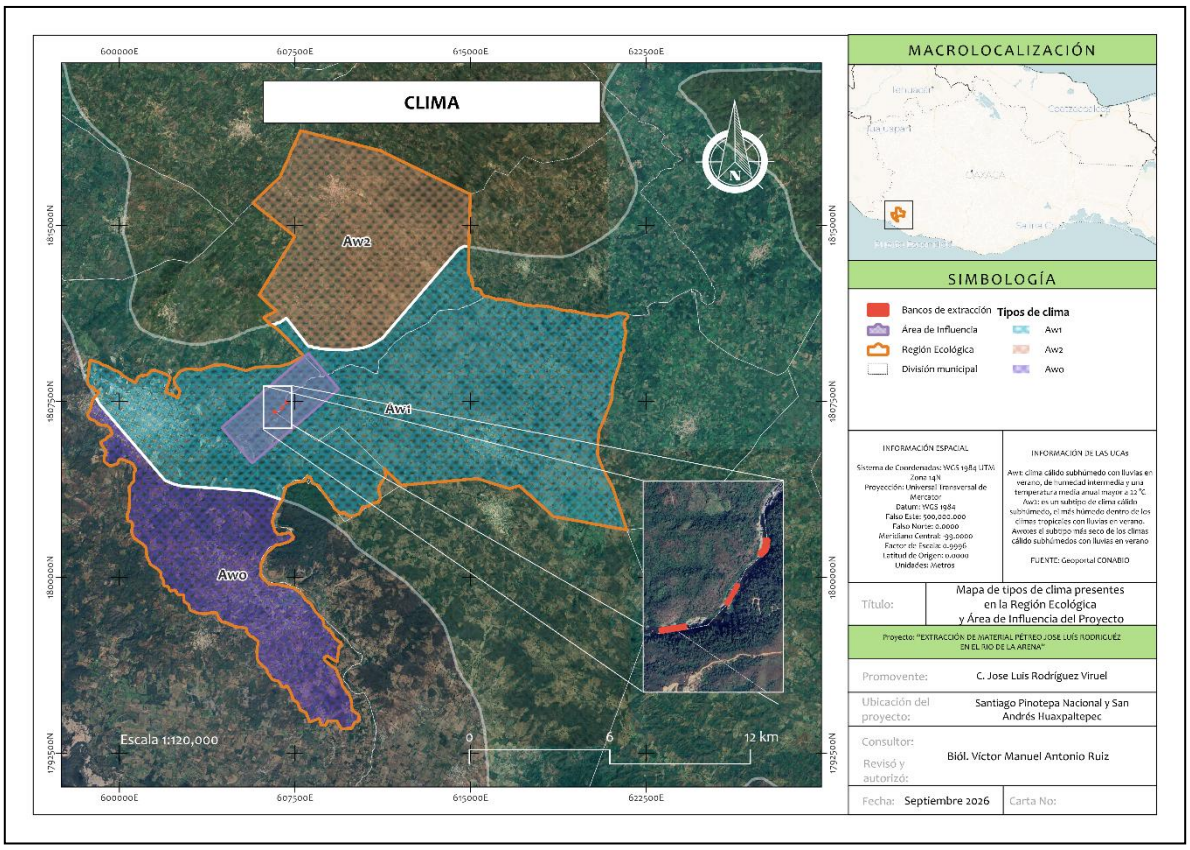


Imagen 14. Clima de la Región Ecológica y el Área de Influencia.

De acuerdo con dicha fuente, dentro de la Región Ecológica se identifican tres subtipos climáticos: Aw1, Aw2 y Awo, los tres correspondientes al grupo de climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano (Aw), caracterizados por una temperatura media anual mayor a 22 °C y del mes más frío mayor a 18 °C, así como por un régimen de lluvias marcadamente estacional, concentrado en el semestre cálido del año, con un porcentaje de lluvia invernal de entre 5% y 10.2% del total anual, y una precipitación del mes más seco por debajo de los 60 mm. La diferenciación entre estos tres subtipos obedece al grado relativo de humedad de cada uno, expresado mediante el cociente P/T (precipitación total anual entre temperatura media anual): el subtipo Awo corresponde al más seco de los climas cálidos subhúmedos, con un cociente P/T menor a 43.2 mm/°C; el subtipo Aw1 corresponde al subhúmedo intermedio, con un cociente P/T de entre 43.2 y 55.3 mm/°C; y el subtipo Aw2 corresponde al más húmedo de los subhúmedos, con un cociente P/T mayor a 55.3 mm/°C. Los tres subtipos presentan, además, una oscilación térmica anual reducida, de entre 5 y 7 °C, condición característica de los climas cálidos de baja latitud sin contrastes estacionales de temperatura marcados.

Espacialmente, el tipo Aw1 ocupa la mayor extensión dentro de la Región Ecológica, distribuyéndose en su porción central; el tipo Aw2 se localiza hacia el extremo norte de la RE, sobre la porción más alta y alejada del cauce; mientras que el tipo Awo se ubica hacia el extremo suroeste, en la franja costera del municipio de Santiago Pinotepa Nacional. Esta distribución es congruente con el gradiente de humedad típico de las regiones costeras del

Pacífico sur mexicano, en las que la porción litoral suele presentar condiciones climáticas relativamente más secas respecto de las porciones internas y de mayor altitud, más próximas a las estribaciones de la Sierra Madre del Sur. Tanto los tres polígonos de extracción propuestos como la totalidad del Área de Influencia se localizan dentro del subtipo climático Aw1, sin que los subtipos Aw2 y Awo mantengan interacción directa con las obras y actividades del proyecto, al ubicarse en porciones periféricas de la Región Ecológica no comprendidas dentro del corredor fluvial que constituye el Área de Influencia.

III.3.1.2 Geología

La caracterización geológica de la Región Ecológica y del Área de Influencia se realizó con base en el Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales de las cartas geológico-mineras E14-11 "Acapulco" y E14-12 "Zaachila", escala 1:250,000, elaboradas por el Servicio Geológico Mexicano (SGM) y descargadas del portal GeoInfoMex (2026). Dado que la Región Ecológica se ubica sobre el límite entre ambas cartas, fue necesario integrar la información de las dos fuentes para cubrir la totalidad del polígono, lo que se representa en el mapa mediante la línea de unión visible en su porción centro-occidental. La información se procesó en QGIS bajo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 14Q, representándose a una escala cartográfica de 1:120,000.

De acuerdo con dicha fuente, dentro de la Región Ecológica se identifican tres unidades geológicas: Complejo metamórfico [JiTo(Cm)], Granodiorita [To(Gd)] y Aluvial [Qho(al)]. El Complejo metamórfico, unidad dominante en la RE, corresponde regionalmente al denominado Complejo Xolapa, reconocido como el terreno metamórfico de mayor extensión en el sur de México, constituido por ortogneises y paragneises afectados por un grado variable de migmatización, cuyo basamento registra distintos episodios de magmatismo granítico con edades que abarcan del Jurásico al Oligoceno (Pérez-Gutiérrez et al., 2009), rango de edad congruente con la nomenclatura Ji-To asignada a esta unidad en la cartografía del SGM. La unidad de Granodiorita [To(Gd)] corresponde a cuerpos intrusivos graníticos de edad terciaria (Oligoceno) que forman parte de un cinturón plutónico emplazado sobre el Complejo Xolapa, el cual aflora de manera discontinua a lo largo de la costa del Pacífico sur mexicano (SGM, s.f.), y que en la región de la Costa Chica de Guerrero y Oaxaca constituye un cuerpo batolítico de anchura promedio del orden de 25 km paralelo a la línea de costa. Finalmente, la unidad Aluvial [Qho(al)] corresponde a depósitos no consolidados del Cuaternario (Holoceno), asociados a la acumulación reciente de sedimentos fluviales en los valles y llanuras de inundación de la región.

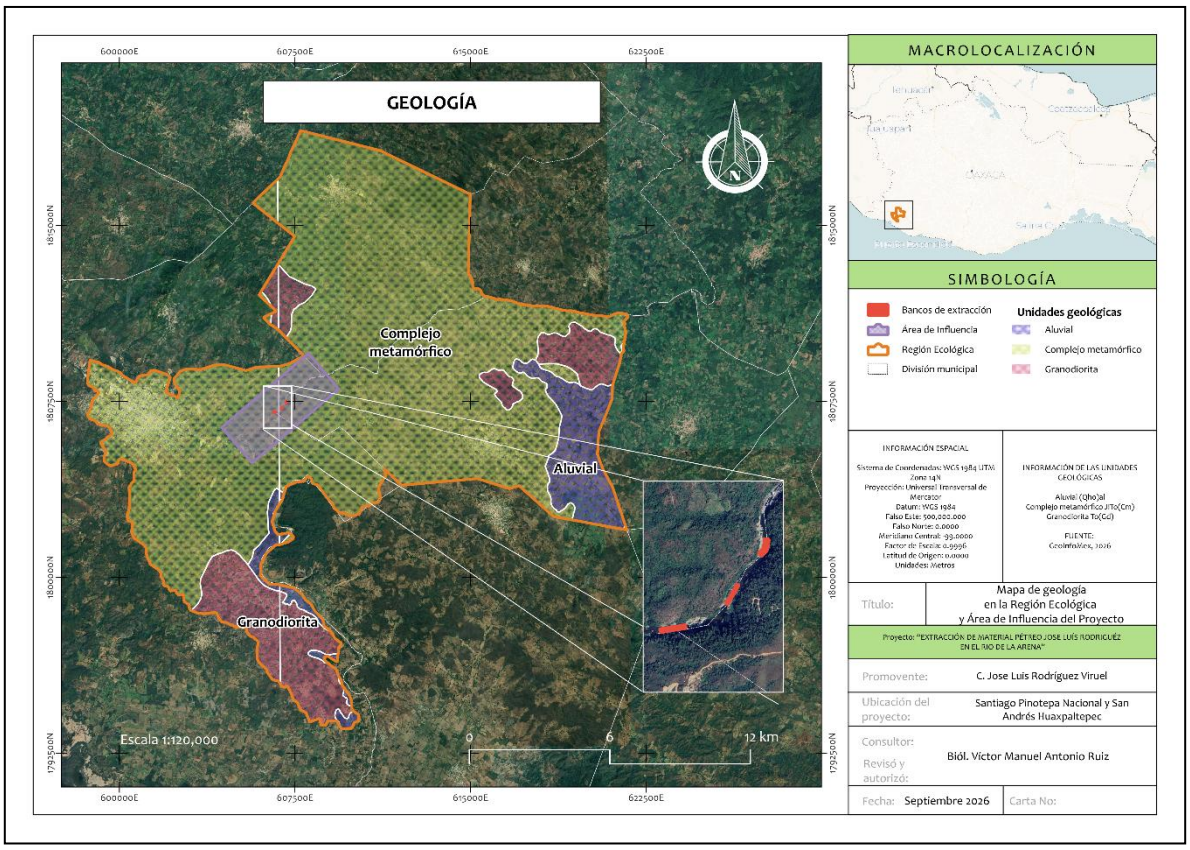


Imagen 15. Geología de la Región Ecológica y el Área de Influencia.

Espacialmente, el Complejo metamórfico ocupa la mayor parte de la superficie de la Región Ecológica, distribuyéndose de manera continua en su porción centro-norte; dentro de esta unidad se observan dos cuerpos aislados de Granodiorita de menor extensión, en la porción centro-norte de la RE, interpretables como apófisis o pequeños plutones intrusivos dentro del complejo metamórfico encajonante. Hacia el extremo suroeste de la RE, sobre la franja costera, se presenta un cuerpo de Granodiorita de mayor extensión, congruente con el cinturón plutónico costero antes referido. La unidad Aluvial se distribuye en una franja hacia el extremo oriental de la RE, asociada a un sistema de drenaje distinto al del Río de La Arena.

III.3.1.3 Geomorfología

La caracterización geomorfológica de la Región Ecológica se elaboró integrando las siguientes fuentes de información oficial: el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) 4.0 del estado de Oaxaca a 15 m de INEGI, para la obtención de las curvas de nivel (equidistancia de 100 m); el Sistema de Topoformas de INEGI, para la identificación de las unidades del relieve; y la Red Hidrográfica de la subcuenca RH20Ba, para la representación de las corrientes de agua. La información se procesó en QGIS bajo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 14Q, representándose a una escala cartográfica de 1:120,000.

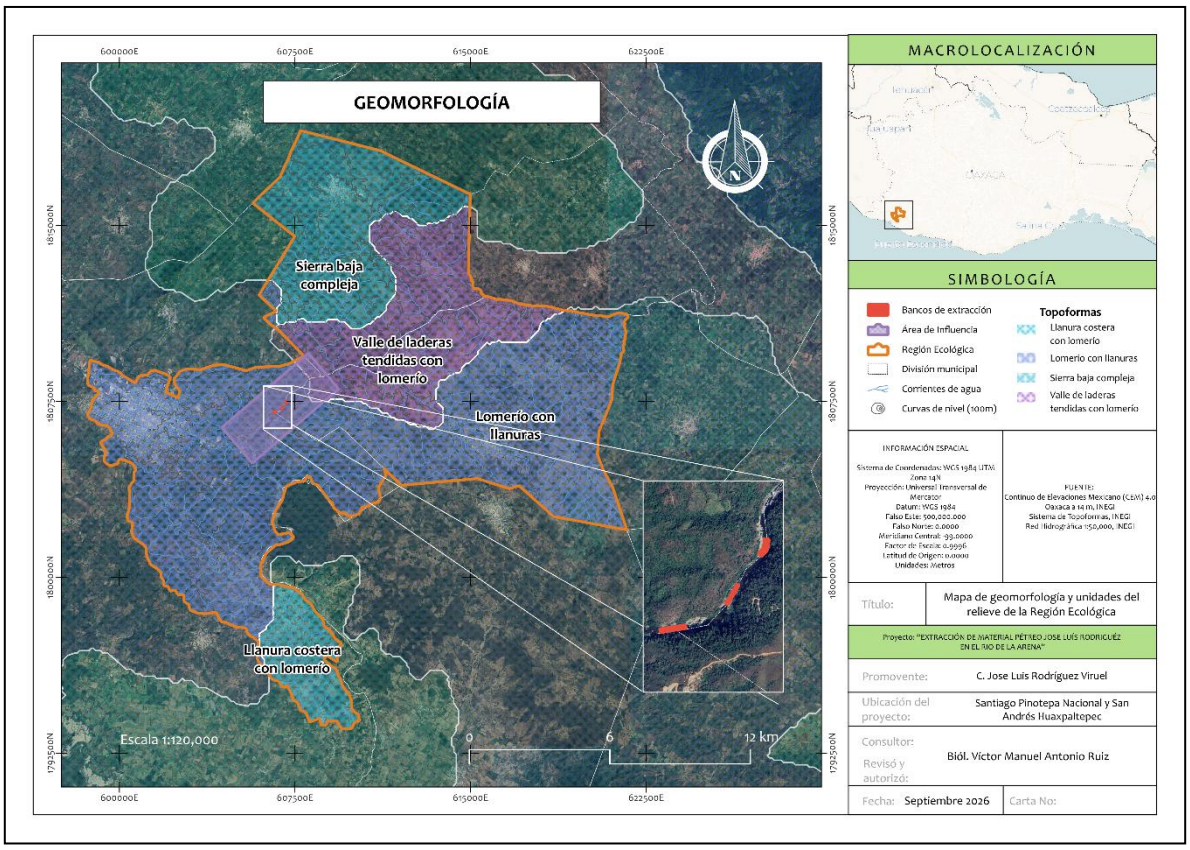


Imagen 16. Geomorfología de la Región Ecológica y Área de Influencia.

Fisiográficamente, la Región Ecológica se localiza dentro de la provincia Sierra Madre del Sur, en la subprovincia Costas del Sur, la cual se distribuye en franja paralela a la línea de costa del Pacífico oaxaqueño y comprende alrededor del 11% de la superficie estatal. Dentro de este contexto fisiográfico, la carta identifica cuatro sistemas de topoformas: Sierra baja compleja, Valle de laderas tendidas con lomerío, Lomerío con llanuras y Llanura costera con lomerío.

La Sierra baja compleja corresponde a un relieve montañoso de elevaciones relativamente bajas pero con un patrón estructural compartimentado e irregular, resultado de una disección tectónica intensa, característica de las estribaciones internas de la Sierra Madre del Sur. El Valle de laderas tendidas con lomerío corresponde a una depresión topográfica alargada, flanqueada por vertientes de pendiente suave a moderada (laderas tendidas, en contraste con las laderas escarpadas de mayor inclinación), combinada con la presencia de lomeríos asociados, forma característica de los valles fluviales labrados sobre litologías de menor resistencia relativa. El Lomerío con llanuras representa un relieve de transición entre las zonas montañosas y las planicies, conformado por elevaciones suaves y redondeadas intercaladas con superficies subhorizontales, de relieve relativo bajo. Finalmente, la Llanura costera con lomerío corresponde a una planicie de baja pendiente próxima al litoral, con la presencia ocasional de lomeríos residuales, propia de zonas de acumulación fluvial y marina reciente.

Espacialmente, la Sierra baja compleja se distribuye en el extremo norte de la Región Ecológica, sobre las porciones de mayor elevación; el Valle de laderas tendidas con lomerío ocupa la porción centro-norte, inmediatamente al sur de la sierra; el Lomerío con llanuras conforma la unidad de mayor extensión dentro de la RE, distribuyéndose en su porción centro-oriental; y la Llanura costera con lomerío se ubica en el extremo suroeste, sobre la franja próxima al litoral del municipio de Santiago Pinotepa Nacional. Los tres polígonos de extracción propuestos, así como la totalidad del corredor que constituye el Área de Influencia, se localizan dentro de la unidad Valle de laderas tendidas con lomerío, lo cual es consistente con la naturaleza del proyecto: dicho sistema de topoformas corresponde precisamente a la depresión topográfica labrada por el Río de La Arena, cuyo fondo de valle constituye el ámbito geomorfológico en que se desarrollan los procesos de transporte, depósito y acumulación de sedimentos aluviales objeto del aprovechamiento.

III.3.1.4 Suelos

La caracterización edafológica de la Región Ecológica se realizó con base en la carta de Edafología elaborada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) en colaboración con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1995), a escalas 1:250,000–1:1,000,000, disponible en el Geoportal de la CONABIO. Dicha carta se sustenta en el sistema de clasificación de suelos FAO/UNESCO (1968), modificado por la entonces Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en 1970. La información se procesó en QGIS bajo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 14Q, representándose a una escala cartográfica de 1:120,000.

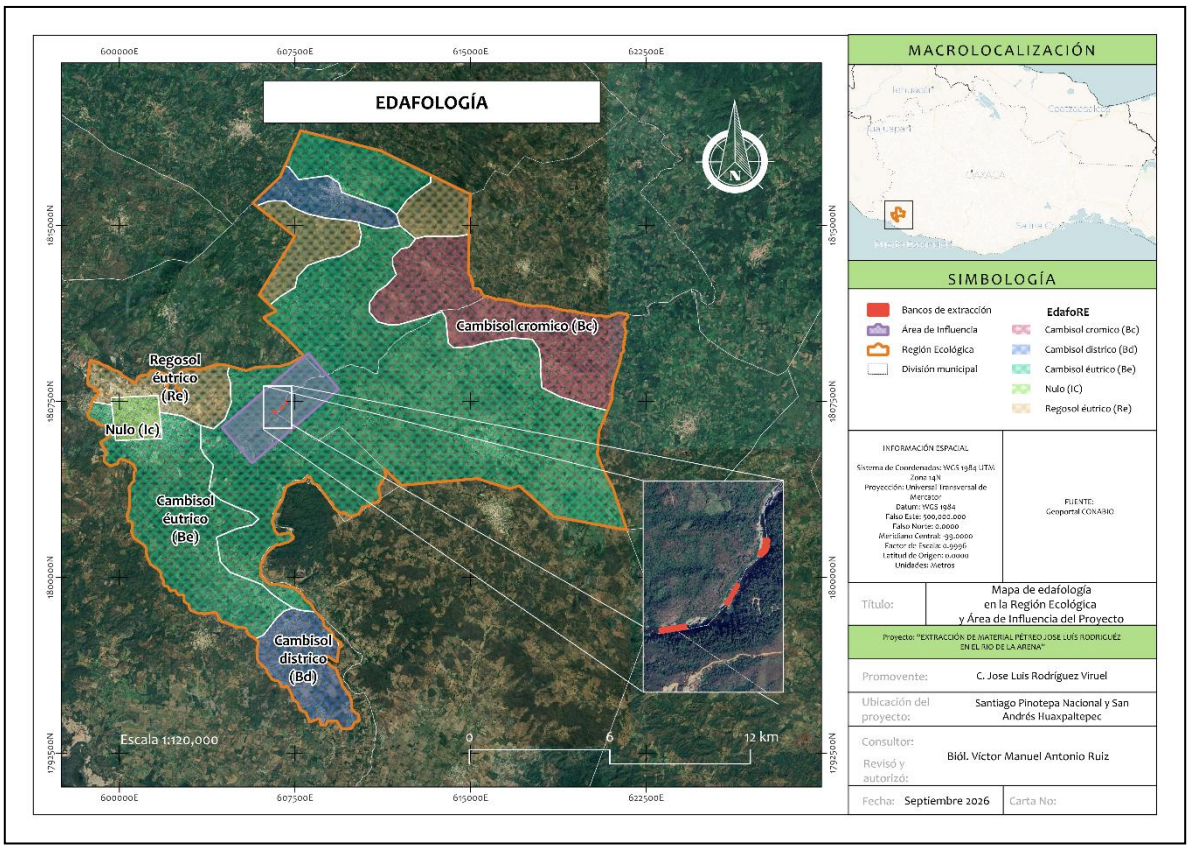


Imagen 17. Edafología de la Región Ecológica y el Área de Influencia.

De acuerdo con dicha fuente, dentro de la Región Ecológica se identifican cinco unidades edafológicas: Cambisol éutrico (Be), Cambisol crómico (Bc), Cambisol dístrico (Bd), Regosol éutrico (Re) y una unidad de reducida extensión registrada como Nulo (Ic). Los Cambisoles corresponden a suelos de desarrollo incipiente, caracterizados por la presencia de un horizonte B cámbico formado por procesos de alteración in situ (formación de estructura y de arcillas o remoción de carbonatos), sin que constituyan aún un horizonte de acumulación avanzada; su diferenciación en subunidades obedece al grado de saturación de bases y a la coloración del horizonte cámbico. El Cambisol éutrico presenta una saturación de bases igual o mayor al 50%, con pH neutro a básico y fertilidad relativamente alta; el Cambisol dístrico presenta una saturación de bases menor al 50%, generalmente asociado a condiciones más ácidas; y el Cambisol crómico se distingue por un horizonte B de color pardo oscuro a rojizo intenso, independientemente de su grado de saturación de bases. El Regosol éutrico corresponde a un suelo de desarrollo incipiente, similar al material geológico subyacente, sin horizontes de diagnóstico bien diferenciados salvo un epipedón ócrico delgado, con saturación de bases igual o mayor al 50%. La unidad Nulo (Ic), de extensión reducida, corresponde al centro urbano de Santiago Pinotepa Nacional.

Espacialmente, el Cambisol éutrico constituye la unidad de mayor extensión dentro de la Región Ecológica, distribuyéndose de manera continua en su porción central, occidental y suroeste; el Cambisol crómico se ubica hacia el extremo noreste de la RE; el Cambisol dístrico se presenta en dos sectores discontinuos, uno de menor extensión en el extremo

norte y otro de mayor extensión en el extremo sur, sobre la franja costera; en tanto que el Regosol éutrico y la unidad Nulo (Ic) se distribuyen en un sector reducido hacia el extremo noroeste de la RE. Los tres polígonos de extracción propuestos y la totalidad del Área de Influencia se localizan sobre la unidad de Cambisol éutrico, sin interacción directa con las unidades de Cambisol crómico, Cambisol dístrico, Regosol éutrico o la unidad Nulo, las cuales se distribuyen en porciones periféricas de la Región Ecológica.

III.3.1.5 Hidrología superficial

III.3.1.5.1 Contexto hidrológico

La caracterización del contexto hidrológico de la Región Ecológica se realizó con base en las capas de cuencas y subcuencas hidrográficas disponibles en el Geoportal de la CONABIO. La información se procesó en QGIS bajo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 14Q, representándose a una escala cartográfica de 1:1,275,000.

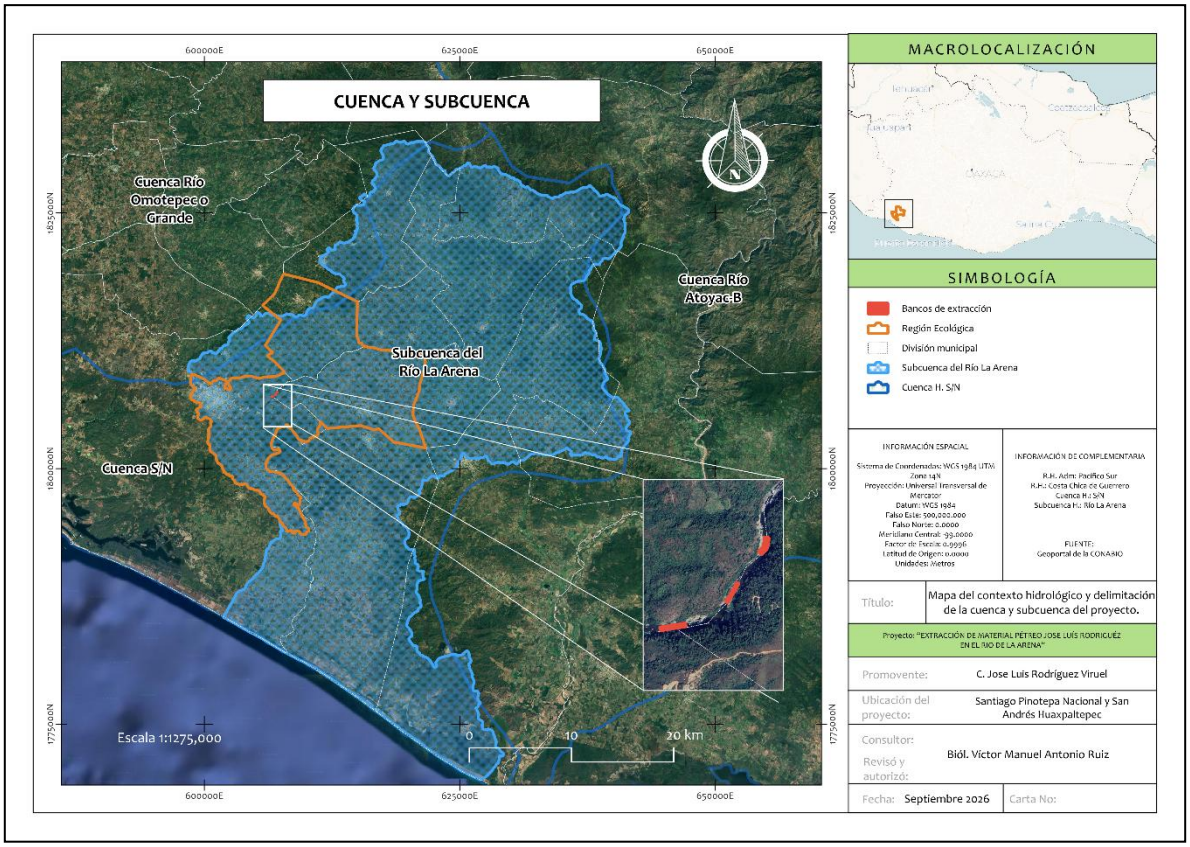


Imagen 18. Contexto hidrológico de la Región Ecológica y el Área de Influencia.

De acuerdo con la clasificación hidrológica administrativa de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológico-Administrativa (RHA) V Pacífico Sur, con sede en Oaxaca de Juárez, la cual comprende parte de los estados de Oaxaca y Guerrero. Dentro de esta RHA, el sitio del proyecto corresponde a la Región Hidrológica (RH) No. 20 "Costa Chica de Guerrero", cuya extensión, pese a su denominación, se distribuye también sobre el occidente del estado de Oaxaca. La cuenca

hidrológica en que se inserta el proyecto se identifica en la fuente consultada como S/N (sin nombre), en tanto que la subcuenca corresponde a la clave RH20Ba "Río La Arena".

Los límites de la Región Ecológica colindan al norte con la Cuenca del Río Omotepec o Grande y al oriente con la Cuenca del Río Atoyac-B, ambas también pertenecientes a la RH20, en tanto que hacia el poniente colinda con una cuenca adicional igualmente registrada como S/N en la fuente consultada. La Región Ecológica se localiza mayoritariamente dentro de los límites de la subcuenca RH20Ba Río La Arena; no obstante, se extiende ligeramente más allá de dicha subcuenca hacia el noroeste, en la porción correspondiente al límite territorial del municipio de Pinotepa de Don Luis. Esta pequeña discrepancia es consistente con el criterio mixto de delimitación descrito en el apartado de delimitación de la Región Ecológica ya que esta se construyó combinando el límite de la subcuenca con límites político-administrativos municipales, por lo que resulta esperable que estos últimos no coincidan de manera exacta con la divisoria hidrológica. Los tres polígonos de extracción propuestos y la totalidad del Área de Influencia se ubican dentro de la subcuenca RH20Ba Río La Arena, en el tramo medio-bajo del sistema fluvial.

III.3.1.5.2 Principales corrientes superficiales

La caracterización de la hidrología superficial de la Región Ecológica se realizó a partir de la Red Hidrográfica escala 1:250,000 del INEGI, correspondiente a la subcuenca RH20Ba Río de la Arena del, sobre la cual se clasificó cada corriente conforme a su orden de Strahler. Esta clasificación, propuesta originalmente por Strahler (1957), jerarquiza los segmentos de una red de drenaje asignando el valor 1 a las corrientes que no reciben tributarios (nacimientos); cuando dos corrientes del mismo orden confluyen, el segmento resultante aguas abajo incrementa su orden en una unidad, mientras que la confluencia de corrientes de distinto orden conserva el valor del orden mayor sin incrementarlo. De esta manera, el orden de una corriente constituye un indicador indirecto de su posición jerárquica dentro de la red, así como de su capacidad relativa de conducción de agua y sedimentos. La información se procesó en QGIS bajo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 14Q, representándose a una escala cartográfica de 1:120,000.

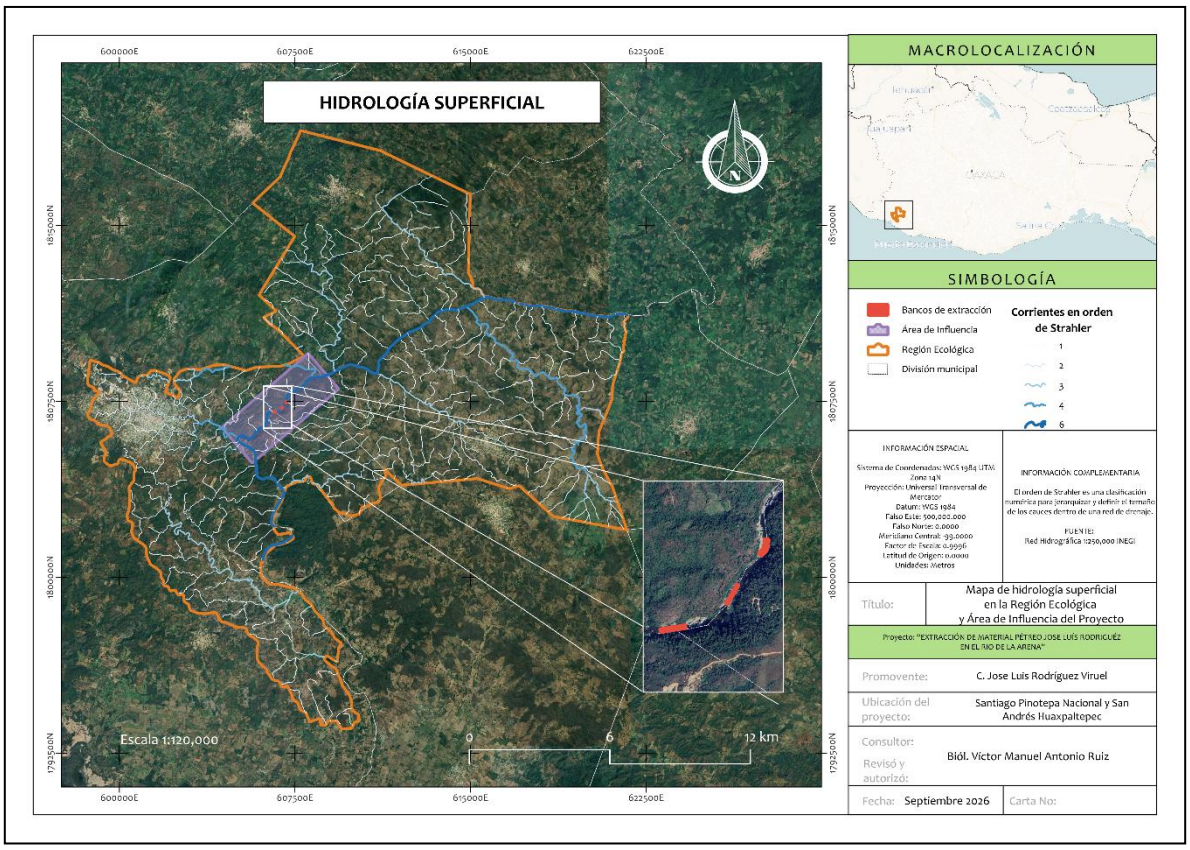


Imagen 19. Hidrología superficial de la Región Ecológica y el Área de Influencia.

De acuerdo con dicha fuente, dentro de la Región Ecológica se identifican corrientes de los órdenes 1, 2, 3, 4 y 6, sin que se registre un tramo de orden 5 dentro de los límites de la RE; esta ausencia es consistente con la lógica de jerarquización de Strahler, en la cual el incremento a un orden superior ocurre únicamente en el punto específico de confluencia de dos corrientes del mismo orden, por lo que es posible que dicha confluencia se localice fuera de los límites de la Región Ecológica, aguas arriba, incorporándose a la RE únicamente el tramo troncal ya clasificado como de orden 6. La red de drenaje presenta un patrón predominantemente dendrítico, con una mayor densidad de corrientes de órdenes bajos (1 a 3) en la porción norte y noreste de la RE, coincidente con la unidad geomorfológica de Sierra baja compleja descrita en el apartado anterior, en tanto que, hacia la porción sur y suroeste, sobre la Llanura costera con lomerío, la densidad de la red es sensiblemente menor.

La corriente principal de la Región Ecológica corresponde al Río El Arenal (identificado localmente como Río de La Arena), clasificado en su totalidad como corriente de orden 6, el cual atraviesa la RE en dirección general noreste-suroeste, colectando los aportes de las corrientes de menor orden distribuidas en su cuenca de captación, para posteriormente continuar su curso hacia la porción sur de la Región Ecológica, en dirección a su desembocadura en el océano Pacífico. Se identifica asimismo un afluente de orden 4 que se incorpora al cauce principal hacia la porción sur de la RE. Los tres polígonos de extracción propuestos, el camino de acceso y la totalidad del Área de Influencia se localizan

sobre el tramo de orden 6 del rio de la arena, lo cual es consistente con la naturaleza del proyecto, dado que las corrientes de mayor orden jerárquico concentran, por su posición en la red de drenaje, una mayor capacidad de transporte y depósito de sedimentos aluviales respecto de las corrientes tributarias de menor orden.

III.3.1.6 Hidrología subterránea

La caracterización de la hidrología subterránea de la Región Ecológica se realizó con base en la información disponible en la plataforma del Sistema Nacional de Información del Agua (SINA 3.0) / Plataforma Nacional de Datos Abiertos, así como en el Continuo Nacional de Aguas Subterráneas, escala 1:250,000, Serie II, ambas fuentes de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). La información se procesó en QGIS bajo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 14Q, representándose a una escala cartográfica de 1:400,000.

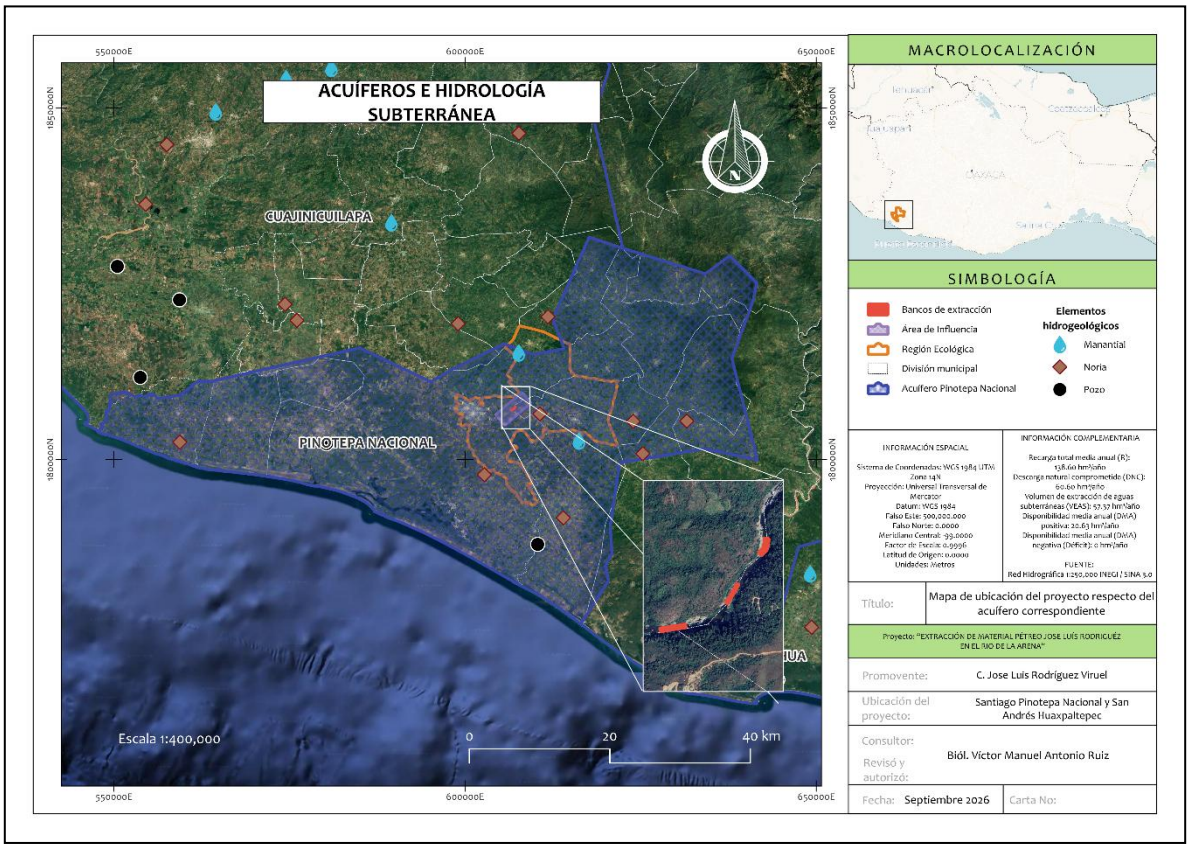


Imagen 20. Ubicación del proyecto respecto del acuífero correspondiente.

De acuerdo con dicha fuente, la totalidad de la Región Ecológica y del Área de Influencia del proyecto se localiza dentro de los límites del Acuífero Pinotepa Nacional, unidad hidrogeológica administrada por la Comisión Nacional del Agua dentro de la Región Hidrológico-Administrativa V Pacífico Sur. Conforme al balance de aguas subterráneas reportado para dicho acuífero, éste presenta una recarga total media anual (R) de 138.60 hm³/año, una descarga natural comprometida (DNC) de 60.60 hm³/año y un volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS) de 57.37 hm³/año, lo que arroja una

disponibilidad media anual (DMA) positiva de 20.63 hm³/año y una disponibilidad negativa (déficit) de 0 hm³/año. De acuerdo con la metodología establecida en la NOM-011-CONAGUA-2015, la disponibilidad media anual de agua subterránea se calcula restando a la recarga total media anual la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas ya concesionado o registrado. El resultado positivo y la ausencia de déficit indican que el acuífero Pinotepa Nacional se encuentra, de acuerdo con este balance, en una condición sin sobreexplotación.

Respecto a los elementos hidrogeológicos identificados en la fuente consultada (manantiales, norias y pozos), éstos se distribuyen de manera dispersa dentro de la extensión total del acuífero, concentrándose principalmente en el municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero (al norte del área de estudio) y en las inmediaciones de la cabecera y zona conurbada del municipio de Santiago Pinotepa Nacional. Dentro de los límites de la Región Ecológica se identifican una noria de aprovechamiento disperso, ubicada en las inmediaciones del Área de Influencia, y un manantial, localizado próximo al límite norte de la RE, coincidente con el sector en que ésta se extiende ligeramente más allá del polígono del acuífero, sobre el límite territorial de Pinotepa de Don Luis, congruente con lo señalado en el apartado anterior. No se identifican pozos dentro de los límites de la RE. Ninguno de estos elementos hidrogeológicos (la noria ni el manantial) se localiza dentro del Área de Influencia ni coincide con los polígonos de extracción propuestos, los cuales se ubican en el tramo del cauce del rio de la arena correspondiente a la porción centro-occidental del acuífero.

III.3.2 Componentes bióticos

A continuación, se describen los componentes bióticos identificados dentro de la Región Ecológica y el Área de Influencia del proyecto, iniciando con el uso de suelo y la vegetación presentes, como base para la posterior caracterización de flora y fauna.

III.3.2.1 Uso del suelo y vegetación

La caracterización del uso de suelo y la vegetación de la Región Ecológica se realizó con base en la carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII, disponible en el Geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), correspondiente al conjunto de cartas de uso de suelo y vegetación de mayor actualidad generado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La información se procesó en QGIS bajo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 14Q, representándose a una escala cartográfica de 1:120,000.

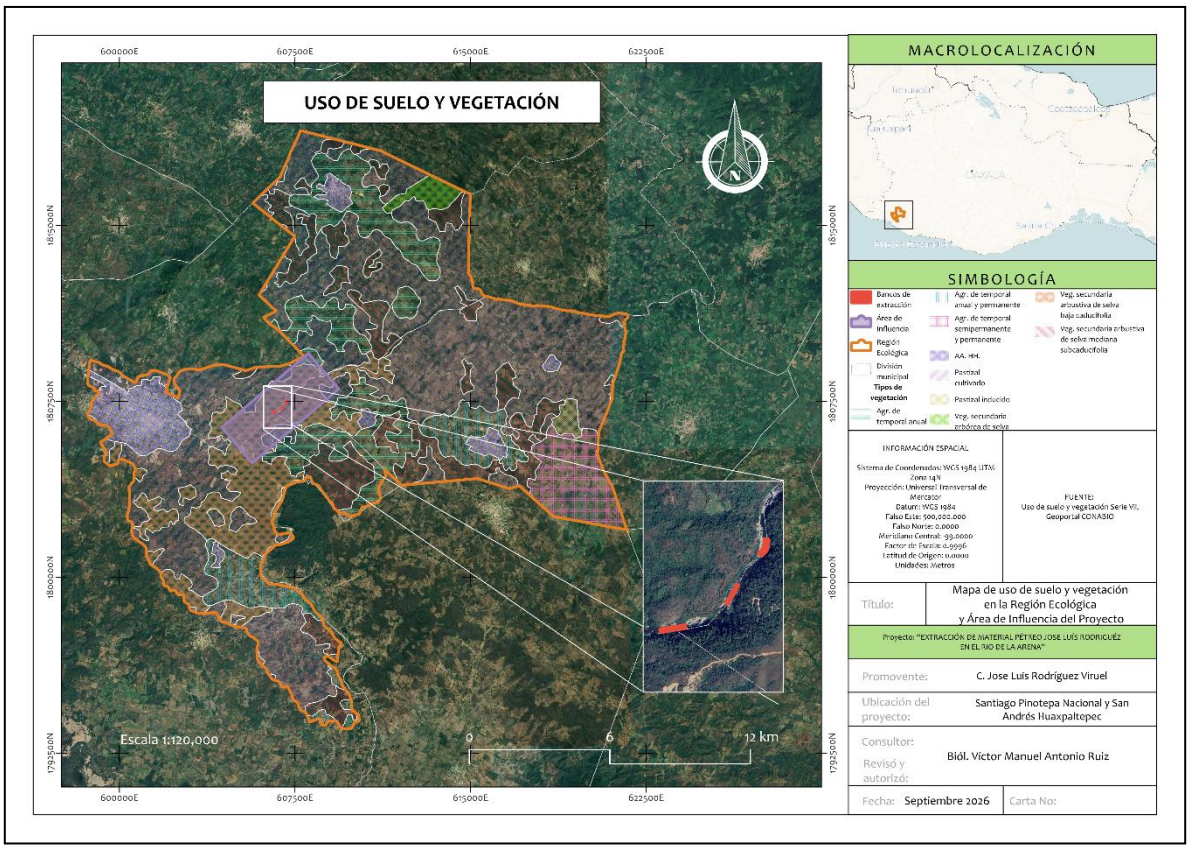


Imagen 21. Uso del suelo y vegetación de la Región Ecológica y Área de Influencia.

De acuerdo con dicha fuente, dentro de la Región Ecológica se identifican nueve categorías de uso de suelo y vegetación: Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal anual y permanente, Agricultura de temporal semipermanente y permanente, Asentamientos Humanos (AA.HH.), Pastizal cultivado, Pastizal inducido, Vegetación secundaria arbórea de selva (mediana subcaducifolia), Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Es relevante señalar que la totalidad de la cobertura vegetal registrada en la RE corresponde a etapas sucesionales de vegetación secundaria, sin que se identifiquen remanentes de selva primaria o vegetación sin perturbación aparente, lo cual refleja el intenso historial de transformación del paisaje hacia usos agrícolas y pecuarios en la región.

La selva mediana subcaducifolia, comunidad de referencia para una de las unidades de vegetación secundaria identificadas, corresponde a una comunidad arbórea de 15 a 30 m de altura en la que entre el 50 y 75% de las especies pierden el follaje durante la temporada seca, condicionada a la presencia de un periodo seco marcado de cinco meses o más; mientras que la selva baja caducifolia corresponde a una comunidad de menor porte (hasta 15 m de altura, comúnmente entre 8 y 12 m), en la que más del 75% de las especies pierden sus hojas durante dicho periodo, siendo una de las comunidades vegetales más representativas de la vertiente del Pacífico mexicano. Las unidades de vegetación secundaria arbustiva representan una etapa sucesional temprana, dominada por elementos arbustivos tras la eliminación o perturbación de la comunidad original, en tanto que la unidad

arbórea representa un estadio de recuperación más avanzado, con presencia de individuos arbóreos jóvenes. Por su parte, el Pastizal cultivado corresponde a superficies en las que se ha introducido intencionalmente una cubierta de especies forrajeras para su aprovechamiento pecuario, mientras que el Pastizal inducido surge de manera espontánea tras el desmonte de la vegetación original, colonizado naturalmente por gramíneas y aprovechado para el pastoreo extensivo sin haber sido sembrado deliberadamente.

Espacialmente, el Pastizal cultivado y las superficies de uso agrícola (agricultura de temporal en sus distintas modalidades) constituyen la matriz dominante en la porción centro-occidental y suroeste de la Región Ecológica, en tanto que la Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia se concentra principalmente hacia el extremo oriental de la RE, conformando un núcleo de mayor extensión. La Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia se distribuye de manera dispersa en manchones a lo largo de la porción central de la RE, intercalada con la matriz agrícola y de pastizal, en tanto que la Vegetación secundaria arbórea de selva presenta una distribución puntual y de reducida extensión hacia el extremo norte. El Pastizal inducido se ubica de forma puntual hacia el extremo centro-oriental de la RE. Finalmente, se identifican núcleos de Asentamientos Humanos, el de mayor extensión hacia el extremo occidental de la RE y otros de menor tamaño dispersos en la porción central.

La cartografía de uso de suelo y vegetación del INEGI, a escala aproximada 1:120,000, constituye una referencia de carácter regional, por lo que no implica que la cobertura representada se distribuya de manera continua u homogénea dentro de cada punto de la superficie del proyecto.

III.3.2.2 Flora

III.3.2.2.1 Metodología

La caracterización de la flora de la Región Ecológica se realizó mediante un enfoque mixto de gabinete y campo. En gabinete se revisó la cartografía de uso de suelo y vegetación del área de estudio y se consultó bibliografía especializada sobre la composición florística de comunidades vegetales análogas documentadas dentro de la Región Hidrológica 20 Costa Chica de Guerrero y, de manera más amplia, en la Costa de Oaxaca, dado que no se cuenta con un inventario florístico previo específico para el sitio del proyecto. Entre las fuentes consultadas se encuentran los listados florísticos de la costa de Oaxaca para la región de Zimatán y el Parque Nacional Huatulco (Salas-Morales et al., 2003; 2007), el estudio florístico de la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, ubicada dentro de la misma Región Hidrológica 20 y con tipos de vegetación idénticos a los presentes en la RE (Carreto-Pérez et al., 2015), y el listado de flora útil de Santiago Pinotepa Nacional (Martínez-Toledo, 2016). Esta revisión bibliográfica permitió construir un marco de referencia de las especies con mayor probabilidad de presencia en la Región Ecológica, conforme al tipo de vegetación documentada anteriormente. En campo, se realizaron recorridos dentro de la Región Ecológica, en los tres bancos de extracción propuestos y en sus áreas de influencia inmediata, identificándose las especies presentes, su forma biológica, distribución y

abundancia relativa, documentándose fotográficamente los ejemplares representativos observados. Los nombres científicos registrados se cotejaron contra el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, a fin de determinar su categoría de riesgo, en su caso.

El análisis de la flora de la Región Ecológica se realizó considerando las condiciones de vegetación presentes en el entorno del proyecto, así como la información cartográfica disponible sobre uso de suelo y vegetación. De manera general, el área de estudio se ubica dentro de un contexto regional dominado por comunidades vegetales propias de la región Costa de Oaxaca, principalmente asociadas a ambientes cálidos, con marcada estacionalidad de lluvias y presencia de vegetación tropical caducifolia y subcaducifolia.

III.3.2.2.2 Especies características de la Región Ecológica

De acuerdo con la literatura consultada, la selva baja caducifolia de la Costa de Oaxaca se caracteriza florísticamente por el predominio de las familias *Fabaceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Asteraceae, Cactaceae, Malpighiaceae y Rubiaceae* (Trejo, 2005), en tanto que, específicamente dentro de la Región Hidrológica 20 "Costa Chica", los estudios florísticos reportan como dominantes a las familias *Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae* (Carreto-Pérez *et* al., 2015), patrón consistente con lo observado en campo dentro de la RE, donde las especies registradas junto a los polígonos de extracción pertenecen mayoritariamente a las familias *Fabaceae, Sapindaceae, Burseraceae, Malvaceae, Bixaceae y Apocynaceae.*

En el estrato arbóreo de la selva baja caducifolia y su vegetación secundaria dentro de la Región Hidrológica 20, se reportan como especies características *Annona diversifolia, Spondias purpurea, Bursera excelsa, Sapium macrocarpum, Plumeria rubra, Tabebuia chrysantha, Cordia elaeagnoides, Tabebuia palmeri, Licania arborea y Guazuma ulmifolia* (Carreto-Pérez et al., 2015), varias de las cuales coinciden a nivel de género con lo observado directamente en la RE (*Guazuma ulmifolia, Bursera simaruba, Plumeria rubra*). En el estrato arbustivo se documentan como características *Ageratum corymbosum, Salvia elegans, Ardisia compressa, Psidium sartorianum, Vitex mollis, Caesalpinia pulcherrima, Cassia grandis, Krameria cuspidata y Acacia cochliacantha; en tanto que en el estrato herbáceo predominan Melochia tomentella, Turnera ulmifolia, Cosmos crithmifolius, Barleria oenotheroides, Gomphrena serrata y Crotalaria acapulcensis* (Carreto-Pérez et al., 2015). Adicionalmente, el listado de flora útil elaborado para el municipio de Santiago Pinotepa Nacional (Martínez-Toledo, 2016) documenta la presencia local de especies de las familias *Fabaceae, Lamiaceae, Euphorbiaceae y Asteraceae*, entre otras, asociadas tanto a la vegetación secundaria como a las áreas agropecuarias del municipio.

Las especies efectivamente registradas durante los recorridos de campo junto a los polígonos de extracción propuestos (*Wigandia urens, Echinochloa crus-galli, Leucaena leucocephala, Sapindus saponaria, Lysiloma divaricatum, Bursera simaruba, Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium, Cochlospermum vitifolium, Plumeria rubra, Lysiloma acapulcense, Pithecellobium dulce y Melothria pendula*) resultan consistentes con este patrón regional, al pertenecer a géneros ampliamente documentados como característicos

de la selva baja caducifolia y su vegetación secundaria en la Región Hidrológica 20 y en la Costa de Oaxaca en general.

De acuerdo con el mapa de uso de suelo y vegetación considerado para el proyecto, en la Región Ecológica se reconoce la presencia de coberturas relacionadas con selva caducifolia y subcaducifolia, así como áreas con vegetación secundaria, pastizales y zonas con influencia agropecuaria. Esta composición refleja un paisaje heterogéneo, donde se combinan remanentes de vegetación natural con áreas previamente modificadas por actividades humanas.

La selva caducifolia y subcaducifolia representa una de las comunidades vegetales más características de la región. Este tipo de vegetación se distingue por la presencia de especies arbóreas y arbustivas adaptadas a un periodo seco bien definido, durante el cual una parte importante de la vegetación pierde total o parcialmente sus hojas como estrategia para reducir la pérdida de agua. Durante la temporada de lluvias, estas comunidades incrementan su cobertura foliar, productividad y disponibilidad de recursos para fauna silvestre.

En el entorno del Río de La Arena, la vegetación de mayor relevancia ambiental corresponde a la que se encuentra asociada a las márgenes del cauce y zonas colindantes. Esta vegetación ribereña cumple funciones importantes dentro del sistema fluvial, ya que contribuye a la estabilidad de los márgenes, reduce procesos erosivos, favorece la infiltración, proporciona sombra parcial, aporta materia orgánica y funciona como zona de refugio, tránsito y alimentación para diversas especies de fauna.

Los tres polígonos de extracción propuestos para el aprovechamiento se relacionan principalmente con áreas de depósito aluvial dentro del cauce, donde la vegetación suele ser escasa, dispersa o de carácter temporal, debido a la dinámica natural de arrastre, sedimentación y remoción provocada por las avenidas durante la temporada de lluvias.

III.3.2.2.3 Especies en categoría de riesgo

Ninguna de las trece especies registradas directamente durante los recorridos de campo realizados junto a los polígonos de extracción propuestos se encuentra incluida en el listado de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, estudios florísticos realizados en comunidades de selva baja caducifolia y vegetación secundaria comparables, dentro de la misma Región Hidrológica 20 “Costa Chica”, reportan la presencia de especies arbóreas listadas en dicha Norma bajo la categoría de Amenazada (A), entre ellas *Tabebuia chrysantha* (“primavera”), *Tabebuia palmeri* (“roble”), *Licania arborea* (“cacahuate”), *Sapium macrocarpum* (“chilamate”), *Calophyllum brasiliense* (“palo maría”, asociada a ambientes ribereños y de mayor humedad), *Peltogyne mexicana* (“palo morado”, más característica de la selva mediana subcaducifolia) y *Mastichodendron capiri* (“capire”) (Carreto-Pérez et al., 2015). De manera adicional, en la selva baja caducifolia de la Costa de Oaxaca se ha documentado la extracción histórica intensiva de *Guaiacum coulteri* (“guayacán”), especie igualmente clasificada como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuya

madera ha sido objeto de aprovechamiento comercial en la región desde mediados del siglo XX (Gordon *et al*., 2005, citado en Salas-Morales *et al*., 2007).

Dado que ninguna de estas especies fue confirmada dentro de las observaciones en campo realizados, su presencia dentro de la Región Ecológica debe considerarse como una posibilidad a verificar, no como un registro confirmado.

III.3.2.2.4. Medidas de conservación relacionadas con la flora

Las actividades propuestas deberán desarrollarse procurando la conservación de la vegetación presente en las márgenes del cauce y en las zonas con función ribereña. Las actividades de extracción se limitarán a los tres polígonos sujetos a evaluación y, en caso de obtenerse la autorización correspondiente, se mantendrán medidas preventivas orientadas a proteger la vegetación arbórea y arbustiva, así como las coberturas vegetales asociadas a las márgenes y escurrimientos secundarios.

Entre las medidas preventivas aplicables al componente flora se consideran la delimitación física de los tres polígonos de extracción propuestos, la rehabilitación superficial y mantenimiento de los caminos de acceso existentes sobre su huella actual, la restricción de maniobras fuera de las superficies vinculadas al proyecto, la conservación de la vegetación ribereña, la capacitación del personal y la supervisión ambiental durante las actividades. En los caminos de acceso existentes, las acciones de rehabilitación se limitarán a la limpieza de la superficie de rodamiento, retiro de obstáculos, acondicionamiento puntual y, cuando resulte necesario, retiro selectivo de cobertura herbácea que interfiera con la circulación, sin ampliar la sección ni modificar el trazo existente.

III.3.2.2.5. Verificación en campo y registro fotográfico

Como parte de las actividades de caracterización ambiental, durante los recorridos de campo se realizó el reconocimiento e identificación de las principales especies de flora presentes dentro del área de estudio. La documentación fotográfica permitió corroborar la presencia de la vegetación registrada en los alrededores del proyecto, así como las condiciones generales del sitio y el estado de conservación de la cobertura vegetal.

Las imágenes que se presentan a continuación corresponden a algunos de los individuos y especies representativas observados durante el levantamiento de información en campo, los cuales forman parte de la composición florística característica de la selva baja caducifolia y de la vegetación asociada al Río de la Arena. Esta vegetación se encuentra asociada a las zonas ribereñas (cercanas a los polígonos solicitados).



Imagen 22. Ejemplar de la especie *Wigandia urens* presente a un costado de los poligonos de extracción (zona ribereña).



Imagen 23. Ejemplar de la especie *Echinochloa crus-gali* presente a un costado de los polígonos de extracción (zona ribereña).

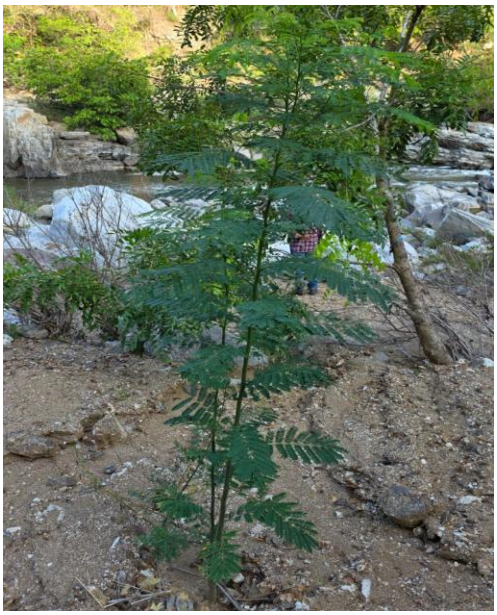


Imagen 24. Ejemplar de la especie *Leucaena leucocephala* presente a un costado de los polígonos de extracción (zona ribereña).

De acuerdo con los recorridos de campo realizados en la zona de los bancos de extracción, se identificaron las siguientes especies de flora presentes en la zona ribereña, a un costado de dichos polígonos.

Tabla 49. Flora presente en zonas cercanas a los bancos de extracción.

Familia	Nombre científico	Clasificación en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución	Hábito
Boraginaceae	*Wigandia urens*	Sin status	Del centro de México a la costa sur de Oaxaca	Arborescente
Poáceas	*Echinochloa crus-galli*	Sin status	Costa norte de México a la costa sur de Oaxaca	Herbáceo
Fabeceae	*Leucaena leucocephala*	Sin status	Centro, sur y sureste de México	Arborescente
Sapindaceae	*Sapindus saponaria L.*	Sin status	De la costa norte de México a la costa sur de Oaxaca	Arborescente
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Sin status	Del noreste de México a la costa sur de Oaxaca	Arborescente
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Sin status	Centro y sur de México	Arborescente
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Sin status	Noroeste y sur de México	Arborescente
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Sin status	Centro y sur de México	Arborescente
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Sin status	Pacífico mexicano y sur de México	Arborescente
Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Sin status	Pacífico Mexicano y centroamérica	Arborescente

Fabaceae	*Lysiloma acapulcense*	Sin status	Occidente y sur de México	Arborescente
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Sin status	Del norte al sureste de México	Arborescente
Cucurbitaceae	*Melothria pendula*	Sin status	América tropical y subtropical.	Herbáceo



Imagen 25. Zona cercana a la propuesta del banco de extracción 3.

La imagen anterior muestra un tramo del Río de La Arena en las inmediaciones de la propuesta del Banco de Extracción 3. Se observa un cauce con flujo superficial observado durante el recorrido y un lecho conformado por depósitos de arena y material pétreo de origen aluvial.

En el margen opuesto se aprecia una franja continua de vegetación ribereña que acompaña el cauce, mientras que en el entorno inmediato se observan afloramientos rocosos y laderas con cobertura vegetal característica de la zona.

La vegetación presente en las márgenes del río se mantendrá fuera de las áreas de intervención previstas. Las actividades de extracción, en caso de ser autorizadas, se deberán realizar únicamente dentro de los polígonos delimitados en el cauce, conforme a las superficies, rasantes y condiciones evaluadas para el proyecto.



Imagen 26. Zona cercana al banco de extracción 2 propuesto.

La imagen muestra un tramo del Río de La Arena con presencia de un cuerpo de agua, delimitada por afloramientos rocosos y laderas naturales que conforman el cauce. En ambas márgenes se observa vegetación asociada al ambiente ribereño, con predominio de cobertura vegetal continúa integrada por especies herbáceas, arbustivas y vegetación de mayor porte, distribuidas principalmente fuera del cauce activo.

En el entorno inmediato del río se aprecia vegetación establecida sobre las márgenes y zonas adyacentes, mientras que el cauce presenta superficies con escasa cobertura vegetal debido a la presencia de roca expuesta y depósitos aluviales. La vegetación ribereña contribuye a la protección natural de las márgenes y forma parte de la cobertura vegetal característica del sistema fluvial.



Imagen 27. Zona ribereña cercana a la propuesta del banco de extracción 2.

La imagen muestra un tramo del Río de La Arena en las inmediaciones del Banco de Extracción 2 propuesto. Se observa un cauce delimitado por afloramientos rocosos y depósitos de material aluvial, con presencia de vegetación distribuida de forma escasa entre las márgenes y las superficies de depósito. La vegetación presente en el área contribuye a la heterogeneidad del paisaje y refleja las condiciones del sistema fluvial, donde la dinámica de escurrimiento favorece la presencia de superficies con distinta cobertura vegetal. Asimismo, la imagen permite apreciar que la vegetación se concentra principalmente en las márgenes y zonas adyacentes al cauce, mientras que los depósitos aluviales presentan una cobertura herbácea dispersa asociada a la dinámica natural del río.



Imagen 28. Zona ribereña cercana al banco de extracción 2.

La imagen anterior muestra la presencia de residuos sólidos urbanos, principalmente envases plásticos y otros materiales ligeros, acumulados sobre un depósito aluvial ubicado en las inmediaciones del cauce del Río de La Arena. Estos residuos se encuentran dispersos entre la vegetación herbácea y arbustiva establecida de forma natural sobre la periferia del rio.

De acuerdo con las condiciones observadas en el sitio, la acumulación de estos residuos podría corresponder al arrastre de materiales por la corriente del río durante eventos de escurrimiento, debido a que el Río de La Arena posiblemente recibe aportaciones provenientes de localidades ubicadas aguas arriba. En consecuencia, los residuos identificados no se asocian a actividades realizadas por el promovente ni a operaciones vinculadas con el proyecto, ya que al momento del levantamiento de información no se encuentra en operación.

La presencia de estos residuos refleja una problemática preexistente relacionada con el transporte de desechos por el cauce. En caso de autorizarse el proyecto, el promovente deberá implementar medidas para evitar la disposición de residuos dentro del área de trabajo y mantener las zonas de operación libres de materiales ajenos a las actividades del aprovechamiento, contribuyendo a la conservación de las condiciones ambientales del sitio.



Imagen 29. Extensión de la especie *Melothria pendula.*

La imagen muestra una superficie ubicada en la zona ribereña del Río de La Arena, fuera de los polígonos y coordenadas correspondientes a los Bancos de Extracción 1, 2 y 3. En el sitio se observa una cobertura vegetal densa, integrada principalmente por vegetación herbácea rastrera, acompañada por individuos arbustivos y otras especies de mayor porte en las áreas adyacentes.

La vegetación herbácea forma una cobertura continua sobre el terreno, mientras que hacia el fondo y los márgenes se aprecia una estructura vegetal más cerrada, asociada a las

condiciones de humedad y proximidad al cauce. Esta cobertura corresponde a la vegetación ribereña presente en el entorno inmediato del río y constituye parte de las condiciones ambientales existentes fuera de las áreas propuestas para el aprovechamiento.

La fotografía se incorpora como referencia de las características de la vegetación presente en la zona ribereña cercana al proyecto, precisando que el sitio mostrado no forma parte de ninguno de los tres bancos de extracción propuestos.

III.3.2.3 Fauna

III.3.2.3.1 Metodología

La caracterización de la fauna de la Región Ecológica se realizó mediante un enfoque mixto de gabinete y campo. En gabinete se consultó información disponible en la base de datos internacional Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2024), la cual integra registros de plataformas como eBird Observation Dataset (EOD) e iNaturalist, así como bibliografía académica sobre la fauna asociada a la selva baja caducifolia y a los ambientes ribereños de la vertiente del Pacífico de Oaxaca, entre ella el inventario avifaunístico del suroeste de Oaxaca (Lavariega-Nolasco et al., 2020), realizado en localidades con selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, vegetación ribereña y áreas de manejo agropecuario, en el cual la vegetación ribereña resultó ser el ambiente con mayor riqueza de especies de aves. Esta revisión permitió construir un marco de referencia de las especies con presencia potencial en la Región Ecológica. En campo, la caracterización se realizó mediante recorridos en el área del proyecto y su entorno inmediato, considerando tanto la observación directa de ejemplares como la identificación de evidencias indirectas de su presencia (huellas, excretas, madrigueras, nidos, cantos, mudas u otros rastros), documentándose fotográficamente los ejemplares observados y cotejando los registros contra el listado de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y contra la Lista Roja de la UICN.

El análisis de la fauna dentro de la Región Ecológica tiene como finalidad caracterizar los principales grupos faunísticos asociados al Río de La Arena, sus márgenes, vegetación ribereña y demás coberturas presentes en el entorno del proyecto. Este componente resulta relevante debido a que el cauce y las áreas adyacentes pueden constituir espacios de tránsito, alimentación, refugio, descanso y reproducción para distintas especies de fauna silvestre.

Las características ambientales del área, particularmente la presencia del cauce, vegetación ribereña, depósitos aluviales, afloramientos rocosos y coberturas vegetales circundantes, generan diferentes condiciones de hábitat que pueden ser utilizadas por aves, reptiles, anfibios, mamíferos e invertebrados. La presencia y actividad de estos organismos puede variar temporalmente en función de la disponibilidad de agua, alimento, refugio y de las condiciones estacionales.

La caracterización faunística se realizó mediante recorridos de campo en el área del proyecto y su entorno inmediato, considerando tanto la observación directa de ejemplares como la identificación de evidencias indirectas de su presencia, tales como huellas,

excretas, madrigueras, nidos, cantos, mudas u otros rastros. La información obtenida permite reconocer los grupos presentes en el sitio y establecer una referencia de las condiciones faunísticas previas al desarrollo del proyecto.

III.3.2.3.2. Especies características de la RE

De acuerdo con estudios comparables realizados en ambientes de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y vegetación ribereña de la vertiente del Pacífico de Oaxaca, el grupo taxonómico con mayor riqueza de especies suele corresponder a las aves, seguido de reptiles, mamíferos y anfibios (Lavariega-Nolasco et al., 2020), patrón consistente con la composición del listado presentado a continuación, en el que las aves representan el grupo dominante. Entre las especies de aves características de estos ambientes en la Costa de Oaxaca se encuentran garzas y otras aves asociadas al cauce (familia Ardeidae), palomas y tórtolas (Columbidae), colibríes (Trochilidae), momótidos (Momotidae), carpinteros (Picidae) y una amplia variedad de paseriformes (Tyrannidae, Icteridae, Cardinalidae, entre otras), muchas de ellas de hábitos insectívoros y asociadas preferentemente a la vegetación ribereña, ambiente que en estudios comparables concentra la mayor proporción de especies dentro de la avifauna regional (Lavariega-Nolasco et al., 2020). En cuanto a la herpetofauna, la selva baja caducifolia de la Costa de Oaxaca alberga especies características como la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), reptil endémico de México asociado preferentemente a sitios rocosos y riberas costeras dentro de este tipo de vegetación, así como diversas especies de la familia Colubridae y de boidos, entre ellos *Boa constrictor*. Entre los mamíferos, resultan característicos de este tipo de ambiente los carnívoros de talla media asociados a la vegetación ribereña y a la cobertura arbórea circundante, como el mapache (*Procyon lotor*) y el coatí (*Nasua narica*), así como, de manera más restringida, felinos de talla media como el ocelote (*Leopardus pardalis*).

III.3.2.3.3. Consideraciones y medidas de prevención y mitigación relacionadas con la fauna

Dentro del análisis se deberá prestar especial atención a las especies que, en su caso, se encuentren incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a aquellas de distribución restringida o que presenten alguna condición particular de conservación. La identificación de estos organismos permitirá establecer las medidas específicas de prevención y protección que resulten aplicables.

En relación con el proyecto, las principales fuentes potenciales de perturbación sobre la fauna estarán asociadas a la operación de la excavadora, la circulación de los dos camiones de volteo, la presencia del personal y la generación temporal de ruido durante las actividades de extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo. Estos factores pueden ocasionar principalmente el desplazamiento temporal de ejemplares hacia áreas próximas con menor actividad.

Debe considerarse que las actividades se concentrarán en los tres bancos de extracción previamente delimitados, así como en los caminos de acceso existentes y zonas de maniobra vinculadas al proyecto. Particularmente, la vegetación arbórea y arbustiva presente en las márgenes del Río de La Arena se mantendrá fuera de las áreas de intervención previstas, reduciendo la afectación de sitios que pueden ser utilizados por la fauna como refugio, alimentación o desplazamiento.

Previo al inicio de las actividades en cada frente de trabajo se propone realizar una inspección visual del área, con la finalidad de identificar la posible presencia de fauna silvestre. Cuando se detecten ejemplares dentro de las áreas donde operará la maquinaria, se favorecerá inicialmente su desplazamiento natural hacia sitios seguros.

Asimismo, quedará prohibida al personal la captura, cacería, persecución, extracción, comercialización o sacrificio de fauna silvestre. Estas disposiciones deberán comunicarse previamente al inicio de actividades mediante las acciones de inducción ambiental correspondientes.

Como medidas complementarias, la circulación de maquinaria y vehículos se realizará a velocidad controlada y se restringirá a los caminos de acceso existentes y superficies vinculadas al proyecto; las actividades se desarrollarán en horario diurno, de 08:00 a 15:00 horas; se evitará la generación innecesaria de ruido y se realizará un manejo adecuado de los residuos generados por el personal, evitando dejar restos de alimentos u otros materiales que puedan atraer fauna oportunista.

La caracterización de este componente permitirá establecer las condiciones faunísticas existentes antes del inicio de las actividades y servirá como base para la identificación y evaluación de los impactos ambientales correspondientes. Las medidas de prevención y mitigación estarán orientadas principalmente a reducir la perturbación directa, evitar daños a ejemplares y conservar las áreas de vegetación ribereña ubicadas fuera de los polígonos de intervención.

III.3.2.3.4. Verificación en campo y registro fotográfico

La imagen que se presenta a continuación corresponde a uno de los individuos observados durante los recorridos de campo, registrado en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos, como parte de la fauna presente en el entorno del Río de La Arena y de las coberturas vegetales asociadas. Su registro forma parte de la evidencia obtenida durante la caracterización faunística del área de estudio.



Imagen 30. Ejemplar de la especie *Tigrisoma mexicanum* observado durante el recorrido de campo en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos.

Con base en la información recopilada mediante los recorridos de campo y la revisión bibliográfica, en la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas o reportadas dentro del área del proyecto y su entorno inmediato. Para complementar la caracterización faunística se consideró información disponible en la base de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2024), así como el estatus de conservación de las especies conforme a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y a la NOM-059-SEMARNAT-2010, relativa a la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres en categorías de riesgo.

Para la Lista Roja de la UICN, se emplean las siguientes abreviaturas: LC = Preocupación Menor, categoría asignada a especies que presentan un bajo riesgo de extinción; NT = Casi Amenazada, para especies que se encuentran próximas a cumplir los criterios de una categoría de amenaza; VU = Vulnerable, correspondiente a especies que presentan un riesgo elevado de extinción en estado silvestre; y NE = No Evaluada, para aquellas especies que aún no han sido valoradas bajo los criterios de la UICN.

En cuanto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, las categorías de riesgo consideradas son: E = Probablemente Extinta en el Medio Silvestre, para especies nativas cuyos ejemplares en vida libre han desaparecido dentro del territorio nacional; P = En Peligro de Extinción, para especies cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han disminuido drásticamente y cuya viabilidad biológica se encuentra comprometida; A = Amenazada, para especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo si continúan los factores que afectan su viabilidad; y Pr = Sujeta a Protección Especial, para especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas y requieren medidas específicas para su conservación y recuperación.

En la siguiente tabla se resaltan aquellas especies que presentan alguna categoría de riesgo o condición de conservación relevante, con la finalidad de facilitar su identificación y considerar, en su caso, medidas específicas de prevención y protección dentro del proyecto.

Tabla 50. Listado de especies registradas o reportadas dentro del área del proyecto y su entorno inmediato.

Clase	Orden	Familia	Género/Especie	Avistamiento	UICN	NOM-059-SEMARNAT 2010
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Presente	LC	Pr
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Coraciiformes	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059

Aves	Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Calocitta formosa*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus chrysopeplus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059

Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Megascops cooperi*	Potencial	LC	Pr
Aves	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Potencial	LC	A
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Reptilia	Squamata	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Reptilia	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Reptilia	Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	Potencial	LC	A
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059

Reptilia	Squamata	Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus culminatus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Amphibia	Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Amphibia	Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Amphibia	Anura	Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Amphibia	Anura	Craugastoridae	*Craugastor pygmaeus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Reptilia	Squamata	Elapidae	*Micrurus browni*	Potencial	LC	Pr
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Coniophanes fissidens*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Senticolis triaspis*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059

Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Carnivora	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Potencial	LC	P
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	*Liomys irroratus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus mexicanus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059

Mammalia	Chiroptera	Molossidae	*Molossus molossus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	*Anartia fatima*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Lepidoptera	Papilionidae	*Battus polydamas*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Lepidoptera	Pieridae	*Phoebis sennae*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	*Junonia evarete*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Odonata	Libellulidae	*Pantala flavescens*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Odonata	Libellulidae	*Orthemis ferruginea*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Hymenoptera	Apidae	*Apis mellifera*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Hymenoptera	Apidae	*Melipona beecheii*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Hymenoptera	Apidae	*Bombus ephippiatus*	Potencial	LC	No incluida en la NOM-059
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	*Dynastes hyllus*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	*Phanaeus endymion*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059

Insecta	Orthoptera	Romaleidae	*Taeniopoda eques*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059
Insecta	Mantodea	Mantidae	*Stagmomantis limbata*	Potencial	NE	No incluida en la NOM-059

III.3.2.3.5 Especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010

Es importante precisar que, con excepción de *Tigrisoma mexicanum*, cuya presencia fue confirmada mediante observación directa durante los recorridos de campo en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos, las demás especies incluidas en la tabla corresponden principalmente a registros bibliográficos y de bases de datos para la región, por lo que su presencia dentro del área de estudio se considera potencial.

III.3.3 Componente socioeconómico

III.3.3.1 Comunidades indígenas presentes

La Región Ecológica del proyecto se ubica dentro de los municipios de Santiago Pinotepa Nacional, San Andrés Huaxpaltepec y, en su porción norte, Pinotepa de Don Luis, los tres pertenecientes al Distrito de Jamiltepec, región Costa de Oaxaca, área que forma parte de la denominada Mixteca de la Costa y de la Costa Chica oaxaqueña, con una presencia indígena y afromexicana de origen prehispánico y colonial, respectivamente.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, la población de 3 años y más hablante de alguna lengua indígena en cada uno de estos municipios es la siguiente: en Santiago Pinotepa Nacional, 8,690 personas (15.6% de una población total de 55,840 habitantes), predominando el mixteco (8,268 hablantes), seguido del amuzgo (185) y el zapoteco (76); en San Andrés Huaxpaltepec, 1,560 personas (24.9% de 6,234 habitantes), predominando igualmente el mixteco (1,536), con presencia menor de chatino y zapoteco (8 hablantes cada uno); y en Pinotepa de Don Luis, 4,800 personas (74.8% de 6,416 habitantes), la proporción más alta de los tres municipios, predominando también el mixteco (4,785 hablantes). Los tres municipios se ubican dentro del área de distribución de la variante lingüística mixteco de la Costa (variante Chayuco-Jamiltepec, conforme al Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales del INALI).

Adicionalmente, tanto Santiago Pinotepa Nacional como San Andrés Huaxpaltepec forman parte de la región de asentamiento histórico de la población afromexicana de la Costa Chica de Oaxaca, cuyo origen se remonta al periodo colonial y cuya autoadscripción se incorporó

por primera vez al Censo de Población y Vivienda 2020 (INPI, 2020), compartiendo el territorio con la población indígena y mestiza de la región (Campos, 2012).

III.3.3.2 Identificación de comunidades o poblaciones indígenas

Para la identificación de comunidades o poblaciones indígenas dentro de la Región Ecológica se consideraron los criterios de la Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas y la metodología de clasificación del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), que combina la autoadscripción indígena con el habla de lengua indígena para clasificar a los municipios en tres categorías: municipios indígenas (40% o más de población indígena), municipios con presencia indígena importante (entre 5% y 40%) y municipios con población indígena dispersa (menos de 5%). Con base en los porcentajes de población hablante de lengua indígena reportados por el INEGI, Pinotepa de Don Luis (74.8%) se ubicaría dentro de la categoría de municipio indígena, en tanto que Santiago Pinotepa Nacional (15.6%) y San Andrés Huaxpaltepec (24.9%) se ubicarían dentro de la categoría de municipios con presencia indígena importante.

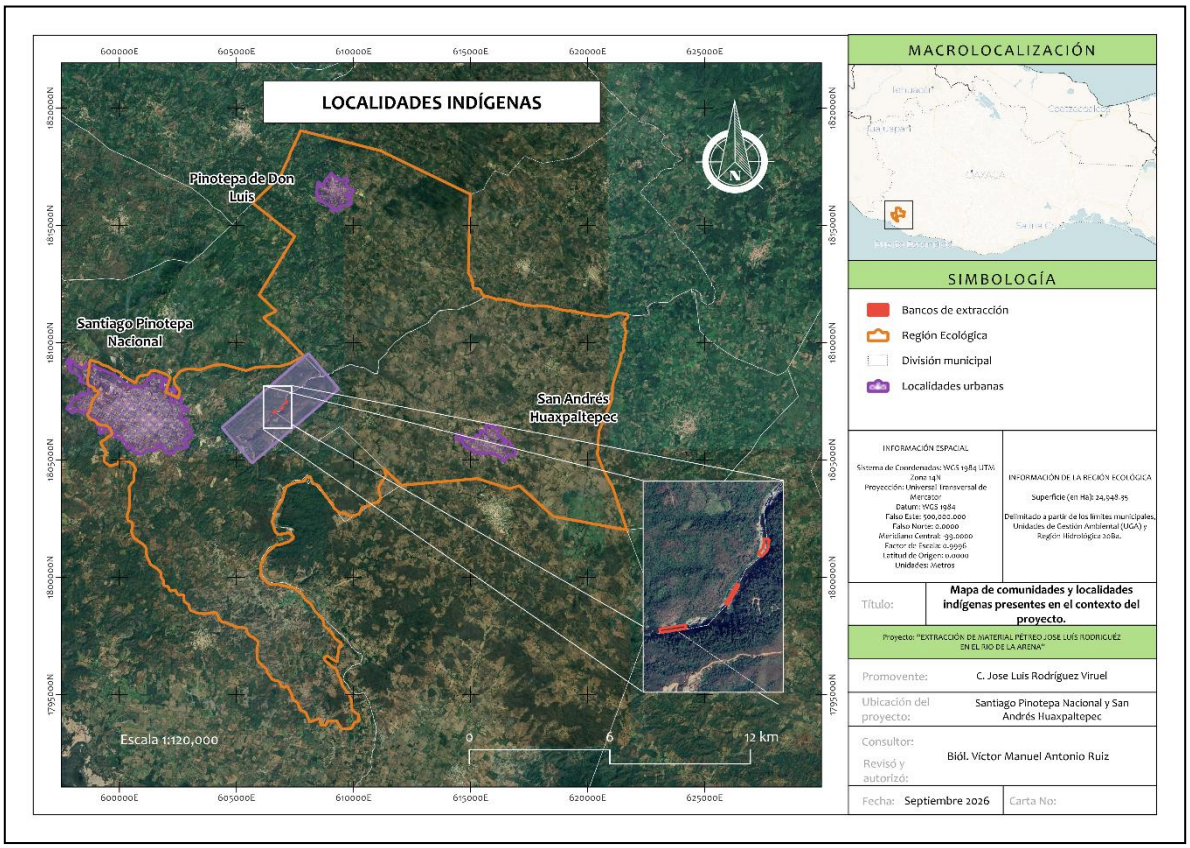


Imagen 31. Comunidades y localidades indígenas presentes en el contexto del proyecto.

La ubicación espacial de las localidades urbanas correspondientes a estos tres municipios dentro de la Región Ecológica se determinó a partir del Marco Geoestadístico 2020 del

INEGI, el cual proporciona los límites oficiales de las áreas geoestadísticas municipales (AGEM) y de las localidades urbanas y rurales del país. De acuerdo con dicha fuente, dentro de los límites de la Región Ecológica se identifican las cabeceras de los tres municipios: Santiago Pinotepa Nacional, localizada hacia el extremo occidental de la RE, con la mayor extensión urbana de las tres; Pinotepa de Don Luis, localizada hacia el extremo norte, dentro del municipio con mayor proporción de población indígena de los tres; y San Andrés Huaxpaltepec, localizada hacia el centro-oriente de la RE. Los tres polígonos de extracción propuestos se ubican en el corredor fluvial del Río de la Arena, en una zona de uso agropecuario y vegetación secundaria, sin coincidir con ninguna de estas tres localidades urbanas, por lo que no se identifica interacción directa entre las obras del proyecto y algún asentamiento indígena de magnitud considerable.

III.3.4 Paisaje

III.3.4.1 Metodología para la evaluación del paisaje

La evaluación del paisaje en México ha sido un enfoque de análisis ambiental poco desarrollado en comparación con otras disciplinas (Franch-Pardo y Cancer-Pomar, 2017), no obstante, existen estudios aplicados a ecosistemas y contextos geográficos análogos al del presente proyecto. En particular, García Romero, Mendoza Robles y Galicia Sarmiento (2005) desarrollaron una metodología de valoración del paisaje específicamente para la selva baja caducifolia de la cuenca baja del Río Papagayo, Costa Chica de Guerrero, mediante una clasificación jerárquica de paisajes y la aplicación de un índice de valor basado en cuatro indicadores: sensibilidad de laderas, fragmentación, calidad visual (o fisonómica) y significado social. Para efectos del presente estudio se retoman, de dicha metodología y de la propuesta complementaria de Franch-Pardo y Cancer-Pomar (2017) para la cuenca del río Chiquito (Morelia, Michoacán), los componentes de calidad visual y fragilidad o capacidad de absorción visual, por ser los de mayor pertinencia para valorar el efecto de un proyecto de extracción de material pétreo sobre el paisaje.

La evaluación se realizó mediante un método mixto que combinó la observación directa en campo y la documentación fotográfica, con el análisis indirecto por componentes. En una primera etapa se delimitaron unidades de paisaje mediante la superposición de la información de geomorfología y de uso de suelo y vegetación ya generada para la Región Ecológica (RE), siguiendo el criterio de que el paisaje resulta de la combinación de los elementos bióticos y abióticos, naturales y antrópicos, que configuran el territorio (Franch-Pardo y Cancer-Pomar, 2017). En una segunda etapa se evaluó la calidad visual de cada unidad, entendida como su calidad escénica en función del estado fisonómico de las comunidades vegetales y demás componentes observables del paisaje (García Romero et al., 2005), calificándose en un rango de Alta, Media o Baja. En una tercera etapa se evaluó la fragilidad visual, entendida como la capacidad de absorción de alteraciones por parte de los componentes del paisaje sin pérdida significativa de su calidad —a menor fragilidad, mayor capacidad de absorción y viceversa (Cancer-Pomar, 1999, citado en Franch-Pardo y Cancer-Pomar, 2017)—, considerando la sensibilidad de laderas (pendiente), la cobertura

y estructura de la vegetación, y la accesibilidad visual del sitio (número de observadores potenciales, presencia de vialidades y núcleos de población con vistas hacia la unidad), calificándose igualmente en un rango de Alta, Media o Baja.

III.3.4.2 Caracterización del paisaje

De acuerdo con la superposición de las unidades geomorfológicas y de uso de suelo y vegetación previamente descritas, se identifican dentro de la Región Ecológica cuatro unidades de paisaje:

- Unidad de Sierra baja compleja, en el extremo norte de la RE, con relieve montañoso irregular y cobertura de vegetación secundaria arbustiva y arbórea relativamente continua.
- Unidad de Valle fluvial (topoforma Valle de laderas tendidas con lomerío), correspondiente al corredor del rio de la arena, con presencia del elemento hídrico, vegetación ribereña, depósitos aluviales y matriz agropecuaria dispersa; en esta unidad se insertan los tres polígonos de extracción propuestos y el Área de Influencia del proyecto.
- Unidad de Lomerío con llanuras agropecuarias, de mayor extensión dentro de la RE, dominada por pastizal cultivado, agricultura de temporal y manchones de vegetación secundaria, con relieve suave y homogéneo.
- Unidad de Llanura costera con lomerío, en el extremo suroeste de la RE, que incorpora la mancha urbana de Santiago Pinotepa Nacional y su periferia agropecuaria.

El paisaje predominante corresponde a un paisaje rural de matriz agropecuaria propio de la Costa Chica oaxaqueña, en el que el rio de la arena puede constituir un elemento estructurado y de valor por su singularidad visual, atravesando las unidades de Sierra baja compleja, Valle fluvial y Lomerío con llanuras.

III.3.4.3 Calidad visual

- Sierra baja compleja: Alta. Mayor diversidad de formas de relieve, cobertura vegetal continua y menor grado de intervención antrópica.
- Valle fluvial (corredor del rio de la arena): Media. La presencia del cuerpo de agua y de la vegetación ribereña asociada constituyen componentes fisonómicos que incrementan la calidad escénica de esta unidad (García Romero et al., 2005); no obstante, la intervención agropecuaria dispersa y los tramos de depósito aluvial con vegetación escasa dentro del cauce activo reducen su calificación respecto de la unidad de sierra.
- Lomerío con llanuras agropecuarias: Media-Baja. La homogeneidad del relieve y el predominio de coberturas modificadas (pastizal cultivado y agricultura) limitan su diversidad fisonómica.

- ` Llanura costera con lomerío: Baja. La mancha urbana de Santiago Pinotepa Nacional y su periferia reducen la naturalidad y homogeneidad visual de esta unidad.

III.3.4.4 Fragilidad o capacidad de absorción visual

La Sierra baja compleja presenta fragilidad baja (alta capacidad de absorción), dada su densa cobertura vegetal y su escasa accesibilidad visual, al no existir núcleos de población ni vialidades relevantes con vistas hacia ella. El Lomerío con llanuras agropecuarias presenta fragilidad baja a media-baja, dado que su carácter ya intervenido facilita la absorción de nuevas alteraciones al no contrastar significativamente con el paisaje preexistente. La Llanura costera con lomerío, pese a su menor calidad visual, presenta fragilidad media, por la mayor densidad de observadores potenciales asociada a la zona urbana.

El Valle fluvial, donde se ubican los polígonos de extracción propuestos, presenta fragilidad media: la vegetación ribereña y la vegetación secundaria arbustiva circundante ofrecen cierta capacidad de absorción visual al funcionar como pantalla natural, mientras que la escasa cobertura vegetal sobre los depósitos aluviales del cauce activo y la baja densidad de observadores potenciales en esta porción rural de la RE contribuyen a moderar el impacto visual esperado de la actividad.

III.3.4.5 Condición paisajística actual del área del proyecto

Los tres polígonos de extracción propuestos, el camino de acceso existente y la totalidad del Área de Influencia se ubican dentro de la unidad de Valle fluvial, con calidad visual Media y fragilidad visual Media. Las condiciones actuales del sitio corresponden a un tramo del cauce del rio de la arena con depósitos aluviales, vegetación ribereña y secundaria arbustiva de selva baja caducifolia en las márgenes, y una matriz circundante de uso agropecuario, sin elementos de valor escénico singular, sitios de observación turística ni Áreas Naturales Protegidas dentro de la RE o del AI. La accesibilidad visual es baja, al tratarse de un tramo rural sin núcleos de población próximos y con un único camino de acceso existente, lo que limita el número de observadores potenciales. Estas condiciones son congruentes con la dinámica propia del sistema fluvial, en el que los procesos naturales de erosión, transporte y depósito generan de manera recurrente superficies con escasa cobertura vegetal similares, en términos de contraste visual, a las que resultarían de la actividad propuesta.

III.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

III.4.1 Grado de conservación o deterioro de la Región Ecológica

El diagnóstico del grado de conservación de la Región Ecológica parte de un hallazgo consistente a lo largo de los distintos componentes caracterizados en el presente capítulo: se trata de un territorio con un grado de transformación antropogénica considerable, propio de una región de ocupación agrícola y ganadera de larga data en la Costa de Oaxaca. Como se estableció en el apartado de uso de suelo y vegetación, las unidades cartografiadas como vegetación de selva corresponden a vegetación secundaria; la RE también contiene usos agrícolas, pastizales y asentamientos humanos, sin que se identifiquen remanentes de selva primaria, lo que evidencia un historial de desmonte y conversión hacia usos agropecuarios; el pastizal cultivado y la agricultura de temporal constituyen, en conjunto, la matriz dominante del paisaje.

No obstante, el grado de conservación no es homogéneo dentro de la RE. La unidad de Sierra baja compleja, al norte, conserva una cobertura vegetal más continua y una menor intervención antrópica, calificada con calidad visual alta y fragilidad baja. En contraste, la Llanura costera con lomerío, al suroeste, presenta el mayor grado de deterioro relativo, al incorporar la mancha urbana de Santiago Pinotepa Nacional. El corredor fluvial del rio de la arena se encuentra en una condición intermedia: mantiene su dinámica hidrogeomorfológica natural de arrastre, erosión y depósito de sedimentos, así como una franja de vegetación ribereña funcional, pero se encuentra flanqueado por una matriz agropecuaria dispersa.

En los componentes no bióticos, el diagnóstico es más favorable: el acuífero Pinotepa Nacional, del cual forma parte la totalidad de la RE, presenta un balance hídrico sin sobreexplotación. En conjunto, la RE puede caracterizarse como un paisaje rural fluvial-agropecuario funcional pero considerablemente modificado, con núcleos de mayor naturalidad relativa (sierra baja) y de mayor deterioro (zona urbana y periurbana) coexistiendo dentro de sus límites.

III.4.2 Diagnóstico integral de la Región Ecológica

La integración de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico permite construir el siguiente diagnóstico:

- Componente abiótico. El sustrato geológico (Complejo Xolapa metamórfico, con intrusiones graníticas y depósitos aluviales recientes), la hidrología superficial (subcuenca RH20Ba del Río de la arena, con red de drenaje jerarquizada de orden 1 a 6) y la hidrología subterránea (acuífero sin sobreexplotación).
- Componente biótico. La vegetación de la RE, íntegramente secundaria, sostiene una fauna cuya riqueza es, en su mayoría, de presencia potencial (no confirmada dentro de los polígonos), lo cual es consistente con el grado de perturbación histórica documentado. Se identificó la presencia confirmada de una especie en la

NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Tigrisoma mexicanum*, Pr) en la periferia inmediata de los polígonos, y la presencia potencial (no confirmada dentro de los polígonos).

- Componente socioeconómico y paisajístico. La RE se inserta en un contexto de presencia indígena (predominantemente mixteca) y afromexicana significativa a nivel municipal, si bien ningún núcleo de población indígena o afromexicano se ubica dentro del Área de Influencia del proyecto. El paisaje del sitio específico del proyecto corresponde a una unidad de calidad visual media y fragilidad media, sin elementos escénicos singulares, Áreas Naturales Protegidas ni observadores potenciales significativos.

III.4.3 Escenario a futuro de la Región Ecológica

- Escenario sin proyecto (tendencial). De mantenerse las tendencias documentadas en el presente capítulo, es previsible que continúe la conversión gradual de los relictos de vegetación secundaria restantes hacia usos agrícolas y pecuarios, así como el crecimiento de la mancha urbana sobre la Llanura costera con lomerío, independientemente de que el presente proyecto se autorice o no.
- Escenario con proyecto. El aprovechamiento de material pétreo en los tres polígonos propuestos constituye una intervención directa, puntual y temporal dentro del corredor fluvial, con posibilidad de generar modificaciones locales en la configuración del lecho y en las condiciones de flujo. Conforme a la delimitación planteada, no se prevé una afectación directa de las unidades de mayor valor de conservación de la RE; sin embargo, deberán considerarse y vigilarse los posibles efectos indirectos y acumulativos derivados de la extracción. Los estudios hidrológico e hidráulico constituyen la base técnica para definir el volumen de aprovechamiento y las condiciones de operación. Estos estudios no eliminan la posibilidad de impactos, sino que establecen parámetros para prevenirlos y mantenerlos dentro de los límites evaluados. En consecuencia, el escenario futuro dependerá del cumplimiento de los volúmenes, cotas, polígonos y periodos de extracción establecidos, así como del seguimiento de las condiciones del cauce y de la aplicación de medidas correctivas cuando se detecten cambios no previstos.

III.4.4 Valoración de la viabilidad ambiental del proyecto

Con base en el diagnóstico de la Región Ecológica y del Área de Influencia, los recorridos de campo, la información cartográfica disponible y los estudios técnicos integrados, no se identificó una condición ambiental que, por sí misma, resulte incompatible con la ejecución del proyecto en la ubicación, superficie y escala evaluadas.

Esta valoración no constituye una afirmación absoluta sobre la ausencia de impactos ni sustituye las autorizaciones que correspondan. La viabilidad ambiental del proyecto se encuentra condicionada a los resultados de la evaluación de impactos desarrollada en el Capítulo IV, al cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación, a la ejecución del

Programa de Vigilancia Ambiental y a las disposiciones que establezcan las autoridades competentes.

Los principales elementos considerados son los siguientes:

1. **Ubicación y delimitación de las superficies de intervención.** Los tres bancos de extracción se encuentran delimitados dentro del cauce del Río de La Arena y comprenden una superficie conjunta de 6,895.891 m², asociada principalmente con depósitos aluviales. La intervención deberá restringirse a los polígonos, cadenamientos y superficies evaluados, sin ampliar las áreas de extracción ni utilizar superficies adicionales para almacenamiento, disposición de materiales o apertura de nuevos caminos.

Debido a que la cartografía regional identifica vegetación secundaria en sectores del entorno y durante los recorridos se registraron elementos herbáceos y vegetación pionera en algunas superficies próximas al cauce, antes de iniciar actividades deberá verificarse y señalizarse el límite de cada banco y de los accesos que serán utilizados. La posible remoción de vegetación herbácea deberá limitarse a las superficies indispensables de los accesos existentes previamente delimitadas.

2. **Condiciones biológicas.** Durante los recorridos efectuados no se detectaron especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de los polígonos de extracción. Este resultado corresponde a las condiciones y periodos en los que se realizaron las observaciones y no debe interpretarse como evidencia de ausencia permanente, particularmente porque las fuentes regionales señalan la presencia potencial (no confirmada dentro de los polígonos) de especies protegidas en el entorno.

Como medida preventiva, antes del inicio de actividades y del ingreso de maquinaria a cada banco se realizará un recorrido de verificación en los polígonos, accesos y márgenes inmediatas. En caso de observar ejemplares de fauna silvestre, se favorecerá su desplazamiento hacia superficies contiguas; cuando se detecten especies en categoría de riesgo o ejemplares que no puedan desplazarse por sí mismos, se suspenderán temporalmente las actividades en el punto correspondiente y se aplicarán las medidas previstas en el Programa de Vigilancia Ambiental.

3. **Condiciones hidrológicas e hidráulicas.** El balance positivo reportado para el acuífero Pinotepa Nacional constituye información del contexto regional; sin embargo, no se utiliza como único argumento para determinar la viabilidad del proyecto. La actividad no contempla la extracción de agua subterránea ni la modificación de manantiales, norias o infraestructura de abastecimiento.

Uno de los aspectos ambientales de mayor relevancia corresponde a la modificación localizada de los depósitos aluviales y de la configuración del lecho, así como a la posible afectación temporal de la calidad del agua por la movilización de materiales finos. Los estudios hidrológico e hidráulico constituyen la referencia técnica para definir la geometría de intervención y evaluar el comportamiento del cauce bajo las condiciones modeladas.

En consecuencia, la extracción deberá sujetarse estrictamente al volumen anual previsto de los tres polígonos, cadenamientos, cotas, rasantes, profundidades, secciones y taludes evaluados. El volumen anual propuesto es de 6,251.85 m³, distribuido entre los tres bancos y planteado para un periodo de cinco años de aprovechamiento efectivo, sin que ello autorice la extracción por debajo de las rasantes establecidas ni fuera de las superficies delimitadas.

La operación se realizará gradualmente, de aguas abajo hacia aguas arriba, y sin emplear agua como insumo del proceso de extracción. Se dará seguimiento a las condiciones del lecho, las márgenes, el flujo y la calidad visual del agua antes, durante y después de las actividades. Si se presentan procesos no previstos de erosión de márgenes, inestabilidad, obstrucción del flujo, turbidez persistente o modificaciones distintas de las evaluadas, las actividades deberán suspenderse en el punto afectado hasta aplicar las medidas correctivas correspondientes.

Dentro del alcance de la información disponible, el proyecto puede considerarse ambientalmente viable de manera condicionada, siempre que se ejecute exclusivamente dentro de las superficies y condiciones técnicas evaluadas, se mantenga el volumen autorizado y se apliquen íntegramente las medidas de prevención, mitigación y vigilancia ambiental establecidas. La conclusión definitiva deberá interpretarse conjuntamente con la evaluación de impactos del Capítulo IV y quedará sujeta a lo que determine la autoridad ambiental competente.

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

En este capítulo, se aborda la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que podrían derivarse de la implementación del proyecto en estudio. El propósito es establecer un análisis detallado de las interacciones entre las actividades propuestas y los componentes del medio ambiente, considerando tanto los impactos directos como indirectos, acumulativos y sinérgicos.

El proceso de identificación de impactos se basa en metodologías cualitativas. La descripción de los impactos ambientales se enfoca en caracterizar la magnitud, extensión, duración, frecuencia y reversibilidad de cada impacto identificado. Este análisis considera las distintas etapas del proyecto, particularmente la preparación del sitio, operación, mantenimiento y abandono, evaluando los posibles efectos asociados a cada una de ellas.

Finalmente, la **evaluación de los impactos** se realiza mediante un sistema de valoración que categoriza los impactos según su significancia ambiental, es decir, la importancia relativa de cada impacto en función de su gravedad y la sensibilidad del entorno afectado. Este enfoque permite priorizar las medidas de mitigación y establecer estrategias para prevenir, reducir o compensar los impactos adversos.

El capítulo proporciona así una base para la toma de decisiones, asegurando que las acciones propuestas se alineen con los principios de desarrollo sostenible y la normativa ambiental aplicable.

IV.1. Identificación de impactos.

El desarrollo del proyecto podría generar diversos impactos ambientales, tanto positivos como negativos. Con el fin de llevar a cabo una evaluación integral, se ha procedido a la identificación detallada de estos impactos, asegurando que cada uno sea considerado desde múltiples perspectivas para permitir un análisis exhaustivo.

Para la identificación de los impactos, se tomaron en cuenta varios criterios fundamentales que permiten asegurar la precisión y relevancia del análisis. Entre estos aspectos destacan:

- **Relevancia**: Se priorizó la identificación de impactos que tienen una influencia significativa en los componentes clave del medio ambiente, asegurando que se evalúen aquellos que podrían generar consecuencias importantes a corto, mediano y largo plazo.
- **Ubicación Específica**: Se consideró la localización geográfica de los impactos, evaluando cómo cada uno afecta a áreas específicas del entorno natural y construido. Esto incluye el análisis detallado de los ecosistemas, comunidades humanas, cuerpos de agua, y otros elementos sensibles del entorno.

- **Duración y Temporalidad**: Se clasificaron los impactos según su duración, distinguiendo entre aquellos que son temporales y los que podrían persistir de manera permanente. Esto permite establecer planes de mitigación acordes a la magnitud y temporalidad del impacto.
- **Magnitud e Intensidad**: Se evaluó la magnitud de cada impacto, considerando la extensión del área afectada y la intensidad de los cambios provocados en el medio ambiente, para entender plenamente la escala de los posibles efectos.
- **Reversibilidad**: Se consideró la capacidad del medio ambiente para recuperarse de los impactos, diferenciando entre aquellos que son reversibles con intervención adecuada y los que podrían ser irreversibles.
- **Acumulación y Sinergia**: Además de los impactos individuales, se evaluó la acumulación de impactos a lo largo del tiempo y las posibles sinergias entre diferentes efectos, que podrían amplificar las consecuencias ambientales del proyecto.

Este enfoque sistemático garantiza que la identificación de impactos sea completa y efectiva, proporcionando una base sólida para la evaluación, mitigación y gestión de los efectos del proyecto en el medio ambiente.

A continuación, se presenta una tabla de la clasificación de impactos, según diversos criterios, que van desde el momento en que se presenta, el carácter, la persistencia, entre otros.

Tabla 51. Clasificación de los impactos según diversos criterios.

Criterios Clases de Clasificación	Clases
Por el carácter	*Positivos:* son aquellos que significan beneficios ambientales, tales como acciones de saneamiento o recuperación de áreas degradadas. *Negativos:* son aquellos que causan daño o deterioro de componentes o del ambiente global.
Por la relación causa- efecto	*Primarios*: son aquellos efectos que causa la acción y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella; a menudo éstos se encuentran asociados a fases de construcción, operación, mantención de una instalación o actividad y generalmente son obvios y cuantificables. *Secundarios:* son aquellos cambios indirectos o inducidos en el ambiente. Es decir, los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales

	que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción.
Por el momento en que se manifiestan	*Latente:* aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca. *Inmediato*: aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo. *Momento Crítico*: aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación.
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones	*Impacto simple*: aquel cuyo impacto se manifiesta sobre un sólo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia. *Impactos acumulativos*: son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.
Por la extensión	*Puntual:* cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada. *Parcial:* aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada. *Extremo:* aquel que se detecta en una gran parte del territorio considerado. *Total:* aquél que se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.
Por la persistencia	*Temporal:* aquel que supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo de manifestación que puede determinarse y que por lo general es corto. *Permanente:* aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo.
Por la capacidad de recuperación del ambiente	*Irrecuperable:* cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar. *Irreversible*: aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medio naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

	Reversible: aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales. *Fugaz:* aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.

(Datos de la tabla extraídos de Espinoza, 2001)

IV.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Existen múltiples metodologías para evaluar el impacto ambiental de un proyecto, su elección dependerá de la naturaleza del mismo, debido a que algunas metodologías se ajustan más a ciertos proyectos. Entre las metodologías más utilizadas encontramos las siguientes:

Matriz de causa-efecto (Matriz de Leopold): Esta metodología utiliza una matriz que cruza las acciones propuestas en un proyecto con los recursos ambientales afectados. Cada intersección de la matriz identifica los impactos ambientales potenciales y permite evaluar su magnitud, duración, probabilidad y posibilidad de mitigación. La matriz de Leopold ayuda a identificar los impactos más significativos y guía el proceso de toma de decisiones.

Método del Índice de Impacto Ambiental: Este método asigna valores ponderados a diferentes aspectos del medio ambiente, como el aire, el agua, el suelo, la biodiversidad y los recursos naturales. Se realiza una evaluación cualitativa o cuantitativa de los impactos ambientales de un proyecto en cada uno de estos aspectos, y se calcula un índice de impacto ambiental total para determinar la magnitud global del impacto.

Análisis de Redes: Esta metodología considera los elementos y las interconexiones dentro de un sistema, identificando los puntos clave y los impactos ambientales asociados. Se utiliza para evaluar el flujo de materiales y energía, así como los efectos indirectos y en cascada que pueden surgir de un proyecto. El análisis de redes ayuda a comprender los efectos sistémicos y a identificar estrategias de mitigación.

Los listados de chequeo: son una herramienta valiosa en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) debido a su capacidad para identificar y asegurar que ningún factor relevante sea omitido en el análisis de los posibles efectos ambientales de una acción humana.

Para este proyecto, se emplea la Matriz de Impacto Ambiental propuesta por Vicente Conesa Fernández en 2009. Este método analítico permite asignar la **Importancia del Impacto (IM)** a cada uno de los posibles impactos ambientales generados durante la ejecución del proyecto, abarcando todas sus etapas.

Para determinar la Importancia del Impacto se utilizan los siguientes criterios de evaluación:

Carácter de impacto (CI) o Naturaleza: El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (IN): Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El intervalo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima.

Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.

Momento (MO): El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1).

Persistencia (PE): Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Fugaz 1 (< 1 año), Temporal 2 (de 1 a 10 años), (3) Persistente (más de 10 y menos de 15 años) y 4 Permanente o estable (>15 años).

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo respectivamente; si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Sinergia (SI): Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del Impacto.

Acumulación (AC): Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF): Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

Periodicidad (PR): La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Importancia del Impacto (IM): La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce en relación del efecto/acción, en función del valor asignado a los criterios considerados.

$$IM = \pm [3(IN) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Tabla 52. Asignación numérica a los criterios de impacto.

Carácter de impacto	Intensidad
Impacto beneficioso (+) Impacto perjudicial (-)	Baja 1 Media 2 Alta 3 Muy alta 4 Total 12
Extensión (EX) (Área de influencia) Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4 Critica (+4)	Momento (MO) (Plazo de manifestación) Largo plazo 1 Medio plazo 2 Inmediato 4 Critico (+4)
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto) Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4	Reversibilidad (RV) Corto plazo 1 Medio plazo 2 Irreversible 4
Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación) Sin sinergia (simple) 1 Sinérgico 2 Muy sinérgico 4	Acumulación (AC) (Incremento progresivo) Simple 1 Acumulativo 4
Efecto (EF) (Relación causa-efecto) Indirecto (secundario) 1 Directo 4	Periocidad (PR) (Frecuencia de la manifestación) Irregularidad o discontinuo 1 Periódico 2 Continuo 4
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios humanos) Recuperable de manera inmediata 1 Recuperable a medio plazo 2 Mitigable 4 Irrecuperable 8	

Una vez se ha obtenido la evaluación cuantitativa de la importancia del impacto o efecto, se procede a clasificar dicho impacto según el análisis del rango.

Tabla 53. Rango de valores, calificación y significado.

Valor	Calificación	Significado
Bajo, |IM| < 25	Bajo	Es aquel cuya recuperación es inmediata tras el término de la actividad, y no precisa de aplicación de medidas de prevención y mitigación.
Moderado, 25 ≤ |IM| < 50	Moderado	Aquel cuya recuperación no precisa de la aplicación de medidas de protección y mitigación intensivas, es posible la recuperación de las condiciones ambientales iniciales, tras cierto tiempo. Pero para ello es conveniente apoyarse de ciertas medidas de mitigación.
Severo, 50 ≤ |IM| < 75	Severo	Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas de protección o mitigación, y en el que, aun aplicando las medidas, la recuperación precisa un período de tiempo considerable.
Crítico, |IM| ≥ 75	Critico	Aquellos cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Produce la pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o mitigación.

Como resultado de estos análisis, se podrán identificar y describir los impactos potenciales tanto directos como indirectos que afectan principalmente a los factores del medio físico, biológico y socioeconómico.

Tras la identificación de las fuentes de cambio (acciones) y los factores del medio ambiente que se prevén serán afectados por las futuras actividades y obras, se procedió a asignar un valor numérico cualitativo y subjetivo a cada atributo en cada etapa, que incluye la etapa de operación y mantenimiento. Esta asignación de valores permite la valoración de los posibles impactos una vez fueron definidos.

IV.2. Caracterización de los impactos.

La caracterización de los impactos ambientales tiene como finalidad describir la naturaleza, origen, intensidad, extensión, duración y reversibilidad de las posibles alteraciones que podrían generarse por el desarrollo del proyecto. Para ello, se consideran las actividades previstas en cada etapa, así como su interacción con los componentes ambientales del sitio y de la Región Ecológica delimitada.

En el caso del proyecto propuesto, los impactos potenciales se relacionan principalmente con las actividades de preparación del sitio, rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes, extracción mecánica de material pétreo en greña, carga directa a camiones de volteo, transporte del material hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores y abandono del sitio. Dichas actividades podrían generar efectos sobre componentes como suelo, agua superficial, dinámica hidrológica, calidad del aire, ruido, paisaje, flora, fauna y medio socioeconómico.

La caracterización se realiza considerando las características y alcances de las actividades propuestas, así como el uso de los caminos de acceso existentes y la ausencia de infraestructura permanente dentro del área del proyecto. Por lo tanto, los impactos identificados deberán analizarse en función de una operación puntual, mecánica y controlada, limitada a los tres polígonos de extracción y demás superficies vinculadas al proyecto.

El análisis permitirá diferenciar los impactos adversos y benéficos, directos e indirectos, temporales o permanentes, reversibles o irreversibles, así como aquellos que puedan ser prevenidos, mitigados o compensados mediante la aplicación de medidas ambientales. Esta caracterización constituye la base para la evaluación de impactos y para la definición de las medidas de prevención, mitigación y seguimiento que se presentan en los capítulos correspondientes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

IV.2.1. Indicadores de impacto.

Una vez identificadas y descritas las actividades específicas asociadas a cada etapa del proyecto, se procedió hacia el establecimiento de indicadores de impacto, los cuales permiten evaluar los posibles efectos sobre el entorno. Para ello, se definieron variables ambientales clave que podrían verse afectadas directa o indirectamente como resultado de las acciones del proyecto.

Este proceso incluyó un análisis detallado de las características de los componentes ambientales y sociales del área de influencia, considerando factores como la sensibilidad del ecosistema, la capacidad de carga del entorno y la resiliencia de las comunidades locales.

A continuación, se presenta una descripción de los indicadores utilizados, los cuales se establecieron en función de su relevancia para el tipo de proyecto en cuestión, su ubicación

geográfica, y las posibles interacciones entre las actividades proyectadas y el medio ambiente. Estos indicadores permitieron evaluar aspectos como la calidad del aire, agua y suelo; los posibles efectos sobre la flora, la fauna silvestre terrestre y aquella asociada al sistema fluvial; así como los impactos de carácter socioeconómico.

Posibles impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio

Durante la etapa de preparación del sitio se consideran actividades preliminares como el reconocimiento físico del área, la delimitación de los tres bancos o polígonos de extracción, la identificación de las zonas de maniobra, la rehabilitación superficial y verificación de los caminos de acceso existentes, la colocación de señalización preventiva, el ingreso inicial de maquinaria y la aplicación de medidas básicas de control ambiental. La rehabilitación de los caminos se limitará a su huella actual y podrá incluir limpieza de la superficie de rodamiento, retiro de obstáculos, acondicionamiento puntual y, cuando resulte necesario, retiro selectivo de cobertura herbácea que interfiera con la circulación, sin ampliación de la sección, modificación del trazo ni afectación de vegetación arbórea o arbustiva. Los impactos esperados serán puntuales, principalmente temporales y susceptibles de prevención o mitigación; su importancia específica se determina en la matriz de valoración correspondiente.

Tabla 54. Impactos considerados para la etapa de preparación de sitio.

Medio	Componente	Impacto potencial
Medio físico	Agua	Riesgo de alteración puntual de escurrimientos superficiales
		Riesgo de contaminación del cauce por residuos sólidos urbanos.
		Riesgo de contaminación por hidrocarburos.
	Aire	Generación de gases de efecto invernadero.
		Generación de partículas sólidas suspendidas.
		Generación de ruido.
	Suelo	Compactación puntual del suelo o material aluvial.
		Contaminación por residuos sólidos.
		Contaminación por residuos líquidos.
	Paisaje	Alteración del paisaje natural.

Medio biológico	Fauna	Perturbación de fauna terrestre.
		Perturbación de fauna acuática.
		Riesgo de afectación a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Flora	Alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes.
		Riesgo de afectación accidental a vegetación ribereña.
Medio socioeconómico	Sociedad, cultura y economía.	Generación temporal de empleos directos
		Ordenamiento de una actividad productiva local

Posibles impactos ambientales durante la etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento se concentrarán las actividades principales del proyecto, consistentes en la extracción mecánica de material pétreo en greña, carga directa a camiones de volteo y transporte del material hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Asimismo, se consideran actividades complementarias de control operativo, tales como la revisión visual de la maquinaria, control de maniobras, mantenimiento de los caminos de acceso existentes sobre su huella actual, limpieza del sitio, manejo de residuos y prevención de derrames.

Los impactos potenciales durante esta etapa se relacionan principalmente con la extracción mecánica del material aluvial, la operación de la excavadora, la carga directa, la circulación de los dos camiones de volteo por los caminos de acceso existentes, la generación temporal de ruido y emisiones atmosféricas, y la presencia del personal. Las actividades se mantendrán dentro de los tres polígonos de extracción y demás superficies vinculadas al proyecto.

Tabla 55. Impactos considerados para la etapa de operación y mantenimiento.

Medio	Componente	Impacto potencial
	Agua	Modificación física localizada de los depósitos aluviales dentro de los polígonos de extracción.
		Riesgo de contaminación por residuos sólidos.

Medio físico		Riesgo de contaminación por residuos líquidos.
	Aire	Generación de partículas sólidas suspendidas.
		Emisión de gases de efecto invernadero.
		Generación de ruido
	Suelo	Compactación localizada del suelo o material aluvial
		Modificación física puntual del material del cauce
		Riesgo de contaminación puntual
		Riesgo de erosión o inestabilidad localizada
	Paisaje	Modificación temporal de la calidad visual del sitio
		Cambio en la percepción del entorno rural y fluvial
Medio biológico	Fauna	Desplazamiento temporal de fauna local.
		Riesgo de perturbación o afectación incidental a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		Riesgo de atropellamiento o afectación incidental.
	Flora	Depósito temporal de partículas sobre vegetación cercana.
		Riesgo de afectación directa a la vegetación ribereña.
Medio socioeconómico	Sociedad, cultura y economía	Generación de empleos directos
		Derrama económica local.
		Disponibilidad de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a regulación ambiental y administrativa.

Impactos considerados para la etapa de cierre y abandono del sitio

La etapa de cierre y abandono corresponderá al periodo en el que concluyan las actividades de extracción y aprovechamiento de material pétreo dentro de los tres bancos considerados para el proyecto, ya sea por término del periodo autorizado, agotamiento del volumen aprovechable, determinación del promovente o disposición de la autoridad competente.

En esta etapa se contemplará el retiro de la excavadora, los dos camiones de volteo y demás equipo auxiliar; la limpieza general de las superficies utilizadas; el retiro de residuos y materiales ajenos al sitio; la revisión de posibles puntos de contaminación; y la verificación de las condiciones físicas de los tres bancos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra vinculadas al proyecto.

Debido a que el proyecto no considera infraestructura permanente, edificaciones, campamentos, talleres o instalaciones fijas, los impactos asociados al cierre y abandono serán principalmente temporales y localizados. Asimismo, varias de las actividades previstas tendrán un efecto ambiental favorable, al estar orientadas a retirar elementos temporales utilizados durante la operación, eliminar residuos, corregir posibles afectaciones puntuales y dejar las áreas intervenidas en condiciones estables.

En caso de resultar necesario, se aplicarán medidas de estabilización, limpieza o recuperación física puntual de las superficies utilizadas, conforme a las condiciones observadas al momento del cierre y a las medidas que establezca la autoridad competente. Asimismo, cuando los caminos de acceso existentes dejen de ser requeridos para las actividades del proyecto, cesarán las acciones de mantenimiento asociadas a su operación, permitiendo la recolonización natural de la cobertura herbácea sobre las superficies susceptibles de recuperación. De esta manera, la etapa de abandono estará orientada a reducir impactos residuales y favorecer condiciones ambientales estables en el sitio.

Tabla 56. Impactos considerados para la etapa de cierre y abandono del sitio

Medio	Componente	Impacto potencial
Medio físico	Agua	Riesgo de contaminación por actividades de retiro de maquinaria.
		Verificación y conservación de las condiciones de escurrimiento.
		Afectaciones a la calidad del agua
		Alteraciones adicionales sobre las condiciones hidráulicas del cauce.
		Generación temporal de emisiones por retiro de maquinaria, equipo y materiales

Medio físico	Aire	Generación temporal de partículas suspendidas durante actividades de limpieza y retiro
		Disminución del ruido operativo
	Suelo	Reducción del riesgo de compactación adicional
		Mejoramiento de las condiciones físicas del área intervenida
		Riesgo de disposición inadecuada de residuos durante las actividades de cierre
		Recuperación gradual de superficies intervenidas
	Paisaje	Mejora de la calidad visual del sitio.
		Recuperación progresiva de la percepción natural del entorno rural y fluvial
Medio biológico	Fauna	Perturbación a la fauna local
		Reocupación gradual del sitio por fauna de tránsito
	Flora	Presión sobre vegetación cercana
		Recolonización natural de cobertura herbácea en superficies temporalmente intervenidas, cuando las condiciones del sitio lo permitan.
Medio socioeconómico	Sociedad, cultura y economía	Conclusión de empleos temporales directos
		Mala disposición o incumplimiento de obligaciones ambientales

Una vez identificados los impactos potenciales derivados de las actividades del proyecto, se llevó a cabo la evaluación de las interacciones entre las etapas previstas y los componentes ambientales susceptibles de afectación. Para ello, se consideraron las actividades de preparación del sitio, operación y mantenimiento, así como cierre y abandono, vinculándolas con los componentes agua, aire, suelo, paisaje, flora, fauna y sociedad, cultura y economía.

La evaluación se realizó conforme a los criterios de valoración definidos en el método previamente descrito, lo que permitió sistematizar el análisis y asignar una calificación homogénea a cada impacto identificado. Bajo este procedimiento, los impactos fueron clasificados en dos categorías generales: impactos negativos, correspondientes a posibles efectos adversos sobre los componentes ambientales o sociales; e impactos positivos, asociados a beneficios, mejoras o condiciones favorables derivadas del proyecto como la generación de empleo, la disponibilidad de material pétreo proveniente de un

aprovechamiento sujeto a regulación ambiental y administrativa, y el cierre ordenado del sitio. Cada impacto fue valorado conforme a su magnitud e importancia ambiental, utilizando una escala de clasificación que comprende los niveles bajo, moderado, severo y crítico. Esta escala permite diferenciar los impactos de menor relevancia de aquellos que requieren mayor atención, con el propósito de priorizar las medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación ambiental.

Para el presente proyecto, la valoración considera que las actividades propuestas se limitan al aprovechamiento de material pétreo en greña de origen aluvial mediante extracción mecánica, carga directa a camiones de volteo y transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, además de las actividades complementarias asociadas a la rehabilitación superficial y mantenimiento de los caminos de acceso existentes. Por ello, la evaluación se enfoca en identificar los impactos potenciales derivados de la operación de maquinaria, modificación física localizada de los depósitos aluviales dentro de los polígonos de extracción, circulación de camiones de volteo, generación de residuos, emisiones temporales, ruido y posibles riesgos de contaminación incidental. Los resultados de la evaluación permiten establecer la importancia relativa de cada impacto dentro del contexto ambiental del Río de La Arena y su área de influencia, así como orientar la definición de medidas ambientales específicas. Particular atención se dará a los impactos clasificados como moderados, severos o críticos, en caso de presentarse, debido a que estos requieren acciones de manejo más estrictas para prevenir, reducir o compensar sus efectos sobre el ambiente.

IV.3. Valoración de los impactos

A continuación, se presenta la tabla de evaluación en la que se asignan los valores correspondientes a cada criterio ambiental considerado para las distintas etapas del proyecto: preparación del sitio, operación y mantenimiento, así como cierre y abandono.

La asignación de valores permite valorar de manera sistemática la interacción entre las actividades previstas y los componentes ambientales susceptibles de afectación, tales como agua, aire, suelo, paisaje, flora, fauna y sociedad, cultura y economía. Para ello, se consideran criterios como la naturaleza del impacto, intensidad, extensión, duración, reversibilidad, periodicidad y posibilidad de mitigación, de acuerdo con la metodología previamente descrita. Esta tabla constituye la base para determinar la magnitud e importancia de los impactos ambientales identificados, así como para diferenciar aquellos de carácter negativo o positivo. Asimismo, permite reconocer los impactos que requieren mayor atención durante la ejecución del proyecto y orientar la propuesta de medidas de prevención, mitigación, seguimiento y, cuando resulte aplicable, compensación ambiental.

Tabla 57. Valoración de la importancia de los impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio mediante la metodología simplificada de Vicente Conesa Fernández-Vítora.

			Criterios de Evaluación												
			Naturaleza	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (MC)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Importancia del impacto (IM)	Ponderación de los valores
Medio	Componente	Impacto	CI	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	IM	
Medio físico	**Aire**	Generación de gases de efecto invernadero.	-	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	(-)22	Bajo
		Generación de partículas sólidas suspendidas.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo
		Generación de ruido.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo
	Suelo	Compactación puntual del suelo o material aluvial	-	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	(-)22	Bajo
		Riesgo de contaminación por residuos sólidos	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo
		Contaminación por residuos líquidos.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo

	Agua	Riesgo de alteración puntual de escurrimientos superficiales.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo
		Riesgo de contaminación del cauce por residuos sólidos urbanos.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo
		Riesgo de contaminación por hidrocarburos.	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)22	Bajo
	Paisaje	Alteración del paisaje natural.	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)22	Bajo
Medio biológico	**Fauna**	Perturbación de fauna terrestre.	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)22	Bajo
		Perturbación de fauna acuática.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo
		Riesgo de afectación a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)22	Bajo
		Alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes.	-	2	1	4	1	4	4	1	1	4	1	(-)28	Moderado

	Flora	Riesgo de afectación accidental a vegetación ribereña.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo
Medio socioeconómico	**Sociedad, cultura y economía**	Generación temporal de empleos directos	+	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	+19	Bajo positivo
		Ordenamiento de una actividad productiva local	+	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	+19	Bajo positivo

Descripción de los impactos identificados en la etapa de preparación de sitio.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales correspondientes a la etapa de preparación del sitio se realizó considerando las actividades necesarias para establecer las condiciones previas al inicio de la extracción de material pétreo. En esta etapa se contemplan principalmente el reconocimiento físico del área, la delimitación de los tres polígonos de extracción propuestos, la colocación de señalización preventiva, la rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes sobre su huella actual, la identificación de las zonas de maniobra, el ingreso inicial de maquinaria, y personal, así como la implementación de medidas básicas de control ambiental.

De acuerdo con la evaluación realizada, durante esta etapa se identificaron 17 impactos potenciales, de los cuales 14 corresponden a impactos adversos de importancia baja, uno de importancia moderada y 2 a impactos positivos de importancia baja. No se identificaron impactos clasificados como severos o críticos. Los impactos adversos presentan principalmente características de baja intensidad, extensión puntual, duración limitada y posibilidad de prevención o mitigación mediante medidas de manejo y control ambiental.

Por tratarse de una etapa preliminar, de corta duración y sin actividades de extracción de material pétreo, construcción de infraestructura permanente o apertura de nuevos caminos, los impactos identificados presentan una incidencia ambiental limitada. En el caso de los caminos de acceso existentes, las actividades se restringirán a acciones puntuales de rehabilitación superficial sobre su huella actual, incluyendo limpieza de la superficie de rodamiento, retiro de obstáculos, acondicionamiento puntual y, cuando resulte necesario, retiro selectivo de cobertura herbácea que interfiera con la circulación, sin ampliar su sección, modificar su trazo ni afectar vegetación arbórea o arbustiva.

A continuación, se describen los impactos identificados para esta etapa:

Componente aire

Generación de gases de efecto invernadero (Impacto bajo)

Este impacto se relaciona con el uso inicial de la excavadora y los camiones de volteo que emplean combustible diésel, principalmente durante su ingreso, posicionamiento y desplazamiento hacia las superficies de trabajo. Debido a la corta duración de esta etapa y al número limitado de equipos, las emisiones asociadas serán de baja intensidad en relación con la escala del proyecto.

Generación de partículas sólidas suspendidas (Impacto bajo)

La circulación inicial de maquinaria y vehículos sobre los caminos de acceso existentes y superficies con material suelto puede generar temporalmente partículas sólidas suspendidas. Este impacto será localizado y estará asociado principalmente al tránsito vehicular y al acondicionamiento superficial de los accesos, por lo que podrá reducirse

mediante el control de velocidad, la operación ordenada y, cuando resulte necesario, la aplicación ligera de agua sobre la superficie de rodamiento.

Generación de ruido (Impacto bajo)

El ingreso y movimiento inicial de la excavadora, los camiones de volteo y el personal generará ruido temporal en el área del proyecto. Este impacto se considera de baja importancia debido a la duración limitada de las actividades preparatorias, al número reducido de equipos.

Componente suelo

Compactación puntual del suelo o material aluvial (Impacto bajo)

El tránsito inicial de maquinaria y vehículos puede ocasionar compactación localizada sobre las superficies utilizadas para acceso y maniobra. El impacto se restringirá a las superficies vinculadas con el proyecto, principalmente a la huella de los caminos de acceso existentes y zonas de maniobra, evitando la circulación fuera de las áreas previamente definidas.

Riesgo de contaminación por residuos sólidos (Impacto bajo)

Este impacto podría presentarse en caso de que los residuos generados por el personal, como envases, envolturas, papel, cartón o restos de alimentos, no sean manejados adecuadamente. Para prevenirlo, se dispondrá de recipientes diferenciados para residuos revalorizables, no revalorizables y orgánicos, además de efectuar su retiro periódico y disposición conforme a las medidas establecidas para el proyecto.

Contaminación por residuos líquidos (Impacto bajo)

Durante la preparación del sitio no se prevé la generación de aguas residuales de proceso. Este impacto tiene carácter potencial y estaría relacionado con un manejo inadecuado de líquidos sanitarios o con algún evento incidental distinto de los derrames de hidrocarburos evaluados específicamente. Se evitará cualquier descarga directa sobre el suelo, material aluvial, cauce o zonas de escurrimiento, y los servicios sanitarios serán manejados mediante instalaciones portátiles y prestadores de servicio, cuando corresponda.

Componente agua

Riesgo de alteración puntual de escurrimientos superficiales (Impacto bajo)

Las actividades de señalización, delimitación, rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes o ingreso inicial de maquinaria podrían generar alteraciones puntuales si se realizaran de manera inadecuada sobre zonas de escurrimiento. El riesgo se considera bajo y prevenible mediante la correcta delimitación de las superficies de trabajo, evitando la colocación de obstáculos, residuos o materiales que interfieran con el libre flujo del agua.

Riesgo de contaminación del cauce por residuos sólidos urbanos (Impacto bajo)

Este impacto podría presentarse si los residuos generados por el personal fueran abandonados o dispersados dentro del cauce o en sus márgenes. Para prevenirlo, quedará prohibida la disposición de residuos en estas superficies y se contribuye a su resguardo en recipientes adecuados y su retiro periódico.

Riesgo de contaminación por hidrocarburos (Impacto bajo)

El ingreso y operación inicial de maquinaria y vehículos implica un riesgo potencial de fugas o derrames accidentales de diésel, aceites, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos. Este impacto será prevenido mediante inspecciones preoperativas, disponibilidad de materiales absorbentes para atención inmediata, control de la maquinaria y realización del mantenimiento mayor fuera del área del proyecto.

Componente paisaje

Alteración del paisaje natural (Impacto bajo)

La presencia temporal de maquinaria, camiones de volteo, señalización y personal generará una modificación visual puntual del entorno rural y fluvial. Este impacto será localizado y estará limitado temporalmente a las actividades de preparación del sitio, sin implicar la incorporación de edificaciones o infraestructura permanente al paisaje.

Componente fauna

Perturbación de fauna terrestre (Impacto bajo)

El ruido, movimiento de maquinaria y presencia de personal pueden ocasionar el desplazamiento temporal de fauna terrestre de hábitos móviles, incluyendo reptiles, pequeños mamíferos y aves asociadas al entorno del cauce. El impacto será localizado y temporal, debido a que los ejemplares podrán desplazarse hacia áreas próximas con menor actividad.

Perturbación de fauna acuática (Impacto bajo)

Aunque durante la etapa de preparación no se contempla la extracción de material pétreo, el ingreso inicial de maquinaria y las actividades realizadas en proximidad al cauce pueden generar perturbaciones puntuales sobre organismos asociados al ambiente acuático, particularmente cuando exista presencia de agua o microhábitats activos. El impacto será prevenible mediante el control de las maniobras y la restricción de actividades fuera de las superficies requeridas.

Riesgo de afectación a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Impacto bajo)

Este impacto tiene carácter potencial y se relaciona con la eventual presencia de especies incluidas en alguna categoría de riesgo. Durante los recorridos de campo se registró

directamente a *Tigrisoma mexicanum*, especie clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr), en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos. Adicionalmente, mediante la revisión bibliográfica y de bases de datos se identificaron otras especies de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante la preparación del sitio se aplicarán medidas orientadas a prevenir la captura, persecución, daño, manipulación o perturbación de fauna silvestre, favoreciendo su desplazamiento natural hacia áreas seguras.

Componente flora

Alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes (Impacto Moderado)

Este impacto se relaciona exclusivamente con las actividades puntuales de rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes. Cuando la cobertura herbácea presente sobre la superficie de rodamiento interfiera con la circulación de maquinaria y vehículos, podrá realizarse su retiro selectivo, principalmente de gramíneas y otras especies herbáceas que hayan colonizado la huella del camino. Las actividades se limitarán estrictamente a la superficie actualmente ocupada por los accesos, sin ampliación de su sección, modificación de su trazo ni afectación de vegetación arbórea o arbustiva.

Riesgo de afectación accidental a vegetación ribereña (Impacto bajo)

Este impacto corresponde a un riesgo potencial asociado a una eventual salida de maquinaria, vehículos o personal de las superficies definidas para el proyecto. La vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes al cauce deberá mantenerse fuera de las áreas de intervención previstas. Para prevenir cualquier afectación accidental, se delimitarán físicamente las superficies de trabajo, se restringirán las maniobras a las áreas vinculadas con el proyecto y se mantendrá la supervisión ambiental durante las actividades preparatorias.

Medio socioeconómico

Generación temporal de empleos directos (Impacto positivo bajo)

La preparación del sitio generará cinco empleos directos asociados al reconocimiento del área, delimitación, señalización, apoyo en campo, conducción de vehículos e ingreso inicial de maquinaria. El impacto se considera positivo de importancia baja debido al número limitado de empleos generado y al carácter acotado de esta etapa.

Ordenamiento de una actividad productiva local (Impacto positivo bajo)

Las actividades de preparación contribuyen al ordenamiento del aprovechamiento propuesto mediante la delimitación física de los tres polígonos de extracción, definición de superficies de maniobra, identificación de los caminos de acceso existentes y

establecimiento de medidas preventivas y controles operativos antes del inicio de las actividades extractivas. Este impacto se considera positivo de importancia baja, al favorecer que, en caso de obtenerse las autorizaciones correspondientes, la operación se realice dentro de superficies previamente evaluadas y bajo medidas de manejo ambiental definidas.

Para los componentes agua y suelo, los principales impactos corresponden a riesgos de contaminación por residuos e hidrocarburos, compactación localizada y posibles alteraciones puntuales de los escurrimientos superficiales. En el componente aire se identificaron emisiones de gases de efecto invernadero, generación de partículas sólidas suspendidas y ruido asociados principalmente al ingreso y desplazamiento inicial de maquinaria y vehículos.

En el medio biológico, los impactos sobre fauna se relacionan con la perturbación temporal generada por la presencia de personal y maquinaria, así como con el riesgo de afectación incidental a especies silvestres, incluyendo aquellas registradas o consideradas de presencia potencial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el componente flora, los impactos se limitan a la alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes y al riesgo accidental de afectación a la vegetación ribereña, un impacto es moderado y el otro bajo.

Finalmente, se identificaron dos efectos positivos de importancia baja: la generación temporal de cinco empleos directos y el ordenamiento de la actividad productiva propuesta mediante la delimitación de superficies, definición de accesos, implementación de medidas preventivas y establecimiento de controles operativos desde la etapa previa al inicio de la extracción.

A continuación, se presentan los impactos identificados para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla 58. Metodología de Vicente Conesa Fernández-Vítora simplificado valorización de la importancia (I) de los impactos que se prevén por las actividades en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

			Criterios de Evaluación												
			Naturaleza	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (MC)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periocidad (PR)	Importancia del impacto (IM)	Ponderación de los valores
Medio	**Componente**	**Impacto**	**CI**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**IM**	
Medio físico	**Aire**	Generación de partículas sólidas suspendidas.	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	2	(-)23	Bajo
		Emisión de gases de efecto invernadero.	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	2	(-)31	Moderado
		Generación de ruido	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	2	(-)23	Bajo
	Suelo	Compactación localizada del suelo o material aluvial	-	2	1	4	2	2	2	1	4	4	2	(-)29	Moderado
		Modificación física puntual del material del cauce	-	4	2	4	2	2	2	2	4	4	2	(-)38	Moderado

		Riesgo de contaminación puntual	-	2	1	4	1	1	2	1	1	4	1	(-)23	Bajo
		Riesgo de erosión o inestabilidad localizada	-	2	1	4	2	2	2	1	1	4	1	(-)25	Moderado
	Agua	Modificación física localizada de los depósitos aluviales dentro de los polígonos de extracción.	-	2	2	4	2	2	2	2	4	4	2	(-)32	Moderado
		Riesgo de contaminación por residuos sólidos.	-	2	1	4	1	1	2	1	1	4	1	(-)23	Bajo
		Riesgo de contaminación por residuos líquidos.	-	2	1	4	1	1	2	1	1	4	1	(-)23	Bajo
	Paisaje	Modificación temporal de la calidad visual del sitio	-	2	1	4	2	1	1	1	1	4	2	(-)24	Bajo
		Cambio en la percepción del entorno rural y fluvial	-	2	1	4	2	1	1	1	1	4	2	(-)24	Bajo
		Desplazamiento temporal de fauna local.	-	2	1	4	1	1	1	1	1	4	2	(-)23	Bajo
		Riesgo de perturbación o afectación incidental a	-	3	1	4	1	1	2	1	1	4	1	(-)26	Moderado

Medio biológico	**Fauna**	especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.													
		Riesgo de atropellamiento o afectación incidental.	-	2	1	4	1	4	4	1	1	4	1	(-)28	Moderado
	Flora	Depósito temporal de partículas sobre vegetación cercana.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	2	(-)20	Bajo
		Riesgo de afectación a vegetación ribereña.	-	2	2	4	2	2	2	1	1	2	1	(-)25	Moderado
Medio socioeconómico	**Sociedad, cultura y economía.**	Generación de empleos directos	+	2	1	4	2	1	1	1	1	4	2	+24	Bajo positivo
		Derrama económica local.	+	2	2	4	2	1	1	1	1	4	2	+26	Moderado positivo
		Disponibilidad de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a regulación ambiental y administrativa.	+	3	2	4	2	1	1	2	4	4	2	+33	Moderado positivo

Descripción de impactos durante la etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento se concentran los impactos ambientales de mayor relevancia relativa del proyecto, debido a que en esta fase se desarrollarán de manera directa y recurrente las actividades de extracción mecánica de material pétreo en greña, carga directa a camiones de volteo y transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, así como la circulación de maquinaria y vehículos, presencia de personal y mantenimiento de los caminos de acceso existentes.

Con base en la valoración realizada mediante la metodología aplicada, para esta etapa se identificaron 20 impactos ambientales y socioeconómicos, de los cuales 17 corresponden a impactos adversos y 3 a impactos positivos. De los impactos adversos, 9 fueron clasificados como de importancia baja y 8 como de importancia moderada. Respecto de los impactos positivos, 1 fue clasificado como bajo positivo y 2 como moderados positivos. En consecuencia, considerando la totalidad de los impactos evaluados, se obtuvieron 10 impactos de importancia baja y 10 de importancia moderada, sin identificarse impactos severos o críticos durante esta etapa.

Los impactos moderados de carácter adverso se relacionan principalmente con la emisión de gases de efecto invernadero, compactación localizada, riesgo de afectación a vegetación ribereña, modificación física del material aluvial, riesgo de erosión o inestabilidad localizada y riesgos sobre fauna silvestre, particularmente ante la eventual afectación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los impactos de importancia baja se asocian principalmente con la generación de partículas y ruido, riesgos puntuales de contaminación, modificaciones temporales del paisaje, desplazamiento de fauna y efectos indirectos sobre la vegetación cercana. Por su parte, los impactos positivos corresponden a la generación de empleo, derrama económica local y disponibilidad de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a regulación ambiental y administrativa.

Componente Aire

Generación de partículas sólidas suspendidas (Impacto bajo)

La generación de partículas sólidas suspendidas se relaciona principalmente con la extracción mecánica del material pétreo, la carga directa a los camiones de volteo y la circulación de vehículos sobre los caminos de acceso existentes, especialmente durante periodos secos o cuando las superficies presentan material fino susceptible de dispersión. El impacto fue clasificado como bajo, debido a su carácter localizado y temporal, así como a la posibilidad de reducirlo mediante el control de velocidad, mantenimiento de las unidades y, cuando resulte necesario, aplicación ligera de agua sobre las superficies de rodamiento, evitando escurrimientos hacia el cauce.

Emisión de gases de efecto invernadero (Impacto moderado)

Este impacto deriva principalmente de la combustión de diésel utilizada para el funcionamiento de la excavadora y los dos camiones de volteo durante las actividades de

extracción, carga y transporte del material pétreo. Debido al carácter recurrente de la operación y a la acumulación de emisiones durante las jornadas efectivas de trabajo, el impacto fue clasificado como moderado. Su magnitud podrá reducirse mediante mantenimiento preventivo de los equipos, conducción eficiente, control de tiempos de operación y evitando periodos innecesarios de funcionamiento en ralentí.

Generación de ruido (Impacto bajo)

El ruido será generado principalmente por la operación de la excavadora, la carga directa del material y la circulación de los dos camiones de volteo. El impacto fue clasificado como bajo, debido a su carácter localizado, temporal y limitado al horario de operación establecido, de 08:00 a 15:00 horas, en un contexto predominantemente rural y con baja presencia de receptores inmediatos.

Componente Suelo

Compactación localizada del suelo o material aluvial (Impacto moderado)

La circulación recurrente de maquinaria y camiones de volteo puede ocasionar compactación localizada sobre las superficies utilizadas para maniobras y tránsito vehicular. Este impacto se concentrará principalmente en los caminos de acceso existentes y zonas de maniobra vinculadas con los polígonos de extracción. Fue clasificado como moderado debido a la recurrencia de las actividades durante la operación, aunque su extensión permanecerá limitada a superficies previamente definidas para el proyecto.

Modificación física puntual del material del cauce (Impacto moderado)

Este impacto corresponde a la extracción directa del material pétreo en greña depositado dentro de los tres polígonos de extracción propuestos. La actividad implica la remoción controlada de arena, grava, cantos rodados y otros materiales aluviales, modificando de manera localizada la configuración física del depósito. El impacto fue clasificado como moderado, debido a que constituye la actividad principal del proyecto y actúa directamente sobre el material del cauce. Las actividades deberán mantenerse dentro de las superficies, rasantes, secciones y taludes considerados en los estudios técnicos correspondientes.

Riesgo de contaminación puntual (Impacto bajo)

Este impacto se refiere a la posibilidad de contaminación localizada derivada de fugas o derrames accidentales de diésel, aceites, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos provenientes de la maquinaria o los vehículos. Al tratarse de una condición incidental y no de una actividad ordinaria del proyecto, el impacto fue clasificado como bajo. Su prevención estará basada en inspecciones preoperativas, disponibilidad de materiales absorbentes, atención inmediata de derrames y realización del mantenimiento mayor de maquinaria fuera del área del proyecto.

Riesgo de erosión o inestabilidad localizada (Impacto moderado)

La extracción inadecuada del material pétreo podría generar alteraciones localizadas en las superficies intervenidas si no se respetan las rasantes, secciones y taludes establecidos para los bancos de extracción. Por la naturaleza fluvial del sitio y la necesidad de mantener las condiciones físicas consideradas en los estudios técnicos, este riesgo fue clasificado como moderado. Su prevención dependerá del control de las profundidades de extracción, conservación de los taludes previstos y supervisión permanente de los frentes de trabajo.

Componente Agua

Modificación física localizada de los depósitos aluviales dentro de los polígonos de extracción (Impacto moderado)

La extracción de material pétreo implica una modificación física localizada de los depósitos aluviales presentes dentro de los tres polígonos propuestos, debido al retiro controlado del material acumulado en el cauce. Este impacto fue clasificado como moderado por su carácter directo sobre un componente del sistema fluvial. No obstante, las actividades estarán sujetas a las superficies, rasantes, secciones y taludes considerados en el estudio hidráulico, manteniendo la extracción dentro de las condiciones evaluadas y evitando la formación de obstáculos, bordos o modificaciones no previstas.

Riesgo de contaminación por residuos sólidos (Impacto bajo)

La presencia del personal durante las jornadas de operación puede generar residuos sólidos urbanos, cuyo manejo inadecuado podría ocasionar su dispersión hacia el cauce, márgenes o superficies adyacentes. El impacto fue clasificado como bajo debido al reducido número de trabajadores y a su carácter prevenible mediante segregación, resguardo en recipientes adecuados y retiro periódico de los residuos generados.

Riesgo de contaminación por residuos líquidos (Impacto bajo)

Durante la operación no se contempla el uso de agua para procesos de transformación del material ni la descarga de aguas residuales al cauce. El riesgo corresponde a eventos incidentales relacionados con el manejo inadecuado de líquidos generados durante la operación o servicios auxiliares. Por su carácter potencial y prevenible, fue clasificado como bajo, debiendo evitarse cualquier descarga directa hacia el cauce, suelo o zonas de escurrimiento.

Componente Paisaje

Modificación temporal de la calidad visual del sitio (Impacto bajo)

La presencia de la excavadora, los camiones de volteo, personal y señalización, así como el movimiento del material pétreo dentro de los polígonos de extracción, generará una modificación temporal de la calidad visual del entorno. El impacto fue clasificado como bajo

debido a su extensión localizada, carácter temporal y ausencia de infraestructura permanente asociada al proyecto.

Cambio en la percepción del entorno rural y fluvial (Impacto bajo)

Durante las jornadas de operación, la presencia de maquinaria y vehículos introducirá temporalmente elementos asociados a una actividad productiva dentro del paisaje fluvial-rural. Este impacto fue clasificado como bajo, debido a que estará limitado a las jornadas de trabajo y a las superficies vinculadas con el proyecto, sin modificar permanentemente la configuración general del paisaje.

Componente Fauna

Desplazamiento temporal de fauna local (Impacto bajo)

La operación de maquinaria, circulación de vehículos, generación de ruido y presencia de personal puede provocar el desplazamiento temporal de ejemplares de fauna hacia zonas contiguas con menor actividad. Este efecto puede presentarse principalmente en aves, reptiles y pequeños mamíferos asociados al entorno del Río de La Arena. El impacto fue clasificado como bajo debido a su carácter localizado, temporal y reversible para organismos con capacidad de desplazamiento.

Riesgo de perturbación o afectación incidental a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Impacto moderado)

Este impacto considera la posibilidad de perturbación o afectación incidental a especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Durante los recorridos de campo se registró directamente a *Tigrisoma mexicanum*, especie clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr), en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos; asimismo, mediante la revisión bibliográfica y de bases de datos se identificaron otras especies de presencia potencial bajo alguna categoría de riesgo.

Debido a la relevancia de estas especies y a la sensibilidad asociada a su condición de conservación, el impacto fue clasificado como moderado, aun cuando la probabilidad de afectación directa pueda reducirse mediante recorridos previos de verificación, supervisión ambiental, control de velocidad, prohibición de captura o manipulación de fauna y suspensión temporal de maniobras cuando se detecten ejemplares dentro de las superficies de trabajo.

Riesgo de atropellamiento o afectación incidental (Impacto moderado)

La circulación de maquinaria y camiones de volteo puede representar un riesgo para ejemplares de fauna de lento desplazamiento, principalmente reptiles, anfibios o pequeños mamíferos que pudieran ingresar a los caminos de acceso existentes o zonas de maniobra. Aunque se trata de un evento cuya ocurrencia puede prevenirse, la gravedad potencial de una afectación directa justificó su clasificación como moderado. Las principales medidas estarán relacionadas con el control de velocidad, inspección visual previa a las maniobras

y permitir el desplazamiento natural de los ejemplares fuera de las superficies de circulación.

Componente Flora

Depósito temporal de partículas sobre vegetación cercana (Impacto bajo)

Las partículas generadas durante la extracción, carga directa y circulación de los camiones de volteo pueden depositarse temporalmente sobre la vegetación presente en áreas próximas a las superficies de trabajo y caminos de acceso existentes. El impacto fue clasificado como bajo debido a su carácter indirecto, localizado y temporal, y podrá reducirse mediante control de velocidad y medidas de supresión de polvo cuando las condiciones del sitio lo requieran.

Riesgo de afectación directa a la vegetación ribereña (Impacto Moderado)

Este impacto corresponde a la posibilidad de generar efectos directos sobre la vegetación ribereña por dispersión de partículas, maniobras fuera de las superficies definidas o tránsito no controlado. El impacto fue clasificado como moderado, debido a que las actividades se restringirán a los tres polígonos de extracción y caminos de acceso existentes, manteniendo fuera de las superficies de intervención a la vegetación arbórea, arbustiva y ribereña presente en las márgenes y áreas colindantes al cauce.

Medio socioeconómico

Generación de empleos directos (Impacto bajo positivo)

La operación del proyecto contempla una plantilla aproximada de cinco trabajadores, integrada por un operador de excavadora, dos operadores de camiones de volteo, un auxiliar de campo y un responsable de la operación. Este efecto fue clasificado como bajo positivo, debido al número reducido de empleos generados, aunque representa una fuente directa de ingreso para personal local o regional.

Derrama económica local (Impacto moderado positivo)

La operación generará una derrama económica asociada principalmente a la adquisición de combustible, contratación de personal, servicios mecánicos externos, adquisición de insumos y otros gastos necesarios para mantener las actividades del proyecto. Debido a su recurrencia durante la etapa operativa y a la posibilidad de que parte de estos recursos se ejerzan en establecimientos y servicios de la región, el impacto fue clasificado como moderado positivo.

Disponibilidad de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a regulación ambiental y administrativa (Impacto moderado positivo)

Este impacto se relaciona con la disponibilidad de material pétreo para actividades de construcción, mantenimiento y desarrollo de infraestructura local o regional, proveniente de un aprovechamiento previamente evaluado y sujeto, en caso de obtenerse las

autorizaciones correspondientes, al cumplimiento de condiciones técnicas y ambientales. El impacto fue clasificado como moderado positivo, debido a que permite contar con una fuente identificada de material pétreo cuyo aprovechamiento se encuentra sujeto a mecanismos de regulación y seguimiento ambiental.

En conjunto, para la etapa de operación y mantenimiento se identificaron 20 impactos, de los cuales 17 son de carácter adverso y 3 de carácter positivo. Entre los impactos adversos, 9 fueron clasificados como bajos y 8 como moderados; entre los positivos, 1 fue clasificado como bajo positivo y 2 como moderados positivos. No se identificaron impactos severos ni críticos.

Los impactos de mayor atención relativa se concentran principalmente en los componentes suelo, agua y fauna, debido a la intervención directa sobre los depósitos aluviales, la recurrencia de la operación y la sensibilidad ambiental del sistema fluvial. No obstante, la valoración obtenida indica que estos impactos se mantienen dentro de las categorías baja y moderada, siempre que las actividades se desarrollen dentro de las superficies evaluadas y se respeten las condiciones técnicas establecidas para la extracción.

El manejo ambiental durante la operación deberá orientarse particularmente al cumplimiento de las superficies, rasantes, secciones y taludes establecidos; control de maquinaria y vehículos; uso de los caminos de acceso existentes; prevención y atención inmediata de derrames; manejo adecuado de residuos; protección de la vegetación ribereña; control de emisiones de polvo y ruido; y protección de fauna silvestre. La implementación de estas medidas permitirá prevenir o reducir los efectos adversos identificados y mantener su importancia ambiental dentro de los niveles considerados en la evaluación.

Tabla 59. Metodología de Vicente Conesa Fernández-Vítora simplificado valorización de la importancia (I) de los impactos que se prevén por las actividades en la etapa de cierre y abandono de sitio.

			Criterios de Evaluación												
			Naturaleza	Intensidad (IN)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (MC)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periocidad (PR)	Importancia del impacto (IM)	Ponderación de los valores
Medio	**Componente**	**Impacto**	**CI**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**IM**	
Medio físico	**Aire**	Generación temporal de emisiones por retiro de maquinaria, equipo y materiales	-	2	2	4	2	1	1	1	1	4	2	(-)26	Moderado
		Generación temporal de partículas suspendidas durante actividades de limpieza y retiro	-	2	2	4	2	1	1	1	1	4	2	(-)26	Moderado
		Disminución del ruido operativo	+	2	1	4	2	1	1	1	1	4	2	+24	Bajo positivo
		Reducción del riesgo de compactación adicional	+	2	1	4	2	1	1	1	1	4	1	+23	Bajo positivo

	Suelo	Mejoramiento de las condiciones físicas del área intervenida	+	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	+20	Bajo positivo
		Riesgo de disposición inadecuada de residuos durante las actividades de cierre	-	2	2	4	2	1	1	1	1	4	2	(-)26	Moderado
		Recuperación gradual de superficies intervenidas	+	2	1	2	2	1	1	1	1	4	1	+21	Bajo positivo
	Agua	Riesgo de contaminación por actividades de retiro de maquinaria.	-	2	2	4	2	1	1	1	1	4	2	(-)26	Moderado
		Verificación y conservación de las condiciones de escurrimiento.	+	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	+20	Bajo positivo
		Afectaciones a la calidad del agua	-	2	1	4	2	1	1	1	1	4	1	(-)23	Bajo
		Alteraciones adicionales sobre las condiciones hidráulicas del cauce.	-	2	2	4	2	1	1	1	1	4	2	(-)26	Moderado
	Paisaje	Mejora de la calidad visual del sitio.	+	2	1	4	2	1	1	1	1	4	1	+23	Bajo positivo
		Recuperación progresiva de la	+	2	1	2	2	1	1	1	1	4	1	+21	Bajo positivo

		percepción natural del entorno rural y fluvial													
Medio biológico	**Fauna**	Perturbación a la fauna local	-	2	1	4	2	1	1	1	1	4	1	(-)23	Bajo
		Reocupación gradual del sitio por fauna de tránsito	+	2	1	2	2	1	1	1	1	4	1	+21	Bajo positivo
	Flora	Presión sobre vegetación cercana	-	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	(-)20	Bajo
		Recolonización natural de cobertura herbácea en superficies temporalmente intervenidas, cuando las condiciones del sitio lo permitan.	+	2	1	2	2	1	1	1	1	4	1	+21	Bajo positivo
Medio socioeconómico	**Sociedad, cultura y economía.**	Conclusión de empleos temporales directos	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	(-)19	Bajo
		Mala disposición o incumplimiento de obligaciones ambientales	-	2	1	4	2	1	1	2	1	4	1	(-)24	Bajo

Descripción de impactos durante la etapa de cierre y abandono del sitio

Durante la etapa de cierre y abandono del sitio, los impactos ambientales estarán asociados principalmente a la suspensión definitiva de las actividades de extracción, carga y transporte de material pétreo, así como al retiro de maquinaria, equipo, materiales, señalización temporal y demás elementos utilizados durante la operación. De manera complementaria, se realizarán actividades de limpieza general, manejo y retiro de residuos, revisión de las condiciones físicas de las superficies intervenidas y verificación de las condiciones finales del cauce.

Si bien la conclusión de la operación permitirá el cese de algunas presiones ambientales recurrentes, como el ruido, el tránsito continuo de maquinaria y la intervención directa de las superficies aprovechadas, las propias actividades de cierre pueden generar impactos adversos temporales asociados con el retiro de maquinaria, emisión de gases y partículas, generación de residuos, riesgo de contaminación y perturbación puntual de los componentes ambientales.

Asimismo, algunos efectos generados durante la operación podrán permanecer después del cierre, particularmente aquellos relacionados con las condiciones físicas y morfológicas de las superficies aprovechadas. Por esta razón, no se considera que el abandono implique el restablecimiento inmediato de las condiciones previas al proyecto, sino la suspensión de nuevas intervenciones y el inicio de procesos posteriores de estabilización y recuperación, sujetos a las características y dinámica natural del sistema fluvial.

Conforme a la valoración realizada, para esta etapa se identificaron **19 impactos ambientales y socioeconómicos**, de los cuales **10 son de carácter adverso y 9 de carácter positivo**. De los impactos adversos, cinco fueron clasificados como de importancia moderada y cinco como de importancia baja. Los nueve impactos positivos fueron clasificados como de importancia baja. Se obtuvieron **14 impactos de importancia baja y 5 de importancia moderada**, sin identificarse impactos severos o críticos.

Los impactos adversos moderados se encuentran asociados principalmente con las actividades temporales de desmovilización y corresponden a la generación de emisiones atmosféricas y partículas suspendidas, el riesgo de disposición inadecuada de residuos, el riesgo de contaminación del agua durante el retiro de maquinaria y la posibilidad de generar alteraciones adicionales sobre las condiciones hidráulicas del cauce.

Los impactos positivos corresponden principalmente al cese de determinadas presiones operativas, así como a la posibilidad de que algunas superficies y componentes ambientales inicien procesos graduales de recuperación una vez finalizada la actividad extractiva. Debido a su carácter localizado y a que no representan por sí mismos el restablecimiento de las condiciones ambientales originales, todos fueron valorados como impactos positivos de importancia baja.

Componente Aire

Generación temporal de emisiones por retiro de maquinaria, equipo y materiales (Impacto moderado negativo)

Durante las actividades de cierre será necesario movilizar fuera del área del proyecto la maquinaria, vehículos, equipo auxiliar y demás elementos empleados durante la operación. El funcionamiento de motores de combustión interna durante estas maniobras generará temporalmente emisiones de gases producto del consumo de combustibles.

El impacto tendrá una manifestación inmediata durante las actividades de desmovilización y estará restringido principalmente a las áreas de circulación, maniobra y caminos de acceso. Su duración será limitada al periodo de retiro de los equipos, por lo que las emisiones cesarán una vez concluida esta actividad.

El impacto fue clasificado como moderado adverso debido a la generación directa de emisiones durante las maniobras de cierre, aunque su carácter temporal y localizado, limita la posibilidad de generar modificaciones permanentes en la calidad atmosférica del área.

Generación temporal de partículas suspendidas durante actividades de limpieza y retiro (Impacto moderado negativo)

La circulación de maquinaria y vehículos sobre superficies no pavimentadas, así como las actividades de limpieza, retiro de materiales y maniobras finales, podrán ocasionar la resuspensión temporal de partículas de suelo y material fino.

La magnitud de este efecto dependerá principalmente de las condiciones de humedad del material, velocidad del viento, intensidad de las actividades y frecuencia de circulación de vehículos durante el cierre. Las partículas podrán dispersarse de manera localizada hacia las superficies próximas al área de trabajo.

El impacto fue clasificado como moderado adverso debido a que constituye un efecto directo asociado con las actividades de desmovilización; sin embargo, será temporal y cesará una vez concluido el retiro de maquinaria, equipo y materiales.

Disminución del ruido operativo (Impacto bajo positivo)

La suspensión definitiva de las actividades de extracción implicará el cese del funcionamiento recurrente de maquinaria y vehículos utilizados durante la operación de los bancos de material.

Durante el periodo de cierre continuará existiendo generación de ruido asociada con el retiro de equipos; no obstante, esta será temporal y de menor frecuencia respecto de la etapa operativa. Una vez concluida la desmovilización, desaparecerán las principales fuentes de ruido directamente asociadas con el proyecto.

El impacto fue clasificado como bajo positivo, debido a que representa la eliminación de una fuente localizada de perturbación acústica, favoreciendo posteriormente condiciones de menor ruido dentro del entorno inmediato.

Componente Suelo
Reducción del riesgo de compactación adicional (Impacto bajo positivo)

La conclusión definitiva de las actividades disminuirá el tránsito recurrente de maquinaria y vehículos sobre las superficies utilizadas para circulación y maniobra, evitando que continúe incrementándose la presión mecánica atribuible a la operación.

Este efecto no implica la recuperación inmediata de las superficies previamente compactadas, sino principalmente la suspensión de nuevas acciones que pudieran aumentar dicha condición.

El impacto fue clasificado como bajo positivo debido a que representa el cese de una presión física sobre las superficies utilizadas, aunque sus beneficios estarán limitados espacialmente al área directamente vinculada con las actividades del proyecto.

Mejoramiento de las condiciones físicas del área intervenida (Impacto bajo positivo)

Las actividades de limpieza final, retiro de maquinaria, materiales, residuos y elementos auxiliares permitirán dejar las superficies utilizadas durante la operación libres de elementos ajenos que pudieran permanecer al término del aprovechamiento.

Cuando las condiciones observadas durante el cierre lo requieran, podrán efectuarse acciones puntuales de acondicionamiento orientadas a evitar irregularidades, acumulaciones de materiales u obstáculos atribuibles a las actividades del proyecto.

El impacto se considera bajo positivo debido a que estas acciones mejorarán las condiciones físicas respecto del escenario operativo, sin que ello implique la restitución total de las características existentes antes del aprovechamiento.

Riesgo de disposición inadecuada de residuos durante las actividades de cierre (Impacto moderado negativo)

Las actividades de limpieza, retiro de equipo y desmovilización podrán generar residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y, eventualmente, materiales derivados del mantenimiento o funcionamiento de la maquinaria.

Una disposición inadecuada podría ocasionar la permanencia de residuos dentro de las superficies intervenidas, generar contaminación puntual del suelo o material aluvial o favorecer su arrastre hacia el cauce durante eventos de lluvia.

El impacto fue clasificado como moderado adverso debido a las posibles consecuencias ambientales de un manejo inadecuado. No obstante, su ocurrencia puede prevenirse mediante la separación, recolección, almacenamiento temporal y disposición adecuada de los residuos generados durante el cierre.

Recuperación gradual de superficies intervenidas (Impacto bajo positivo)

Una vez suspendidas las actividades extractivas y eliminado el tránsito continuo de maquinaria, determinadas superficies utilizadas temporalmente podrán iniciar procesos graduales de estabilización y recuperación física.

La magnitud y velocidad de estos procesos dependerán de las características del sustrato, grado de intervención, humedad, régimen de escurrimiento y dinámica natural del área, por lo que la recuperación no necesariamente ocurrirá de manera inmediata ni uniforme.

El impacto fue clasificado como bajo positivo debido a que representa una posibilidad de recuperación progresiva asociada al cese de las perturbaciones operativas, condicionada a las características particulares de cada superficie.

Componente Agua

Riesgo de contaminación por actividades de retiro de maquinaria (Impacto moderado negativo)

Durante las maniobras de retiro de maquinaria y vehículos existe la posibilidad de presentarse fugas o derrames accidentales de combustibles, aceites, grasas u otras sustancias utilizadas para su funcionamiento.

En caso de ocurrir sobre superficies próximas al cauce, dichas sustancias podrían incorporarse al escurrimiento superficial y alcanzar el agua, ocasionando una afectación puntual en su calidad.

El impacto fue clasificado como moderado adverso debido a la sensibilidad del componente y a la posibilidad de transferencia de contaminantes hacia el cauce. Su ocurrencia será contingente y podrá reducirse mediante la revisión de las condiciones mecánicas de los equipos y la aplicación inmediata de medidas de atención ante derrames.

Verificación y conservación de las condiciones de escurrimiento (Impacto bajo positivo)

Durante las actividades finales se verificará que en las superficies utilizadas no permanezcan residuos, materiales, obstáculos o acumulaciones atribuibles a la operación que puedan interferir con el libre escurrimiento del agua.

El retiro de estos elementos permitirá reducir la posibilidad de generar obstrucciones artificiales después de concluido el proyecto, conservando las condiciones de circulación existentes al momento del cierre.

El impacto fue clasificado como bajo positivo debido a que las acciones se limitan a evitar interferencias adicionales generadas por el proyecto y no implican la modificación o restitución artificial de la dinámica hidráulica natural del cauce.

Afectaciones a la calidad del agua (Impacto bajo negativo)

Durante las actividades finales de limpieza, tránsito de maquinaria o movimiento puntual de materiales podrá generarse una movilización localizada de sedimentos finos, particularmente si las actividades coinciden con la presencia de flujo superficial o con eventos de precipitación.

Este proceso podría incrementar temporalmente la presencia de sólidos suspendidos o la turbidez en sectores próximos a las áreas de trabajo.

El impacto fue clasificado como bajo adverso debido a su carácter localizado, temporal y recuperable, ya que la fuente de afectación desaparecerá al concluir las actividades de cierre.

Alteraciones adicionales sobre las condiciones hidráulicas del cauce (Impacto moderado negativo)

Las maniobras finales de maquinaria, retiro de materiales o acciones de acondicionamiento realizadas directamente sobre las superficies aprovechadas podrían ocasionar modificaciones puntuales de la microtopografía del cauce.

En caso de realizarse de manera inadecuada, dichas acciones podrían generar pequeñas acumulaciones, depresiones, irregularidades u obstáculos capaces de modificar localmente el patrón inmediato de escurrimiento.

El impacto fue clasificado como moderado adverso debido a la relación directa entre las condiciones físicas del cauce y su comportamiento hidráulico. Durante el cierre deberán evitarse excavaciones, acumulaciones o movimientos innecesarios de materiales que generen modificaciones adicionales a las derivadas de la etapa de operación.

Una vez concluido el proyecto, las superficies previamente aprovechadas continuarán sujetas a los procesos naturales de erosión, transporte y depósito de sedimentos característicos de la dinámica fluvial.

Componente Paisaje
Mejora de la calidad visual del sitio (Impacto bajo positivo)

El retiro de maquinaria, vehículos, señalización temporal, residuos y demás elementos vinculados con la operación reducirá la presencia de componentes artificiales dentro del entorno rural y fluvial.

El impacto fue clasificado como bajo positivo debido a que disminuirá el contraste visual generado directamente por las actividades operativas. Sin embargo, las modificaciones físicas ocasionadas por el aprovechamiento podrán permanecer visibles después del cierre y formar parte temporalmente del escenario posterior del sitio.

Recuperación progresiva de la percepción natural del entorno rural y fluvial (Impacto bajo positivo)

Una vez concluidas las actividades extractivas y retirados los elementos utilizados durante la operación, disminuirá progresivamente la percepción visual asociada con la presencia de una actividad extractiva.

La ausencia de maquinaria, vehículos y personal permitirá que el entorno presente nuevamente una configuración predominantemente rural y fluvial. No obstante, esta recuperación será gradual y dependerá de la evolución posterior de las superficies aprovechadas.

El impacto fue clasificado como bajo positivo debido a que representa una mejora respecto del escenario de operación, sin implicar la restitución inmediata de la condición paisajística previa al proyecto.

Componente Fauna

Perturbación a la fauna local (Impacto bajo negativo)

Durante el retiro de maquinaria y equipo continuará temporalmente la presencia de vehículos, personal, ruido y movimiento dentro de las áreas intervenidas y sus inmediaciones.

Estas actividades podrán ocasionar el desplazamiento temporal de ejemplares de fauna que utilicen el cauce o las zonas próximas como áreas de tránsito, refugio o alimentación.

El impacto fue clasificado como bajo adverso debido a su carácter temporal, localizado y reversible. Una vez concluida la desmovilización desaparecerán las principales fuentes de perturbación directamente asociadas con el proyecto.

Reocupación gradual del sitio por fauna de tránsito (Impacto bajo positivo)

Después de finalizar el retiro de maquinaria, vehículos y personal, disminuirán las fuentes recurrentes de ruido, movimiento y presencia humana asociadas con la actividad extractiva.

Estas condiciones podrán favorecer que algunas especies de fauna utilicen nuevamente las superficies o áreas próximas como zonas de tránsito, descanso o alimentación.

El impacto fue clasificado como bajo positivo debido a que la reocupación será gradual y estará condicionada por la movilidad de las especies, disponibilidad de hábitat y características ambientales existentes después del cierre.

Componente Flora

Presión sobre vegetación cercana (Impacto bajo adverso)

Durante las actividades de cierre, principalmente por el tránsito y maniobra de maquinaria y vehículos, podrá mantenerse temporalmente cierta presión sobre la vegetación presente en las márgenes y áreas próximas a las superficies utilizadas.

Las posibles afectaciones estarán relacionadas principalmente con la deposición de partículas, tránsito accidental o maniobras realizadas fuera de las superficies previamente utilizadas.

El impacto fue clasificado como bajo adverso debido a su carácter puntual y temporal. Para reducir su ocurrencia, las actividades de retiro deberán desarrollarse preferentemente sobre caminos, accesos y zonas de maniobra previamente utilizados.

Recolonización natural de cobertura herbácea en superficies temporalmente intervenidas, cuando las condiciones del sitio lo permitan (Impacto bajo positivo)

Una vez suspendido el tránsito constante de maquinaria y vehículos, algunas superficies temporalmente intervenidas podrán quedar disponibles para el establecimiento natural de especies herbáceas presentes en el entorno.

Este proceso dependerá de las características del sustrato, humedad, disponibilidad de propágulos, estabilidad de las superficies y dinámica hidrológica del área.

El impacto fue clasificado como bajo positivo debido a que la recolonización será un proceso natural, gradual y condicionado, sin garantizarse que ocurra de manera uniforme en todas las superficies intervenidas. En aquellos sectores sujetos directamente a la dinámica activa del cauce, el establecimiento y permanencia de vegetación podrá estar limitado por procesos naturales de erosión, sedimentación y avenidas.

Medio socioeconómico

Sociedad, cultura y economía

Conclusión de empleos temporales directos (Impacto bajo negativo)

La terminación de las actividades de extracción implicará la conclusión de los puestos de trabajo directamente relacionados con la operación del proyecto.

El efecto se manifestará inmediatamente al finalizar las actividades y representa una disminución temporal de las oportunidades de empleo y de los ingresos asociados directamente con el aprovechamiento.

El impacto fue clasificado como bajo adverso debido al número limitado de trabajadores vinculados con el proyecto y al carácter temporal de los empleos generados durante una actividad de duración determinada.

Mala disposición o incumplimiento de obligaciones ambientales (Impacto bajo negativo)

Una ejecución inadecuada del cierre podría ocasionar que permanezcan residuos, materiales, equipos u otros elementos vinculados con la operación dentro del área del proyecto, o que no se realicen correctamente las acciones ambientales establecidas para la conclusión del aprovechamiento.

Estas situaciones podrían generar efectos indirectos sobre el suelo, agua, paisaje y condiciones físicas del sitio, además de representar un posible incumplimiento de las medidas ambientales y condicionantes establecidas por la autoridad competente.

El impacto fue clasificado como bajo adverso debido a que se trata de una situación potencial y prevenible mediante la ejecución ordenada de las actividades de cierre, el retiro integral de los elementos utilizados, el manejo adecuado de residuos, la inspección final de las superficies intervenidas y la integración de la evidencia correspondiente.

Consideraciones generales de la etapa de cierre y abandono

La etapa de cierre y abandono presenta una distribución relativamente equilibrada entre impactos adversos y positivos, al haberse identificado **10 impactos adversos y 9 impactos positivos**. Cinco de los impactos adversos fueron valorados como moderados y cinco como bajos, mientras que los nueve efectos positivos fueron clasificados como de importancia baja.

Los impactos moderados adversos corresponden a la generación temporal de emisiones atmosféricas y partículas suspendidas durante la desmovilización, el riesgo de disposición inadecuada de residuos, el riesgo de contaminación del agua durante el retiro de maquinaria y la posibilidad de generar alteraciones adicionales sobre las condiciones hidráulicas del cauce.

Estos impactos se concentran principalmente durante el periodo en que se desarrollen las actividades materiales de cierre, por lo que en su mayoría tendrán una duración limitada y podrán ser prevenidos o reducidos mediante la correcta aplicación de las medidas ambientales correspondientes.

Por otra parte, los impactos positivos se relacionan principalmente con el cese de las presiones operativas y con la posibilidad de que determinados componentes ambientales inicien procesos graduales de estabilización o recuperación. Debido a que dichos procesos estarán condicionados por las características físicas, hidrológicas y biológicas del sitio, no se considera que el cierre represente una restauración inmediata de las condiciones previas al aprovechamiento.

Una vez concluidas las actividades de desmovilización, las superficies aprovechadas conservarán inicialmente parte de las modificaciones derivadas de la extracción y posteriormente continuarán evolucionando bajo la influencia de los procesos naturales de erosión, transporte y sedimentación propios del cauce.

Por lo anterior, el cierre deberá efectuarse de manera ordenada y verificable, asegurando el retiro de maquinaria, vehículos, equipo auxiliar, señalización temporal, residuos y materiales ajenos al sitio; la inspección de posibles puntos de contaminación; la verificación de las condiciones físicas y de escurrimiento de las superficies aprovechadas; y, cuando resulte necesario, la aplicación de acciones puntuales de limpieza o acondicionamiento que eviten generar afectaciones adicionales durante la conclusión del proyecto.

IV.4 Conclusiones de los impactos identificados.

Derivado de la identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales asociados al proyecto, se concluye que las actividades propuestas generarán impactos de diferente naturaleza e importancia durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento, y cierre y abandono. La evaluación realizada permitió identificar impactos adversos y positivos sobre los componentes aire, suelo y material aluvial, agua, paisaje, flora, fauna y medio socioeconómico, todos ellos clasificados dentro de las categorías de importancia baja y moderada.

En conjunto, para las tres etapas del proyecto se identificaron **56 impactos ambientales y socioeconómicos**, de los cuales **42 corresponden a impactos adversos y 14 a impactos positivos**. Del total de impactos adversos, 28 **fueron clasificados como bajos y 14 como moderados**; respecto de los impactos positivos, **12 fueron clasificados como bajos positivos y 2 como moderados positivos**. Por lo tanto, considerando conjuntamente su importancia, **40 impactos se ubicaron en categoría baja y 16 en categoría moderada**, sin identificarse impactos severos o críticos.

Etapa de preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio presenta la menor incidencia ambiental relativa del proyecto, debido a su corta duración y al carácter puntual de las actividades consideradas. Esta etapa comprende principalmente el reconocimiento físico del área, delimitación de los tres polígonos de extracción propuestos, colocación de señalización preventiva, rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes sobre su huella actual, identificación de las zonas de maniobra e ingreso inicial de maquinaria, vehículos y personal.

Para esta etapa se identificaron **17 impactos**, de los cuales **14 corresponden a impactos adversos de importancia baja, un impacto negativo moderado y 2 a impactos positivos de importancia baja**. No se identificaron impactos severos o críticos.

Los impactos adversos sobre el componente aire corresponden a la generación de gases de efecto invernadero, partículas sólidas suspendidas y ruido, asociados principalmente al ingreso y desplazamiento inicial de maquinaria y vehículos. Sobre el suelo y material aluvial se identificaron la compactación puntual y los riesgos de contaminación por residuos sólidos y líquidos, mientras que para el componente agua se consideraron el riesgo de alteración puntual de escurrimientos superficiales, contaminación del cauce por residuos sólidos urbanos y contaminación por hidrocarburos.

En el componente paisaje se identificó una alteración visual temporal y localizada derivada de la presencia de maquinaria, vehículos, señalización y personal. Respecto de la fauna, los impactos corresponden a la perturbación temporal de fauna terrestre y acuática, así como al riesgo de afectación a especies registradas o consideradas de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En relación con la flora, los impactos identificados se limitan a la **alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes** y al **riesgo de afectación accidental a vegetación ribereña**, un impacto considerado moderado y el segundo bajo. Las actividades de rehabilitación de los accesos se restringirán a la huella actualmente existente, sin ampliación de su sección ni modificación de su trazo, manteniendo fuera de las superficies de intervención a la vegetación arbórea, arbustiva y ribereña presente en las márgenes y áreas colindantes.

Los dos impactos positivos identificados durante esta etapa corresponden a la generación temporal de cinco empleos directos y al ordenamiento de la actividad productiva propuesta mediante la delimitación de superficies, definición de accesos y establecimiento inicial de medidas preventivas y controles operativos.

Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento concentra los impactos ambientales de mayor relevancia relativa del proyecto, debido a que comprende las actividades recurrentes de extracción mecánica de material pétreo en greña, carga directa a camiones de volteo y transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, además de

la operación de maquinaria, circulación vehicular, presencia de personal y mantenimiento de los caminos de acceso existentes.

Para esta etapa se identificaron **20 impactos**, de los cuales **17 son adversos y 3 positivos**. Entre los impactos adversos, **9 fueron clasificados como bajos y 8 como moderados**. De los impactos positivos, **1 fue clasificado como bajo positivo y 2 como moderados positivos**. No se identificaron impactos severos o críticos.

En el componente aire, la generación de partículas sólidas suspendidas y ruido fue clasificada como de importancia baja, mientras que la emisión de gases de efecto invernadero fue valorada como moderada, debido al carácter recurrente de la combustión de diésel asociada a la excavadora y los dos camiones de volteo.

Para el suelo y material aluvial, la compactación localizada y la modificación física puntual del material del cauce fueron clasificadas como moderadas, al igual que el riesgo de erosión o inestabilidad localizada. El riesgo de contaminación puntual fue clasificado como bajo debido a su carácter incidental y a la posibilidad de prevenirlo mediante inspección de maquinaria, mantenimiento adecuado y atención inmediata de eventuales derrames.

Respecto del componente agua, la **modificación física localizada de los depósitos aluviales dentro de los tres polígonos de extracción** fue clasificada como moderada, debido a que constituye una intervención directa sobre un componente del sistema fluvial. Los riesgos de contaminación por residuos sólidos y líquidos fueron valorados como bajos y de carácter potencial.

La extracción deberá mantenerse dentro de las superficies, rasantes, secciones y taludes considerados en los estudios técnicos correspondientes. La modelación hidráulica incorporó expresamente la modificación local de la geometría de las secciones transversales comprendidas dentro de los tres bancos de extracción. Por lo tanto, el escenario con proyecto no conserva íntegramente la geometría existente del cauce, sino que representa la configuración resultante de aplicar las rasantes, profundidades, volúmenes y taludes de corte propuestos.

Los impactos sobre el paisaje, correspondientes a la modificación temporal de la calidad visual y al cambio en la percepción del entorno rural y fluvial, fueron clasificados como bajos, debido principalmente a su carácter localizado y a la ausencia de infraestructura permanente asociada al proyecto.

En cuanto a la fauna, el desplazamiento temporal de fauna local fue clasificado como bajo. Por otra parte, el riesgo de atropellamiento o afectación incidental y el riesgo de perturbación o afectación a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron clasificados como moderados, debido a la gravedad potencial de una afectación directa y a la relevancia de las especies bajo categoría de riesgo.

Destaca el registro directo durante los recorridos de campo de *Tigrisoma mexicanum*, especie clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr), observada en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos. Por ello, las medidas de control de velocidad,

inspección previa de zonas de maniobra, supervisión ambiental y protección de fauna silvestre constituyen elementos relevantes durante la operación.

Para la flora, el depósito temporal de partículas sobre la vegetación cercana fue bajo, y el riesgo de afectación directa a la vegetación ribereña fue clasificado como moderado. Las actividades deberán mantenerse dentro de los tres polígonos de extracción y demás superficies vinculadas con el proyecto, preservando la vegetación arbórea, arbustiva y ribereña presente en las márgenes y áreas colindantes.

En el medio socioeconómico se identificaron tres impactos positivos. La generación de cinco empleos directos fue clasificada como bajo positivo, mientras que la derrama económica local y la disponibilidad de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a regulación ambiental y administrativa fueron valoradas como moderados positivos.

Etapa de cierre y abandono

La etapa de cierre y abandono comprende la suspensión definitiva de las actividades de extracción, carga y transporte de material pétreo, así como el retiro de maquinaria, vehículos, equipo auxiliar, señalización temporal, residuos y demás elementos utilizados durante la operación. Asimismo, contempla actividades de limpieza general, revisión de las condiciones físicas de las superficies intervenidas y verificación de las condiciones finales del área aprovechada.

Si bien la conclusión de la operación implica el cese de diversas presiones ambientales recurrentes, las propias actividades de desmovilización pueden generar impactos adversos temporales relacionados con el funcionamiento y tránsito de maquinaria, generación de emisiones y partículas, manejo de residuos, riesgos de contaminación y posibles alteraciones puntuales durante las actividades finales. Por ello, la valoración de esta etapa considera tanto los efectos favorables derivados del cese de la operación como los impactos potenciales asociados directamente con la ejecución del cierre.

Para esta etapa se identificaron **19 impactos**, de los cuales **10 corresponden a impactos adversos y 9 a impactos positivos**. Entre los impactos adversos, **5 fueron clasificados como bajos y 5 como moderados**; los **9 impactos positivos fueron clasificados como bajos positivos**. No se identificaron impactos severos o críticos.

En el componente **aire**, la generación temporal de emisiones atmosféricas y partículas suspendidas asociadas con el retiro de maquinaria, equipo y materiales fue clasificada como moderada adversa. Estos efectos se producirán durante un periodo limitado y estarán asociados principalmente con la operación de vehículos y maquinaria durante las actividades de desmovilización. En contraste, la disminución del ruido operativo posterior a la conclusión definitiva de las actividades fue clasificada como baja positiva, al representar el cese de una fuente recurrente de perturbación acústica atribuible al proyecto.

Para el componente **suelo y material aluvial**, se identificaron efectos bajos positivos relacionados con la reducción del riesgo de compactación adicional, el mejoramiento de las condiciones físicas del área intervenida mediante las actividades de limpieza y retiro de elementos operativos, y la recuperación gradual de determinadas superficies una vez

suspendidas las actividades recurrentes. Por otra parte, el riesgo de disposición inadecuada de residuos durante el cierre fue clasificado como moderado adverso, debido a la posibilidad de generar contaminación puntual o permanencia de materiales dentro del área intervenida en caso de realizarse un manejo inadecuado.

En el componente **agua**, el riesgo de contaminación asociado con las actividades de retiro de maquinaria fue clasificado como moderado adverso, debido a la posibilidad de ocurrencia de fugas o derrames accidentales de combustibles, aceites o lubricantes durante las maniobras finales. Asimismo, las posibles alteraciones adicionales sobre las condiciones hidráulicas del cauce fueron valoradas como moderadas adversas, considerando que maniobras inadecuadas o movimientos innecesarios de materiales podrían modificar puntualmente la microtopografía de las superficies aprovechadas.

Las posibles afectaciones temporales a la calidad del agua derivadas de la movilización puntual de sedimentos finos fueron clasificadas como bajas adversas. En contraste, la verificación final y retiro de elementos que pudieran interferir con el libre escurrimiento fue considerada como un impacto bajo positivo, al contribuir a evitar la permanencia de obstáculos artificiales atribuibles al proyecto.

En el componente **paisaje**, el retiro de maquinaria, vehículos, señalización, residuos y demás elementos operativos permitirá disminuir la presencia de componentes artificiales asociados directamente con el aprovechamiento, por lo que la mejora de la calidad visual del sitio y la recuperación progresiva de la percepción natural del entorno rural y fluvial fueron clasificadas como impactos bajos positivos. Estos efectos no implican, sin embargo, que las superficies aprovechadas recuperen inmediatamente la configuración existente antes de la extracción.

Respecto de la **fauna**, las actividades de retiro de maquinaria y equipo podrán generar perturbación temporal debido a la presencia de personal, tránsito vehicular y ruido, por lo que este impacto fue clasificado como bajo adverso. Una vez concluidas dichas actividades y eliminadas las fuentes recurrentes de perturbación, podrá presentarse una reocupación gradual del sitio por fauna de tránsito, efecto clasificado como bajo positivo y condicionado a las características ambientales existentes después del cierre.

Para la **flora**, la presión temporal sobre la vegetación cercana durante las maniobras finales fue clasificada como baja adversa, principalmente por la posible generación de partículas y el tránsito de vehículos en las proximidades de las áreas con cobertura vegetal. Por otra parte, una vez suspendidas las perturbaciones recurrentes, algunas superficies temporalmente intervenidas podrán experimentar procesos naturales de recolonización por vegetación herbácea cuando las condiciones físicas e hidrológicas lo permitan, efecto clasificado como bajo positivo.

En el **medio socioeconómico**, la conclusión de los empleos temporales directos constituye un impacto bajo adverso asociado con la terminación de las actividades productivas del proyecto. Asimismo, la posibilidad de una mala disposición de materiales o de un incumplimiento de las obligaciones ambientales aplicables al cierre fue considerada como un impacto bajo adverso, cuyo riesgo deberá reducirse mediante la ejecución ordenada de

las actividades, el manejo adecuado de residuos, la inspección final del sitio y la integración de la evidencia correspondiente.

Los impactos adversos identificados durante el cierre se concentran principalmente en el periodo de ejecución material de las actividades de desmovilización y retiro, por lo que presentan predominantemente un carácter temporal y localizado. Una vez concluidas dichas actividades cesarán las principales fuentes operativas de ruido, tránsito recurrente de maquinaria e intervención directa vinculadas con el aprovechamiento.

No obstante, la conclusión del proyecto no supone el restablecimiento inmediato de las condiciones ambientales existentes antes de la extracción. Las superficies aprovechadas podrán conservar inicialmente modificaciones físicas derivadas de la operación y posteriormente continuarán sujetas a los procesos naturales de erosión, transporte, sedimentación y escurrimiento característicos de la dinámica fluvial.

Evaluación integral

El análisis conjunto de las tres etapas evidencia que los componentes que requieren mayor atención durante el desarrollo del proyecto son el aire, suelo y material aluvial, agua y fauna, debido a la naturaleza de la actividad extractiva, a su ubicación dentro del cauce del Río de La Arena y a los impactos identificados durante las diferentes fases del proyecto.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se concentra la intervención directa y recurrente sobre las superficies de aprovechamiento, incluyendo los impactos moderados relacionados con la operación de maquinaria, modificación física del material aluvial, condiciones del cauce y riesgos para la fauna. Por otra parte, durante la etapa de cierre y abandono se identificaron impactos moderados adicionales asociados principalmente con las actividades temporales de retiro y desmovilización de maquinaria, manejo de residuos y posibles afectaciones sobre el componente agua.

Una parte de los impactos identificados corresponde a riesgos potenciales, cuya ocurrencia no constituye una consecuencia inevitable del proyecto, sino que depende de eventos incidentales o de desviaciones respecto de las medidas y condiciones establecidas. Entre ellos se encuentran los riesgos de contaminación, erosión o inestabilidad localizada, afectación incidental de fauna, perturbación de especies bajo categoría de riesgo, disposición inadecuada de residuos y contaminación accidental durante el retiro de maquinaria. Por ello, su probabilidad y magnitud pueden reducirse mediante la implementación adecuada de las medidas preventivas y de control contempladas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

De manera particular, durante la operación el proyecto deberá mantener la extracción dentro de los tres polígonos evaluados, respetar los volúmenes, rasantes, secciones y taludes establecidos; mantener el tránsito en los caminos de acceso existentes; realizar inspecciones periódicas de la maquinaria; prevenir y atender oportunamente derrames; manejar adecuadamente los residuos; controlar las emisiones de polvo y ruido; proteger la

vegetación ribereña; y aplicar medidas de prevención para evitar afectaciones a la fauna silvestre.

Durante la etapa de cierre y abandono deberán retirarse de manera ordenada la maquinaria, vehículos, equipo auxiliar, señalización temporal, residuos y demás materiales asociados con el proyecto; verificarse la ausencia de fuentes de contaminación; evitarse movimientos innecesarios de material que puedan generar modificaciones adicionales sobre el cauce; y revisarse las condiciones físicas y de escurrimiento de las superficies aprovechadas.

No se identificaron impactos ambientales severos o críticos en ninguna de las tres etapas evaluadas. De los 56 impactos identificados, 40 fueron clasificados como de importancia baja y 16 como moderados. Los 42 impactos adversos se distribuyen en 28 bajos y 14 moderados, mientras que los 14 impactos positivos comprenden 12 bajos positivos y 2 moderados positivos.

La etapa de preparación presenta impactos predominantemente puntuales y de baja importancia; la etapa de operación y mantenimiento concentra la intervención directa y recurrente asociada con el aprovechamiento del material pétreo; mientras que la etapa de cierre y abandono presenta tanto impactos adversos temporales derivados de las actividades de desmovilización como efectos positivos asociados con el cese de determinadas presiones operativas.

Por lo anterior, desde la perspectiva de la evaluación de impactos desarrollada en la presente MIA, se considera que los impactos ambientales asociados al proyecto son susceptibles de prevención, mitigación, control y seguimiento mediante las medidas propuestas, siempre que las actividades se ejecuten dentro de las superficies evaluadas y conforme a las condiciones técnicas establecidas. En caso de obtenerse la autorización correspondiente, deberán respetarse además los términos y condicionantes que determine la autoridad competente. La valoración anterior no implica la ausencia de impactos ambientales, sino que deriva de que los impactos adversos identificados se mantienen dentro de las categorías baja y moderada y cuentan con medidas de manejo ambiental orientadas a prevenir o reducir su ocurrencia, intensidad o extensión. Particularmente, durante el cierre se reconoce que las actividades de retiro y desmovilización pueden generar efectos temporales adversos y que las superficies intervenidas no necesariamente recuperarán de manera inmediata sus condiciones previas al aprovechamiento.

Al término del proyecto se contemplan acciones dirigidas al retiro de elementos operativos, limpieza y manejo adecuado de residuos, inspección de posibles puntos de contaminación, verificación de las condiciones físicas del sitio y prevención de nuevas alteraciones atribuibles a las actividades de cierre. Posteriormente, las superficies aprovechadas continuarán sujetas a la dinámica natural del sistema fluvial. El promovente deberá cumplir con las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental descritas en el apartado siguiente, así como con las disposiciones, términos y condicionantes que, en su caso, establezcan las autoridades competentes, a fin de que el aprovechamiento de material pétreo se desarrolle de manera controlada y compatible con la protección del Río de La Arena y de los componentes ambientales asociados.

IV.5. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.

El presente capítulo tiene como finalidad establecer las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental que deberán implementarse durante las diferentes etapas del proyecto, con el propósito de evitar, reducir o controlar los efectos derivados de los impactos ambientales identificados y evaluados en el capítulo anterior, así como establecer, cuando resulte aplicable, acciones puntuales orientadas a la recuperación de las superficies utilizadas.

Las medidas propuestas se establecen considerando las características particulares del proyecto, principalmente la extracción mecánica de material pétreo en greña dentro de los tres polígonos de extracción propuestos en el cauce del Río de La Arena, la rehabilitación superficial y mantenimiento de los caminos de acceso existentes sobre su huella actual, la carga directa del material a camiones de volteo y su transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, así como la operación de maquinaria y la presencia de personal. Asimismo, se consideran las características y sensibilidad de los componentes ambientales presentes en el medio, particularmente el cauce, los depósitos aluviales, la calidad del agua, la vegetación ribereña, la fauna silvestre y el paisaje.

Conforme a la evaluación desarrollada en el Capítulo IV, los impactos adversos identificados se mantienen dentro de las categorías de importancia baja y moderada, sin haberse determinado impactos severos o críticos. Durante la etapa de preparación del sitio, los impactos adversos fueron clasificados como de importancia baja principalmente y uno moderado, y se relacionan principalmente con el ingreso inicial de maquinaria y vehículos, generación temporal de emisiones, partículas y ruido, riesgos de contaminación, compactación puntual, perturbación de fauna, alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes y riesgo de afectación accidental a la vegetación ribereña.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se concentran los impactos de mayor relevancia relativa, particularmente aquellos asociados con la emisión de gases de efecto invernadero, compactación localizada, modificación física de los depósitos aluviales dentro de los polígonos de extracción, riesgo de erosión o inestabilidad localizada, riesgo de atropellamiento o afectación incidental de fauna y riesgo de perturbación o afectación a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se identificaron impactos de importancia baja relacionados con la generación de partículas sólidas suspendidas y ruido, riesgos puntuales de contaminación, modificaciones temporales del paisaje, desplazamiento de fauna y efectos indirectos sobre la vegetación cercana.

En función de los impactos identificados, las medidas ambientales estarán orientadas prioritariamente a delimitar y respetar los tres polígonos de extracción y demás superficies vinculadas con el proyecto; mantener las actividades dentro de las rasantes, secciones, taludes y condiciones técnicas evaluadas; prevenir la contaminación del cauce, suelo y material aluvial; manejar adecuadamente los residuos; prevenir y atender oportunamente derrames; controlar la circulación y operación de maquinaria y vehículos; mantener el

tránsito sobre los caminos de acceso existentes; proteger la fauna silvestre y la vegetación ribereña; reducir la generación de partículas, emisiones y ruido; y conservar las condiciones hidráulicas consideradas en los estudios técnicos del proyecto.

La aplicación de las medidas deberá realizarse de manera diferenciada de acuerdo con la etapa del proyecto y la naturaleza de cada impacto. Las medidas preventivas estarán dirigidas a evitar que determinados impactos o riesgos lleguen a presentarse; las medidas de mitigación buscarán reducir la intensidad, extensión o duración de aquellos efectos inherentes a las actividades propuestas; y las medidas de control y seguimiento permitirán verificar que las actividades permanezcan dentro de las superficies, condiciones técnicas y criterios ambientales establecidos. Cuando las condiciones observadas lo requieran, podrán implementarse acciones puntuales de limpieza, estabilización o recuperación física sobre las superficies utilizadas.

De manera particular, las medidas relacionadas con los caminos de acceso existentes se limitarán a su huella actual. Las acciones de rehabilitación y mantenimiento podrán incluir limpieza de la superficie de rodamiento, retiro de obstáculos, acondicionamiento puntual y, cuando resulte necesario, retiro selectivo de cobertura herbácea que interfiera con la circulación, sin ampliar la sección ni modificar el trazo existente. La vegetación arbórea, arbustiva y ribereña presente en las márgenes y áreas colindantes deberá mantenerse fuera de las superficies de intervención previstas.

En materia de fauna silvestre, las medidas deberán considerar tanto a las especies registradas durante los recorridos de campo como a aquellas identificadas como de presencia potencial. Se deberá evitar la captura, persecución, manipulación o daño de ejemplares; mantener velocidades controladas de circulación; realizar verificaciones visuales previas a las maniobras; y permitir el desplazamiento natural de la fauna hacia zonas seguras. Estas medidas adquieren especial relevancia ante el registro de especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante la etapa de cierre y abandono, las acciones estarán dirigidas principalmente al retiro de la excavadora, los dos camiones de volteo, equipo auxiliar, señalización temporal y demás elementos vinculados con la operación; limpieza general del sitio; retiro de residuos; inspección y atención de posibles puntos de contaminación; y verificación de las condiciones físicas de los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra. Cuando las condiciones observadas al momento del cierre lo requieran, podrán aplicarse medidas puntuales de estabilización, limpieza o recuperación física de las superficies utilizadas. Asimismo, cuando los caminos de acceso existentes dejen de ser requeridos para las actividades del proyecto, cesarán las acciones de mantenimiento asociadas a su operación, permitiendo la recolonización natural de la cobertura herbácea en aquellas superficies donde las condiciones del sitio lo permitan.

Estas acciones tendrán como finalidad reducir la permanencia de impactos residuales una vez concluido el aprovechamiento y verificar que no permanezcan residuos, materiales ajenos al entorno, fuentes de contaminación u obstáculos derivados de la operación que puedan interferir con las condiciones físicas o hidráulicas del sitio.

Las medidas establecidas en el presente capítulo deberán implementarse desde la etapa de preparación del sitio y mantenerse durante la operación, mantenimiento, cierre y abandono, según corresponda. En caso de obtenerse la autorización en materia de impacto ambiental, el promovente deberá observar las medidas propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como los términos y condicionantes adicionales que establezca la autoridad competente, manteniendo registros, evidencia documental y fotográfica que permitan verificar su correcta implementación y seguimiento.

IV.5.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas.

En el presente apartado se describen las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental propuestas para atender los impactos identificados durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento, así como cierre y abandono del proyecto. Cuando las condiciones particulares del sitio lo requieran, se contemplarán además acciones puntuales de limpieza, estabilización o recuperación física de las superficies utilizadas.

Las medidas se establecen considerando las características particulares del proyecto, consistente en el aprovechamiento de material pétreo en greña de origen aluvial dentro del cauce del Río de La Arena, mediante extracción mecánica en tres polígonos previamente delimitados, carga directa a camiones de volteo y transporte del material hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Asimismo, se consideran como actividades complementarias la rehabilitación superficial y mantenimiento de los caminos de acceso existentes sobre su huella actual, la circulación de maquinaria y vehículos, la presencia de personal y las actividades de control operativo necesarias para el desarrollo del proyecto.

Conforme a la evaluación desarrollada en el Capítulo IV, los impactos adversos identificados se mantienen dentro de las categorías de importancia baja y moderada, sin haberse determinado impactos severos o críticos. En consecuencia, el programa de medidas se concentra especialmente en los impactos adversos de mayor relevancia relativa, sin excluir aquellos de importancia baja que, por la ubicación del proyecto dentro de un sistema fluvial, requieren medidas preventivas y de control específicas.

Las acciones propuestas se organizan por componente ambiental, considerando aire, suelo y material aluvial, agua, paisaje, flora, fauna y medio socioeconómico. Los aspectos prioritarios comprenden el control de emisiones atmosféricas y partículas suspendidas, reducción de ruido, prevención y atención de derrames, manejo adecuado de residuos, delimitación de las superficies de trabajo, protección de las márgenes y vegetación ribereña, control de la circulación de maquinaria y vehículos, protección de fauna silvestre y conservación de las condiciones hidráulicas y físicas consideradas en los estudios técnicos del proyecto.

De manera particular, las medidas relacionadas con el cauce estarán orientadas a que la extracción se ejecute exclusivamente dentro de los tres polígonos evaluados y conforme a

las rasantes, secciones, profundidades, sentido de avance, taludes y demás condiciones técnicas consideradas para el aprovechamiento, evitando la formación de depresiones irregulares, bordos, montículos, obstrucciones o configuraciones no previstas que pudieran interferir con el libre flujo del agua.

Asimismo, se incorporarán medidas de seguimiento orientadas a verificar periódicamente las condiciones de los tres polígonos de extracción y del tramo del cauce vinculado con el proyecto. Estas acciones incluirán inspecciones visuales de los frentes de trabajo, revisión de posibles puntos de erosión o inestabilidad, presencia de residuos, condiciones de las márgenes, existencia de obstáculos derivados de la operación y cumplimiento de las rasantes, secciones y demás características técnicas consideradas en los estudios correspondientes. El seguimiento permitirá detectar oportunamente desviaciones respecto de las condiciones evaluadas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias.

Algunas medidas tendrán un carácter transversal, debido a que permiten prevenir o reducir impactos sobre más de un componente ambiental. Entre ellas destacan la delimitación física de las superficies de trabajo, utilización exclusiva de los caminos de acceso existentes, inspección preoperativa de maquinaria, control de velocidad, manejo adecuado de residuos, realización del mantenimiento mayor fuera del área del proyecto, prevención y atención inmediata de derrames y supervisión ambiental. Estas acciones contribuyen de manera simultánea a proteger el agua, suelo y material aluvial, vegetación, fauna y calidad ambiental del sitio.

Las medidas propuestas también consideran la protección de la flora y fauna silvestres. Antes del inicio de actividades en cada frente de trabajo deberán realizarse recorridos visuales de verificación, manteniéndose restricciones para evitar la captura, persecución, manipulación, daño o aprovechamiento de ejemplares de fauna. Las actividades deberán mantenerse dentro de las superficies vinculadas con el proyecto, preservando la vegetación arbórea, arbustiva y ribereña presente en las márgenes y áreas colindantes.

De manera específica, en los apartados correspondientes al componente fauna se establecerán medidas de actuación para el caso de observar ejemplares de especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dichas medidas considerarán, entre otras acciones, la suspensión temporal de las maniobras cuando exista riesgo de afectación, establecimiento de una distancia de resguardo, prohibición de captura o manipulación por personal no autorizado, permitir el desplazamiento natural del ejemplar y registro de la observación como parte de la evidencia de seguimiento ambiental. Cuando las características del caso lo requieran, se actuará conforme a las disposiciones aplicables y a las determinaciones de la autoridad competente.

Para el componente flora, las medidas se orientarán principalmente a conservar la vegetación arbórea, arbustiva y ribereña ubicada fuera de las superficies de intervención previstas, así como a restringir las actividades de rehabilitación de los caminos de acceso existentes a su huella actual. Cuando resulte necesario para permitir la circulación, únicamente se realizará el retiro selectivo de cobertura herbácea presente sobre la superficie de rodamiento, sin ampliar la sección ni modificar el trazo de los accesos. En

caso de que durante las actividades se detectara una especie vegetal incluida en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se suspenderán las actividades en el punto específico de observación hasta verificar su condición y definir las medidas de protección que correspondan.

Durante la etapa de cierre y abandono, las medidas estarán orientadas al retiro de la excavadora, los dos camiones de volteo, equipo auxiliar, residuos, señalización y demás elementos temporales asociados con la operación; limpieza general del sitio; inspección de posibles puntos de contaminación; y verificación de las condiciones físicas de los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra. Cuando las condiciones observadas al momento del cierre lo requieran, podrán implementarse acciones puntuales de limpieza, estabilización o recuperación física de las superficies utilizadas.

Estas acciones estarán dirigidas a reducir la permanencia de impactos residuales una vez concluido el aprovechamiento y a verificar que no permanezcan residuos, materiales ajenos al entorno, fuentes de contaminación u obstáculos derivados de las actividades del proyecto que puedan interferir con las condiciones físicas o hidráulicas del sitio.

Las medidas propuestas se vinculan con el marco normativo ambiental aplicable y deberán complementarse con las obligaciones, términos y condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad competente. Su correcta implementación permitirá prevenir o reducir la intensidad, extensión, duración o probabilidad de ocurrencia de los impactos identificados, mantener las actividades dentro de las superficies y condiciones técnicas evaluadas y establecer mecanismos de seguimiento que permitan verificar el desempeño ambiental del proyecto.

Medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de preparación del sitio.

A continuación, se presenta una tabla en la que se integran los componentes ambientales, los impactos identificados, las medidas de prevención, mitigación o compensación aplicables, así como su vinculación con la normativa ambiental correspondiente.

Tabla 60. Medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de preparación del sitio.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Aire	**Generación de gases de efecto invernadero** *Impacto bajo (IM = -22)*	**Prevención y control.** Antes del inicio de cada jornada se realizará una inspección preoperativa de la excavadora y de los dos camiones de volteo, verificando ausencia de fallas visibles y condiciones mecánicas adecuadas. Se evitarán periodos innecesarios de ralentí, aceleraciones bruscas y desplazamientos que no sean indispensables para las actividades preparatorias. Las maniobras se organizarán previamente y se realizarán en horario diurno. El mantenimiento se efectuará fuera del área del proyecto, en talleres establecidos; el abastecimiento de combustible se realizará, en estaciones de servicio.	LGEEPA, arts. 15, 110 y 111, en materia de prevención y control de emisiones a la atmósfera. NOM-045-SEMARNAT-2017, en lo aplicable a los camiones de volteo en circulación que utilizan diésel.
Aire	**Generación de partículas sólidas suspendidas** *Impacto bajo (IM = -19)*	**Prevención y mitigación.** La circulación de maquinaria y vehículos se mantendrá exclusivamente sobre los caminos de acceso existentes y superficies previamente delimitadas. Se establecerá velocidad reducida y controlada, evitando aceleraciones o maniobras innecesarias. En condiciones de sequedad que generen dispersión visible de polvo podrá aplicarse humectación ligera sobre la superficie de rodamiento, evitando escurrimientos hacia el cauce. Ante vientos fuertes o dispersión significativa de partículas, las maniobras susceptibles de generar polvo se ajustarán o suspenderán temporalmente.	LGEEPA, arts. 15 y 110, relativos a la prevención y control de la contaminación atmosférica; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en lo relativo a la aplicación de medidas para prevenir o mitigar impactos.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Aire	**Generación de ruido** *Impacto bajo (IM = -19)*	**Prevención y mitigación.** Las actividades preparatorias se realizarán únicamente en horario diurno, de 08:00 a 15:00 horas. La excavadora y los dos camiones de volteo deberán mantenerse en condiciones mecánicas adecuadas, con sistemas de escape funcionales. Se evitarán ralentí prolongado, aceleraciones innecesarias, uso de claxon salvo por razones de seguridad y maniobras repetitivas que incrementen el ruido sin necesidad operativa.	LGEEPA, arts. 15 y 155, en materia de prevención y control de emisiones de ruido. NOM-080-SEMARNAT-1994, en lo aplicable al ruido proveniente del escape de vehículos automotores en circulación.
Suelo	**Compactación puntual del suelo o material aluvial** *Impacto bajo (IM = -22)*	**Prevención y control.** Previo al ingreso de maquinaria se delimitarán físicamente los tres polígonos de extracción propuestos, los caminos de acceso existentes y las zonas de maniobra vinculadas al proyecto. La circulación y el estacionamiento se restringirán a dichas superficies, evitando recorridos innecesarios, ocupación de márgenes y tránsito fuera de la huella actual de los accesos. No se ampliará la sección ni se modificará el trazo de los caminos existentes.	LGEEPA, arts. 15 y 30, por la obligación de incorporar medidas de prevención y mitigación en la evaluación de impacto ambiental; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
Suelo	**Riesgo de contaminación por residuos sólidos** *Impacto bajo (IM = -19)*	**Prevención y control.** Se instalarán tres recipientes con tapa, identificados para residuos revalorizables, no revalorizables y orgánicos, en un punto seguro fuera del cauce, márgenes y zonas de escurrimiento. Los residuos se retirarán al término de la jornada o cuando los recipientes alcancen su capacidad. Queda prohibido abandonar, quemar, enterrar o dispersar residuos en los polígonos, caminos de acceso existentes, zonas de maniobra, cauce o márgenes.	LGPGIR, en lo relativo a prevención, separación y gestión integral de residuos sólidos urbanos; Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Estado de Oaxaca, en lo aplicable al manejo y resguardo temporal de residuos.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Suelo	**Contaminación por residuos líquidos** *Impacto bajo (IM = -19)*	**Prevención.** Durante la preparación del sitio no se realizarán descargas de aguas residuales ni lavado de maquinaria, herramientas, recipientes o equipo dentro del área del proyecto. Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante sanitarios portátiles o servicios equivalentes, cuando sean requeridos, cuya limpieza y retiro estarán a cargo de un prestador de servicios. Queda prohibida cualquier descarga al cauce, márgenes, suelo natural o zonas de escurrimiento.	LGEEPA, arts. 120, 121 y 123, relativos a prevención y control de la contaminación del agua. NOM-001-SEMARNAT-2021, como referencia aplicable a descargas en cuerpos receptores propiedad de la Nación; para el proyecto la medida consiste en evitar descargas.
Agua	**Riesgo de alteración puntual de escurrimientos superficiales** *Impacto bajo (IM = -19)*	**Prevención y control.** La colocación de estacas, señalización, marcas de delimitación y cualquier elemento temporal se realizará sin obstruir zonas de flujo, depresiones naturales o escurrimientos superficiales. La rehabilitación de los caminos de acceso existentes se limitará a su huella actual y no deberá generar bordos, desvíos, rellenos o acumulaciones que modifiquen la conducción del agua. Se efectuará una revisión visual previa al inicio de las actividades preparatorias.	LGEEPA, arts. 28, fr. X, y 30; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, en lo aplicable a la protección de cauces y bienes nacionales; criterios de regulación ecológica aplicables del POERTEO.
Agua	**Riesgo de contaminación del cauce por residuos sólidos urbanos** *Impacto bajo (IM = -19)*	**Prevención y control.** Los residuos sólidos urbanos generados por el personal permanecerán dentro de recipientes cerrados y asegurados contra dispersión por viento o lluvia. El resguardo temporal de residuos se ubicará fuera del cauce, márgenes y zonas de escurrimiento. Se efectuará su retiro con la periodicidad necesaria y queda prohibida su disposición en los tres polígonos, caminos de acceso existentes, zonas de maniobra o áreas adyacentes al Río de La Arena.	LGPGIR, en materia de separación, resguardo y manejo integral de residuos sólidos urbanos; LGEEPA, arts. 15 y 121, por la prevención de contaminación de cuerpos de agua; legislación estatal aplicable en materia de residuos sólidos.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Agua	**Riesgo de contaminación por hidrocarburos** *Impacto bajo (IM = -22)*	**Prevención, control y respuesta a contingencias.** Antes del ingreso al área del proyecto se verificará que la excavadora y los camiones no presenten fugas visibles de diésel, aceite, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos. Se contará con un kit para atención de derrames integrado, al menos, por material absorbente, pala y recipientes resistentes, cerrados y etiquetables. Queda prohibido efectuar mantenimiento mayor, cambios de aceite, lavado de maquinaria o abastecimiento de combustible dentro del cauce, márgenes o superficies permeables. Ante un derrame se suspenderá la fuente, se contendrá y absorberá el producto, se retirará el material contaminado, se colocará en recipientes adecuados y se registrará el evento para su manejo conforme a la normativa aplicable.	LGPGIR, arts. 40, 41, 42 y 45, en materia de manejo seguro de residuos peligrosos; NOM-052-SEMARNAT-2005, para identificar la peligrosidad de residuos; NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, en caso de contaminación de suelo por hidrocarburos; LGEEPA, arts. 15 y 121.
Paisaje	**Alteración del paisaje natural** *Impacto bajo (IM = -22)*	**Prevención y mitigación.** La maquinaria, vehículos, señalización y demás elementos temporales se mantendrán únicamente dentro de las superficies necesarias para la preparación del sitio. Se conservarán condiciones de orden y limpieza, evitando acumulación de residuos, herramientas o materiales ajenos al entorno. Al finalizar esta etapa se retirarán los elementos temporales que ya no sean requeridos, sin dejar infraestructura permanente asociada a la preparación.	LGEEPA, arts. 15, 28 y 30, en materia de prevención y mitigación de impactos ambientales; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
Fauna		**Prevención.** Antes del ingreso y de las maniobras se realizarán recorridos visuales para verificar la presencia de fauna terrestre. La maquinaria y los vehículos circularán a velocidad reducida y controlada, dando prioridad al desplazamiento natural de los	LGEEPA, arts. 15 y 30; Ley General de Vida Silvestre, en materia de conservación y protección de ejemplares de fauna silvestre; NOM-

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
	Perturbación de fauna terrestre *Impacto bajo (IM = -22)*	ejemplares hacia zonas seguras. Queda prohibida la captura, persecución, hostigamiento, alimentación, daño, manipulación o aprovechamiento de fauna silvestre por parte del personal.	059-SEMARNAT-2010 cuando se trate de especies incluidas en alguna categoría de riesgo.
Fauna	**Perturbación de fauna acuática** *Impacto bajo (IM = -19)*	**Prevención.** Previo a las maniobras se revisarán visualmente las zonas con presencia de agua superficial, charcas temporales o microhábitats activos. Se evitarán maniobras innecesarias sobre dichas áreas y se mantendrán libres de residuos, hidrocarburos y materiales ajenos. Si se detectan organismos acuáticos dentro de una zona donde exista riesgo de afectación, se suspenderá temporalmente la maniobra y se dará aviso al responsable ambiental para definir la acción procedente, privilegiando el desplazamiento natural y evitando la manipulación no autorizada.	LGEEPA, arts. 15, 28, fr. X, y 30; Ley General de Vida Silvestre; NOM-059-SEMARNAT-2010, cuando corresponda a especies acuáticas o semiacuáticas en categoría de riesgo.
Fauna	**Riesgo de afectación a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010** *Impacto bajo (IM = -22)*	**Prevención y medidas específicas de actuación.** El personal recibirá una inducción previa sobre la prohibición de capturar, perseguir, manipular o dañar fauna silvestre y sobre las acciones a seguir ante la presencia de especies incluidas en alguna categoría de riesgo. Considerando el registro de *Tigrisoma mexicanum* (Pr) en una zona cercana a los polígonos de extracción, antes del inicio de actividades en cada frente de trabajo se realizará una verificación visual del área. En caso de observarse un ejemplar incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se suspenderán temporalmente las maniobras en el punto de detección y se establecerá una distancia de resguardo suficiente para evitar su perturbación. Debido a que se trata de fauna con capacidad de desplazamiento, no se realizará	NOM-059-SEMARNAT-2010 y su listado vigente de especies en riesgo; Ley General de Vida Silvestre; LGEEPA, arts. 15 y 30, por la obligación de prevenir afectaciones a componentes bióticos.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
		captura, ahuyentamiento ni manipulación; se permitirá que el ejemplar se retire por sus propios medios y las actividades se reanudarán únicamente cuando haya abandonado la zona de trabajo y no exista riesgo de afectación. La observación deberá registrarse indicando fecha, hora, ubicación aproximada y, cuando sea posible, evidencia fotográfica obtenida sin perturbar al ejemplar**.**	
Flora	**Alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes** *Impacto Moderado (IM = -28)*	**Prevención y mitigación.** La rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes se limitará estrictamente a su huella actual. Cuando resulte necesario para permitir la circulación, únicamente se retirará de forma selectiva la cobertura herbácea que obstruya la superficie de rodamiento, preferentemente mediante métodos manuales o mecánicos de baja intensidad. Queda prohibido ampliar la sección, modificar el trazo, usar herbicidas, realizar quemas o afectar vegetación arbórea o arbustiva. El material vegetal retirado no deberá acumularse en el cauce, márgenes o zonas de escurrimiento. No se registraron especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	LGEEPA, arts. 15 y 30, por la prevención y minimización de afectaciones a componentes bióticos; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; NOM-059-SEMARNAT-2010 como medida contingente ante la eventual detección de flora en categoría de riesgo.
Flora	**Riesgo de afectación accidental a vegetación ribereña** *Impacto bajo (IM = -19)*	**Prevención y control.** Se delimitarán claramente los límites de los caminos de acceso existentes, zonas de maniobra y demás superficies vinculadas con la preparación, manteniendo fuera de intervención la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes. Queda prohibido estacionar maquinaria, realizar maniobras, depositar residuos o colocar materiales sobre dicha vegetación.	LGEEPA, arts. 15, 28, fr. X, y 30; criterios de regulación ecológica aplicables del POERTEO orientados a la protección de zonas riparias y vegetación asociada a márgenes de ríos y cañadas.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Medio socioeconómico	**Generación temporal de empleos directos** *Impacto bajo positivo (IM = +19)*	**Fortalecimiento y seguimiento.** No requiere medida de mitigación. Como medida de fortalecimiento del efecto positivo, se procurará que la contratación de los cinco puestos previstos considere, en igualdad de condiciones y de acuerdo con los perfiles requeridos, personal de la zona local o regional. Todo el personal deberá recibir inducción sobre medidas ambientales, seguridad básica, manejo de residuos, prevención de derrames y protección de flora y fauna antes de iniciar actividades.	Se vincula con los compromisos ambientales asumidos en la MIA y con la normativa laboral y de seguridad aplicable. La inducción ambiental forma parte de las medidas de prevención y seguimiento del proyecto.
Medio socioeconómico	**Ordenamiento de una actividad productiva local** *Impacto bajo positivo (IM = +19)*	**Fortalecimiento, control y seguimiento.** No requiere medida de mitigación. Para fortalecer el efecto positivo se mantendrá la delimitación física de los tres polígonos y superficies vinculadas, se utilizarán exclusivamente los caminos de acceso existentes, se llevará registro de las actividades preparatorias y de las medidas ambientales aplicadas, y no se iniciarán actividades extractivas hasta contar con las autorizaciones y condiciones administrativas que correspondan. La evidencia documental y fotográfica deberá conservarse para verificar que la preparación se mantuvo dentro del alcance evaluado.	LGEEPA, arts. 28, fr. X, y 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, particularmente en lo relativo a obras y actividades en ríos y a las medidas incluidas en la MIA.

Las medidas propuestas para la etapa de preparación del sitio se orientan principalmente a prevenir, mitigar y controlar los impactos adversos identificados, sobre los componentes aire, suelo, agua, paisaje, fauna y flora. Su aplicación se concentra en mantener las actividades dentro de las superficies previamente delimitadas, controlar el ingreso y operación de maquinaria y vehículos, prevenir la dispersión de residuos y la ocurrencia de derrames, reducir emisiones atmosféricas, partículas y ruido, proteger el cauce y conservar la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes.

En los componentes agua y suelo, las medidas priorizan la prevención de contaminación por residuos e hidrocarburos, la protección de los escurrimientos superficiales, el control de posibles fuentes de contaminación y la restricción del tránsito a los caminos de acceso existentes, zonas de maniobra y demás superficies vinculadas con el proyecto. En el componente fauna se establecen acciones de verificación previa, control de velocidad, protección de ejemplares silvestres y medidas específicas de actuación ante la observación de especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para el componente flora, las acciones se orientan a conservar la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva, así como a limitar cualquier intervención sobre cobertura herbácea exclusivamente a la huella actual de los caminos de acceso existentes, cuando resulte necesaria para permitir la circulación.

De manera particular, la alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes fue clasificada como impacto moderado (IM = −28), mientras que el riesgo de afectación accidental a la vegetación ribereña fue clasificado como impacto bajo (IM = −19). Ambos impactos serán atendidos mediante la delimitación estricta de las superficies de trabajo, la rehabilitación superficial de los accesos exclusivamente sobre su huella actual, la prohibición de ampliar su sección o modificar su trazo y la restricción de maniobras fuera de las superficies vinculadas con el proyecto.

Las medidas establecidas permiten reducir la probabilidad de ocurrencia, intensidad, extensión o duración de los impactos identificados durante la preparación del sitio, siempre que sean aplicadas de manera preventiva, sistemática y verificable antes y durante el desarrollo de las actividades correspondientes a esta etapa.

Medidas de mitigación, prevención o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 61. Medidas de mitigación, prevención o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de operación y mantenimiento.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Aire	**Generación de partículas sólidas suspendidas.** *Impacto bajo (IM = -23)*	**Prevención y mitigación.** La extracción, carga directa y circulación de los dos camiones de volteo se realizarán procurando minimizar la dispersión de material fino. Los vehículos circularán a velocidad reducida y controlada sobre los caminos de acceso existentes, evitando aceleraciones y maniobras innecesarias. Cuando las condiciones de sequedad generen dispersión visible de polvo, podrá aplicarse humectación ligera sobre la superficie de rodamiento, sin generar escurrimientos hacia el cauce. Ante vientos fuertes o dispersión significativa de partículas se ajustarán o suspenderán temporalmente las maniobras susceptibles de generar polvo.	LGEEPA, arts. 15 y 110, en materia de prevención y control de emisiones a la atmósfera; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, respecto de la aplicación de medidas de prevención y mitigación.
Aire	**Emisión de gases de efecto invernadero.** *Impacto moderado (IM = -31)*	**Prevención, mitigación y control.** La excavadora y los dos camiones de volteo deberán mantenerse en condiciones mecánicas adecuadas mediante inspecciones preoperativas y mantenimiento preventivo. Se evitarán periodos innecesarios de ralentí, aceleraciones bruscas y desplazamientos sin carga que no resulten indispensables. La carga se realizará directamente a los camiones y se organizarán las rutas y maniobras para reducir tiempos de operación. El mantenimiento mayor se efectuará fuera del área del proyecto, en talleres establecidos, y el abastecimiento de combustible se realizará en estaciones de servicio.	LGEEPA, arts. 15, 110 y 111, en materia de prevención y control de emisiones atmosféricas. NOM-045-SEMARNAT-2017, en lo aplicable a vehículos en circulación que utilizan diésel.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Aire	**Generación de ruido.** *Impacto bajo (IM = -23)*	**Prevención y mitigación.** La operación se realizará únicamente en horario diurno, de 08:00 a 15:00 horas. La excavadora y los camiones deberán conservar sistemas de escape funcionales y condiciones mecánicas adecuadas. Se evitará el uso de claxon salvo por razones de seguridad, el ralentí prolongado, las aceleraciones innecesarias y las maniobras repetitivas que incrementen el ruido sin necesidad operativa.	LGEEPA, arts. 15 y 155, en materia de prevención y control del ruido. NOM-080-SEMARNAT-1994, en lo aplicable al ruido proveniente del escape de vehículos automotores en circulación.
Suelo	**Compactación localizada del suelo o material aluvial.** *Impacto moderado (IM = -29)*	**Prevención, mitigación y control.** La circulación y estacionamiento de maquinaria y vehículos se restringirán a los caminos de acceso existentes, zonas de maniobra y superficies vinculadas con los tres polígonos de extracción. Se evitarán recorridos innecesarios y el tránsito fuera de dichas superficies. El mantenimiento de los caminos se limitará a su huella actual, sin ampliación de sección ni modificación de trazo. Las maniobras se organizarán para reducir el número de pasadas sobre una misma superficie cuando ello no sea necesario.	LGEEPA, arts. 15 y 30, por la obligación de prevenir y mitigar impactos sobre los componentes físicos del sitio; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Suelo	**Modificación física puntual del material del cauce.** *Impacto moderado (IM = -38)*	**Mitigación, control y seguimiento.** La extracción se limitará estrictamente a los tres polígonos evaluados, respetando las superficies, volúmenes, rasantes, secciones y profundidades consideradas en los estudios técnicos del proyecto. El avance de extracción se realizará de aguas abajo hacia aguas arriba y se conservará el talud de corte previsto de 1.5:1. Se evitarán excavaciones fuera de rasante, cortes verticales, depresiones profundas, bordos o acumulaciones de material no previstas. El responsable de la operación verificará periódicamente la geometría de los frentes y suspenderá la extracción en cualquier punto donde se detecten desviaciones respecto de las condiciones evaluadas.	LGEEPA, art. 28, fr. X, y art. 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, art. 5, inciso R, fr. II; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. Vinculación técnica con los estudios hidrológico e hidráulico del proyecto.
Suelo	**Riesgo de contaminación puntual.** *Impacto bajo (IM = -23)*	**Prevención, control y respuesta a contingencias.** Antes de cada jornada se verificará que la excavadora y los camiones no presenten fugas visibles de diésel, aceites, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos. No se realizará mantenimiento mayor, cambios de aceite, lavado de maquinaria ni almacenamiento permanente de combustibles dentro del área del proyecto. Se dispondrá de material absorbente, pala y recipientes resistentes, cerrados y etiquetables. Ante un derrame se suspenderá la fuente, se contendrá el producto, se retirará el material contaminado y se manejará conforme a la normativa aplicable, dejando registro del evento.	LGPGIR, arts. 40, 41, 42 y 45, en materia de residuos peligrosos; NOM-052-SEMARNAT-2005, para la identificación de residuos peligrosos; NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cuando exista contaminación de suelo por hidrocarburos; LGEEPA, arts. 15 y 121.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Suelo	**Riesgo de erosión o inestabilidad localizada.** *Impacto moderado (IM = -25)*	**Prevención, mitigación y seguimiento.** Se respetarán las rasantes, secciones y taludes establecidos para cada banco, evitando sobreexcavaciones, cortes abruptos o irregularidades que favorezcan erosión o inestabilidad. Se realizarán inspecciones visuales periódicas de los frentes de extracción y, de manera adicional, después de eventos de lluvia o avenidas que puedan modificar las condiciones del sitio. Si se identifican socavaciones, erosión concentrada, inestabilidad o cambios no previstos, se suspenderá temporalmente la extracción en el punto afectado y se evaluará la acción correctiva procedente antes de continuar.	LGEEPA, arts. 15, 28, fr. X, y 30; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, en lo aplicable a la protección del cauce. Vinculación técnica con las condiciones geométricas e hidráulicas evaluadas para el proyecto.
Agua	**Modificación física localizada de los depósitos aluviales dentro de los polígonos de extracción.** *Impacto moderado (IM = -32)*	**Mitigación, control y seguimiento.** El aprovechamiento se realizará exclusivamente dentro de los tres polígonos propuestos y conforme a las condiciones técnicas evaluadas. El material extraído se cargará directamente a los camiones de volteo y se transportará hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, evitando acumulaciones dentro del cauce. No se formarán bordos, montículos, barreras ni desvíos artificiales del flujo. Se verificará periódicamente que las actividades no generen obstáculos o configuraciones distintas de las consideradas en el escenario hidráulico evaluado.	LGEEPA, art. 28, fr. X, y art. 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, art. 5, inciso R, fr. II; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. Vinculación con el estudio hidráulico del proyecto.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Agua	**Riesgo de contaminación por residuos sólidos.** *Impacto bajo (IM = -23)*	**Prevención y control.** Se mantendrán recipientes con tapa e identificación para residuos revalorizables, no revalorizables y orgánicos, ubicados en un sitio seguro fuera del cauce, márgenes y zonas de escurrimiento. Los residuos deberán retirarse al término de la jornada o con la periodicidad necesaria. Queda prohibido abandonar, quemar, enterrar o disponer residuos en el cauce, polígonos de extracción, caminos de acceso existentes, márgenes o zonas de maniobra.	LGPGIR, en materia de prevención, separación y gestión integral de residuos sólidos urbanos; legislación estatal aplicable en materia de residuos; LGEEPA, arts. 15 y 121.
Agua	**Riesgo de contaminación por residuos líquidos.** *Impacto bajo (IM = -23)*	**Prevención y control.** No se realizarán descargas de aguas residuales, lavado de maquinaria, herramientas o recipientes dentro del cauce o superficies vinculadas con el proyecto. Las necesidades sanitarias del personal se atenderán mediante sanitarios portátiles o servicios equivalentes, cuando sean requeridos, cuya limpieza y manejo estarán a cargo del prestador correspondiente. Queda prohibida cualquier descarga al Río de La Arena, suelo natural, márgenes o zonas de escurrimiento.	LGEEPA, arts. 120, 121 y 123, relativos a prevención y control de la contaminación del agua; NOM-001-SEMARNAT-2021 como referencia aplicable a descargas en cuerpos receptores propiedad de la Nación. Para el proyecto la medida consiste en evitar descargas.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Paisaje	**Modificación temporal de la calidad visual del sitio.** *Impacto bajo (IM = -24)*	**Prevención y mitigación.** La presencia de maquinaria, vehículos, personal y señalización se limitará a las superficies estrictamente necesarias para la operación. Se mantendrá orden y limpieza durante las jornadas, retirando residuos y elementos ajenos al entorno. El material pétreo será cargado directamente a los camiones y transportado fuera del sitio, evitando acumulaciones que incrementen la alteración visual. La señalización temporal se conservará únicamente mientras resulte necesaria para la seguridad y control operativo.	LGEEPA, arts. 15, 28 y 30, en materia de prevención y mitigación de impactos ambientales; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
Paisaje	**Cambio en la percepción del entorno rural y fluvial.** *Impacto bajo (IM = -24)*	**Prevención y mitigación.** Se evitará ocupar superficies adicionales a las vinculadas con el proyecto y se minimizará la permanencia de maquinaria y vehículos fuera de los periodos de trabajo. Los caminos de acceso existentes se mantendrán libres de residuos y materiales ajenos, y las maniobras se realizarán de forma ordenada. No se instalarán edificaciones ni infraestructura permanente asociada a la operación.	LGEEPA, arts. 15, 28 y 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por la obligación de prevenir y reducir modificaciones ambientales derivadas del proyecto.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Fauna	**Desplazamiento temporal de fauna local.** *Impacto bajo (IM = -23)*	**Prevención y mitigación.** Antes del inicio de actividades en cada frente se realizará una verificación visual de la presencia de fauna. Se evitará el acercamiento deliberado, persecución, captura, alimentación, manipulación o daño de ejemplares. La maquinaria y vehículos circularán a velocidad reducida y se permitirá el desplazamiento natural de los organismos hacia zonas contiguas con menor actividad. Se limitará el ruido innecesario y la permanencia de personal fuera de las superficies de trabajo.	LGEEPA, arts. 15 y 30; Ley General de Vida Silvestre, en materia de conservación y trato adecuado de la fauna silvestre; NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación vigente de su Anexo Normativo III, cuando se trate de especies en categoría de riesgo.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Fauna	**Riesgo de perturbación o afectación incidental a especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.** *Impacto moderado (IM = -26)*	**Prevención y medidas específicas de actuación.** El personal recibirá una inducción previa sobre la prohibición de capturar, perseguir, manipular o dañar fauna silvestre y sobre las acciones a seguir ante la presencia de especies incluidas en alguna categoría de riesgo. Considerando el registro de *Tigrisoma mexicanum* (Pr) en una zona cercana a los polígonos de extracción, antes del inicio de actividades en cada frente de trabajo se realizará una verificación visual del área. En caso de observarse un ejemplar incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se suspenderán temporalmente las maniobras en el punto de detección y se establecerá una distancia de resguardo suficiente para evitar su perturbación. Debido a que se trata de fauna con capacidad de desplazamiento, no se realizará captura, ahuyentamiento ni manipulación; se permitirá que el ejemplar se retire por sus propios medios y las actividades se reanudarán únicamente cuando haya abandonado la zona de trabajo y no exista riesgo de afectación. La observación deberá registrarse indicando fecha, hora, ubicación aproximada y, cuando sea posible, evidencia fotográfica obtenida sin perturbar al ejemplar.	NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificación vigente de su Anexo Normativo III; Ley General de Vida Silvestre, particularmente en materia de especies en riesgo y protección de ejemplares; LGEEPA, arts. 15 y 30.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Fauna	**Riesgo de atropellamiento o afectación incidental.** *Impacto moderado (IM = -28)*	**Prevención y control.** Los camiones y la maquinaria circularán a velocidad reducida y controlada sobre los caminos de acceso existentes y zonas de maniobra. Antes de iniciar el movimiento de equipos se realizará una revisión visual del entorno inmediato. Si se detecta fauna sobre la ruta de circulación, se detendrá el vehículo o maquinaria hasta que el ejemplar se aleje por sus propios medios. Se prestará especial atención a reptiles, anfibios y pequeños mamíferos de lento desplazamiento. Queda prohibido utilizar vehículos para ahuyentar fauna o forzar su desplazamiento.	Ley General de Vida Silvestre, en materia de conservación y trato digno y respetuoso de fauna silvestre; LGEEPA, arts. 15 y 30; NOM-059-SEMARNAT-2010 cuando corresponda.
Flora	**Depósito temporal de partículas sobre vegetación cercana.** *Impacto bajo (IM = -20)*	**Prevención y mitigación.** Se controlará la generación de polvo mediante velocidad reducida de circulación, mantenimiento de los caminos de acceso existentes y, cuando resulte necesario, humectación ligera de la superficie de rodamiento sin producir escurrimientos hacia el cauce. Las maniobras se mantendrán alejadas de la vegetación ribereña en la medida que lo permitan las superficies definidas. No se depositará material pétreo, residuos ni sedimentos sobre la vegetación cercana.	LGEEPA, arts. 15 y 30, por la prevención de impactos sobre componentes bióticos; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Flora	**Riesgo de afectación directa a la vegetación ribereña.** *Impacto moderado (IM = -25)*	**Prevención y control.** La vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes se de deberá mantener fuera de las superficies de intervención. Se prohibirá estacionar maquinaria, efectuar maniobras, colocar residuos, materiales o herramientas sobre dichas áreas. La circulación se restringirá a los caminos de acceso existentes y superficies vinculadas con el proyecto. Si durante la operación se detecta accidentalmente una afectación a la vegetación ribereña, se suspenderá la actividad en el punto, se documentará el evento y el responsable ambiental definirá las medidas correctivas procedentes. En caso de observarse una especie vegetal que pudiera estar incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se suspenderá la intervención en el punto específico hasta verificar su identificación y definir las medidas de protección correspondientes.	LGEEPA, arts. 15, 28, fr. X, y 30; criterios de regulación ecológica aplicables del POERTEO para la protección de zonas riparias; NOM-059-SEMARNAT-2010 como medida contingente ante la eventual detección de flora en categoría de riesgo.
Medio socioeconómico	**Generación de empleos directos.** *Impacto bajo positivo (IM = +24)*	**Fortalecimiento y seguimiento.** No requiere medida de mitigación. Como acción de fortalecimiento se procurará, en igualdad de condiciones y de acuerdo con los perfiles requeridos, la contratación de personal local o regional. Los cinco trabajadores previstos deberán recibir inducción ambiental y de seguridad antes de iniciar actividades y actualizaciones cuando se modifiquen procedimientos o medidas de control.	Vinculación con las medidas y compromisos establecidos en la presente MIA, así como con la normativa laboral y de seguridad aplicable.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Medio socioeconómico	**Derrama económica local.** *Impacto moderado positivo (IM = +26)*	**Fortalecimiento y seguimiento.** No requiere medida de mitigación. Cuando exista disponibilidad y condiciones equivalentes, se procurará adquirir combustible, insumos y servicios en establecimientos formales de la región. El mantenimiento mayor de maquinaria se realizará fuera del área del proyecto, preferentemente en talleres establecidos de localidades cercanas, contribuyendo al encadenamiento de servicios locales sin trasladar actividades de mantenimiento al cauce.	Vinculación con los compromisos socioeconómicos y ambientales establecidos en la MIA y con el cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables a la operación.
Medio socioeconómico	**Disponibilidad de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a regulación ambiental y administrativa.** *Impacto moderado positivo (IM = +33)*	**Fortalecimiento, control y seguimiento.** No requiere medida de mitigación. La extracción no deberá exceder las superficies, volúmenes ni condiciones técnicas evaluadas y, en caso de obtenerse las autorizaciones correspondientes, deberá sujetarse a sus términos y condicionantes. El material será cargado directamente a los camiones y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores.	LGEEPA, art. 28, fr. X, y art. 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, art. 5, inciso R, fr. II; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento; términos y condicionantes que, en su caso, establezcan SEMARNAT y CONAGUA.

Medidas de mitigación, prevención o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de cierre y abandono del sitio

Durante la etapa de cierre y abandono, los impactos ambientales estarán asociados tanto al cese definitivo de las actividades de extracción mecánica, carga directa y transporte del material pétreo, como a las propias acciones de desmovilización, retiro de maquinaria y equipo, limpieza y acondicionamiento final del sitio. Si bien la conclusión de la operación permitirá disminuir determinadas presiones recurrentes sobre los componentes ambientales, las actividades de cierre podrán generar impactos adversos temporales relacionados con la emisión de gases y partículas, manejo de residuos, riesgo de contaminación, perturbación de fauna y vegetación cercana, así como posibles alteraciones puntuales sobre las condiciones físicas e hidráulicas del cauce.

En atención a dichos impactos, las medidas propuestas estarán orientadas a prevenir, mitigar y controlar las afectaciones que pudieran generarse durante el retiro de la excavadora, los dos camiones de volteo, equipo auxiliar, señalización temporal y demás elementos vinculados con la operación. Para ello, las maniobras de salida se realizarán de manera ordenada, evitando recorridos innecesarios, ralentí prolongado, generación excesiva de polvo y circulación fuera de los caminos de acceso y zonas de maniobra previamente utilizadas.

Asimismo, se realizará la limpieza general del área, el retiro y manejo adecuado de los residuos generados, la inspección de posibles puntos de contaminación y la verificación de las condiciones físicas de los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra. Se verificará particularmente que no permanezcan residuos, materiales, montículos, bordos, obstáculos o elementos atribuibles al proyecto que puedan interferir con el libre escurrimiento o generar afectaciones adicionales sobre el cauce.

Cuando las condiciones observadas al momento del cierre lo requieran, podrán realizarse acciones puntuales de limpieza, estabilización o acondicionamiento físico, procurando evitar nuevas excavaciones, movimientos innecesarios de material o modificaciones adicionales sobre la geometría y microtopografía del cauce. En caso de identificarse indicios de derrames o contaminación por hidrocarburos, se procederá a delimitar el área afectada, retirar los materiales contaminados cuando corresponda y efectuar su manejo conforme a la normativa aplicable.

Durante las maniobras finales se mantendrán las medidas de protección de fauna y vegetación implementadas durante la operación, incluyendo la reducción de velocidad, revisión visual previa al movimiento de vehículos, prohibición de captura o afectación de fauna y restricción del tránsito sobre áreas con vegetación ribereña, arbórea o arbustiva.

Una vez concluidas las actividades de retiro y desmovilización, cesarán las principales fuentes recurrentes de ruido, tránsito de maquinaria y perturbación asociadas con la operación. Esto permitirá disminuir progresivamente las presiones sobre la fauna y vegetación cercana y, cuando las condiciones físicas e hidrológicas del sitio lo permitan,

favorecer procesos naturales de recolonización de cobertura herbácea y reocupación del entorno por fauna de tránsito.

Las medidas propuestas estarán orientadas a evitar que las actividades de cierre generen nuevas afectaciones, reducir los riesgos ambientales asociados con la desmovilización y prevenir la permanencia de impactos residuales atribuibles al proyecto, procurando que las superficies utilizadas queden libres de residuos, fuentes de contaminación, materiales ajenos y obstáculos que puedan interferir con la dinámica natural del cauce.

Tabla 62. Medidas de mitigación, prevención o compensación propuestas para los impactos identificados en la etapa de cierre y abandono del sitio.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Aire	**Generación temporal de emisiones por retiro de maquinaria, equipo y materiales** Impacto moderado negativo (IM = -26)	**Prevención y control.** Durante el retiro de la excavadora, camiones y equipo auxiliar se minimizará el tiempo de operación de los motores, evitando ralentí prolongado, aceleraciones innecesarias y permanencia de equipos encendidos sin actividad. Previo a la salida se verificará que la maquinaria y los vehículos se encuentren en condiciones mecánicas adecuadas. Las maniobras se efectuarán por los accesos existentes y durante el periodo estrictamente necesario para la desmovilización.	LGEEPA, arts. 15, 110 y 111, en materia de prevención y control de emisiones a la atmósfera; medidas y compromisos ambientales establecidos en la presente MIA.
Aire	**Generación temporal de partículas suspendidas durante actividades de limpieza y retiro** Impacto moderado negativo (IM = -26)	**Prevención y mitigación.** Durante la limpieza y el retiro final se mantendrá velocidad reducida en los caminos de acceso existentes, evitando maniobras, frenados o recorridos innecesarios que favorezcan la resuspensión de polvo. Cuando las condiciones de sequedad ocasionen dispersión visible de partículas, podrá aplicarse humectación ligera sobre las superficies de rodamiento, evitando encharcamientos o escurrimientos hacia el cauce.	LGEEPA, arts. 15 y 110, relativos a la prevención y control de emisiones atmosféricas; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
Aire	**Disminución del ruido operativo** Impacto bajo positivo (IM = +24)	**Fortalecimiento y control.** El efecto favorable se consolidará con el retiro definitivo de la maquinaria y vehículos y el cese de las actividades operativas. Las maniobras finales se realizarán preferentemente en horario diurno, evitando uso innecesario de claxon, aceleraciones bruscas y ralentí prolongado. Una vez concluida la desmovilización no permanecerán equipos operando dentro del área del proyecto.	LGEEPA, arts. 15 y 155, en materia de prevención y control del ruido; NOM-080-SEMARNAT-1994, en lo aplicable a vehículos automotores en circulación durante las maniobras finales.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Suelo	**Reducción del riesgo de compactación adicional** Impacto bajo positivo (IM = +23)	**Fortalecimiento y control.** Durante el retiro final, la circulación se mantendrá exclusivamente sobre los caminos de acceso existentes y las zonas de maniobra previamente utilizadas, evitando nuevas pasadas o recorridos sobre superficies distintas. Al concluir la desmovilización cesará el tránsito recurrente de maquinaria y camiones asociado al proyecto.	LGEEPA, arts. 15 y 30, en materia de prevención y mitigación de impactos sobre los componentes físicos del sitio; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
Suelo	**Mejoramiento de las condiciones físicas del área intervenida** Impacto bajo positivo (IM = +20)	**Corrección y seguimiento.** Se realizará una inspección final de los tres polígonos de extracción, zonas de maniobra y superficies utilizadas. Se retirarán residuos, materiales ajenos, señalización innecesaria y obstáculos atribuibles a la operación. Cuando se identifiquen irregularidades que requieran atención, podrán ejecutarse acciones puntuales de acondicionamiento, evitando reconfiguraciones generalizadas, nuevas excavaciones o afectaciones fuera de las superficies evaluadas.	LGEEPA, arts. 15, 28, fr. X, y 30; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, en lo aplicable a la protección del cauce; condiciones técnicas consideradas en los estudios hidrológico e hidráulico del proyecto.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Suelo	**Riesgo de disposición inadecuada de residuos durante las actividades de cierre** Impacto moderado negativo (IM = -26)	**Prevención, control y corrección.** Todos los residuos generados durante la limpieza y desmovilización deberán separarse y manejarse de acuerdo con su naturaleza. Se utilizarán recipientes o contenedores adecuados y se evitará el abandono, quema, entierro o depósito de residuos dentro del cauce, márgenes, caminos o zonas de maniobra. Los residuos que requieran manejo especializado serán entregados a prestadores o sitios autorizados, conservando la evidencia correspondiente cuando resulte aplicable.	LGPGIR, en materia de manejo integral de residuos; NOM-052-SEMARNAT-2005, cuando se generen residuos con características de peligrosidad; NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cuando exista contaminación por hidrocarburos; LGEEPA, arts. 15 y 121.
Suelo	**Recuperación gradual de superficies intervenidas** Impacto bajo positivo (IM = +21)	**Recuperación y seguimiento.** Una vez retirados maquinaria, vehículos, residuos y elementos auxiliares, las superficies temporalmente utilizadas dejarán de estar sometidas a tránsito y perturbación recurrente. Se favorecerá su recuperación natural y únicamente se aplicarán acciones puntuales cuando sean necesarias para dejar el sitio libre de elementos ajenos o corregir una condición atribuible al proyecto. La condición final podrá documentarse mediante registros fotográficos.	LGEEPA, arts. 15 y 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; medidas de cierre y seguimiento establecidas en la presente MIA.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Agua	**Riesgo de contaminación por actividades de retiro de maquinaria** Impacto moderado negativo (IM = -26)	**Prevención y contingencia.** Antes de iniciar la desmovilización se verificará visualmente que la maquinaria y los vehículos no presenten fugas de combustibles, aceites o lubricantes. No se permitirá realizar mantenimiento mayor, cambios de aceite, lavado ni abastecimiento de combustible dentro del cauce. En caso de derrame accidental se contendrá de inmediato, se empleará material absorbente y se retirará el material afectado para su manejo conforme a la normativa aplicable.	LGEEPA, arts. 120, 121 y 123; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, en lo aplicable a la protección del cauce; LGPGIR; NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, cuando exista contaminación por hidrocarburos.
Agua	**Verificación y conservación de las condiciones de escurrimiento** Impacto bajo positivo (IM = +20)	**Control y seguimiento.** Al finalizar el aprovechamiento se verificará que no permanezcan residuos, señalización innecesaria, materiales, obstáculos, bordos o acumulaciones atribuibles al proyecto que puedan interferir con el libre escurrimiento. Cuando se identifique un obstáculo generado por las actividades realizadas, éste será retirado de manera puntual, evitando modificar innecesariamente la geometría del cauce.	LGEEPA, arts. 28, fr. X, y 30; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento; estudio hidráulico y condiciones técnicas evaluadas para el proyecto.
Agua	**Afectaciones a la calidad del agua** Impacto bajo negativo (IM = -23)	**Prevención y mitigación.** Durante la limpieza y retiro final se evitará la incorporación de residuos, materiales finos, absorbentes, recipientes o sustancias al agua superficial. No se realizará lavado de maquinaria, herramientas o recipientes dentro del cauce ni en superficies desde las cuales puedan generarse escurrimientos hacia éste. Las maniobras que impliquen movimiento de material se limitarán a lo estrictamente necesario para el cierre, reduciendo la movilización innecesaria de sedimentos.	LGEEPA, arts. 120, 121 y 123; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento; NOM-001-SEMARNAT-2021 como referencia aplicable a descargas en cuerpos receptores propiedad de la Nación; para el proyecto la medida consiste en evitar cualquier descarga.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Agua	**Alteraciones adicionales sobre las condiciones hidráulicas del cauce** Impacto moderado negativo (IM = -26)	**Prevención, control y seguimiento.** Durante el cierre no se realizarán nuevas extracciones ni movimientos de material distintos de aquellos puntualmente necesarios para retirar obstáculos o corregir una condición atribuible al proyecto. Se verificará que no queden montículos, bordos, excavaciones u obstáculos adicionales generados durante la desmovilización y que las superficies mantengan condiciones compatibles con las rasantes, secciones y taludes considerados en los estudios técnicos. Toda acción correctiva deberá ser puntual y evitar modificaciones innecesarias de la geometría del cauce.	LGEEPA, art. 28, fr. X, y art. 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, art. 5, inciso R, fr. II; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento; estudios hidrológico e hidráulico del proyecto.
Paisaje	**Mejora de la calidad visual del sitio** Impacto bajo positivo (IM = +23)	**Fortalecimiento y control.** Para consolidar el efecto favorable se retirarán la excavadora, los camiones de volteo, equipo auxiliar, señalización temporal innecesaria, residuos y demás elementos asociados exclusivamente con la operación. El área deberá quedar ordenada y libre de materiales ajenos al entorno, sin instalaciones permanentes atribuibles al proyecto.	LGEEPA, arts. 15, 28 y 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; medidas de cierre comprometidas en la presente MIA.
Paisaje	**Recuperación progresiva de la percepción natural del entorno rural y fluvial** Impacto bajo positivo (IM = +21)	**Fortalecimiento y seguimiento.** El retiro de maquinaria, vehículos, señalización, residuos y demás elementos operativos reducirá progresivamente la presencia visual asociada con la actividad extractiva. No deberán permanecer estructuras, anuncios temporales, depósitos o materiales sin función. La condición final del sitio podrá documentarse mediante memoria fotográfica desde puntos representativos utilizados durante el seguimiento.	LGEEPA, arts. 15, 28 y 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Fauna	**Perturbación a la fauna local** Impacto bajo negativo (IM = -23)	**Prevención y mitigación.** Durante las maniobras finales se mantendrá velocidad reducida, se realizará revisión visual previa al movimiento de maquinaria y vehículos y se evitará el uso innecesario de claxon. Queda prohibida la captura, persecución, manipulación o daño de fauna silvestre. Cuando se detecten ejemplares en las zonas de maniobra, se permitirá su desplazamiento natural hacia áreas seguras antes de continuar las actividades.	Ley General de Vida Silvestre; LGEEPA, arts. 15 y 30; NOM-059-SEMARNAT-2010 cuando se trate de especies incluidas en alguna categoría de riesgo.
Fauna	**Reocupación gradual del sitio por fauna de tránsito** Impacto bajo positivo (IM = +21)	**Fortalecimiento y seguimiento.** Una vez liberadas las superficies de maquinaria y personal se evitarán actividades posteriores innecesarias que generen ruido o tránsito asociado con el proyecto. Si durante el cierre se detecta una especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se suspenderán temporalmente las maniobras en el punto de observación, se mantendrá una distancia de resguardo y se permitirá su desplazamiento natural.	Ley General de Vida Silvestre; NOM-059-SEMARNAT-2010; LGEEPA, arts. 15 y 30, en materia de prevención y protección de componentes bióticos.
Flora	**Presión sobre vegetación cercana** Impacto bajo negativo (IM = -20)	**Prevención y control.** Durante el retiro final, la circulación y maniobra de maquinaria se limitarán a los caminos de acceso y superficies previamente utilizadas. La vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes deberá mantenerse fuera de intervención. No se permitirá utilizar áreas con vegetación para estacionamiento, depósito de residuos, almacenamiento temporal de materiales o maniobras de vehículos.	LGEEPA, arts. 15, 28, fr. X, y 30; criterios de regulación ecológica aplicables del POERTEO para zonas riparias; NOM-059-SEMARNAT-2010 como medida contingente ante una eventual detección de flora en categoría de riesgo.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Flora	**Recolonización natural de cobertura herbácea en superficies temporalmente intervenidas, cuando las condiciones del sitio lo permitan** Impacto bajo positivo (IM = +21)	**Recuperación y seguimiento.** Cuando los caminos de acceso existentes o determinadas superficies temporalmente utilizadas dejen de ser requeridos por el proyecto, cesarán las acciones de mantenimiento vinculadas con su operación. En las superficies susceptibles se permitirá la recolonización natural de cobertura herbácea, salvo que una condición específica del sitio o una determinación de la autoridad lo haga necesario. No se emplearán herbicidas ni quemas.	LGEEPA, arts. 15 y 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; medidas de protección de flora establecidas en la presente MIA.
Medio socioeconómico	**Conclusión de empleos temporales directos** Impacto bajo negativo (IM = -19)	**Mitigación y gestión.** El personal deberá ser informado con oportunidad sobre la programación del cierre y la conclusión de las actividades. La terminación de los empleos deberá coincidir con el cierre efectivo de las tareas asignadas y no deberá implicar abandono de residuos, equipos, materiales o actividades ambientales pendientes.	Normativa laboral aplicable y compromisos socioambientales establecidos en la presente MIA. La medida se vincula con un cierre ordenado y con la conclusión responsable de las actividades del proyecto.

Componente	Impacto	Medida de prevención, mitigación o compensación	Vinculación con normativa ambiental
Medio socioeconómico	**Mala disposición o incumplimiento de obligaciones ambientales** Impacto bajo negativo (IM = -24)	**Prevención, control y seguimiento.** El cierre se ejecutará mediante una verificación final que incluya el retiro de maquinaria, vehículos, equipo auxiliar, residuos y materiales; la inspección de posibles puntos de contaminación; la revisión de las condiciones físicas de los tres polígonos, caminos de acceso y zonas de maniobra; y la integración de evidencia documental y fotográfica. No deberán quedar acciones ambientales pendientes atribuibles al proyecto. El promovente conservará los registros y atenderá las medidas, términos y condicionantes que resulten aplicables al cierre.	LGEEPA, arts. 28 y 30; Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; LGPGIR; Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, según corresponda; términos, condicionantes y obligaciones que, en su caso, establezcan las autoridades competentes.

IV.5.2. Programa de vigilancia ambiental.

El Programa de Vigilancia Ambiental constituye el instrumento mediante el cual (en caso de ser aprobado) se dará seguimiento al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental propuestas para el proyecto, así como de las acciones puntuales de limpieza, estabilización o recuperación física que, cuando resulten aplicables, sean implementadas. Su finalidad es verificar que las actividades se desarrollen conforme a lo señalado en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y, en caso de obtenerse la autorización correspondiente, de acuerdo con los términos y condicionantes que establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La vigilancia ambiental permitirá comprobar que las actividades se mantengan dentro de los tres polígonos de extracción y demás superficies vinculadas con el proyecto; que no se realice la apertura de nuevos caminos ni la ampliación o modificación del trazo de los existentes; que no se instale infraestructura permanente; que no se efectúen descargas al cauce; que el mantenimiento mayor de maquinaria se realice fuera del área del proyecto; y que se apliquen las medidas necesarias para prevenir afectaciones al suelo y material aluvial, agua superficial, vegetación ribereña, fauna silvestre, paisaje y condiciones hidráulicas del Río de La Arena.

Objetivo general

Verificar el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas para el proyecto, a fin de prevenir, reducir, controlar o corregir los impactos ambientales identificados durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento, así como cierre y abandono.

Objetivos específicos

- Verificar el cumplimiento de las medidas de manejo de residuos sólidos urbanos, residuos contaminados y prevención de derrames.
- Comprobar que el tránsito de maquinaria y camiones de volteo se limite a los caminos de acceso existentes y zonas de maniobra vinculadas con el proyecto.
- Vigilar que no se realicen actividades de mantenimiento, lavado, cambio de aceite o carga de combustible dentro del cauce o sobre superficies permeables.
- Verificar que no se afecten las márgenes del río ni la vegetación ribereña.
- Supervisar que no se obstruyan escurrimientos, cauce activo o zonas de flujo natural.
- Verificar la aplicación de las medidas específicas de actuación ante la observación de fauna silvestre, particularmente de especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Detectar impactos no previstos o desviaciones en la ejecución de las medidas ambientales.

- ` Registrar evidencia documental y fotográfica del cumplimiento ambiental del proyecto.
- Proponer medidas correctivas en caso de incumplimientos, incidentes o condiciones de riesgo ambiental.

Metodología de seguimiento

La vigilancia ambiental se realizará mediante recorridos de supervisión en campo, revisión documental, levantamiento fotográfico, listas de verificación y, en su caso, registros en bitácora. La supervisión deberá efectuarse durante las diferentes etapas del proyecto, con especial atención en las actividades que puedan generar impactos sobre el cauce, el suelo, el agua superficial, la vegetación ribereña y la fauna local.

Durante las visitas de campo se verificará que la maquinaria opere exclusivamente dentro de las superficies vinculadas con el proyecto; que la extracción se mantenga dentro de los tres polígonos evaluados y conforme a las condiciones técnicas establecidas; que el material extraído sea cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores; que la circulación se realice por los caminos de acceso existentes; y que no existan residuos, derrames, acumulaciones inadecuadas de material, obstáculos en el cauce o afectaciones fuera de las superficies previstas.

El Programa de Vigilancia Ambiental considerará el seguimiento de los principales componentes y actividades susceptibles de generar impactos durante la ejecución del proyecto, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento establecidas en la presente MIA, así como de las acciones correctivas o de recuperación física que, cuando resulten aplicables, sean implementadas.

Delimitación y control de las áreas de trabajo

Se verificará que los tres polígonos de extracción, los caminos de acceso existentes y las zonas de maniobra vinculadas con el proyecto se encuentren claramente identificados. Las actividades deberán mantenerse dentro de las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas, evitando intervenciones fuera de ellas. Asimismo, se verificará que los caminos de acceso existentes conserven su trazo y sección actual, sin apertura de nuevos accesos ni ampliaciones.

Control de la extracción y condiciones del cauce

Se verificará que la extracción se realice conforme a los polígonos, rasantes, profundidades, taludes, volúmenes y sentido de avance establecidos para el proyecto y, en su caso, autorizados. Se vigilará que no se generen excavaciones irregulares, montículos, bordos u obstáculos que puedan interferir con el flujo natural del agua o favorecer procesos de erosión o inestabilidad localizada.

Manejo de residuos sólidos urbanos

Se verificará la disponibilidad y uso de recipientes adecuados para los residuos generados por el personal, así como su retiro periódico. Quedará prohibido abandonar, quemar, enterrar o disponer residuos dentro del cauce, sus márgenes, los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes o zonas de maniobra.

Prevención de residuos peligrosos y atención de derrames

Se supervisará que no se realicen actividades de mantenimiento mayor, cambios de aceite, lavado de maquinaria o manejo inadecuado de hidrocarburos dentro del cauce, márgenes o superficies permeables vinculadas con el proyecto. El abastecimiento de combustible se realizará preferentemente en estaciones de servicio. Asimismo, se verificará la disponibilidad de material absorbente, guantes, pala y recipientes resistentes, cerrados y etiquetables para atender posibles derrames y manejar adecuadamente los materiales contaminados resultantes.

Control de maquinaria y vehículos

Se verificará que la excavadora, los dos camiones de volteo y demás equipo auxiliar operen en condiciones mecánicas adecuadas y sin fugas visibles de combustible, aceite, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos. La circulación deberá realizarse únicamente por los caminos de acceso existentes y superficies vinculadas con el proyecto, manteniendo una velocidad reducida y controlada. Asimismo, se verificará que no existan periodos prolongados de ralentí ni maniobras innecesarias.

Protección del cauce y escurrimientos

Se realizarán inspecciones para verificar que no existan residuos, acumulaciones de material u otros elementos derivados del proyecto que puedan obstruir o modificar la conducción natural de los escurrimientos. Asimismo, se observarán las condiciones físicas del cauce y sus márgenes para detectar oportunamente procesos de erosión, socavación o modificaciones no previstas.

Control de partículas y ruido

Se verificará que las actividades se desarrollen en horario diurno, evitando maniobras innecesarias, velocidades excesivas y funcionamiento innecesario de motores. Cuando las condiciones de sequedad favorezcan una dispersión significativa de partículas, se aplicarán las medidas de control previstas para reducir su generación.

Protección de flora y fauna

Se verificará que la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes permanezca fuera de las superficies de intervención. En los caminos de acceso existentes, las acciones se limitarán a su huella actual y, cuando resulte necesario para permitir la circulación, únicamente podrá realizarse el retiro selectivo de cobertura herbácea que interfiera con la superficie de rodamiento, sin ampliar la sección ni modificar el trazo existente.

Asimismo, se supervisará que el personal no capture, persiga, hostigue, manipule, dañe o aproveche fauna silvestre. Antes de las maniobras se realizarán verificaciones visuales y, cuando se observen ejemplares dentro de las superficies de trabajo, se permitirá su desplazamiento natural hacia zonas seguras.

Se prestará especial atención a las especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Considerando el registro de *Tigrisoma mexicanum*, clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr), en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos, en caso de observar un ejemplar de ésta u otra especie bajo categoría de riesgo se suspenderán temporalmente las maniobras en el punto de detección, se mantendrá una distancia de resguardo que evite su perturbación, se permitirá su desplazamiento natural y se registrará la observación mediante fecha, ubicación aproximada y evidencia fotográfica obtenida sin perturbar al ejemplar. Queda prohibida su manipulación por personal no autorizado.

Seguimiento de las condiciones de los polígonos de extracción y del cauce

Se realizarán recorridos periódicos para verificar las condiciones físicas de los tres polígonos de extracción y del tramo del cauce vinculado con el proyecto, observando las rasantes, secciones, taludes, posibles puntos de erosión o inestabilidad, presencia de obstáculos, condiciones de las márgenes y cualquier modificación no prevista. Se prestará especial atención a las condiciones existentes después de eventos de lluvia o incrementos importantes del caudal, a fin de identificar oportunamente situaciones que requieran suspender temporalmente las actividades o aplicar medidas correctivas antes de continuar con la extracción.

Cierre y abandono del sitio

Al concluir el aprovechamiento se supervisarán las actividades de desmovilización y retiro de la excavadora, los dos camiones de volteo, equipo auxiliar, residuos, señalización temporal y demás elementos asociados con la operación. Durante estas maniobras se verificará que la circulación se mantenga sobre los caminos de acceso existentes y zonas de maniobra previamente utilizadas, evitando recorridos innecesarios, funcionamiento prolongado de motores, generación excesiva de partículas y afectaciones a la vegetación cercana.

Asimismo, se comprobará que los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra queden libres de residuos, materiales ajenos, recipientes, absorbentes usados, evidencias de derrames, fuentes de contaminación, obstrucciones o acumulaciones irregulares atribuibles al proyecto. En caso de identificarse indicios de contaminación por hidrocarburos, se aplicarán inmediatamente las medidas de contención, limpieza, retiro y manejo correspondientes.

Durante las maniobras finales se mantendrán las medidas de protección de fauna silvestre y vegetación ribereña establecidas para la operación. También se verificará que las actividades de cierre no generen nuevas excavaciones, montículos, bordos, depresiones u

otras ` modificaciones innecesarias que puedan interferir con las condiciones de escurrimiento o generar alteraciones adicionales sobre el cauce.

Cuando las condiciones observadas al momento del cierre lo requieran, podrán aplicarse acciones puntuales de limpieza, estabilización o acondicionamiento físico, evitando intervenciones generalizadas o movimientos de material distintos de los estrictamente necesarios para atender condiciones atribuibles al proyecto.

Frecuencia de supervisión

La frecuencia de supervisión podrá ajustarse conforme a la etapa del proyecto y a las condicionantes que, en su caso, determine la autoridad competente. De manera general, se propone realizar supervisiones durante el inicio de actividades, de forma periódica durante la operación y al cierre o abandono del sitio.

En caso de presentarse lluvias intensas, aumento del nivel del cauce, derrames, acumulación de residuos, fallas mecánicas o cualquier condición de riesgo ambiental, deberá realizarse una supervisión extraordinaria para verificar el estado del sitio y aplicar las medidas correctivas necesarias.

Evidencia documental

El cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental deberá documentarse mediante:

- Bitácoras de supervisión ambiental.
- Listas de verificación de medidas aplicadas.
- Registro fotográfico.
- Registro de avistamientos de fauna silvestre y, particularmente, de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Registro de inspección de los tres polígonos de extracción y de las condiciones del cauce.
- Evidencia del retiro final de maquinaria, equipo auxiliar y señalización temporal durante el cierre.
- Evidencia del retiro y disposición de residuos.
- Registro de inspección visual de maquinaria.
- Reporte de incidentes, en caso de presentarse.
- Evidencia de acciones correctivas.
- Informes de cumplimiento ambiental, cuando sean requeridos por la autoridad.

Medidas correctivas

Cuando durante la vigilancia ambiental se identifique algún incumplimiento, desviación o impacto no previsto, se deberán aplicar medidas correctivas inmediatas. Estas podrán

incluir la suspensión temporal de actividades en el área afectada, retiro de residuos, contención de derrames, limpieza del sitio, corrección de maniobras, reforzamiento de señalización, restricción de tránsito o cualquier otra acción necesaria para evitar la continuidad del impacto.

En caso de detectarse una condición que represente riesgo para el cauce, las márgenes del río, la calidad del agua, la vegetación ribereña o la fauna local, el responsable operativo deberá implementar las acciones preventivas o correctivas correspondientes y dejar constancia documental de su atención.

Cuando la desviación involucre una posible afectación a fauna silvestre, vegetación ribereña, condiciones hidráulicas o contaminación por hidrocarburos, las actividades deberán permanecer suspendidas en el punto afectado hasta que se haya controlado la causa y se verifique que existen condiciones adecuadas para continuar.

Responsable de la vigilancia ambiental

El promovente será responsable de asegurar la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental durante las etapas del proyecto. Para ello, deberá designar a una persona responsable de verificar el cumplimiento de las medidas ambientales, coordinar las acciones de supervisión, integrar la evidencia documental y reportar cualquier incidente o desviación que pudiera presentarse durante la ejecución de las actividades.

El Programa de Vigilancia Ambiental permitirá dar seguimiento al cumplimiento de las medidas propuestas en la presente MIA, prevenir o detectar oportunamente afectaciones al cauce del Río de La Arena y verificar que, en caso de autorizarse el proyecto, las actividades se desarrollen dentro de las superficies y condiciones técnicas evaluadas, bajo criterios de prevención, control, seguimiento y protección ambiental.

Estrategias del programa de vigilancia ambiental para el cumplimiento de las medidas propuestas

El Programa de Vigilancia Ambiental establecerá los mecanismos necesarios para supervisar, registrar y documentar el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y, en su caso, de las condicionantes que determine la autoridad competente.

Para su implementación, el promovente designará a un responsable de la supervisión ambiental, quien deberá conocer las características del proyecto, las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas, las medidas ambientales aplicables y las obligaciones derivadas de la autorización correspondiente. Considerando que el proyecto contará con una plantilla aproximada de cinco trabajadores, el esquema de vigilancia será proporcional a la escala de las actividades y estará basado principalmente en inspecciones de campo, registros documentales y evidencia fotográfica.

Las principales estrategias de seguimiento serán las siguientes:

1. Recorridos de supervisión ambiental.

Se efectuarán recorridos periódicos durante las diferentes etapas del proyecto para verificar las condiciones generales de las áreas de trabajo y detectar oportunamente desviaciones, incidentes o impactos no previstos. La frecuencia de los recorridos podrá incrementarse cuando las características de las actividades o las condiciones ambientales así lo requieran.

2. Bitácora ambiental.

Se llevará una bitácora en la que se registrarán las fechas de supervisión, actividades realizadas, observaciones relevantes, incidentes ambientales, avistamientos de fauna silvestre, particularmente de especies registradas o de presencia potencial incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, desviaciones detectadas y acciones correctivas implementadas.

3. Integración de evidencia fotográfica y documental.

Las actividades de vigilancia deberán respaldarse mediante fotografías y, cuando corresponda, documentos que acrediten el cumplimiento de las medidas ambientales, tales como comprobantes de manejo o disposición de residuos, registros de mantenimiento de maquinaria, evidencia de indicaciones al personal y documentación relacionada con la atención de incidentes.

4. Registro y atención de incidencias ambientales.

Cuando durante la supervisión se detecte algún incumplimiento, desviación o condición ambiental no prevista, deberá registrarse el evento y establecerse la acción correctiva correspondiente. Dependiendo de su naturaleza, podrán implementarse acciones inmediatas como limpieza, contención de derrames, retiro de materiales, reforzamiento de señalización, restricción de maniobras o suspensión temporal de actividades en el punto afectado.

5. Seguimiento de acciones correctivas.

Las medidas correctivas implementadas deberán mantenerse bajo seguimiento hasta verificar que la condición que motivó su aplicación haya sido atendida. La bitácora deberá registrar la fecha de detección, medida aplicada, evidencia correspondiente y fecha de cumplimiento.

6. Informes de cumplimiento ambiental.

Se integrarán los informes de cumplimiento con la periodicidad que, en su caso, establezca la autoridad ambiental. Estos deberán concentrar los resultados de la vigilancia, cumplimiento de las medidas, incidencias registradas, acciones correctivas y evidencia documental y fotográfica. Al término del proyecto se integrará la información correspondiente a las actividades de cierre y abandono.

Estas estrategias permitirán contar con un mecanismo verificable de seguimiento ambiental, mediante el cual podrá documentarse el cumplimiento de las medidas propuestas, identificar oportunamente desviaciones y aplicar acciones correctivas cuando sean

necesarias. De esta manera, el Programa de Vigilancia Ambiental funcionará como el instrumento de control y seguimiento durante la preparación del sitio, operación y mantenimiento, así como durante el cierre y abandono del proyecto.

IV.5.3 Seguimiento y control

El presente calendario establece la secuencia, frecuencia, duración, responsables, indicadores, medios de verificación y tiempos de respuesta del Programa de Vigilancia Ambiental. Su aplicación comenzará una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes y antes del inicio de cualquier actividad en campo. El calendario se repetirá durante cada uno de los cinco años de operación efectiva, con los ajustes que deriven de la autorización en materia de impacto ambiental y de los instrumentos emitidos por las autoridades competentes.

La etapa de construcción no aplica al proyecto, debido a que no se contempla infraestructura permanente ni apertura de nuevos caminos. La preparación del sitio se limita a la delimitación, señalización, verificación de accesos existentes, inducción del personal e instalación de controles ambientales. La operación comprende la extracción mecánica, carga directa y transporte; el cierre incluye limpieza, retiro de equipos, verificación topográfica y seguimiento de las condiciones finales.

IV.5.3.1 Criterios de aplicación

El año operativo se contabilizará desde la fecha formal de inicio comunicada a la autoridad, no desde el periodo de gestión administrativa.

Ninguna actividad podrá realizarse fuera de los tres polígonos, caminos existentes y superficies autorizadas.

El volumen, rasantes, profundidades, secciones, taludes y sentido de avance serán los establecidos en la autorización y en los estudios técnicos definitivos.

Antes de iniciar un nuevo ciclo anual deberá verificarse la condición topográfica de los bancos y la disponibilidad técnicamente sustentada de material. No se supondrá automáticamente la reposición anual de sedimentos.

Las supervisiones extraordinarias se realizarán después de lluvias intensas, incrementos del caudal, derrames, fallas mecánicas, erosión, mortalidad de fauna, quejas o cualquier desviación ambiental.

IV.5.3.2 Organización y responsabilidades

Responsable	Funciones dentro del calendario
Promovente	Asegurar recursos, designar responsables, suspender actividades cuando exista riesgo y atender las obligaciones de la autorización.
Responsable técnico ambiental	Coordinar el programa, efectuar inspecciones, integrar bitácoras, evaluar indicadores, dar seguimiento a acciones correctivas y elaborar informes.
Responsable de operación	Aplicar controles diarios, revisar maquinaria, registrar viajes y volúmenes, comunicar incidentes y ejecutar la suspensión inmediata cuando corresponda.
Operadores y personal de apoyo	Cumplir la inducción ambiental, realizar inspecciones visuales, mantener limpieza y reportar inmediatamente cualquier desviación.

IV.5.3.3 Calendario anual de ejecución

El siguiente ciclo deberá aplicarse en cada año de operación. Las duraciones son tiempos mínimos de ejecución y podrán ampliarse cuando existan condicionantes, incidentes o resultados que requieran estudios complementarios.

Periodo	Duración	Actividades principales	Producto
T-30 a T-1	Treinta días previos	Revisión de autorizaciones, designación de responsables, contratación de apoyos técnicos, asignación presupuestal, integración de formatos y preparación de equipos de control.	Programa anual aprobado internamente y expediente de inicio.
Semana 0	Hasta cinco días hábiles	Delimitación y señalización; línea base fotográfica; levantamiento topográfico inicial; revisión de caminos; capacitación; inspección de maquinaria; instalación de recipientes y equipo para derrames.	Acta de inicio, planos de control, listas de asistencia y bitácora de condiciones iniciales.
Semanas 1 a 20	Durante cada jornada activa	Extracción, carga y transporte con controles diarios de maquinaria, volumen, residuos, cauce, flora, fauna, polvo, ruido y tránsito.	Listas diarias y bitácora operativa.
Cada semana activa	Una a dos horas	Recorrido ambiental integral de bancos, caminos, zonas de maniobra y márgenes.	Lista semanal, fotografías y registro de desviaciones.
Cada cuatro semanas	Dos a cuatro horas	Auditoría mensual del cumplimiento; conciliación de viajes y volumen; revisión de evidencias y acciones correctivas.	Cinco reportes internos por periodo anual de 20 semanas.

Periodo	Duración	Actividades principales	Producto
Cada cuatro semanas y al concluir cada banco	Un día de campo más procesamiento	Control topográfico de secciones, rasantes, taludes y avance volumétrico, con comparación respecto de la línea base y geometría autorizada.	Plano o reporte topográfico de avance y conciliación de volumen.
Antes y al término del periodo anual	Una campaña por evento	Verificación de condiciones del agua y del cauce.	Ficha de campo.
Después de lluvia intensa o incremento del caudal	Cuando sea seguro y antes de reiniciar	Inspección extraordinaria de estabilidad, erosión, socavación, depósitos, obstrucciones, márgenes, accesos y señalización.	Acta extraordinaria y autorización interna de reinicio.
Cierre anual	Cinco a diez días hábiles	Limpieza, retiro temporal, conciliación anual de volumen, evaluación de medidas y revisión de disponibilidad de material para el siguiente ciclo.	Informe anual de cumplimiento y dictamen técnico previo al siguiente ciclo.
Cierre definitivo	Diez días hábiles más seguimiento	Desmovilización total, limpieza, verificación física y topográfica, atención de pasivos, informe final y visitas posteriores cuando resulten necesarias.	Acta de cierre, informe final y evidencia de seguimiento.

IV.5.3.4 Programa para los cinco años

Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Cierre
Revisión de autorizaciones y programa anual	X	X	X	X	X	-
Línea base y delimitación física	X	Verificar	Verificar	Verificar	Verificar	-
Capacitación e inducción	X	X	X	X	X	-
Vigilancia diaria, semanal y mensual	Continua	Continua	Continua	Continua	Continua	-
Control topográfico y volumétrico	Final	Final	Final	Final	Final	Final
Seguimiento de agua y condiciones del cauce	Inicio, final y eventos	Inicio, final y eventos	Inicio, final y eventos	Inicio, final y eventos	Inicio, final y eventos	Final
Verificación biológica	Inicio y continua	Inicio y continua	Inicio y continua	Inicio y continua	Inicio y continua	Final
Evaluación de reposición sedimentaria	Final	Final	Final	Final	Final	Final

Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Cierre
Informe de cumplimiento	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Final
Cierre definitivo y seguimiento posterior	-	-	-	-	-	X

IV.5.3.5 Calendario detallado de actividades

Las metas se consideran requisitos mínimos de cumplimiento. Cuando la autorización establezca una frecuencia, parámetro o plazo más estricto, prevalecerá lo indicado por la autoridad.

Gestión previa y línea base

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
1	Revisión de autorizaciones y condicionantes	Las veces necesarias, previo y durante las actividades.	Promovente	100 % de obligaciones incorporadas; cero actividades sin autorización.	Matriz de obligaciones. Suspender el inicio hasta cerrar omisiones.
2	Designación de responsables, recursos y calendario anual	Una vez antes del inicio y al comienzo de cada año. Un día hábil.	Promovente	Responsables nombrados y recursos disponibles antes de campo.	Oficios internos, contratos y presupuesto. No iniciar sin cobertura operativa.
3	Verificación física de polígonos.	Antes del primer ingreso y verificación anual.	Topógrafo designado por el promovente.	100 % de vértices y accesos identificados; cero trabajo fuera de superficie autorizada.	Plano. Corregir señalización antes de iniciar.
4	Levantamiento topográfico inicial de bancos y secciones	Antes de cada periodo anual. Un día de campo más procesamiento.	Especialista topográfico	Línea base compatible con rasantes, secciones y geometría autorizada.	Reporte y planos.

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
5	Revisión de volumen autorizado y criterio de reposición sedimentaria	Antes del primer ciclo y antes de cada ciclo posterior. Hasta cinco días hábiles de gabinete.	Especialista hidráulico y/o topógrafo.	Volumen programado no mayor al autorizado ni a la disponibilidad técnicamente verificada.	Dictamen anual. Reducir o suspender el siguiente ciclo si no existe sustento.
6	Inducción ambiental	Durante el periodo que duren las actividades, mínimo dos veces al año.	Responsable ambiental y operativo	100 % del personal capacitado antes.	Lista, temas, fotografías. Repetir inducción al personal faltante.

Preparación del sitio

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
10	Delimitación y señalización de bancos, accesos y áreas restringidas	Semana 0. Un día; revisión diaria durante preparación.	Topógrafo y responsable operativo	Señales visibles y 100 % de límites reconocibles.	Registro fotográfico. Reponer señales antes de continuar.
11	Inspección de caminos existentes	Semana 0 y al terminar cualquier mantenimiento. Una a dos horas.	Responsable ambiental y operativo	Cero apertura, ampliación o modificación del trazo; intervención restringida a la huella existente.	Lista y fotografías. Suspender trabajos que excedan la huella.
12	Inspección inicial de maquinaria y vehículos	Antes del primer ingreso. Veinte minutos por unidad.	Responsable operativo	100 % de unidades revisadas; cero fugas visibles.	Lista preoperativa. Retirar o reparar la unidad no conforme.
13	Instalación de recipientes y equipo para derrames	Antes de iniciar. Una hora; verificación diaria.	Responsable operativo	Recipientes con tapa y equipo completo, accesible y fuera del cauce.	Inventario y fotografías. Reponer faltantes antes de operar.
14	Inspección visual de flora, fauna y escurrimientos	Antes de cada frente de preparación. Diez a quince minutos.	Responsable ambiental y personal capacitado	Cero afectación de vegetación ribereña y fauna; escurrimientos libres.	Registro diario. Suspender el punto de trabajo ante hallazgos.

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
15	Limpieza y cierre de preparación	Al finalizar la semana 0. Una a dos horas.	Responsable ambiental y operativo	Cero residuos, montículos u obstáculos atribuibles a la preparación.	Registro fotográfico. Limpiar y corregir antes de iniciar operación.

Operación y mantenimiento

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
16	Inspección y mantenimiento de excavadora y camiones	Inspección cada jornada, 10 a 15 minutos por unidad; mantenimiento conforme al programa del equipo y fuera del área del proyecto.	Responsable operativo	100 % de jornadas con lista; cero fugas visibles; mantenimiento mayor efectuado fuera del sitio.	Lista de posibles incidencias. Inmovilizar la unidad hasta su reparación.
17	Verificación del frente, límites y sentido de avance	Antes de cada jornada y al cambiar de banco. Quince minutos.	Responsable operativo y ambiental	Extracción dentro del polígono y de aguas abajo hacia aguas arriba.	Bitácora y fotografía. Detener maniobras fuera del frente autorizado.
18	Control de rasante, profundidad, sección y talud	Supervisión diaria visual y verificación topográfica cada cuatro semanas.	Operación y topógrafo	Cero extracción por debajo o fuera de la geometría autorizada.	Bitácora y reporte topográfico. Suspender y evaluar cualquier desviación.
19	Registro de volumen por banco	Cada viaje y consolidación diaria; conciliación cada cuatro semanas.	Responsable operativo y ambiental	Volumen acumulado no mayor al autorizado; coincidencia entre viajes y control topográfico.	Bitácora. Suspender al alcanzar el volumen o detectar diferencias.
20	Carga directa y ausencia de acopios	Vigilancia continua durante la jornada.	Responsable operativo	Cero acopios permanentes, bordos u obstáculos en el cauce.	Fotografías y lista diaria. Retirar acumulaciones el mismo día.

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
21	Tránsito por caminos existentes	Vigilancia diaria; revisión semanal de una hora.	Responsable operativo y ambiental	Cero tránsito fuera de accesos y cero ampliaciones; velocidad reducida y controlada.	Bitácora y fotografías. Restringir recorrido y reforzar señalización.
22	Control de polvo, gases y ruido	Observación diaria; revisión ante sequedad, viento o queja.	Responsable ambiental y operativo	Sin dispersión persistente fuera del área; sin ralentí innecesario; atención del 100 % de quejas.	Lista y registro de quejas. Ajustar velocidad, humectar sin escurrimientos o suspender temporalmente.
23	Manejo de residuos sólidos urbanos	Segregación continua y retiro al final de la jornada o al llenarse recipientes.	Todo el personal y responsable operativo	Cero residuos en cauce, márgenes, bancos y caminos.	Registro y comprobantes. Retirar residuos el mismo día.
24	Prevención de derrames y residuos contaminados	Control diario y atención inmediata al incidente.	Responsable operativo y ambiental	Abastecimiento en estaciones de servicio; cero mantenimiento mayor, lavado o manejo inadecuado de hidrocarburos en el área; 100 % de incidentes atendidos.	Reporte, fotografías y comprobantes. Contener, limpiar, etiquetar y manejar conforme a la disposición aplicable.
25	Protección del cauce y escurrimientos	Inspección diaria y semanal integral.	Responsable ambiental	Cero descargas, desvíos, obstrucciones, montículos o depresiones no previstas.	Lista y fotografías. Retirar obstáculos y suspender el frente afectado.
26	Seguimiento visual de agua superficial	Diario cuando exista agua; extraordinario ante cambio visible o derrame.	Responsable ambiental	Sin cambio atribuible en color, olor, película, turbidez u obstrucción respecto de la condición previa.	Ficha y fotografía. Detener la fuente, investigar y muestrear cuando corresponda.
27	Verificación de continuidad del escurrimiento y ausencia de obstrucciones	Verificación diaria de la condición del flujo y según el criterio técnico aplicable.	Responsable ambiental y especialista hidrológico	Cero desvío u obstrucción; 100 % de restricciones operativas cumplidas.	Ficha de condición hidráulica. Suspender si la operación resulta incompatible.

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
28	Protección de vegetación ribereña	Observación diaria y recorrido semanal.	Responsable ambiental	Cero poda, derribo o remoción de vegetación arbórea, arbustiva y ribereña	Registro y fotografías. Delimitar, suspender y restaurar cuando proceda.
29	Verificación de fauna antes de maniobras	Cada jornada y al cambiar de frente. Diez minutos.	Personal capacitado.	Cero captura, hostigamiento, atropellamiento o manipulación; 100 % de avistamientos relevantes registrados.	Bitácora, coordenada y fotografía. Detener y permitir desplazamiento natural.
30	Seguimiento de especies en riesgo	En cada avistamiento y durante recorridos biológicos programados.	Biólogo responsable	Aplicación del protocolo al 100 % de registros, especialmente *Tigrisoma mexicanum.*	Suspender el punto y solicitar apoyo competente si hay lesión o riesgo.
31	Recorrido ambiental semanal	Una vez por semana activa, una a dos horas.	Responsable ambiental	Una lista completa por semana; desviaciones clasificadas y atendidas.	Folio de acción correctiva.
32	Inspección posterior a lluvia o incremento de caudal	Cuando sea seguro y siempre antes de reanudar. Una a cuatro horas.	Responsable ambiental, operación y especialista cuando proceda	Reinicio únicamente con accesos, bancos, márgenes y cauce estables.	Acta de inspección y autorización interna de reinicio.
33	Seguimiento de acciones correctivas	Desde la detección hasta su cierre; revisión semanal.	Responsable ambiental y responsable designado	100 % de desviaciones con responsable, plazo, evidencia y cierre verificable.	Formato de acción correctiva. Mantener suspensión cuando subsista el riesgo.

Cierre anual y cierre definitivo

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
34	Limpieza y retiro al cierre anual	Dentro de los cinco días posteriores al último día de operación.	Responsable operativo y ambiental	Cero residuos, recipientes, absorbentes, señalización innecesaria u obstáculos.	Acta y fotografías. Completar limpieza antes de liberar el sitio.
35	Levantamiento topográfico de cierre anual	Dentro de los diez días posteriores. Un día de campo más procesamiento.	Especialista topográfico e hidráulico	Secciones, rasantes, taludes y volumen final documentados.	Plano final y conciliación. Corregir condiciones atribuibles al proyecto.
36	Evaluación de estabilidad, erosión y escurrimiento	Al cierre anual y después del primer evento relevante, cuando sea seguro.	Responsable ambiental y especialista	Sin condiciones inestables, obstrucciones o alteraciones no previstas.	Ficha y fotografías. Aplicar estabilización técnicamente procedente.
37	Desmovilización definitiva	Al finalizar el quinto año o cuando termine la autorización. Hasta diez días hábiles.	Promovente y responsable operativo	100 % de maquinaria, equipo y materiales retirados.	Inventario y fotografías. Retirar cualquier elemento remanente.
38	Verificación final de agua, flora y fauna	Durante el cierre y, cuando proceda, en seguimiento posterior. Una jornada.	Responsable ambiental, biólogo y laboratorio cuando aplique	Condiciones finales documentadas y ausencia de daños no atendidos.	Fichas, fotografías y resultados. Establecer medidas adicionales cuando proceda.
39	Restauración o compensación por afectaciones atribuibles	Solo cuando se detecte una afectación; inicio inmediato después de definir la medida.	Promovente y especialista competente	100 % de afectaciones atendidas y seguimiento hasta acreditar efectividad.	Programa específico, evidencia e informe. Ajustar la medida si no es efectiva.

No.	Actividad de vigilancia	Programación y duración	Responsable	Indicador y meta	Evidencia y acción ante desviación
40	Informe final de cierre	Dentro de los quince días hábiles posteriores o plazo fijado por la autoridad.	Responsable ambiental y promovente	Informe completo con cumplimiento, incidentes, volumen, topografía, residuos y evidencia.	Informe firmado. Subsanar faltantes antes de su presentación.

IV.5.3.6 Tiempos de respuesta ante contingencias

Evento	Respuesta inicial	Condición para cierre o reinicio
Actividad fuera de polígonos, caminos o geometría autorizada	Suspensión inmediata del frente	Verificación topográfica y ambiental antes de reiniciar; documentar y corregir.
Volumen autorizado alcanzado.	Suspensión inmediata de extracción	Conciliar bitácoras, viajes y topografía; reiniciar solo si existe volumen autorizado disponible.
Lluvia intensa, incremento del caudal o condición insegura	Suspensión y retiro inmediato hacia zona segura	Inspeccionar cuando existan condiciones seguras y siempre antes de reanudar.
Fuga o derrame	Detener la fuente y contener inmediatamente	Limpiar el mismo día cuando sea seguro; registrar, almacenar y manejar residuos contaminados.
Cambio visible en el agua	Suspender la actividad que pueda originarlo	Inspección el mismo día y muestreo cuando corresponda; reiniciar después de controlar la causa.
Erosión, socavación o inestabilidad	Aislar y suspender inmediatamente el punto	Evaluación técnica antes de reiniciar y aplicación de la medida definida.
Fauna silvestre en zona de maniobra	Detener maniobras en el punto	Permitir desplazamiento natural y registrar el mismo día.
Residuos u obstáculos en el cauce	Retiro el mismo día	Verificar limpieza antes de continuar y determinar la causa.
Señalización dañada o ausente	Restringir el acceso afectado	Reponer antes de continuar actividades en ese punto.

IV.5.3.7 Control de calidad y confiabilidad

Las fotografías deberán identificar fecha, banco o camino, punto de observación y condición registrada.

Los levantamientos topográficos deberán utilizar el mismo sistema de coordenadas, bancos de nivel, secciones y criterios de comparación empleados en los estudios técnicos definitivos.

El volumen se verificará mediante dos fuentes independientes: registros de viajes o carga y levantamiento topográfico. Las diferencias deberán investigarse antes de continuar.

Las listas de verificación utilizarán formatos controlados y foliados. La evidencia se respaldará en archivo digital y se conservará durante toda la vigencia del proyecto y el periodo que determine la autoridad.

Una medida se considerará efectiva cuando cumpla su indicador y evite la repetición de la desviación. Si el mismo incumplimiento se presenta nuevamente, deberá revisarse la causa y reforzarse o sustituirse la medida.

IV.5.3.8 Evaluación y actualización del programa

El responsable técnico ambiental evaluará semestralmente el porcentaje de cumplimiento de las actividades programadas y, al cierre de cada ciclo, la efectividad de las medidas. El programa deberá actualizarse cuando se modifiquen las condicionantes, el volumen, las superficies, la geometría de extracción, el calendario operativo o las condiciones ambientales; cuando ocurra un impacto no previsto; o cuando una medida resulte insuficiente.

El inicio de cada ciclo anual estará sujeto a una decisión documentada de continuidad. Esta decisión deberá considerar el cumplimiento del ciclo anterior, la topografía final, el volumen acumulado, la estabilidad del cauce, la reposición de sedimentos, la presencia de agua, las condiciones biológicas, las acciones correctivas pendientes y las restricciones establecidas por la autoridad. La existencia de una autorización plurianual no sustituye esta verificación anual.

IV.5.4 Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.

El presente capítulo tiene como finalidad establecer un pronóstico de la evolución ambiental de la Región Ecológica asociada al proyecto “Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena”, considerando las condiciones actuales del entorno, las modificaciones previsibles derivadas del desarrollo de las actividades y la respuesta esperada de los componentes ambientales ante la aplicación de las medidas de prevención,

mitigación, control y seguimiento propuestas, así como de las acciones puntuales de recuperación física que, cuando resulten aplicables, sean implementadas.

El pronóstico se desarrolla mediante la comparación de tres escenarios ambientales. El primero corresponde al escenario sin proyecto, que representa la evolución esperada de la Región Ecológica manteniendo las condiciones y procesos actuales, sin ejecutar el aprovechamiento propuesto. El segundo corresponde al escenario con proyecto sin aplicación de medidas ambientales, mediante el cual se analiza de manera hipotética la evolución del sitio si las actividades de extracción se desarrollaran sin controles ambientales. Finalmente, se analiza el escenario con proyecto y aplicación de medidas ambientales, que representa las condiciones previstas durante el desarrollo real del proyecto bajo la implementación de las acciones de prevención, mitigación, control y seguimiento establecidas en la presente MIA.

La comparación de estos escenarios permitirá identificar las principales diferencias en la evolución de los componentes ambientales y determinar la importancia que tienen las medidas propuestas para mantener los impactos dentro de los niveles evaluados.

Para este análisis se consideran las condiciones de la Región Ecológica y de las áreas directamente relacionadas con el proyecto, incluyendo los tres polígonos de extracción propuestos, los caminos de acceso existentes y las zonas de maniobra vinculadas con el proyecto. Los componentes considerados corresponden a aire, suelo y material aluvial, agua, paisaje, flora, fauna y medio socioeconómico, con especial atención al cauce del Río de La Arena por constituir el elemento ambiental directamente relacionado con el aprovechamiento.

IV.5.4.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El escenario sin proyecto representa la evolución probable de la Región Ecológica en caso de que no se ejecute el aprovechamiento de material pétreo propuesto. Bajo esta condición, el área mantendría las características ambientales actualmente observadas y continuaría sujeta a los procesos naturales y actividades antropogénicas existentes, sin incorporar las presiones ambientales directamente atribuibles al proyecto.

Particularmente, el cauce del Río de La Arena continuaría sujeto a su dinámica natural de escurrimiento, erosión, transporte, redistribución y depósito de sedimentos, procesos que presentan variaciones temporales relacionadas principalmente con el régimen de lluvias y la ocurrencia de avenidas. En consecuencia, la configuración de los depósitos de material aluvial podría continuar modificándose naturalmente aun en ausencia del proyecto.

En este escenario no se realizarían las actividades de extracción mecánica de material pétreo, carga directa a camiones de volteo ni transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. En consecuencia, tampoco se presentarían los impactos directamente asociados con la operación de la excavadora y los camiones de volteo, retiro de material aluvial, emisiones atmosféricas, generación de partículas y ruido, ni los riesgos incidentales derivados de las actividades propuestas.

Aire

En ausencia del proyecto, la calidad del aire mantendría las condiciones actualmente existentes en el entorno rural. No se incorporarían las emisiones de gases de combustión, partículas suspendidas y ruido asociadas a la operación de maquinaria y camiones considerados para el aprovechamiento.

La generación de partículas continuaría dependiendo principalmente de factores naturales, como la velocidad del viento y las condiciones de sequedad del terreno, así como del tránsito ocasional existente sobre caminos de terracería y otras actividades desarrolladas en el entorno.

En consecuencia, sin proyecto no se prevé un cambio significativo en las condiciones actuales de este componente, al no incorporarse nuevas fuentes permanentes de emisiones atribuibles al aprovechamiento propuesto.

Suelo y material aluvial

El suelo y los depósitos aluviales conservarían su dinámica actual. Dentro del cauce continuarían los procesos naturales de erosión, transporte, sedimentación y redistribución de materiales, particularmente durante los periodos de mayor escurrimiento.

Al no realizarse la extracción, no se produciría la remoción mecánica del volumen de material pétreo propuesto ni la compactación localizada asociada al tránsito de maquinaria del proyecto. Los depósitos presentes en los bancos continuarían sujetos exclusivamente a la dinámica fluvial y a las demás presiones que actualmente existan en el entorno.

Por lo tanto, el escenario sin proyecto mantendría las condiciones físicas actuales del material aluvial, aunque éstas podrían modificarse naturalmente como resultado del comportamiento hidrológico del Río de La Arena.

Agua

Sin la ejecución del proyecto, el Río de La Arena continuaría desarrollando su dinámica hidrológica bajo las condiciones existentes. La conducción de los escurrimientos, niveles del agua y transporte de sedimentos permanecerían determinados fundamentalmente por las precipitaciones, características de la cuenca y condiciones geomorfológicas del cauce.

No se presentarían los riesgos directamente asociados con el proyecto, como derrames incidentales de hidrocarburos, incorporación de residuos generados por el personal, incremento temporal de turbidez asociado a las maniobras de extracción o formación de obstáculos derivados de un manejo inadecuado del material.

No obstante, durante los recorridos de campo se observó la presencia de residuos sólidos dentro del cauce, cuya distribución resulta compatible con procesos de arrastre y depósito por la corriente durante eventos de escurrimiento. Esta condición es preexistente al proyecto y, por lo tanto, continuaría sujeta a la dinámica actual del Río de La Arena aun en ausencia del aprovechamiento propuesto.

Paisaje

El paisaje mantendría las condiciones actuales del entorno rural y fluvial, sin la incorporación temporal de maquinaria, camiones de volteo, personal y señalización asociados con el proyecto.

La percepción visual continuaría determinada principalmente por el cauce del Río de La Arena, sus depósitos aluviales, la vegetación ribereña y secundaria, los caminos existentes y las actividades rurales desarrolladas en el entorno.

Asimismo, permanecerían las alteraciones paisajísticas preexistentes identificadas durante los recorridos de campo, incluyendo la presencia puntual de residuos transportados por el río. En consecuencia, el escenario sin proyecto conservaría tanto los atributos naturales como las modificaciones antropogénicas actualmente presentes.

Fauna

En ausencia del proyecto, no se generarían nuevas fuentes de perturbación relacionadas con la operación de maquinaria, ruido, vibraciones, circulación de camiones o presencia del personal asociado al aprovechamiento.

La fauna podría continuar utilizando el cauce, sus márgenes y la vegetación circundante como áreas de desplazamiento, alimentación, descanso o refugio, dependiendo de las características particulares de cada especie y de las condiciones ambientales existentes.

Este aspecto resulta relevante debido a que durante los recorridos de campo se registró directamente a Tigrisoma mexicanum, especie clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos. Asimismo, mediante la revisión bibliográfica y de bases de datos se identificaron otras especies incluidas en alguna categoría de riesgo cuya presencia se considera potencial dentro de la Región Ecológica.

Por lo tanto, bajo este escenario se mantendrían las condiciones actuales para la fauna, sujetas a la dinámica natural del sitio y a las presiones antropogénicas ya existentes.

Flora

La vegetación presente mantendría las condiciones actuales, sin que se produzca la alteración puntual de cobertura herbácea asociada a las actividades de rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes sobre su huella actual.

Asimismo, no existirían riesgos adicionales de afectación sobre la vegetación ribereña derivados del tránsito o maniobras del proyecto. La cobertura vegetal continuaría sujeta a los procesos naturales y a las actividades antropogénicas actualmente existentes en el entorno.

La vegetación de las márgenes continuaría desempeñando sus funciones dentro del sistema fluvial, particularmente como cobertura del suelo, hábitat para fauna y elemento de continuidad del paisaje ribereño.

Sociedad, cultura y economía

Desde el punto de vista socioeconómico, la no ejecución del proyecto implicaría que no se generarían los empleos directos, derrama económica y disponibilidad de material pétreo asociados específicamente al aprovechamiento propuesto.

La demanda de material pétreo para actividades de construcción y otras actividades productivas continuaría siendo atendida mediante las fuentes de suministro existentes en la región, independientemente de la ejecución del proyecto propuesto.

Por lo tanto, este escenario representa una condición en la que se evitan los impactos ambientales directamente atribuibles al proyecto, pero también dejan de generarse sus beneficios socioeconómicos previstos.

IV.5.4.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas ambientales

El presente escenario considera, de manera hipotética, la ejecución sin la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental propuestas en la presente MIA, así como de las acciones correctivas o de recuperación física que, cuando resulten aplicables, hayan sido previstas. Aunque esta condición no corresponde a la forma en que se plantea desarrollar el aprovechamiento, su análisis permite establecer un escenario de referencia para identificar la evolución probable de los componentes ambientales ante una operación sin controles.

Bajo este supuesto, las actividades de rehabilitación superficial de los caminos de acceso existentes, extracción mecánica dentro de los tres polígonos propuestos, carga directa a camiones de volteo y transporte del material hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores podrían generar impactos de mayor intensidad, extensión o duración que los evaluados para el proyecto, principalmente por la falta de delimitación de las superficies de trabajo, control de maquinaria y vehículos, manejo de residuos, prevención de derrames y protección del cauce, flora y fauna.

Aire

En ausencia de medidas ambientales, la operación de maquinaria y camiones de volteo podría generar mayores emisiones de gases de combustión debido a tiempos innecesarios de funcionamiento, condiciones mecánicas deficientes o falta de mantenimiento preventivo.

Asimismo, el tránsito sin control sobre caminos de terracería y el manejo del material pétreo en condiciones secas podrían incrementar la generación y dispersión de partículas suspendidas. El polvo podría depositarse sobre la vegetación y superficies próximas a las áreas de trabajo.

El ruido también podría incrementarse por la operación desordenada de maquinaria, circulación de vehículos a velocidades inadecuadas y funcionamiento innecesario de motores, prolongando la perturbación acústica sobre el entorno inmediato.

Suelo y material aluvial

La falta de delimitación de los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra podría ocasionar tránsito y compactación sobre superficies adicionales a las requeridas, ampliando innecesariamente el área directamente afectada por las actividades.

Dentro del cauce, una extracción sin control de las rasantes, profundidades, taludes, volúmenes y sentido de avance establecidos para el proyecto podría generar depresiones irregulares, desniveles, acumulaciones o redistribuciones no previstas del material aluvial o modificaciones físicas no previstas en los estudios técnicos. Asimismo, la ausencia de inspecciones de maquinaria y restricciones para realizar mantenimiento incrementaría el riesgo de contaminación puntual del suelo y material aluvial por fugas o derrames de diésel, aceites, grasas, lubricantes o fluidos hidráulicos.

En consecuencia, este escenario podría generar modificaciones físicas de mayor magnitud y dificultar la recuperación de las superficies intervenidas al concluir el aprovechamiento.

Agua

El componente agua sería uno de los de mayor sensibilidad bajo este escenario, debido a que las actividades se desarrollan directamente dentro del cauce del Río de La Arena. Una extracción sin control podría generar modificaciones locales en la configuración del cauce, particularmente si no se respetan las condiciones consideradas en los estudios hidrológico e hidráulico del proyecto. La presencia de excavaciones irregulares, acumulaciones de material o residuos podría interferir con la conducción de los escurrimientos y favorecer procesos localizados de erosión o modificación del flujo.

Asimismo, la ausencia de medidas para el manejo de residuos y prevención de derrames incrementaría el riesgo de incorporación de residuos sólidos, hidrocarburos u otros materiales contaminantes al cauce. Esta condición adquiere relevancia considerando que durante los recorridos de campo ya se observó la presencia preexistente de residuos sólidos, entre ellos botellas de PET, cuya distribución evidencia procesos de arrastre y depósito por la corriente. En un escenario sin medidas ambientales, los residuos generados por las actividades del proyecto podrían incorporarse adicionalmente a esta condición preexistente si no fueran manejados y retirados adecuadamente.

Durante la presencia de agua, las maniobras sin control también podrían favorecer la movilización localizada de sedimentos. Por lo tanto, sin medidas ambientales existiría una mayor probabilidad de afectación a la calidad del agua, a las condiciones físicas del cauce y a la dinámica local de los escurrimientos.

Paisaje

La ejecución del proyecto sin medidas de orden y control podría generar una mayor modificación de la percepción visual del entorno por la presencia desorganizada de maquinaria, vehículos, residuos y elementos temporales, así como por maniobras efectuadas fuera de las superficies previstas.

La falta de delimitación de las superficies de trabajo también podría ampliar visualmente el área intervenida y favorecer la presencia de irregularidades, residuos o materiales derivados de la operación fuera de las superficies previstas.

Además, si al concluir las actividades no se efectuaran acciones de limpieza y retiro de elementos temporales, podrían permanecer modificaciones visuales residuales posteriores al aprovechamiento.

Fauna

Sin medidas preventivas, el ruido, las vibraciones, el tránsito de vehículos y la presencia de personal podrían generar una mayor perturbación y desplazamiento temporal de la fauna que utiliza el cauce y las áreas cercanas.

La circulación de vehículos sin control incrementaría el riesgo de atropellamiento o afectación incidental, principalmente para organismos de menor movilidad. Asimismo, la falta de revisiones previas a las maniobras podría aumentar la posibilidad de interacción directa entre maquinaria y ejemplares presentes temporalmente en las áreas de trabajo.

Este aspecto adquiere especial relevancia debido a que durante los recorridos de campo se registró directamente a Tigrisoma mexicanum, especie clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos. Asimismo, se identificaron mediante revisión bibliográfica y de bases de datos otras especies incluidas en categorías de riesgo cuya presencia se considera potencial dentro de la Región Ecológica. En ausencia de medidas de protección, la falta de verificaciones previas, control de velocidad y suspensión de maniobras ante la presencia de ejemplares incrementaría el riesgo de perturbación o afectación incidental.

Flora

La falta de delimitación de las superficies de trabajo podría incrementar la afectación sobre la cobertura herbácea presente en la huella de los caminos de acceso existentes, particularmente si las actividades de rehabilitación superficial se extendieran fuera de los límites actualmente ocupados por dichos accesos.

Asimismo, el tránsito de maquinaria fuera de las superficies vinculadas con el proyecto, la disposición inadecuada de residuos y la generación no controlada de partículas podrían producir efectos adicionales sobre la vegetación cercana.

Particularmente, la ausencia de restricciones en las márgenes del cauce incrementaría el riesgo de afectación accidental a la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las áreas colindantes. Este escenario representa una condición hipotética de falta de control, ya que dichas coberturas vegetales se mantienen fuera de las superficies de intervención previstas para el proyecto.

Sociedad, cultura y economía

Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto continuaría generando empleos directos y actividad económica asociada al aprovechamiento y comercialización del material pétreo; sin embargo, una operación sin controles ambientales podría generar efectos adversos relacionados con molestias por polvo, ruido o tránsito desordenado.

Asimismo, el incumplimiento de las obligaciones ambientales aplicables podría comprometer la continuidad de las actividades y generar la necesidad de implementar posteriormente acciones correctivas, de limpieza, estabilización o recuperación física, según la naturaleza de la afectación.

Por lo tanto, aunque permanecerían algunos beneficios económicos asociados al aprovechamiento, éstos se desarrollarían bajo condiciones de mayor riesgo ambiental y operativo.

Cierre y abandono sin aplicación de medidas ambientales

De manera adicional, durante la etapa de cierre y abandono, la ausencia de medidas específicas de control podría incrementar los impactos asociados con la desmovilización y retiro de maquinaria. Las maniobras realizadas sin control podrían generar emisiones atmosféricas y partículas suspendidas, disposición inadecuada de residuos, derrames accidentales de hidrocarburos, perturbación temporal de fauna y vegetación cercana, así como movimientos innecesarios de material capaces de generar irregularidades o modificaciones adicionales sobre las condiciones físicas e hidráulicas del cauce.

El retiro desordenado de maquinaria y vehículos podría implicar recorridos innecesarios sobre superficies distintas de las utilizadas durante la operación, aumentando temporalmente la compactación y la generación de polvo. Asimismo, el abandono de residuos, recipientes, materiales impregnados o elementos auxiliares podría constituir una fuente adicional de contaminación del suelo, material aluvial y agua superficial.

En ausencia de una inspección final, podrían permanecer montículos, bordos, depresiones, obstáculos o acumulaciones atribuibles al proyecto que interfieran localmente con las condiciones de escurrimiento. Del mismo modo, la falta de medidas específicas de protección durante las maniobras finales podría incrementar temporalmente la perturbación sobre fauna silvestre y el riesgo de afectación a la vegetación cercana.

Por lo tanto, la falta de medidas durante el cierre podría ocasionar que determinados impactos temporales de la desmovilización adquirieran mayor intensidad o persistencia, además de impedir la identificación y atención oportuna de fuentes de contaminación, obstáculos o condiciones físicas que requieran acciones correctivas antes del abandono definitivo del sitio.

Los componentes con mayor posibilidad de afectación serían el agua, cauce y material aluvial, debido a su relación directa con la actividad extractiva, seguidos por la flora, fauna, aire, suelo y paisaje. La ausencia de delimitación, supervisión y controles incrementaría además la posibilidad de que las actividades se extendieran fuera de los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra vinculadas con el proyecto.

En este escenario, algunos impactos inicialmente identificados como bajos o moderados podrían adquirir una mayor relevancia ambiental, particularmente si se presentan de manera acumulativa o permanecen sin atención durante el periodo de aprovechamiento o durante las actividades finales de cierre.

Por lo anterior, este escenario evidencia la importancia de aplicar las medidas ambientales y mecanismos de seguimiento establecidos en la presente MIA, particularmente aquellos dirigidos al control de la extracción, protección del cauce, prevención de contaminación, delimitación de las superficies de trabajo, protección de flora y fauna y cierre ordenado del sitio.

IV.5.4.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto y medidas de mitigación

El presente apartado describe el escenario ambiental previsto en caso de que el proyecto “Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena” obtenga la autorización correspondiente y sea ejecutado conforme a las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como bajo las condiciones técnicas consideradas en los estudios hidrológico e hidráulico elaborados para el tramo de interés.

Este escenario representa las condiciones esperadas para el desarrollo ambientalmente controlado del proyecto. Las actividades se limitarán a los tres polígonos de extracción propuestos, los caminos de acceso existentes y las zonas de maniobra vinculadas con el aprovechamiento, evitando intervenciones fuera de las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas.

De manera particular, la extracción deberá ejecutarse conforme a las superficies, secciones, rasantes, profundidades, volúmenes, taludes y sentido de avance considerados en los estudios técnicos del proyecto. Estos parámetros constituyen la referencia para mantener las actividades dentro de las condiciones evaluadas y evitar modificaciones físicas adicionales o no previstas sobre el cauce y los depósitos aluviales.

El estudio hidráulico, mediante la modelación realizada con HEC-RAS 5.0.5, comparó la condición existente del cauce con el escenario posterior a la extracción propuesta. Bajo las condiciones analizadas y respetando la geometría considerada para el aprovechamiento, los resultados indican que el cauce no sufrirá cambios significativos en su funcionamiento hidráulico general dentro del escenario modelado, no se identificó pérdida de la capacidad hidráulica general para el gasto y geometría modelados; se presentan variaciones locales y la conclusión depende del cumplimiento de rasantes, secciones, taludes y volúmenes (**Anexo C**).

La aplicación conjunta de las medidas ambientales y el cumplimiento de las condiciones técnicas consideradas en los estudios hidrológico e hidráulico permitirán prevenir o reducir la intensidad, extensión y probabilidad de ocurrencia de los impactos adversos identificados. Bajo este escenario, los impactos ambientales asociados al proyecto se mantendrían dentro de las categorías de importancia baja y moderada determinadas en la

evaluación, siempre que las actividades se desarrollen dentro de las superficies previstas y conforme a los parámetros técnicos y medidas de manejo ambiental establecidos.

Aire

Con la implementación de las medidas propuestas, las afectaciones a la calidad del aire estarán relacionadas principalmente con la operación temporal de maquinaria y vehículos. La generación de partículas suspendidas se reducirá mediante el control de velocidad en los caminos de acceso existentes, la restricción del tránsito a las superficies vinculadas con el proyecto y el manejo ordenado del material. Cuando las condiciones de sequedad favorezcan una dispersión significativa de partículas, se aplicarán las medidas de control correspondientes.

Las emisiones de gases de combustión se reducirán mediante inspecciones preoperativas, mantenimiento preventivo de los equipos y realización del mantenimiento mayor fuera del área del proyecto, evitando además mantener los motores encendidos cuando no se encuentren realizando alguna actividad. Asimismo, las actividades se desarrollarán en horario diurno, limitando temporalmente la generación de emisiones y ruido. Se prevé que las modificaciones sobre este componente sean temporales y localizadas, disminuyendo al concluir la operación.

Suelo y material aluvial

La aplicación de las medidas permitirá limitar la compactación y modificación física a las superficies estrictamente necesarias para la operación. El tránsito de maquinaria y vehículos se restringirá a los caminos de acceso existentes, zonas de maniobra y demás superficies vinculadas con los tres polígonos de extracción.

Para el material aluvial dentro del cauce, una de las principales medidas consistirá en respetar estrictamente las condiciones consideradas en el estudio hidráulico. La extracción deberá desarrollarse de aguas abajo hacia aguas arriba, manteniendo el talud de corte de 1.5:1 y respetando las rasantes y profundidades establecidas para cada sección.

Asimismo, el aprovechamiento se limitará a los volúmenes anuales determinados para los tres bancos:

Banco 1, cadenamientos 0+360 a 0+500: 2,122.12 m³.

Banco 2, cadenamientos 0+760 a 0+880: 1,224.74 m³.

Banco 3, cadenamientos 1+080 a 1+180: 2,904.99 m³.

La aplicación de estos criterios permitirá evitar excavaciones arbitrarias, depresiones irregulares, cortes fuera de las secciones analizadas o modificaciones no consideradas en la modelación hidráulica.

Adicionalmente, la prohibición de realizar mantenimiento mayor, cambios de aceite o lavado de maquinaria dentro del área del proyecto reducirá el riesgo de contaminación del material aluvial por hidrocarburos.

Agua superficial y dinámica del cauce

Este componente constituye uno de los elementos de mayor relevancia para el pronóstico ambiental del proyecto debido a que la extracción se realizará directamente sobre depósitos aluviales localizados dentro del cauce del Río de La Arena.

El estudio hidrológico permitió establecer las condiciones de escurrimiento utilizadas posteriormente para el análisis hidráulico. Para el periodo de retorno de 5 años se obtuvo la información hidrológica empleada para determinar el gasto de diseño de 579.730 m³/s, utilizado como condición de entrada para la modelación del cauce.

Por su parte, el estudio hidráulico analizó un tramo de aproximadamente 1,420 m, utilizando información topográfica y secciones transversales levantadas en campo. Mediante HEC-RAS 5.0.5 se compararon dos condiciones: el cauce en su configuración existente y el escenario considerando la extracción propuesta.

Los resultados de dicha modelación indican que, bajo las condiciones evaluadas y respetando la geometría considerada para el aprovechamiento, el cauce conserva su funcionamiento hidráulico general dentro del escenario modelado, no se identificó pérdida de la capacidad hidráulica general para el gasto y geometría modelados; se presentan variaciones locales y la conclusión depende del cumplimiento de rasantes, secciones, taludes y volúmenes.

Por ello, una de las principales medidas para este componente consistirá en ejecutar la extracción conforme a las condiciones analizadas hidráulicamente, evitando modificar las rasantes, profundizar por debajo de los niveles establecidos, generar bordos artificiales o formar acumulaciones de material dentro del cauce que puedan interferir con el escurrimiento.

Asimismo, el material pétreo extraído será cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, evitando la formación de acumulaciones dentro del cauce que pudieran representar obstáculos para el escurrimiento. La prevención de contaminación se complementará mediante el manejo adecuado de residuos, la prohibición de descargas, la realización del mantenimiento mayor de maquinaria fuera del área del proyecto y la disponibilidad de materiales y equipo básico para atender posibles derrames.

Cuando las condiciones hidrológicas representen un riesgo para la operación o puedan comprometer la aplicación adecuada de estas medidas, las actividades deberán suspenderse temporalmente hasta que existan condiciones apropiadas para continuar.

Paisaje

La presencia de maquinaria, vehículos, personal y señalización generará una modificación temporal de la percepción visual del sitio; sin embargo, la delimitación de las superficies vinculadas con el proyecto y el mantenimiento del orden y limpieza permitirán contener este efecto dentro de las áreas utilizadas.

El material pétreo extraído será cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, evitando acumulaciones de material y la ocupación de superficies adicionales.

Al concluir el aprovechamiento, se retirarán maquinaria, vehículos, residuos, señalización temporal y demás elementos utilizados durante la operación, reduciendo la presencia de componentes artificiales asociados directamente con el proyecto. Esto favorecerá una recuperación progresiva de la percepción natural del entorno respecto del escenario operativo; sin embargo, las modificaciones físicas derivadas del aprovechamiento podrán permanecer temporalmente visibles y su integración posterior al paisaje dependerá de la evolución natural de las superficies intervenidas.

Fauna

Con la aplicación de las medidas preventivas, la perturbación sobre la fauna será principalmente temporal y estará relacionada con el ruido, tránsito de vehículos y presencia de personal.

Durante los recorridos de campo se registró directamente a Tigrisoma mexicanum, especie clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos. Asimismo, mediante la revisión bibliográfica y de bases de datos se identificaron otras especies incluidas en categorías de riesgo cuya presencia se considera potencial dentro de la Región Ecológica.

Por ello, previo al inicio de maniobras se realizarán verificaciones visuales y se permitirá el desplazamiento natural de los ejemplares que pudieran encontrarse dentro de las superficies de trabajo. Se mantendrá la prohibición de captura, persecución, manipulación o daño de fauna silvestre.

En caso de observarse alguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las actividades se suspenderán temporalmente en el punto de detección, se mantendrá una distancia de resguardo que evite su perturbación, se permitirá su desplazamiento natural y se aplicarán las medidas específicas de actuación establecidas en el Programa de Vigilancia Ambiental.

Con estas acciones y la restricción del tránsito a los caminos de acceso existentes y demás superficies vinculadas con el proyecto, se prevé que la perturbación sobre la fauna permanezca localizada y temporal, disminuyendo al concluir las actividades.

Flora y vegetación ribereña

Las actividades se limitarán a los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra vinculadas con el proyecto, manteniendo fuera de las superficies de intervención a la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes.

La rehabilitación superficial y mantenimiento de los caminos de acceso existentes se limitarán a su huella actual. Cuando resulte necesario para permitir la circulación,

únicamente podrá realizarse el retiro selectivo de cobertura herbácea que interfiera con la superficie de rodamiento, sin ampliar la sección ni modificar el trazo existente.

Particularmente, se mantendrán medidas dirigidas a prevenir afectaciones accidentales sobre la vegetación ribereña, restringiendo el tránsito, las maniobras, la colocación de residuos y la presencia de maquinaria fuera de las superficies vinculadas con el proyecto.

Durante el cierre, cuando los caminos de acceso existentes o determinadas superficies temporalmente utilizadas dejen de ser requeridos por las actividades del proyecto, cesarán las acciones de mantenimiento asociadas a su operación, permitiendo la recolonización natural de cobertura herbácea cuando las condiciones del sitio lo permitan.

Medio socioeconómico

La ejecución del proyecto bajo medidas ambientales permitirá mantener los beneficios socioeconómicos identificados, principalmente la generación de cinco empleos directos, contratación de servicios y adquisición de insumos relacionados con la operación.

Asimismo, permitirá disponer de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a evaluación ambiental y que, en caso de obtenerse las autorizaciones correspondientes, estará sujeto a controles sobre los volúmenes, superficies y condiciones técnicas de extracción.

Los beneficios económicos se mantendrán durante el periodo de operación y concluirán gradualmente al finalizar el aprovechamiento, particularmente los relacionados con los empleos temporales directos.

Cierre y abandono

Durante la etapa de cierre y abandono se mantendrán las medidas de prevención y control ambiental, debido a que las actividades de desmovilización pueden generar impactos temporales adicionales. El retiro de la excavadora, los dos camiones de volteo y demás equipo podrá ocasionar emisiones atmosféricas, partículas suspendidas, ruido y perturbación temporal de fauna y vegetación cercana, además de existir riesgos asociados con la generación de residuos, derrames accidentales y maniobras finales dentro de las superficies intervenidas.

Para reducir estos impactos, el retiro de maquinaria se realizará de manera ordenada, utilizando los caminos de acceso existentes y zonas de maniobra previamente utilizadas, evitando recorridos innecesarios, ralentí prolongado y movimientos de material distintos de aquellos estrictamente necesarios. Durante las maniobras se mantendrán las medidas de control de velocidad, operación adecuada de los equipos y reducción de la dispersión de partículas establecidas para las etapas anteriores.

Asimismo, se realizará la limpieza e inspección final de los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra, verificando la ausencia de residuos, recipientes, materiales impregnados, evidencias de contaminación, obstáculos, montículos, bordos, depresiones u otras condiciones atribuibles al proyecto que pudieran interferir con el libre escurrimiento o constituir fuentes de afectación posteriores al cierre.

En caso de identificarse fugas, derrames o materiales contaminados, se aplicarán las medidas de contención, limpieza, retiro y manejo correspondientes. De igual manera, cuando se identifiquen condiciones físicas que requieran atención, podrán aplicarse acciones puntuales de limpieza, estabilización o acondicionamiento físico, evitando intervenciones generalizadas, nuevas excavaciones o movimientos de material distintos de aquellos estrictamente necesarios para atender una condición atribuible al proyecto.

Durante las actividades finales se mantendrán las medidas de protección de fauna silvestre y vegetación ribereña previstas en el Programa de Vigilancia Ambiental. La circulación se restringirá a las superficies previamente utilizadas y, ante la presencia de fauna, se aplicarán las medidas de actuación establecidas, incluyendo la suspensión temporal de maniobras cuando resulte necesario.

Una vez concluida la desmovilización, cesarán las principales fuentes recurrentes de ruido, tránsito de maquinaria e intervención directamente atribuibles al proyecto. A partir de ese momento podrán presentarse procesos graduales de recuperación física, recolonización herbácea y reocupación del entorno por fauna de tránsito cuando las condiciones físicas, hidrológicas y biológicas del sitio lo permitan.

Estos procesos no implican el restablecimiento inmediato de las condiciones existentes antes del aprovechamiento. Las superficies intervenidas podrán conservar inicialmente modificaciones físicas derivadas de la extracción y posteriormente continuarán sujetas a los procesos naturales de erosión, transporte, sedimentación, redistribución de materiales y escurrimiento característicos del sistema fluvial.

Bajo este escenario, la ejecución del proyecto generará modificaciones sobre determinados componentes ambientales; sin embargo, la aplicación conjunta de las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento permitirá reducir la intensidad, extensión y probabilidad de ocurrencia de los impactos adversos identificados, incluyendo aquellos asociados temporalmente con las actividades de cierre y abandono.

Particularmente, para el componente hidrológico e hidráulico, el pronóstico se sustenta en el cumplimiento de las condiciones técnicas analizadas para el proyecto. La extracción deberá realizarse exclusivamente dentro de los cadenamientos 0+360–0+500, 0+760–0+880 y 1+080–1+180, respetando las rasantes y secciones establecidas, el sentido de extracción de aguas abajo hacia aguas arriba y el talud de corte de 1.5:1.

Estas condiciones adquieren especial relevancia debido a que la modelación hidráulica fue realizada considerando precisamente la modificación propuesta de las secciones del cauce. Por lo tanto, el pronóstico del comportamiento hidráulico se encuentra vinculado a que la extracción se mantenga dentro de los parámetros utilizados en dicha modelación.

Bajo estas condiciones, la modelación no identificó pérdida de la capacidad hidráulica general para el gasto y la geometría evaluados; no obstante, se presentan variaciones locales, por lo que la conclusión queda condicionada al respeto de rasantes, secciones, taludes y volúmenes modelados.

El Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar que las actividades se mantengan dentro de estas condiciones, además de identificar oportunamente desviaciones, cambios no previstos en el cauce o situaciones que requieran la implementación de medidas correctivas.

El escenario con proyecto y aplicación de medidas ambientales presenta condiciones ambientalmente más favorables que el escenario de ejecución sin controles, debido a que combina la delimitación de las actividades, la aplicación de medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento, y el cumplimiento de los parámetros técnicos considerados en los estudios hidrológico e hidráulico.

Se considera que los impactos ambientales asociados al proyecto pueden mantenerse dentro de las categorías de importancia baja y moderada determinadas en la evaluación, siempre que el aprovechamiento se ejecute conforme a las superficies, volúmenes y características técnicas evaluadas, se apliquen las medidas ambientales establecidas y se atiendan las condiciones que, en su caso, determinen las autoridades competentes.

IV.5.4.4 Conclusión del pronóstico ambiental

A partir del análisis comparativo de los escenarios ambientales considerados para el proyecto, se concluye que el Área de influencia corresponde a un entorno rural y fluvial cuya dinámica está determinada principalmente por los procesos de escurrimiento, erosión, transporte, redistribución y depósito de sedimentos, así como por la presencia de depósitos aluviales, vegetación asociada al cauce y fauna característica del entorno.

En el escenario sin proyecto, el Río de La Arena mantendría las condiciones actuales y continuaría sujeto a los procesos naturales de erosión, transporte, sedimentación y redistribución de materiales durante los diferentes eventos hidrológicos. No se presentarían los impactos directamente atribuibles al proyecto; sin embargo, permanecerían las presiones actualmente existentes en el entorno, entre ellas el tránsito local, las actividades rurales y la presencia de residuos sólidos dentro del cauce, incluyendo botellas de PET observadas durante los recorridos de campo, cuya distribución es compatible con procesos de arrastre y depósito por la corriente durante eventos de escurrimiento.

En el escenario con proyecto sin aplicación de medidas ambientales, los impactos potenciales podrían incrementar su magnitud debido a una operación sin controles sobre los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes, circulación de maquinaria, carga y transporte del material, así como sobre el manejo de residuos. Esta condición podría favorecer excavaciones irregulares, compactación fuera de las superficies previstas, formación de acumulaciones u obstáculos dentro del cauce, incremento de partículas suspendidas y ruido, contaminación incidental por hidrocarburos, afectaciones accidentales a la vegetación y una mayor perturbación sobre la fauna. Por lo anterior, este escenario representa la condición ambientalmente menos favorable entre aquellas que consideran la ejecución del proyecto.

En contraste, el escenario con proyecto y aplicación de medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental permite prevenir o reducir la intensidad, extensión y probabilidad de ocurrencia de los impactos adversos identificados. Bajo este escenario, las actividades se desarrollarían exclusivamente dentro de las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas, respetando las características técnicas y operativas consideradas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y en los estudios hidrológico e hidráulico que sustentan el proyecto.

En particular, el componente hidrológico e hidráulico constituye uno de los elementos de mayor relevancia para determinar el pronóstico ambiental. El estudio hidrológico determinó un gasto de diseño de **579.730 m³/s**, obtenido mediante el método del Hidrograma Unitario Triangular para una avenida asociada a un periodo de retorno de **5 años**. Dicho periodo constituye un parámetro hidrológico empleado para caracterizar la avenida de diseño y no corresponde a la duración o vida útil del proyecto. El gasto obtenido fue utilizado posteriormente como condición de entrada para la modelación hidráulica del tramo del Río de La Arena mediante **HEC-RAS 5.0.5**.

El análisis hidráulico consideró un tramo aproximado de **1,420 m** y comparó la configuración existente del cauce con el escenario posterior a la extracción propuesta. Bajo las condiciones evaluadas y respetando la geometría considerada para el aprovechamiento, los resultados indican que no se identificó pérdida de la capacidad hidráulica general para el gasto y la geometría evaluados; no obstante, se presentan variaciones locales, por lo que la conclusión queda condicionada al respeto de rasantes, secciones, taludes y volúmenes modelados.

En este contexto, resulta fundamental que el aprovechamiento se ejecute conforme a las superficies, secciones, rasantes, profundidades, volúmenes y taludes considerados en los estudios técnicos, manteniendo el sentido de extracción propuesto de aguas abajo hacia aguas arriba. El cumplimiento de estas condiciones permitirá que la intervención se mantenga dentro del escenario objeto de la modelación hidráulica y evitará modificaciones adicionales o no evaluadas sobre la geometría y condiciones hidráulicas del cauce.

De manera complementaria, las medidas ambientales propuestas permitirán controlar los impactos asociados con la operación mediante la delimitación de los tres polígonos de extracción y demás superficies vinculadas con el proyecto; restricción del tránsito de maquinaria y vehículos a los caminos de acceso existentes y zonas de maniobra; carga directa del material a los camiones de volteo y transporte hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores; manejo adecuado de residuos; prevención y atención de derrames; control de partículas, emisiones y ruido; realización del mantenimiento mayor de maquinaria fuera del área del proyecto; protección de la vegetación ribereña; verificaciones visuales previas para detectar fauna silvestre; y aplicación de las acciones correspondientes durante el cierre y abandono.

Los componentes que requerirán mayor atención durante la ejecución del proyecto serán el cauce del Río de La Arena, las condiciones hidráulicas y de escurrimiento, los depósitos aluviales, la calidad del agua superficial, el suelo, la vegetación ribereña y la fauna silvestre. El Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar que las actividades permanezcan

dentro de las superficies y condiciones técnicas evaluadas, así como identificar oportunamente desviaciones, incidentes o impactos no previstos que requieran la aplicación de medidas correctivas.

En materia de fauna, las medidas adquieren especial relevancia considerando el registro directo de *Tigrisoma mexicanum*, especie clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos, además de la presencia potencial de otras especies incluidas en categorías de riesgo. Por ello, se mantendrán medidas específicas de actuación ante la observación de ejemplares, incluyendo la suspensión temporal de maniobras en el punto de detección, establecimiento de una distancia de resguardo, prohibición de captura o manipulación y registro de la observación.

Respecto de la flora, las actividades mantendrán fuera de las superficies de intervención a la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes. La rehabilitación superficial y mantenimiento de los caminos de acceso existentes se limitarán a su huella actual y, cuando resulte necesario para permitir la circulación, únicamente se realizará el retiro selectivo de cobertura herbácea que interfiera con la superficie de rodamiento, sin ampliar la sección ni modificar el trazo existente.

Asimismo, la naturaleza y alcance del proyecto limitan determinados efectos ambientales, debido a que no se contempla la construcción de infraestructura permanente, urbanización, campamentos, oficinas, talleres mecánicos, almacenamiento permanente de combustibles, uso de explosivos, lavado o transformación del material pétreo ni descargas de aguas residuales al cauce. En consecuencia, una parte importante de las perturbaciones asociadas con la operación será de carácter temporal y disminuirá al concluir las actividades y ejecutarse las acciones correspondientes al cierre y abandono del sitio.

Durante la etapa de cierre y abandono se realizará el retiro de la excavadora, los dos camiones de volteo, equipo auxiliar, señalización temporal, residuos y demás elementos asociados con la operación. Las actividades de desmovilización podrán generar temporalmente emisiones atmosféricas, partículas suspendidas, ruido, perturbación de fauna y vegetación cercana, así como riesgos asociados con el manejo de residuos, posibles derrames y maniobras finales dentro de las superficies intervenidas. Por ello, durante esta etapa se mantendrán las medidas de prevención y control aplicables a la operación de maquinaria, manejo de residuos, protección del cauce, fauna y vegetación.

Asimismo, se inspeccionarán posibles puntos de contaminación y se verificarán las condiciones físicas de los tres polígonos de extracción, caminos de acceso existentes y zonas de maniobra, procurando que no permanezcan residuos, materiales ajenos, obstáculos, montículos, bordos, depresiones u otras condiciones atribuibles al proyecto que puedan interferir con el libre escurrimiento o constituir fuentes de afectación posteriores al cierre. Cuando las condiciones observadas lo requieran, podrán aplicarse acciones puntuales de limpieza, estabilización o acondicionamiento físico, evitando nuevas excavaciones o movimientos innecesarios de material.

Una vez concluidas las actividades de desmovilización, cesarán las principales fuentes recurrentes de ruido, tránsito de maquinaria e intervención directa asociadas con la operación. A partir de ese momento podrán presentarse procesos graduales de recuperación física, recolonización natural de cobertura herbácea y reocupación del entorno por fauna de tránsito, cuando las condiciones físicas, hidrológicas y biológicas del sitio lo permitan, sin que ello implique el restablecimiento inmediato de las condiciones existentes antes del aprovechamiento. Las superficies intervenidas continuarán posteriormente sujetas a los procesos naturales de erosión, transporte, sedimentación, redistribución de materiales y escurrimiento propios del sistema fluvial.

Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto generará beneficios de carácter local y regional mediante la generación de cinco empleos directos, la contratación de servicios, adquisición de insumos y disponibilidad de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a evaluación ambiental y que, en caso de obtenerse las autorizaciones correspondientes, estará sometido a controles sobre los volúmenes, superficies y condiciones técnicas de extracción.

En términos generales, la comparación de los tres escenarios indica que la ejecución del proyecto con la aplicación de las medidas ambientales y bajo las condiciones técnicas evaluadas representa el escenario ambientalmente más favorable entre aquellos que consideran su realización, debido a que permite mantener los impactos adversos dentro de las categorías de importancia baja y moderada determinadas en la evaluación y establecer mecanismos específicos para su prevención, mitigación, control y seguimiento.

Con base en la evaluación ambiental desarrollada en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, no se identificaron impactos adversos severos o críticos que, por sí mismos, determinen la inviabilidad ambiental del proyecto. Los impactos adversos identificados se mantienen dentro de las categorías de importancia baja y moderada. Durante la etapa de operación y mantenimiento se concentran los efectos relacionados con la intervención directa y recurrente sobre los componentes ambientales, mientras que durante la etapa de cierre y abandono se presentan impactos moderados adicionales asociados principalmente con las actividades temporales de desmovilización, generación de emisiones y partículas, manejo de residuos y riesgos de afectación al componente agua.

Desde la perspectiva de la evaluación realizada, se considera que el proyecto puede resultar ambientalmente viable, sujeto a que, en caso de obtenerse las autorizaciones correspondientes, las actividades se desarrollen exclusivamente dentro de los tres polígonos y demás superficies evaluadas; se respeten los volúmenes, rasantes, secciones, profundidades, taludes y demás características técnicas consideradas; se implementen las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental; y se atiendan los términos, condicionantes y disposiciones que determinen la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional del Agua, dentro del ámbito de sus respectivas competencias.

Bajo estas condiciones, se prevé que los impactos adversos puedan ser prevenidos, mitigados o controlados mediante la aplicación de las medidas ambientales propuestas. Durante la etapa de cierre y abandono podrán presentarse impactos temporales asociados

con las actividades de desmovilización; sin embargo, una vez concluidas dichas acciones y retirados los elementos operativos, disminuirán las principales presiones ambientales recurrentes atribuibles a la operación. Las superficies aprovechadas continuarán posteriormente sujetas a los procesos naturales de erosión, transporte, sedimentación, redistribución de materiales y escurrimiento propios del sistema fluvial. De esta manera, el desarrollo del proyecto se mantendrá vinculado a las condiciones hidráulicas evaluadas para el Río de La Arena y a la protección de los componentes ambientales que integran la Región Ecológica.

IV.5.4.5 Evaluación de alternativas.

Para la definición del proyecto se consideraron las características físicas, topográficas, hidrológicas e hidráulicas del tramo de interés del Río de La Arena, a partir de las cuales se estableció la configuración de los tres polígonos de extracción propuestos. Dichos polígonos fueron posteriormente incorporados a los estudios técnicos del proyecto, en los que se analizaron sus cadenamientos, superficies, rasantes, profundidades, secciones, taludes, sentido de avance y volúmenes de aprovechamiento.

Para la configuración actualmente sometida a evaluación no se identificaron alternativas adicionales de localización que pudieran incorporarse sin modificar las condiciones consideradas en los estudios técnicos. El desplazamiento de cualquiera de los polígonos hacia sectores distintos del cauce implicaría intervenir secciones diferentes de las analizadas y, consecuentemente, requeriría nueva información topográfica y la correspondiente evaluación hidrológica e hidráulica para determinar los efectos asociados a una configuración distinta.

Por lo anterior, la alternativa de ubicación considerada para el presente proyecto corresponde exclusivamente a los tres polígonos evaluados, sin contemplarse su desplazamiento hacia otros sectores del Río de La Arena ni la incorporación de nuevas superficies de extracción.

Respecto del método de aprovechamiento, se consideró que la extracción mecánica mediante excavadora, con carga directa a camiones de volteo y transporte inmediato hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, corresponde a una alternativa técnicamente congruente con las características del material aluvial y con la escala del proyecto.

La configuración propuesta permite además limitar las actividades a la extracción, carga y transporte del material, evitando incorporar procesos adicionales dentro del cauce. Por esta razón, el proyecto no contempla almacenamiento o acopio del material pétreo, trituración, cribado, clasificación, lavado o transformación dentro del área del proyecto, ni la instalación de infraestructura permanente asociada con dichos procesos.

La carga directa del material permite reducir la ocupación de superficies adicionales y evitar la formación de acumulaciones dentro del cauce que pudieran constituir obstáculos para el escurrimiento. Asimismo, el uso de una excavadora y dos camiones de volteo limita la

cantidad de maquinaria que deberá permanecer simultáneamente en las superficies vinculadas con el aprovechamiento.

La alternativa de no ejecución del proyecto fue considerada dentro del escenario sin proyecto desarrollado en el apartado **IV.5.4.1** de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Bajo dicho escenario no se generarían los impactos directamente atribuibles al aprovechamiento; sin embargo, tampoco se presentarían los beneficios socioeconómicos asociados con la generación de empleos, contratación de servicios y disponibilidad de material pétreo proveniente de una actividad sometida a evaluación y regulación ambiental.

No obstante, la definición de una alternativa técnicamente evaluada no excluye la posibilidad de efectuar ajustes de reducción o restricción al alcance del aprovechamiento en caso de que, durante el procedimiento de evaluación ambiental, se identifiquen elementos que hagan necesario establecer condiciones adicionales para prevenir o reducir impactos ambientales.

Entre dichos ajustes podrían considerarse, cuando técnica y ambientalmente resulte procedente, la reducción de volúmenes de extracción, disminución de superficies de intervención, exclusión de determinadas porciones de los polígonos evaluados, establecimiento de restricciones temporales de operación o incorporación de medidas adicionales de prevención, mitigación, control y seguimiento.

Estos posibles ajustes deberán mantenerse dentro de un alcance técnicamente sustentado. Cuando una modificación implique alterar las rasantes, profundidades, secciones, taludes, volúmenes o cualquier otro parámetro considerado en la modelación hidrológica e hidráulica, deberá verificarse previamente su congruencia con los estudios técnicos y, cuando corresponda, realizar los análisis complementarios necesarios.

En ningún caso estos ajustes implicarán automáticamente la incorporación de nuevas áreas de extracción, el desplazamiento de los polígonos hacia sectores no evaluados o la ejecución de una configuración distinta sin el sustento técnico y procedimiento ambiental que, en su caso, resulte aplicable.

Las alternativas de manejo ambiental se concentran principalmente en la aplicación, seguimiento y ajuste de las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Su efectividad será verificada mediante el Programa de Vigilancia Ambiental y podrán complementarse cuando se identifiquen desviaciones, impactos no previstos o condiciones que requieran medidas correctivas adicionales.

IV.6. Conclusiones del manifiesto de impacto ambiental.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, permitió identificar, caracterizar y evaluar los componentes ambientales que integran la Región Ecológica relacionado con el proyecto **“Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena”**, así como analizar los impactos ambientales potenciales derivados de las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento, y cierre y abandono.

El proyecto consiste en el aprovechamiento de material pétreo de origen aluvial localizado dentro del cauce del Río de La Arena, mediante extracción mecánica en tres polígonos previamente definidos, carga directa a camiones de volteo y transporte del material hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores. Debido a la naturaleza y ubicación del proyecto, los componentes de mayor relevancia ambiental corresponden al cauce y sus condiciones hidráulicas, los depósitos aluviales, la calidad del agua superficial, la vegetación ribereña, la fauna asociada al sistema fluvial y las condiciones paisajísticas del entorno.

La configuración de los tres polígonos de extracción fue definida considerando las características físicas y topográficas del tramo de interés del Río de La Arena y posteriormente incorporada a los estudios hidrológico e hidráulico elaborados específicamente para el proyecto, mediante los cuales se analizaron las condiciones asociadas al aprovechamiento propuesto. El estudio hidrológico determinó, mediante diferentes métodos, los gastos asociados a un periodo de retorno de cinco años y adoptó como gasto de diseño **579.730 m³/s**, obtenido mediante el método del Hidrograma Unitario Triangular, considerando las características de la cuenca de aportación del Río de La Arena. Dicho periodo de retorno constituye un parámetro hidrológico utilizado para definir la avenida de diseño y no corresponde a la duración o vida útil del proyecto.

Este gasto fue utilizado posteriormente como condición de entrada para la modelación hidráulica del tramo de interés mediante **HEC-RAS 5.0.5**, considerando información topográfica obtenida en campo y comparando la configuración existente del cauce con el escenario posterior a la extracción propuesta. Bajo las condiciones evaluadas y respetando la geometría considerada para el aprovechamiento, los resultados indican que el cauce conserva su funcionamiento hidráulico general dentro del escenario modelado, no se identificó pérdida de la capacidad hidráulica general para el gasto y geometría modelados; se presentan variaciones locales y la conclusión depende del cumplimiento de rasantes, secciones, taludes y volúmenes.

De acuerdo con las características técnicas definidas para el proyecto, los polígonos de extracción corresponden a los cadenamientos **0+360 a 0+500, 0+760 a 0+880 y 1+080 a 1+180**, con superficies de **2,751.396 m², 1,679.806 m² y 2,464.689 m²**, respectivamente, que en conjunto representan una superficie de extracción de **6,895.891 m²**. Los volúmenes anuales estimados corresponden a **2,122.12 m³ para el Banco 1, 1,224.74 m³ para el Banco 2 y 2,904.99 m³ para el Banco 3**, para un volumen total de **6,251.85 m³ anuales**.

La extracción deberá realizarse de aguas abajo hacia aguas arriba, respetando las superficies, rasantes, profundidades, secciones y el talud de corte de **1.5:1** considerados en el estudio hidráulico. El cumplimiento de estos parámetros resulta fundamental para mantener las actividades dentro de las condiciones que fueron objeto de evaluación y modelación y evitar modificaciones adicionales o no previstas sobre la geometría del cauce y los depósitos aluviales.

Desde el punto de vista ambiental, la caracterización del Área de influencia permitió reconocer un entorno de carácter rural y fluvial, donde el Río de La Arena constituye el principal elemento estructurador del paisaje y de la dinámica ambiental local. El cauce y sus

márgenes presentan vegetación característica del entorno, incluyendo vegetación ribereña, secundaria y elementos asociados a la selva baja caducifolia. Asimismo, durante los recorridos de campo se identificaron evidencias de perturbaciones antropogénicas preexistentes, entre ellas la presencia de residuos sólidos dentro del cauce, incluyendo botellas de PET, cuya distribución resulta compatible con procesos de arrastre y depósito por la corriente durante eventos de escurrimiento. Por lo tanto, las condiciones actuales del sitio reflejan tanto procesos naturales como influencias derivadas de actividades humanas existentes en la Región Ecológica.

Respecto de la flora, las actividades de extracción se concentran sobre superficies ocupadas por depósitos aluviales dentro de los tres polígonos propuestos, manteniendo fuera de las superficies de intervención a la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva presente en las márgenes y áreas colindantes. Para el desarrollo del proyecto no se contempla la apertura de nuevos caminos ni la ampliación de los existentes; únicamente se realizarán actividades puntuales de rehabilitación y mantenimiento sobre la huella actual de los caminos de acceso existentes.

En dichos caminos, cuando resulte necesario para permitir la circulación, podrá efectuarse el retiro selectivo de cobertura herbácea que interfiera con la superficie de rodamiento, constituida principalmente por gramíneas, sin ampliar la sección ni modificar el trazo existente. En consecuencia, las principales medidas para este componente consisten en mantener las actividades dentro de las superficies vinculadas con el proyecto, conservar la vegetación ribereña, arbórea y arbustiva y prevenir afectaciones accidentales derivadas del tránsito o de las maniobras de maquinaria.

En cuanto a la fauna, durante los recorridos de campo se registró directamente a ***Tigrisoma mexicanum***, especie clasificada como **Sujeta a Protección Especial (Pr)** conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en una zona cercana a los polígonos de extracción propuestos. Asimismo, mediante la revisión bibliográfica y de bases de datos se identificaron otras especies incluidas en categorías de riesgo cuya presencia se considera potencial dentro del Área de influencia.

Por tal motivo, se establecieron medidas específicas orientadas a la verificación visual previa de las superficies de trabajo, protección de ejemplares, prohibición de captura, persecución, manipulación o daño de fauna silvestre y suspensión temporal de las maniobras en el punto de detección cuando exista riesgo de afectación. En el caso de observarse alguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se mantendrá una distancia de resguardo, se permitirá su desplazamiento natural y se registrará la observación como parte del seguimiento ambiental.

La identificación y evaluación de impactos ambientales determinó que durante la etapa de preparación del sitio se presentan **17 impactos**, de los cuales **14 corresponden a impactos adversos de importancia baja, uno negativo de importancia moderada y dos a impactos positivos de importancia baja**, sin identificarse impactos negativos severos o críticos en esta etapa. Las afectaciones se relacionan principalmente con emisiones de gases de combustión, generación de partículas y ruido, compactación localizada, riesgos de contaminación por residuos o hidrocarburos, perturbación temporal de fauna, riesgo de

afectación accidental a vegetación ribereña y el impacto moderado atribuido a la alteración puntual de cobertura herbácea sobre la huella de los caminos de acceso existentes.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se concentran los efectos asociados con la intervención directa y recurrente del proyecto, debido a que en esta etapa se desarrolla propiamente el aprovechamiento del material aluvial. Se identificaron **20 impactos**, de los cuales **17 son adversos y tres positivos**. Entre los impactos adversos, nueve fueron clasificados como de importancia baja y ocho como de importancia moderada. Respecto de los impactos positivos, **uno fue clasificado como bajo positivo y dos como moderados positivos**. No se identificaron impactos severos o críticos.

Los efectos potenciales durante la operación se relacionan principalmente con emisiones de gases de combustión y partículas suspendidas, ruido, compactación localizada, modificación física del material del cauce, alteración localizada de los depósitos aluviales, riesgos de erosión o inestabilidad, contaminación incidental por hidrocarburos o residuos, perturbación y desplazamiento de fauna, riesgo de afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, riesgo de atropellamiento de fauna, depósito de partículas sobre la vegetación y riesgo de afectación directa a la vegetación ribereña. Los impactos positivos se vinculan con la generación de empleo, derrama económica local y disponibilidad de material pétreo derivada del aprovechamiento.

Particularmente, para prevenir modificaciones no previstas sobre el Río de La Arena, la extracción deberá mantenerse estrictamente dentro de los tres polígonos y conforme a las secciones, rasantes, profundidades, volúmenes y taludes considerados en el estudio hidráulico. Asimismo, deberán evitarse excavaciones irregulares, bordos artificiales, acumulaciones de material u obstáculos que puedan interferir con la conducción de los escurrimientos. La importancia de estas medidas radica en que el análisis hidráulico fue desarrollado considerando una geometría específica posterior a la extracción propuesta; por lo tanto, modificaciones diferentes a las evaluadas quedarían fuera del escenario técnicamente analizado.

El material pétreo extraído será cargado directamente a los camiones de volteo y transportado hacia los sitios de destino o entrega requeridos por los compradores, por lo que no se contempla almacenamiento temporal, trituración, cribado, clasificación o transformación del material dentro del área del proyecto. Esta configuración permite reducir las superficies requeridas para el desarrollo de las actividades y evita la incorporación de componentes adicionales al aprovechamiento propiamente dicho.

Durante la etapa de **cierre y abandono se identificaron 19 impactos**, de los cuales **10 corresponden a impactos adversos y nueve a impactos positivos**. Entre los impactos adversos, **cinco fueron clasificados como de importancia baja y cinco como moderada**, mientras que los **nueve impactos positivos fueron clasificados como de importancia baja**. No se identificaron impactos severos o críticos durante esta etapa.

Los impactos adversos del cierre se encuentran asociados principalmente con las actividades temporales de desmovilización y retiro de maquinaria y equipo. Entre ellos se consideran la generación temporal de emisiones atmosféricas y partículas suspendidas, el

riesgo de disposición inadecuada de residuos, el riesgo de contaminación durante el retiro de maquinaria, las posibles afectaciones temporales a la calidad del agua, la posibilidad de generar alteraciones adicionales sobre las condiciones hidráulicas del cauce, la perturbación temporal de fauna, la presión sobre vegetación cercana y la conclusión de los empleos temporales directos.

Los efectos positivos identificados durante el cierre se relacionan principalmente con la disminución del ruido operativo, reducción del riesgo de compactación adicional, mejoramiento de las condiciones físicas del área intervenida mediante el retiro de elementos asociados con la operación, recuperación gradual de determinadas superficies, conservación de las condiciones de escurrimiento, mejora de la calidad visual del sitio, recuperación progresiva de la percepción natural del entorno rural y fluvial, reocupación gradual del sitio por fauna de tránsito y recolonización natural de cobertura herbácea cuando las condiciones del sitio lo permitan.

La etapa de cierre, por lo tanto, no implica exclusivamente la generación de efectos favorables ni supone el restablecimiento inmediato de las condiciones existentes antes del aprovechamiento. Durante las maniobras de desmovilización podrán presentarse impactos adversos temporales que deberán ser prevenidos y controlados mediante las medidas correspondientes. Una vez concluidas dichas actividades, cesarán las principales fuentes recurrentes de ruido, tránsito de maquinaria e intervención directa asociadas con la operación, mientras que las superficies aprovechadas continuarán sujetas a la dinámica natural de erosión, transporte, sedimentación, redistribución de materiales y escurrimiento característica del sistema fluvial.

Cuando las condiciones observadas durante el cierre lo requieran, podrán realizarse acciones puntuales de limpieza, estabilización o acondicionamiento físico, evitando nuevas excavaciones, movimientos innecesarios de material o modificaciones adicionales sobre la geometría del cauce. Asimismo, se verificará el retiro integral de maquinaria, residuos, señalización y demás elementos asociados con la operación, así como la ausencia de fuentes visibles de contaminación y obstáculos que puedan interferir con el libre escurrimiento.

Para las tres etapas del proyecto se identificaron **56 impactos ambientales y socioeconómicos**, de los cuales **42 corresponden a impactos adversos y 14 a impactos positivos**. De los impactos adversos, **28 fueron clasificados como de importancia baja y 14 como moderada**; respecto de los impactos positivos, **12 fueron clasificados como bajos positivos y dos como moderados positivos**.

La valoración anterior no implica la ausencia de afectaciones ambientales. La predominancia numérica de impactos adversos responde a que la metodología reconoce de manera individual las diferentes interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales. No obstante, todos los impactos adversos identificados permanecen dentro de las categorías baja y moderada y cuentan con medidas orientadas a prevenir, reducir, controlar o corregir su ocurrencia, intensidad o extensión.

El proyecto presenta características que permiten limitar su área de intervención y reducir la permanencia de determinados efectos ambientales, debido a que no contempla infraestructura permanente, apertura de nuevos caminos, ampliación de los caminos de acceso existentes, urbanización, campamentos, oficinas, talleres mecánicos, almacenamiento permanente de combustibles, uso de explosivos, lavado o procesamiento del material pétreo ni descargas de aguas residuales al cauce. Estas condiciones permiten que una parte importante de los impactos derivados de la operación sea temporal, localizada y susceptible de prevención, mitigación o control.

Las medidas establecidas en el Capítulo IV.5 se orientan principalmente a la protección del cauce y de sus márgenes, control técnico de la extracción, prevención de contaminación, manejo adecuado de residuos, prevención y atención de derrames, realización del mantenimiento mayor de maquinaria fuera del área del proyecto, control de partículas, emisiones y ruido, protección de flora y fauna, delimitación de las superficies de trabajo y ejecución ordenada de las actividades de cierre y abandono. Su aplicación deberá mantenerse durante las etapas correspondientes del proyecto.

Asimismo, el Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar que las actividades se desarrollen conforme a las superficies y condiciones técnicas evaluadas, documentar el cumplimiento de las medidas ambientales, identificar oportunamente desviaciones, incidentes o impactos no previstos y establecer las acciones correctivas que resulten necesarias. La vigilancia deberá prestar especial atención a las condiciones físicas de los tres polígonos de extracción y del cauce, particularmente después de eventos de lluvia significativa o cuando se observen cambios relevantes en las condiciones del sitio.

El análisis de los pronósticos ambientales mostró que el escenario sin proyecto mantendría las condiciones actuales y evitaría los impactos directamente atribuibles al aprovechamiento, aunque permanecerían las presiones naturales y antropogénicas actualmente existentes. Por su parte, el escenario con proyecto sin medidas ambientales representa la condición menos favorable entre aquellas que consideran su ejecución, debido al incremento potencial en la intensidad, extensión o probabilidad de ocurrencia de los impactos, tanto durante la operación como durante las actividades finales de cierre. El escenario con proyecto y aplicación de medidas ambientales permite prevenir, reducir y controlar las afectaciones previstas, manteniendo la intervención dentro de las superficies y condiciones técnicas evaluadas.

Respecto de la evaluación de alternativas, para la configuración actualmente sometida a evaluación no se identificaron alternativas adicionales de localización que pudieran incorporarse sin modificar las condiciones consideradas en los estudios técnicos. Los tres polígonos constituyen las superficies específicamente evaluadas para el aprovechamiento; su desplazamiento hacia otros sectores del Río de La Arena implicaría intervenir secciones distintas y requeriría nueva información topográfica y los análisis hidrológicos e hidráulicos correspondientes para determinar los efectos asociados a una configuración diferente.

En cuanto al método de aprovechamiento, la extracción mecánica mediante excavadora, carga directa a camiones de volteo y transporte inmediato del material permite limitar las actividades desarrolladas dentro del cauce, sin incorporar procesos de trituración, cribado,

clasificación, lavado o transformación ni infraestructura permanente asociada. Asimismo, la alternativa de no ejecución fue considerada mediante el escenario sin proyecto.

Lo anterior no excluye la posibilidad de efectuar ajustes de reducción o restricción al alcance del aprovechamiento cuando técnica y ambientalmente resulten procedentes. En su caso, podrán considerarse reducciones de volumen o superficie, exclusión de determinadas porciones de los polígonos evaluados, restricciones temporales de operación o medidas ambientales adicionales. Cuando dichos ajustes impliquen modificar parámetros considerados en los estudios hidrológico e hidráulico, deberá verificarse previamente su congruencia técnica y realizarse, cuando corresponda, los análisis complementarios necesarios.

Desde el componente socioeconómico, el proyecto generará beneficios de carácter local relacionados principalmente con la creación de **cinco empleos directos**, contratación de servicios, adquisición de insumos y disponibilidad de material pétreo proveniente de un aprovechamiento sujeto a evaluación ambiental. Estos beneficios forman parte de la valoración integral del proyecto y se mantendrán principalmente durante su periodo de operación, concluyendo gradualmente al finalizar el aprovechamiento.

Con base en la caracterización de la Región Ecológica, los resultados de los estudios técnicos, la identificación y evaluación de impactos, el análisis de los escenarios ambientales y las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento propuestas, **se considera que el proyecto puede resultar ambientalmente viable bajo las condiciones evaluadas**, toda vez que no se identificaron impactos adversos severos o críticos que, por sí mismos, determinen su inviabilidad ambiental.

Esta valoración se encuentra sujeta a que, en caso de obtenerse las autorizaciones correspondientes, el aprovechamiento se realice exclusivamente dentro de las superficies evaluadas y, en su caso, autorizadas; se respeten los volúmenes, cadenamientos, rasantes, profundidades, secciones, taludes, sentido de extracción y demás parámetros considerados en los estudios técnicos; se implementen de manera efectiva las medidas ambientales establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental; y se atiendan los términos, condicionantes y disposiciones que determinen la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional del Agua, dentro del ámbito de sus respectivas competencias.

Cualquier modificación sustancial a las superficies, volúmenes, secciones o geometría de extracción respecto de las condiciones evaluadas podría modificar el comportamiento ambiental e hidráulico previsto y quedar fuera del escenario considerado en los estudios técnicos. En tal supuesto, deberá efectuarse la valoración técnica correspondiente y atenderse el procedimiento que, en su caso, resulte aplicable ante las autoridades competentes.

La ejecución del proyecto bajo un esquema de aprovechamiento controlado, técnicamente sustentado y sujeto a vigilancia ambiental resulta compatible con las condiciones analizadas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, manteniendo como criterios prioritarios la protección del cauce y de la vegetación ribereña, la prevención de contaminación, el

respeto de las condiciones hidráulicas evaluadas y la reducción de las perturbaciones sobre la flora y fauna del Área de influencia.

Bajo estas condiciones, los impactos adversos identificados pueden mantenerse dentro de las categorías de importancia baja y moderada determinadas en la evaluación y ser prevenidos, mitigados o controlados mediante las medidas establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Durante el cierre podrán presentarse impactos temporales adicionales asociados con las actividades de desmovilización; sin embargo, una vez concluidas dichas acciones disminuirán las principales presiones ambientales recurrentes asociadas con la operación.

El desarrollo del proyecto deberá mantenerse vinculado a las superficies, volúmenes, condiciones técnicas y medidas ambientales evaluadas, de manera que el aprovechamiento del material pétreo se realice procurando conservar el funcionamiento ambiental e hidráulico general del Río de La Arena y la integridad de los componentes que conforman el Área de influencia.

Anexos

Anexo A. Documentación legal.
Anexo B. Estudio Hidrológico.
Anexo C. Estudio Hidráulico.
Anexo D. Plano del levantamiento topográfico de los tres polígonos de extracción propuestos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Área de Influencia: Espacio geográfico en el que pueden manifestarse de manera directa o indirecta los efectos ambientales derivados de las actividades del proyecto.

Banco de extracción: Superficie delimitada dentro del cauce donde se propone realizar el aprovechamiento de material pétreo, conforme a las coordenadas, cadenamientos, rasantes, profundidades y volúmenes establecidos para el proyecto.

Biodiversidad: Variabilidad de organismos vivos, incluyendo la diversidad genética, de especies y de ecosistemas, así como las interacciones ecológicas entre sus componentes.

Cauce: Canal natural o artificial con capacidad necesaria para conducir las aguas de una creciente máxima ordinaria de una corriente, conforme a las disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales.

Cadenamiento: Sistema de referencia utilizado para identificar posiciones sucesivas a lo largo del eje de un cauce, camino u obra lineal, expresado generalmente en metros.

Conservación: Conjunto de acciones orientadas a mantener, proteger y favorecer el uso sustentable de los recursos naturales y de los procesos ecológicos.

Contaminación: Presencia en el ambiente de uno o más contaminantes, o de cualquier combinación de ellos, que pueda ocasionar alteraciones en sus características naturales.

Dinámica hidráulica: Comportamiento del flujo del agua dentro de un cauce, determinado por variables como gasto, velocidad, profundidad, pendiente hidráulica, geometría y rugosidad.

Ecosistema: Unidad funcional integrada por organismos vivos y los componentes físicos del ambiente con los que interactúan.

Erosión: Proceso de desprendimiento y transporte de suelo, sedimentos o material pétreo por acción del agua, viento u otros agentes naturales o antropogénicos.

Escurrimiento superficial: Agua proveniente principalmente de la precipitación que circula sobre la superficie del terreno y se incorpora a cauces, arroyos o cuerpos receptores.

Especie en categoría de riesgo: Especie incluida en alguna de las categorías establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Probablemente Extinta en el Medio Silvestre, En Peligro de Extinción, Amenazada o Sujeta a Protección Especial.

Fauna silvestre: Especies animales que subsisten sujetas a los procesos naturales de selección y que se desarrollan libremente dentro de su área de distribución.

Gasto o caudal: Volumen de agua que atraviesa una sección determinada de un cauce por unidad de tiempo, generalmente expresado en metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Gasto de diseño: Caudal adoptado para realizar el análisis o dimensionamiento hidráulico de un cauce u obra, asociado a un periodo de retorno determinado. Para el proyecto se adoptó un gasto de diseño de 579.730 m³/s, asociado a un periodo de retorno de 5 años.

Hábitat: Espacio que reúne las condiciones físicas y biológicas necesarias para que una especie desarrolle sus funciones vitales.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del ser humano o de la naturaleza.

Impacto acumulativo: Efecto ambiental que resulta del incremento progresivo de impactos producidos por una o varias actividades a lo largo del tiempo.

Impacto directo: Alteración ambiental que se produce como consecuencia inmediata de una actividad determinada.

Impacto indirecto: Alteración que se presenta como consecuencia secundaria de una actividad o de la interacción entre diferentes componentes ambientales.

Material aluvial: Sedimentos transportados y depositados por una corriente de agua, constituidos principalmente por arena, grava, cantos rodados y otros fragmentos pétreos.

Material pétreo en greña: Mezcla de materiales pétreos de diferentes granulometrías extraída directamente del depósito natural, antes de su clasificación, cribado o procesamiento.

Medida de compensación: Acción destinada a contrarrestar impactos ambientales que no puedan evitarse o mitigarse completamente mediante otras medidas.

Medida de mitigación: Acción dirigida a reducir la intensidad, extensión, duración o importancia de un impacto ambiental adverso.

Medida preventiva: Acción implementada antes o durante una actividad con la finalidad de evitar que ocurra un impacto ambiental.

Monitoreo ambiental: Seguimiento periódico y sistemático de las condiciones ambientales y del cumplimiento de las medidas propuestas para verificar su efectividad.

Periodo de retorno: Intervalo estadístico asociado a la probabilidad de ocurrencia o excedencia de un evento hidrológico de determinada magnitud. No representa necesariamente el tiempo exacto entre dos eventos consecutivos.

Rasante de extracción: Elevación o perfil longitudinal y transversal establecido como límite para la extracción de material, utilizado para definir las profundidades y geometría final del banco.

Residuos peligrosos: Residuos que poseen alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contienen agentes biológico-infecciosos, así como aquellos materiales, envases o suelos contaminados que deban manejarse conforme a la legislación aplicable.

Restauración ambiental: Conjunto de acciones orientadas a favorecer la recuperación de las condiciones físicas, biológicas o funcionales de un sitio después de una intervención.

Sedimentación: Proceso mediante el cual los materiales transportados por el agua se depositan cuando disminuye la capacidad de la corriente para mantenerlos en movimiento.

Talud de corte: Relación entre la dimensión horizontal y vertical de una superficie inclinada generada durante una excavación o extracción. Para el proyecto se considera un talud de corte de 1.5:1 conforme al estudio hidráulico.

Transporte de sedimentos: Movimiento de partículas minerales y material pétreo dentro del cauce por acción de la corriente, ya sea por arrastre de fondo, saltación o suspensión.

Vegetación herbácea: Cobertura vegetal integrada por plantas cuyos tallos no presentan un desarrollo leñoso permanente, incluyendo gramíneas y otras hierbas.

Vegetación ribereña: Vegetación que se desarrolla en las márgenes y zonas próximas a ríos y corrientes, influenciada por las condiciones de humedad y dinámica del cauce.

Vigilancia ambiental: Conjunto de acciones destinadas a verificar el cumplimiento de las medidas ambientales, identificar desviaciones y establecer, cuando sea necesario, acciones correctivas durante la ejecución del proyecto.

Fuentes de consulta

Arriaga, L., Aguilar, V. y Alcocer, J. 2002. Regiones Hidrológicas Prioritarias. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4,000,000. México.

Atlas de Riesgos Naturales. 2012. Atlas de riesgos naturales: Costa de Oaxaca. Secretaría de Gobernación, Subsecretaría de Protección Civil. México.

Bastida-Zavala, J. R., García-Madrigal, M. S., Rosas-Alquicira, E. F., López-Pérez, R. A., Benítez-Villalobos, F., Meraz-Hernando, J. F., Torres-Huerta, A. M., Montoya-Márquez, A. y Barrientos-Luján, N. A. 2013. Marine and coastal biodiversity of Oaxaca, Mexico. 9(2): 329–390.

Camacho, B. A., Ortega, E. H. M., Sánchez, B. E. I., Flores, M. H., Gardezi, A. K., Mendoza-Saldivar, I. y Avelar, R. J. U. 2023. Hidroquímica y calidad del agua para riego de las RH 21 y 23 Costa de Oaxaca y Costa de Chiapas, México. Terra Latinoamericana, 41.

Campos, L. (2012). Negros y morenos: la población afromexicana de la Costa Chica de Oaxaca. En Barabas, A.M. (Coord.), *Diversidad étnica y conflicto en América Latina*, Vol. II. INAH.

Carreto-Pérez, B.E., Almazán-Juárez, A., Sierra-Morales, P. y Almazán-Núñez, R.C. (2015). Estudio florístico de la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México. *Polibotánica*, 40, 1-27.

Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P. y Naeem, S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature, 486(7401): 59–67. https://doi.org/10.1038/nature11148

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2020. Estadísticas del Agua en México 2020. CONAGUA. México.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). *Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del Acuífero Pinotepa Nacional, clave 2018*, RHA V Pacífico Sur.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). *Programa Hídrico Regional 2021-2024*, RHA V Pacífico Sur.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2006. Vegetación de México. CONABIO. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018. Biodiversidad en Oaxaca. CONABIO. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Oaxaca. 2022. La biodiversidad en Oaxaca. Estudio de Estado. CONABIO. México.

Conesa Fernández-Vítora, V. 2009. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.

Espinoza, G. 2001. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago de Chile.

Franch-Pardo, I. y Cancer-Pomar, L. (2017). El componente visual en la cartografía del paisaje. Aptitud paisajística para la protección en la cuenca del río Chiquito (Morelia, Michoacán). *Investigaciones Geográficas*, 93.

García, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*, 5ª ed. Instituto de Geografía, UNAM.

García Romero, A., Mendoza Robles, K.I. y Galicia Sarmiento, L. (2005). Valoración del paisaje de la selva baja caducifolia en la cuenca baja del río Papagayo (Guerrero), México. *Investigaciones Geográficas*, 56, 77-100.

GBIF.org (2024). *GBIF Occurrence Download*. Global Biodiversity Information Facility.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Panorama sociodemográfico de Oaxaca.

Generalitat de Catalunya. 2011. Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Comisión Interdepartamental del Cambio Climático.

Holt, D.W., Berkley, R., Deppe, C., Enríquez, P.L., Petersen, J.L., Rangel Salazar, J.L., Segars, K.P., Wood, K.L., Marks, J.S. y Kirwan, G.M. (2020). Pacific Screech-Owl (*Megascops cooperi*), version 1.0. En *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology.

Kondolf, G.M. (1994). Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining. *Landscape and Urban Planning*, 28, 225-243.

Kondolf, G.M. (1997). PROFILE: Hungry water: Effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, 21(4), 533-551.

Lavariega-Nolasco, M.C., Briones-Salas, M., Monroy-Gamboa, A.G., Herrera-Arenas, O. y Rubio-Espinoza, M. (2020). Riqueza y conservación de las aves del suroeste de Oaxaca. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 21(2), e591.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2014. Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México. Coordinación General de Cambio Climático y Desarrollo Bajo en Carbono. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Guía para la interpretación de cartografía: Fisiografía*. Diccionario de Datos Fisiográficos.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Guía para la interpretación de cartografía: Uso del suelo y vegetación*, Serie VII.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Marco Geoestadístico 2020*.

Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI). *Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales*.

Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI). (2020). *Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas y afromexicano 2020*.

Leija-Loredo, E. G., Reyes-Hernández, H., Reyes-Pérez, O., Flores-Flores, J. L. y Sahagún-Sánchez, F. J. 2016. Cambios en la cubierta vegetal, usos de la tierra y escenarios futuros en la región costera del estado de Oaxaca, México. Madera y Bosques, 22(1): 125–140.

Ley de Aguas Nacionales, Art. 113 (materiales pétreos en cauces y zonas federales). Diario Oficial de la Federación.

Martínez-Toledo, J. (2016). *Flora médica de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca e inventario de plantas de Santa María Huatulco*. Tesis de Licenciatura, FES Iztacala, UNAM.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press.

Miranda, F. y Hernández-X., E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29-179.

Pérez-Gutiérrez, R., Solari, L.A., Gómez-Tuena, A. y Martens, U. (2009). Evolución geológica mesozoica del Complejo Xolapa al norte de Acapulco, sur de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 26(1).

NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, *Conservación del recurso agua—Método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*.

Salas-Morales, S.H., Saynes-Vásquez, A. y Schibli, L. (2003). Flora de la costa de Oaxaca, México: Lista florística de la región de Zimatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 72, 21-58.

Salas-Morales, S.H., Schibli, L., Nava-Zafra, A. y Saynes-Vásquez, A. (2007). Flora de la costa de Oaxaca, México (2): Lista florística comentada del Parque Nacional Huatulco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 81, 103-132.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo*. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010 (modificación del 14 de noviembre de 2019).

Servicio Geológico Mexicano (SGM). *Carta Geológico-Minera Acapulco E14-11 y Zaachila E14-12*, escala 1:250,000.

Strahler, A.N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.

Suárez-Atilano, M., Burbrink, F. y Vázquez-Domínguez, E. (2014). Phylogeographical structure within *Boa constrictor imperator* across the lowlands and mountains of Central America and Mexico. *Journal of Biogeography*, 41(12), 2371-2384.

Trejo, I. (2005). Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. En Halffter, G. et al. (Eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Sociedad Entomológica Aragonesa.

Purvis, A. y Hector, A. 2000. Getting the measure of biodiversity. Nature, 405(6783): 212–219. https://doi.org/10.1038/35012221

Ruiz Luis, M. 2026a. Memoria del Estudio Hidrológico del proyecto “Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena”. Oaxaca, México.

Ruiz Luis, M. 2026b. Memoria del Análisis Hidráulico del proyecto “Extracción de Material Pétreo José Luis Rodríguez en el Río de La Arena”. Oaxaca, México.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1.ª edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013. Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular para proyectos de extracción de materiales pétreos. SEMARNAT.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2019. Guía para la evaluación del impacto ambiental en ecosistemas terrestres. SEMARNAT.

Strother, J. L. 1976. Crysanthellum pilzii (Compositae), a new species from Oaxaca. Madroño, 23(6): 358–360.

Fuentes de los datos de información geográfica.

Arriaga, L., Aguilar, V. y Alcocer, J. 2002. Regiones Hidrológicas Prioritarias. Aguas Continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4,000,000. México. Consultado en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/rhpri4mgw.html

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). s. f. Sitios Ramsar. Gobierno de México. Consultado en: https://conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2024. Áreas Naturales Protegidas Federales de México 2024. Catálogo de metadatos geográficos. Consultado en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpenero2024gw.html

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2023. Acuíferos en condición de sobreexplotación. GeoVisor de Consulta de Información Geográfica, Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA), Gerencia de Aguas Subterráneas. Consultado en: https://sigagis.conagua.gob.mx/sobreexplotados/

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2026. Delimitación de acuíferos (SHP). Conjunto de datos del portal datos.gob.mx, sección Aguas Subterráneas. Formato SHP. Última actualización: 26 de marzo de 2026. Gobierno de México. Disponible en: https://www.datos.gob.mx/dataset/aguas_subterraneas/resource/fc98de36-0caf-4787-af6d-bf5f0e37b48a

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998b. Climas (clasificación de Köppen, modificada por García). Catálogo de metadatos geográficos. Consultado en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/climas/clima1mgw

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2004. Regiones Terrestres Prioritarias. Catálogo de metadatos geográficos. Consultado en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/rtp1mgw.html

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2015. Áreas de importancia para la conservación de las aves 2015. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves. Consultado en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/aicas15gw.html

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020. Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México 2020. Catálogo de metadatos geográficos. Consultado en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpest20gw.html

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2024. Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Consultado en: http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpmx.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2001a. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional Serie I. Provincias fisiográficas. Escala 1:1,000,000. Consultado en: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267575

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2001b. Sistema de topoformas. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional Serie I. Consultado en: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267582

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2001c. Subprovincias fisiográficas. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional Serie I. Consultado en: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267599

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2006. Red Hidrográfica Digital de México. Escala 1:250,000.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2018. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Serie VII. Escala 1:250,000. México. Consultado en: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1995. Edafología. Catálogo de metadatos geográficos. Escalas 1:250,000 y 1:1,000,000. México. Consultado en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/tsuelo/eda251mgw

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2004. Degradación del suelo en la República Mexicana. Escala 1:250,000. Catálogo de metadatos geográficos. Consultado en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Consultado en: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). s. f. Capas del POERTEO. Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE). Consultado en: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

Vidal Zepeda, R. 1990. Precipitación media anual. Atlas Nacional de México, Vol. II. Escala 1:4,000,000. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México. Consultado en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/precip/preci4mgw

ANEXOS