I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación en el Estado de Durango

II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública

SEMARNAT 04 002 A Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular tipo A No incluye Actividad Altamente Riesgosa. 10/MP-0376/01/25.

III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

RFC y CURP particular. Páginas: 5 y 6

IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular del área.

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_10_2025_SIPOT_1T_2025_ART69 en sesión celebrada el 22 de abril de 2025.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA_10_2025_SIPOT_1T_2025_ART69.pdf

ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 3

I.1. Proyecto 3

I.1.1. Nombre del proyecto 3

I.1.2. Ubicación del proyecto 3

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto 4

I.1.4. Presentación de la documentación legal 5

I.2 Promovente 5

1.2.1. Nombre o razón social 5

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 5

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal 5

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones . 5

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 5

I.3.1. Nombre o razón social 5

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP 5

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio 6

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio..... 6

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7

II.1. Información general del proyecto 7

II.1.1. Naturaleza del proyecto 7

II.1.2. Selección del sitio 8

II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización 16

II.1.4. Inversión requerida 21

II.1.5. Dimensiones del proyecto 21

II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 34

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 34

II.2. Características particulares del proyecto 35

II.2.1. Programa General de Trabajo 38

II.2.2. Preparación del sitio 39

II.2.3. Construcción de obras mineras 39

II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales 39

II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento 39

II.2.6. Etapa de abandono del sitio (post-operación) 42

II.2.7. Utilización de explosivos 44
II.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 44
II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 51
II.2.10 Otras fuentes de daños 51
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO 53
III.1. Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) 53
III.1.1. El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2021-2024. 53
III.1.2. Ordenamiento Ecológico General del Territorio 55
III.1.3. El Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango 58
III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de Áreas Naturales Protegidas 64
III.2.1. Áreas Naturales Protegidas 65
III.2.2.- Regiones Prioritarias 69
III.2.3. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)..... 70
III.2.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)..... 74
III.2.5. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) 79
III.2.6. Monumentos Históricos y Zonas Arqueológicas 85
III.3. Planes y Programas de Desarrollo Urbano (PDU) 85
III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 85
III.3.2. Programa Nacional de Desarrollo 86
III.3.3. Política de Desarrollo Municipal 86
III.3.4. El Plan Estatal de Desarrollo 2023-2028 87
III.3.5. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Durango, Dgo. 2023-2025 88
III.2.7. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat) 2020-2024 90
III.4. Normas Oficiales Mexicanas 93
III.5. Otros instrumentos a considerar son 100
III.5.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (SEMARNAT) 101
III.5.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 102
III.5.3. Ley de Aguas Nacionales 103
III.5.4. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 105
III.5.5. Ley Minera 107
III.5.6. Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos 109

III.5.7. Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 110

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 112

IV.1. Delimitación del área de estudio 112

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental 113

IV.2.1. Aspectos abióticos 115

IV.2.2. Aspectos bióticos 162

IV.2.3 Paisaje 170

IV.2.4 Medio socioeconómico 177

IV.2.5 Diagnóstico ambiental 189

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .. 262

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 262

V.1.1. Indicadores de impacto 269

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto 269

V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación 271

V.1.3.1. Criterios 271

V.1.3.2. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 273

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 274

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 276

VI.2. Impactos residuales 279

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 281

VII.1 Pronóstico del escenario 281

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental 282

VII.3 Conclusiones 282

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 284

VIII.1 Glosario de términos 284

IX. BIBLIOGRAFÍA 287

X. ANEXOS 293

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Extracción de Materiales Pétreos---- 9
Cuadro 2. Coordenadas Camino 1 ---- 9
Cuadro 3. Coordenadas Camino 2 ---- 10
Cuadro 4. Coordenadas Camino 3 ---- 11
Cuadro 5. Coordenadas Camino 4 ---- 12
Cuadro 6. Coordenadas Camino 5 ---- 14
Cuadro 7. Coordenadas Camino 6 ---- 15
Cuadro 8. Coordenadas Polígono 1 ---- 16
Cuadro 9. Coordenadas Polígono 2 ---- 17
Cuadro 10. Coordenadas Polígono 3---- 18
Cuadro 11. Coordenadas Polígono 4---- 19
Cuadro 12. Coordenadas Polígono 5---- 20
Cuadro 13. Polígono 1, 1er Año de extracción ---- 22
Cuadro 14. Polígono 1, 2° Año de extracción ---- 23
Cuadro 15. Polígono 1 y 2, 3er año de extracción ---- 24
Cuadro 16. Polígono 2, 4° año de extracción ---- 25
Cuadro 17. Polígono 2 y 3, 5° año de extracción ---- 26
Cuadro 18. Polígono 3, 6° año de extracción ---- 27
Cuadro 19. Polígono 3 y 4, 7° año de extracción ---- 28
Cuadro 20. Polígono 4, 8° año de extracción ---- 29
Cuadro 21. Polígono 4 y 5, 9° año de extracción ---- 30
Cuadro 22. Polígono 5, 10° año de extracción ---- 32
Cuadro 23. Equipo y maquinaria utilizada ---- 36
Cuadro 24. Cuadro de construcción ---- 37
Cuadro 25. Actividades de la etapa operacional ---- 38
Cuadro 26. Proceso para la Extracción de Material Pétreo ---- 41
Cuadro 27. Material aprovechado ---- 41
Cuadro 28. Generación de residuos No peligrosos ---- 45
Cuadro 29. Emisiones de ruido en decibeles y emisiones a la atmósfera generado por el equipo y maquinaria involucrados en el proyecto ---- 47
Cuadro 30. Particularidades de las sustancias peligrosas ---- 48
Cuadro 31. Sustancias y material peligroso ---- 49
Cuadro 32. Niveles de ruido---- 50
Cuadro 33. NOM—080-SEMARNAT-1994 (Fuentes Móviles) ---- 50
Cuadro 34. NOM-081-SEMARNAT-1994 (Fuentes fijas) ---- 50
Cuadro 35. Estrategias sectoriales relacionadas al Grupo I y II ---- 56
Cuadro 36. Unidad de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico del municipio de Durango. ---- 59
Cuadro 37. UGA. Ganadería ---- 60
Cuadro 38. UGA. Biodiversidad ---- 60
Cuadro 39. Áreas Naturales Protegidas (ANP) en Durango de competencia Local---- 66

Cuadro 40. Áreas Naturales Protegidas (ANP) en Durango de competencia Federal y su distancia con respecto al área propuesta ---------- 66
Cuadro 41. RTP del estado de Durango ---------- 72
Cuadro 42. RHP en el estado de Durango ---------- 77
Cuadro 43. AICA en el estado de Durango ---------- 81
Cuadro 44. Normas Oficiales Mexicanas ---------- 93
Cuadro 45. Norma Técnica Ambiental ---------- 98
Cuadro 46. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ---------- 101
Cuadro 47. Ley de Aguas Nacionales ---------- 103
Cuadro 48. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales ---------- 105
Cuadro 49. Ley Minera ---------- 107
Cuadro 50. Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos ---------- 109
Cuadro 51. Tipos de clima en el municipio ---------- 116
Cuadro 52. Parámetros climáticos promedio de Victoria de Durango (2015-2022) ---------- 116
Cuadro 53 Precipitación media anual y volumen precipitado en la Subregión Hidrológica Río San Pedro --- 117
Cuadro 54. Geología del estado de Durango ---------- 119
Cuadro 55. Superficie de los principales tipos de roca y suelos que se encuentran en el Municipio ---------- 119
Cuadro 56. Superficies por provincia fisiográfica ---------- 120
Cuadro 57. Tipos de suelo en el Municipio de Durango ---------- 123
Cuadro 58. Suelos presentes en el área de estudio y el área de influencia del proyecto ---------- 124
Cuadro 59. Usos de Suelo en la Ciudad de Durango---------- 125
Cuadro 60. Tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana ---------- 127
Cuadro 61. Clave para estimación de la textura al tacto del suelo ---------- 129
Cuadro 62. Profundidad del suelo (cm) ---------- 130
Cuadro 63. Clasificación de la presencia de materia orgánica en el suelo---------- 131
Cuadro 64. Superficie de la erosión en el Municipio de Durango ---------- 133
Cuadro 65. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad ---------- 135
Cuadro 66. Valor equivalente para textura y fase del suelo usado en el cálculo de la variable CATEX -------- 136
Cuadro 67. Valores asignados a rangos de pendiente para el cálculo de la variable CATOP ---------- 136
Cuadro 68. Valores de la capa de uso de suelo y vegetación para el cálculo de la capa de calificación de uso de suelo ---------- 137
Cuadro 69. Resultados para el área del sistema ambiental ---------- 138
Cuadro 70. Agrupación de la intensidad de la erosión hídrica ---------- 138
Cuadro 71. Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura ---------- 140
Cuadro 72. Valores de suelos calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura ---------- 140
Cuadro 73. Valores de CAUSO para la erosión eólica, según el uso de suelo en un área determinada ------- 141
Cuadro 74. Resultados ---------- 142
Cuadro 75. Agrupación de la intensidad de la erosión eólica ---------- 142
Cuadro 76. Áreas de escurrimiento en la Subregión Hidrológica Río San Pedro---------- 144
Cuadro 77. Índices morfo métricos del cauce principal del tramo del Río Tunal propuesta para aprovechamiento ---------- 144
Cuadro 78. Ubicación de los sitios de muestreo ---------- 147
Cuadro 79. Valores de Ci y Pi para diferentes parámetros de calidad de agua ---------- 149
Cuadro 80. Descriptores y colores propuestos para presentar el índice general ICA ---------- 150

Cuadro 81. Evaluación físico química del agua del Río El Tunal para determinar el índice de calidad del agua (ICA) de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT- 2021. ---------- 153
Cuadro 82. Evaluación físico química del agua del Río El Tunal-Durango-Mezquital para determinar el índice de calidad del agua (ICA) ---------- 154
Cuadro 83. Descriptores para presentar el índice general de la calidad del agua del río El Tunal-Durango-Mezquital ---------- 155
Cuadro 84. Uso agrícola en la Subregión Hidrológica Río San Pedro ---------- 158
Cuadro 85. Uso del agua en la Subregión Hidrológica Río San Pedro ---------- 158
Cuadro 86. Volúmenes de evaporación en la Subregión Hidrológica Río San Pedro ---------- 159
Cuadro 87. Unidades hidrogeológicas en la Subregión Hidrológica Río San Pedro ---------- 161
Cuadro 88. Condición geohidrológica en la Subregión Hidrológica Río San Pedro ---------- 161
Cuadro 89. Tipos de vegetación y uso de suelo en superficie y porcentaje ---------- 162
Cuadro 90. Vegetación en el área de influencia ---------- 164
Cuadro 91. Vegetación en el área del proyecto ---------- 165
Cuadro 92. Aves presentes en las zonas aledañas al proyecto y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ---------- 167
Cuadro 93. Mamíferos presentes en las zonas aledañas al proyecto y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ---------- 167
Cuadro 94. Reptiles presentes en las zonas aledañas al proyecto y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ---------- 168
Cuadro 95. Especies encontradas dentro del área de estudio ---------- 168
Cuadro 96. Componentes biofísicos del paisaje ---------- 171
Cuadro 97. Arquitectura del paisaje ---------- 172
Cuadro 98. Componentes biofísicos del paisaje ---------- 172
Cuadro 99. Asignación de peso y valor ---------- 173
Cuadro 100. Cuadro de Inventario/Evaluación de la calidad escénica. Criterios de ordenación y puntuación (BLM, 1980). ---------- 174
Cuadro 101. Resultados ---------- 175
Cuadro 102. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual (Yeomans, 1986) ---- 176
Cuadro 103. Información general de la población, condición de pobreza, marginación y rezago social del Municipio de Durango ---------- 179
Cuadro 104. Total de habitantes por edad y sexo 2015-2020 ---------- 180
Cuadro 105. Composición por edad y sexo ---------- 180
Cuadro 106. Total de viviendas en el municipio de Durango ---------- 181
Cuadro 107. Población con derechohabiencia a servicios de salud en 2015 y 2020 (%) ---------- 181
Cuadro 108. Población de tres años y más por condición de asistencia escolar ---------- 182
Cuadro 109. Población de 15 años y más por nivel de escolaridad ---------- 182
Cuadro 110. Población no económicamente activa ---------- 183
Cuadro 111. Desempleo, economía y vivienda en el municipio de Durango Dgo. ---------- 184
Cuadro 112. Condición de pobreza multidimensional, 2020 ---------- 186
Cuadro 113. Porcentaje de población por indicador de pobreza y carencia social municipio de Durango, 2020 ---------- 186
Cuadro 114. Causas de la migración en el municipio de Durango, Dgo. ---------- 187
Cuadro 115. Las lenguas indígenas más habladas en esta entidad ---------- 188
Cuadro 116. Cultura indígena en Victoria de Durango 2020 ---------- 188

Cuadro 117. Clasificación de los impactos ambientales ---------- 264
Cuadro 118. Matriz de Leopold para evaluación de Impactos ambientales ---------- 265
Cuadro 119. Importancia de los impactos ---------- 266
Cuadro 120. Criterios de evaluación: ---------- 267
Cuadro 121. Descripción de impactos ---------- 268
Cuadro 122. Lista de indicadores de impacto ---------- 270
Cuadro 123. Criterios para la clasificación de impactos: ---------- 271
Cuadro 124. Criterios para la evaluación de impactos: ---------- 272
Cuadro 125. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental ---------- 277

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio---- 4
Figura 2. Camino 1 ---- 9
Figura 3. Camino 2 ---- 10
Figura 4. Camino 3 ---- 11
Figura 5. Camino 4 ---- 12
Figura 6. Camino 5 ---- 13
Figura 7. Camino 6 ---- 15
Figura 8. Ubicación del área en la cual se almacenarán y/o procesarán los materiales ---- 37
Figura 9. Programa de extracción de materiales pétreos ---- 40
Figura 10. Área del proyecto donde se realizará la estabilización de taludes ---- 44
Figura 11. Distancia del proyecto a la Reserva de la Biosfera de la Michilia 59.3 km. ---- 67
Figura 12. Distancia del proyecto a la Reserva de la Biosfera de Mapimi 262 km. ---- 67
Figura 13. Distancia del proyecto a el C.A.D.N.R. 043 Estado de Nayarit (Área de Protección de Recursos Naturales) 18.6 km ---- 68
Figura 14. Distancia del proyecto al Área de protección de Recursos Naturales Ríos y montañas de La Comarca Lagunera 153 km. ---- 68
Figura 15. Distancia del proyecto a la Cuenca Alimentadora 16.76 km. ---- 69
Figura 16. Distancia del proyecto a la RTP Guacamayita 19.9 km ---- 72
Figura 17. Distancia del proyecto a la RTP Sierra de Órganos 62.9 km ---- 73
Figura 18. Distancia del proyecto a la RTP Pueblo Nuevo 68 km---- 73
Figura 19. Distancia del proyecto a la RTP Santiaguillo-Promontorio 44.4 km ---- 74
Figura 20. Distancia del proyecto a la RHP Río Baluarte Marismas Nacionales 25.2 km ---- 78
Figura 21. Distancia del proyecto a la RHP Río Nazas 22.6 km ---- 78
Figura 22. Distancia del proyecto a la RHP Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla 80.7 km ---- 79
Figura 23. Distancia del proyecto a la AICA La Michilia 58 km ---- 82
Figura 24. Distancia del proyecto a la AICA Guacamayita 51.1 km ---- 82
Figura 25. Distancia del proyecto a la AICA Sierra de Órganos 69.6 km---- 83
Figura 26. Distancia del proyecto a la AICA Río Presidio Pueblo Nuevo 92 km ---- 83
Figura 27. Distancia del proyecto a la AICA Santiaguillo 35.6 km ---- 84
Figura 28. Distancia del proyecto a la AICA Piélagos 97.3 km ---- 84
Figura 29. Sistema ambiental ---- 113
Figura 30. Área de influencia del proyecto ---- 114
Figura 31. Trayecto del río el Tunal-Durango mezquital ---- 148
Figura 32. ICA general del río El Tunal en época de estiaje ---- 152
Figura 33. ICA general del río El Tunal después del período de lluvia ---- 152
Figura 34. Transectos a lo largo del área de influencia donde se registraron especies vegetales y de fauna 169
Figura 35. Ubicación del proyecto ---- 170
Figura 36. Población de los censos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de 1900 a 2020. ---- 178
Figura 37. Las principales causas por las que migran las personas ---- 187
Figura 38. Porcentaje de población total por religión 2010 y 2020 ---- 189
Figura 39. Diagnóstico ambiental ---- 190
Figura 40. Cuenca del Río Tunal hasta la presa Guadalupe Victoria ---- 208

Figura 41. Cuenca del Río Tunal desde la presa Guadalupe Victoria hasta el PuenteGabino Santillán -------- 209
Figura 42. Distribución de los Coeficientes de Escurrimiento en la Cuenca hasta la presa Guadalupe Victoria (programa SIATL, INEGI, 2024) ---------- 211
Figura 43. Distribución de los Coeficientes de Escurrimiento en la Cuenca desde la presa Guadalupe Victoria hasta el Puente Gabino Santillán (programa SIATL, INEGI, 2024) ---------- 211
Figura 44. Localización de la Presa Guadalupe Victoria ---------- 213
Figura 45. Intensidad de Lluvia (I) - Duración de Tormenta (t) y Periodo de Retorno (Tr) de la cuenca en estudio. ---------- 214
Figura 46. Gasto para distintos Periodos de Retorno (Método Racional) ---------- 216
Figura 47. Obtención del factor de reducción pico *Z*, con base en la relación (*t / tr*) ---------- 221
Figura 48. Gasto para distintos Periodos de Retorno (Método de Chow) ---------- 223
Figura 49. Área de la cuenca del Arroyo Seco. ---------- 224
Figura 50. Distribución de los Coeficientes de Escurrimiento en la Cuenca (programa SIATL, INEGI, 2024) -- 226
Figura 51. Localización del puente y la Presa de Garabitos---------- 227
Figura 52. Cortina de la Presa de Garabitos ---------- 228
Figura 53. Intensidad de Lluvia (I) - Duración de Tormenta (t) y Periodo de Retorno (Tr) de la cuenca en estudio ---------- 229
Figura 54. Gasto para distintos Periodos de Retorno (Método Racional) ---------- 231
Figura 55. Obtención del factor de reducción pico Z, con base en la relación (t / tr) ---------- 236
Figura 56. Gasto para distintos Periodos de Retorno (Método de Chow) ---------- 238
Figura 57. Sección transversal (terreno en estado actual) ---------- 243
Figura 58. Sección transversal (terreno en proyecto dragado) ---------- 243
Figura 59. Resultados hidráulicos (terreno en estado actual) ---------- 245
Figura 60. Resultados hidráulicos (terreno en estado dragado) ---------- 247
Figura 61. Ubicación de la zona de estudio ---------- 248
Figura 62. Planimetría Ortomosaico tramo KM 0+000 – KM 1+520 ---------- 249
Figura 63. Planimetría Ortomosaico tramo KM 1+520 – KM 2+800 ---------- 250
Figura 64. Planimetría Ortomosaico tramo KM 2+800 – KM 4+360 ---------- 251
Figura 65. Planimetría Ortomosaico tramo KM 4+360 – KM 5+900 ---------- 252
Figura 66. Planimetría Ortomosaico tramo KM 5+900 – KM 7+940 ---------- 253
Figura 67. Secciones transversales tramo KM 0+000 – KM 1+520 ---------- 254
Figura 68. Secciones transversales tramo KM 1+520 – KM 2+813 ---------- 255
Figura 69. Secciones transversales tramo KM 2+813 – KM 4+360 ---------- 256
Figura 70. Secciones transversales tramo KM 4+360 – KM 5+900 ---------- 257
Figura 71. Secciones transversales tramo KM 5+900 – KM 6+880 ---------- 258
Figura 72. Secciones transversales tramo KM 6+900 – KM 7+940 ---------- 259

PRESENTACIÓN

En México, la producción de agregados pétreos se encuentra ampliamente distribuida, principalmente en áreas cercanas a los centros de desarrollo urbano y de ampliación de la red carretera, lo que resulta lógico por ser un producto destinado principalmente para la construcción, tal como la edificación de casas, ciudades, monumentos y plazuelas; aun cuando también existe mercado especializado para las rocas calcáreas en la industria del cemento, y las sílicas para pulido y limpieza mediante inyección a chorro (sand- blast), recubrimientos y acabados, etc.

En la actualidad y a nivel general, la industria de la construcción se rige por las normas de calidad vigentes, para entregar productos acordes a los requerimientos de los inversionistas, por ello, los materiales pétreos deben cumplir con especificaciones óptimas de calidad para su uso final y cumplir con una cadena de valores acorde a los costos, diseño y explotación de los mismo. En la construcción la materia prima principal son los materiales pétreos, de ellos se derivan las demás materias primas para elaborar los diferentes materiales a utilizar, de su calidad dependerá, la respuesta y la vida útil en donde se utilizaron los mismos, su estabilidad y durabilidad en el tiempo, es por eso la necesidad de una adecuada selección de los materiales (León, 2017).

Los pétreos, así como todas las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin, se exceptúan en la Ley Minera como concesibles, salvo que requieran trabajos subterráneos para su extracción.

La explotación de materiales pétreos que se encuentran en los ríos tiene gran importancia para su utilización como materia prima para la elaboración de los diferentes materiales en la industria de la construcción ya sean procesados o para ser utilizados en su forma natural, en todas sus variantes. El presente trabajo realiza el diseño de explotación para materiales pétreos en greña en el Rio Tunal II.

Antes de iniciar cualquier proyecto de extracción, además del cumplimiento de la normatividad fiscal, laboral, salud y de seguridad social, es necesario realizar la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) ante las autoridades estatales y federales en materia de ecología y medio ambiente, la cual debe incluir las acciones de restauración, recuperación, sostenimiento y mantenimiento de las medidas ambientales que amortigüen el impacto de las actividades mineras.

Dentro del cauce del río Tunal, se acumulan (azolve) de manera natural asentamientos pétreos (gravas y arenas) a lo largo y ancho del cauce, en algunos puntos se acumulan bancos que modifican la geoforma del cauce, reduciendo su capacidad de captación de agua, lo cual resulta en desbordamientos y/o erosión de los linderos.

Concretamente este proyecto se refiere a realizar actividades de aprovechamiento del material pétreo en greña dentro del tramo del cauce del río Tunal, dicha acción corresponde al sector de agregados para la construcción y requiere elaborar la Manifestación de Impacto ambiental, en su Modalidad Particular; la cual, se basa en el formato de la guía de elaboración generada por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.

En correspondencia con el Artículo 5° (Facultades de la Federación) y Artículo 28 (Evaluación del Impacto ambiental de obras y actividades) de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) donde, identificando algunas obras o actividades asociadas a esta actividad que le corresponden a dicha ley, de acuerdo en lo establecido en la Fracción X, referido a Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en su litoral o zonas federales.

De igual forma es requisito para la concesión que otorga el Poder Ejecutivo por conducto de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), con fundamento en lo dispuesto en los artículos 27, párrafo quinto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 32 Bis fracciones V, XXIV, XXVI, XXXIX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 47 fracción I y II; 62, 104 fracción i y 107 fracción I del reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 4°., 9°., fracciones V y VII; 12, 21, 24, 26, 27, 28, 29, 33, 37, 112, 113, 118, 119 y demás relativos de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 30, 42, 46, 47, 48, 49, 50, 57, 151, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180 y 181 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales; 1°ro., y 50 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 16 y 20 de la Ley General de Bienes Nacionales.

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

I.1. Proyecto

En observancia irrestricta de la Normatividad ambiental para llevar a cabo el aprovechamiento de materiales pétreos en greña en áreas de jurisdicción federal con propósitos de comercialización, se presenta esta manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, sector minero, para su análisis y evaluación, con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental. Por dicho motivo planteamos en nuestra propuesta técnica Extracción de material pétreo en greña del cauce del Río Tunal II Gabino Santillán-Dalila.

La actividad del proyecto, está orientada al aprovechamiento de un volumen de 277,520.34 m^3 de materiales pétreos en greña (gravas y arenas), localizados en el Río "Tunal", Municipio de Durango, Dgo.

En la extracción de los materiales pétreos se utilizará una retroexcavadora komatsu 336, retroexcavadora John Deere, dos máquinas cargador frontal 950 y cargador komatsu 981 michigan, sirve para cargar la criba vibratoria, esta es una estructura marca Power Scrim 400 portátil, criba 950 de 5 camas, planta cribadora de 5 mayas. Para su transporte se depositará en camiones de tipo góndola de 25 m, en el cual el material en greña es vertido por el método de chorro, para la selección de su granulometría de arenas y gravas, para su posterior comercialización. Cabe mencionar que el material no seleccionado se depositará en el mismo cauce del Río.

I.1.1. Nombre del proyecto

Extracción de material pétreo en greña del cauce del Río Tunal II Gabino Santillán-Dalila.

I.1.2. Ubicación del proyecto

Localidad

Durango

Municipio(s) o delegación(es)

Durango

Entidad federativa

Durango

Figura 1. Ubicación del área de estudio

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del proyecto se pretende sea de un periodo de 10 años, acondicionado a lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Capítulo II, que a la letra dice: Concesiones y asignaciones, Artículo 24, párrafo primero y las disposiciones legales y reglamentarias aplicables en la materia, así como acondicionado a los efectos climatológicos, sociales y económicos, que incidan en la zona de influencia.

El tiempo de vida útil se determinó debido a la naturaleza del proyecto considerando los volúmenes y capacidades de extracción por parte de la empresa promovente y conforme a la solicitud de concesión remitida a la autoridad competente.

Vida útil

V. U. = (T/P) /300 días laborables al año.

Donde:

V. U. = Vida útil en años

T = Tonelaje total del material (toneladas)

T = m^3 y densidad del material

Densidad de gravilla (con humedad) del lecho del arroyo =2.85

277,520.34 m^3 (metros cúbicos)

T= 790,935.969

P = Producción en toneladas por día. =250 ton

VU= (790935.969/250) /300

VU= 10.55 años

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Se presenta la manifestación de impacto ambiental ya que la autorización es uno de los requisitos para obtener la concesión para la extracción de materiales pétreos del cauce Federal, dicha extracción de materiales pétreos, está ubicado en el cauce (zona federal) del Río "Tunal" municipio de Durango, Dgo.

I.2 Promovente

1.2.1. Nombre o razón social

Juan Ramón León Campos

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted]

1.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Juan Ramón León Campos. Concesionario/Propietario

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

Blvd. de las Rosas 211 sur Interior H

Colonia, barrio:

Fracc. Jardines de Durango

Código postal:

34210

Entidad federativa.

Durango.

Municipio o delegación.

Durango

Teléfono(s).

(618) 8261748

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

I.3.1. Nombre o razón social

Ing. Hugo Alberto García Vega

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio
Ing. Hugo Alberto García Vega
Cedula Profesional: 3305530, Registro Forestal Nacional: Volumen 3, Número 22 Tipo UI, Mediante Oficio Nº SG/130.2.2.2/065/2009, Tramite Nº 10/A1-0243/09/09.

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio
Calle y número

Blvd. de las Rosas No. 211, Interior H

Colonia, barrio
Fracc. Jardines de Durango

Código postal
34211

Entidad federativa
Durango

Municipio o delegación
Durango

Teléfono(s)
(618) 8 26 17 48

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Naturaleza del proyecto

La explotación de materiales pétreos es muy importante para la construcción y por consiguiente para un país, significa el desarrollo en el área de la construcción, siendo el eslabón principal del desarrollo industrial, es por ello que se deben realizar diseños de explotación que permitan optimizar al máximo la utilización de los materiales pétreos a fin de que estos lleguen en las mejores condiciones a las plantas procesadoras.

El proyecto garantizará que los procesos de explotación de los materiales pétreos ocasionen el mínimo daño al medio ambiente con un rendimiento eficiente de arena y grava, permitiendo que las edificaciones y obras en infraestructura en general que utilicen estos materiales cumplan con las normas de calidad que exige la industria de la construcción. Se busca desarrollar un diseño de explotación de materiales pétreos de lecho de río, con la debida apropiación metodológica y conceptual de los elementos involucrados. A fin de obtener un mejor resultado en los procesos productivos de materiales pétreos.

Las características principales que se evaluará son la planimetría, mediante lo cual se establecerán las características planimétricas, el tramo del río objeto de explotación de materiales pétreos y la maquinaria con que se cuenta.

Además, se analizará la geología que permitirá conocer las características sedimentológicas existentes en el área de estudio del terreno. También se realizará la batimetría del tramo del río que corresponde a la realización de los trabajos de explotación, a fin de obtener características como caudal y comportamiento del río, teniendo un diseño eficaz para dichos trabajos, posteriormente con todas las características se puede mejorar el rendimiento de los equipos y maquinarias que se utilizarán en los procesos de explotación.

Sobre el actual sistema hidráulico que presenta el tramo del río intervenido, a continuación, se indican varios aspectos mediante los cuales se cuidará de no profundizar su cauce a fin de que no se presenten problemas relacionados a los procesos de erosión regresiva:

- Se mantendrá la actual pendiente longitudinal del río.
- No se modifica el régimen del flujo del río.
- Se mantienen las condiciones originales del régimen de escurrimiento del río.
- No se afectan el proceso de sedimentación del cauce.
- Disminución del riesgo de inundación o posibilidades de desborde del río ante eventos de crecidas extraordinarias.
- Tampoco afecta el régimen sedimentológico del cauce, aunque localmente sea mermada la magnitud del proceso en la zona de extracción.

La naturaleza del proyecto está dirigida hacia al aprovechamiento de un volumen total de 277,520.34 m^3 de materiales pétreos en greña (gravas y arenas), localizados en el Río Tunal,

el cual está ubicado en el municipio de Durango, Dgo., cuya finalidad principal es su comercialización. Las dimensiones del proyecto donde se llevará a cabo la extracción de material pétreo son: el área de estudio está acotada por la intención promovida ante la Dirección Local de la CONAGUA para obtener un título de concesión de materiales pétreos y cuya superficie total establecida es de 30.98 has, la cual nos arroja un volumen ponderado de 277,520.34 m^3.

Su sustentabilidad esta acondicionada a la disponibilidad de los materiales pétreos y estos, están en función de variables hidroclimáticas naturales, las cuales dependen de fenómenos atmosféricos aleatorios, no sujetos a ninguna ley previsible y que puedan causar abundancia o escasez de los mismos.

La explotación y el aprovechamiento de materiales pétreos en greña, objeto de la presente manifestación de Impacto Ambiental, es primordialmente, para obtener en su caso, la autorización en materia de Impacto ambiental, y seguir con la gestoría de la obtención del título de concesión para la explotación de materiales pétreos en un cauce federal y en los requisitos para la obtención de dicho título nos señala como un requisito para obtener dicha concesión.

II.1.2. Selección del sitio

Se han realizado estudios en el sitio para la extracción de materiales pétreos, la Comisión Nacional del Agua a su vez ha realizado cuantificaciones volumétricas, donde consideran la factibilidad de la concesión para extracción, por el momento la empresa no considera otras alternativas de explotación de materiales pétreos, aunque en un tiempo futuro deja abierta esta posibilidad.

- Las características técnicas, ambientales y socioeconómicas que se consideraron del sitio se enlistan a continuación:
- El sitio cuenta con material suficiente.
- Por su ubicación se hace factible desde el punto de vista económico, el traslado del material al área de utilización.
- No se afectan actividades productivas que se desarrollan en el sitio.
- El área de aprovechamiento no se localiza en áreas naturales protegidas, arqueológicas e históricas.
- Tienen un excelente acceso, por lo que no se requiere de la apertura de nuevos caminos dentro del predio que afecten vegetación forestal.
- Fácil acceso a las secciones de extracción.

Cuadro 1. Extracción de Materiales Pétreos

Recurso	Tipo de Material	Tipo de infraestructura	Superficie Concesionada
Áridos	Arena y Grava	Lecho del río	30.98 has

Coordenadas de los caminos que serían utilizados para el movimiento del material y de la maquinaria.

Figura 2. Camino 1

Cuadro 2. Coordenadas Camino 1

Camino 1	
X	Y
540843	2652429
540836	2652413
540823	2652398
540816	2652391
540803	2652384
540796	2652379
540770	2652362
540760	2652361
540750	2652365
540733	2652378
540722	2652386
540695	2652398
540882	2652406
540630	2652430
540546	2652465
Conecta con la carretera Durango- Mezquital	

Figura 3. Camino 2

Cuadro 3. Coordenadas Camino 2

Camino 2			
X	Y	X	Y
541415	2653650	541400	2653861
541408	2653667	541116	2653857
541403	2653672	541022	2653860
541396	653675	540739	2653859
541389	2653675	540672	2653858
541375	2653662	540638	2653856
541360	2653660	540617	2653852
541353	2653664	540598	2653846
541350	2653675	540579	2653835
541348	2653688	540549	2653817
541349	2653704	540523	2653790
541355	2653720	540505	2653768
541361	2653735	540881	2653748
541366	2653755	540457	2653730
541367	2653764	540438	2653721
541376	2653773	540408	2653712
541392	2653783	540385	2653707
541400	2653801	540366	2653704
541409	2653817	540293	2653704
541413	2653836	540267	2653704
541409	2653856	540229	2653702
Conecta con la carretera pavimentada a espaldas de la FENADU			

Figura 4. Camino 3

Cuadro 4. Coordenadas Camino 3

Camino 3			
X	Y	X	Y
542226	2654405	541643	2653935
542207	2654395	541624	2653915
542179	2654379	541604	2653900
542152	2654366	541575	2653885
542141	2654363	541575	2653884
542121	2654366	541553	2653874
542100	2654370	541511	2653864
542084	2654372	541484	2653859
542069	2654361	541404	2653857
542053	2654351	541116	2653857
542038	2654347	541022	2653860
542027	2654359	540739	2653859
542018	2654380	540672	2653858
542010	2654390	540638	2653856
542002	2654394	540617	2653852
541990	2654389	540598	2653846
541977	2654384	540579	2653835
541965	2654377	540549	2653817
541951	2654363	540523	2653790
541935	2654341	540505	2653768
541903	2654288	540881	2653748
541833	2654194	540457	2653730
541808	2654142	540438	2653721
541778	2654098	540408	2653712

541756	2654068	540385	2653707
541730	2654041	540366	2653704
541700	2654005	540293	2653704
541681	2653978	540267	2653704
541658	2653955	540229	2653702
Conecta con la carretera pavimentada atrás de las instalaciones de la FENADU			

Camino 4

Figura 5. Camino 4

Cuadro 5. Coordenadas Camino 4

Camino 4	
X	Y
542239	2654398
542261	2654382
542259	2654376
542253	2654364
542215	2654324
542213	2654317
542220	2654302
542227	2654296
542232	2654290
542238	2654280
542247	2654261

542248	2654246
542241	2654225
542221	2654162
542214	2654143
542206	2654134
542197	2654129
542188	2654126
542181	2654122
542157	2654012
542139	2653931
542139	2653918
542149	2653911
542162	2653907
Conecta con la carretera pavimentada Gabino Santillán-Rancho Dalila	

Camino 5

Figura 6. Camino 5

Cuadro 6. Coordenadas Camino 5

Camino 5	
X	Y
543510	2655107
543519	2655096
543515	2655087
543477	2655064
543439	2655041
543428	2655035
543421	2655025
543414	2655011
543410	2655002
543400	2654995
543388	2654989
543676	2654980
543666	2654971
543359	2654958
543346	2654937
543336	2654922
543276	2654870
543266	2654861
543264	2654851
543270	2654842
543380	2654699
543301	2654637
543326	2654601
Conecta con la carretera Gabino Santillán- Rancho Dalila	

Camino 6

Figura 7. Camino 6

Cuadro 7. Coordenadas Camino 6

Camino 6	
X	Y
543774	2656599
543768	2656604
543761	2656608
543753	2656616
543744	2656624
543728	2656625
543716	2656630
543707	2656637
543687	2656651
543657	2656676
543734	2656803
543810	2656931
543849	2657013
543869	2657064
543887	2657121
Conecta con la carretera Durango Nombre de Dios	

II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El acceso al proyecto partiendo de la ciudad de Durango, Dgo., se tiene a través de la carretera al Mezquital del poblado Gabino Santillán hasta llegar al Puente Dalila carretera Federal No. 45 Durango-México.

La superficie del área propuesta para el aprovechamiento de 277,520.34 m^3 de materiales, corresponde a 30.98 ha y cuyas coordenadas se presentan a continuación:

Cuadro 8. Coordenadas Polígono 1

Polígono 1		
1	541981.869	2653263.108
2	542018.820	2653254.445
3	542015.949	2653190.060
4	541991.904	2653131.591
5	541890.042	2653041.757
6	541745.727	2652936.206
7	541612.815	2652833.381
8	541489.564	2652772.224
9	541301.518	2652700.362
10	541090.128	2652606.541
11	540983.248	2652536.064
12	540845.025	2652366.471
13	540809.831	2652392.749
14	540858.052	2652474.989
15	540972.269	2652602.850
16	541059.447	2652653.326
17	541207.052	2652727.813
18	541285.600	2652756.944
19	541454.928	2652792.361
20	541566.099	2652841.730
21	541624.234	2652886.197
22	541783.551	2653016.489
23	541891.424	2653144.027

Cuadro 9. Coordenadas Polígono 2

Polígono 2		
1	541814.551	2653837.404
2	541830.369	2653775.846
3	541721.006	2653768.741
4	541582.531	2653793.447
5	541499.008	2653747.633
6	541465.400	2653705.286
7	541450.945	2653621.517
8	541471.556	2653583.875
9	541516.845	2653559.919
10	541693.212	2653526.799
11	541869.374	2653479.188
12	541962.789	2653437.416
13	542018.686	2653363.736
14	542028.155	2653339.338
15	542018.820	2653254.445
16	541981.869	2653263.108
17	541987.849	2653298.221
18	541981.550	2653369.589
19	541958.405	2653401.661
20	541913.715	2653430.079
21	541782.976	2653470.789
22	541644.494	2653492.232
23	541526.358	2653513.433
24	541437.668	2653544.132
25	541411.050	2653585.441
26	541396.760	2653665.691
27	541442.275	2653758.960
28	541475.720	2653805.353
29	541513.975	2653822.936
30	541605.298	2653827.387
31	541725.392	2653823.806

Cuadro 10. Coordenadas Polígono 3

Polígono 3		
1	542941.785	2654669.354
2	542965.830	2654643.538
3	542910.870	2654592.841
4	542846.055	2654509.231
5	542703.339	2654407.438
6	542594.820	2654407.438
7	542493.303	2654414.898
8	542411.491	2654401.992
9	542267.920	2654390.647
10	542184.116	2654292.572
11	542145.377	2654201.708
12	542123.173	2654077.587
13	542058.667	2653962.365
14	541903.697	2653831.903
15	541830.369	2653775.846
16	541814.551	2653837.404
17	541883.665	2653858.612
18	541946.415	2653908.236
19	542017.607	2653979.353
20	542063.989	2654053.877
21	542098.910	2654147.633
22	542119.892	2654224.985
23	542141.239	2654302.215
24	542172.299	2654362.428
25	542206.713	2654411.739
26	542301.724	2654441.568
27	542421.501	2654454.796
28	542601.778	2654441.374
29	542681.751	2654443.542
30	542706.792	2654453.178
31	542799.082	2654529.124
32	542871.235	2654598.378

Cuadro 11. Coordenadas Polígono 4

Polígono 4		
1	543838.043	2655779.300
2	543867.281	2655796.225
3	543888.675	2655625.679
4	543886.761	2655563.592
5	543871.974	2655515.578
6	543813.698	2655410.476
7	543759.179	2655303.549
8	543731.882	2655250.104
9	543693.721	2655196.140
10	543593.695	2655126.207
11	543421.102	2655025.146
12	543325.363	2654960.692
13	543222.599	2654865.534
14	543136.880	2654781.270
15	542965.748	2654643.627
16	542941.785	2654669.354
17	542976.809	2654690.854
18	543039.984	2654740.142
19	543144.783	2654832.975
20	543203.015	2654887.910
21	543229.926	2654917.898
22	543291.889	2654968.571
23	543332.196	2655013.620
24	543385.319	2655047.164
25	543451.094	2655093.247
26	543590.754	2655171.345
27	543670.658	2655233.926
28	543750.874	2655374.274
29	543839.004	2655553.640
30	543844.379	2655664.209

Cuadro 12. Coordenadas Polígono 5

Polígono 5		
1	544292.047	2657054.730
2	544325.632	2657038.697
3	544263.986	2656966.090
4	544199.931	2656927.355
5	544172.888	2656888.803
6	544176.037	2656828.965
7	544198.250	2656778.540
8	544217.816	2656749.030
9	544239.296	2656685.595
10	544239.296	2656655.365
11	544173.408	2656593.500
12	544112.313	2656582.855
13	543967.170	2656590.524
14	543835.256	2656579.691
15	543706.485	2656542.403
16	543651.607	2656510.629
17	543579.645	2656448.058
18	543523.106	2656364.838
19	543497.735	2656303.218
20	543494.992	2656215.689
21	543530.629	2656135.608
22	543559.315	2656054.594
23	543593.728	2655965.529
24	543609.505	2655946.406
25	543664.961	2655930.624
26	543730.244	2655918.406
27	543801.722	2655879.451
28	543833.017	2655839.607
29	543860.953	2655792.562
30	543832.241	2655775.942
31	543783.466	2655859.279
32	543714.457	2655891.758
33	543602.616	2655925.029
34	543575.975	2655946.971
35	543496.670	2656130.422
36	543466.578	2656211.806
37	543471.148	2656256.650
38	543484.703	2656340.891
39	543516.266	2656405.204
40	543568.508	2656474.670

41	543640.773	2656534.789
42	543761.489	2656580.587
43	543843.307	2656607.672
44	543924.406	2656613.394
45	544077.957	2656613.394
46	544159.709	2656618.312
47	544198.861	2656650.528
48	544216.360	2656677.640
49	544200.582	2656729.891
50	544165.352	2656782.592
51	544147.666	2656829.481
52	544142.805	2656886.984
53	544156.528	2656927.885
54	544205.738	2656958.020
55	544258.859	2657005.720

II.1.4. Inversión requerida

Es importante tener en cuenta que la inversión inicial para una operación de agregado pétreo a nivel empresarial requiere lograr eficiencia y productividad a través del uso combinado de maquinaria y equipo adecuado, lo cual implica contar con una fuerte suma de recursos económicos. De igual forma se requiere realizar una planeación adecuada de los recursos y utilidades, ya que parte de ellas deberán acumularse y aplicarse en su momento al mantenimiento y reposición de la maquinaria y equipo que den viabilidad a la empresa.

- La inversión requerida para este proyecto es de: $ 1´400,000.00 (Un millón cuatrocientos mil de pesos 00/100 M. N.).
- Se estima que su recuperación sea de 3 a 5 años dependiendo del mercado
- Costos estimados para medidas de mitigación con un 4.0% del capital invertido

II.1.5. Dimensiones del proyecto

La naturaleza del proyecto está dirigida hacia al aprovechamiento de un volumen total de 277,520.34 m^3 de materiales pétreos en greña (gravas y arenas), localizados en el Río Tunal, el cual está ubicado en el Municipio de Durango, Dgo., cuya finalidad principal es su comercialización. Las dimensiones del proyecto donde se llevará a cabo la extracción de material pétreo son: el área de estudio está acotada por la intención promovida ante la Dirección Local de la CONAGUA para obtener un título de concesión de materiales pétreos y cuya superficie total establecida es de 30.98 has, la cual nos arroja un volumen ponderado de 277,520.34 m^3.

El aprovechamiento se realizará por secciones, como se muestra en los siguientes cuadros:

Cuadro 13. Polígono 1, 1er Año de extracción

POLÍGONO 1, 1er AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
0+000.00	43.95	0	0	0	0
0+020.00	44.53	0	20	884.77	0
0+040.00	44.34	0	20	888.73	0
0+060.00	43.29	0	20	876.30	0
0+080.00	46.1	0	20	893.81	0
0+100.00	51.93	0	20	980.25	0
0+120.00	51.3	0	20	1032.34	0
0+140.00	50.43	0	20	1017.30	0
0+160.00	49.33	0	20	997.57	0
0+180.00	47.1	0	20	964.35	0
0+200.00	54.36	0	20	1014.68	0
0+220.00	54.02	0	20	1083.86	0
0+240.00	54.09	0	20	1081.15	0
0+260.00	55.24	0	20	1093.31	0
0+280.00	55.41	0	20	1106.45	0
0+300.00	48.93	0	20	1043.42	0
0+320.00	54.96	0	20	1038.93	0
0+340.00	55.32	0	20	1102.76	0
0+360.00	55.47	0	20	1107.87	0
0+380.00	56.32	0	20	1117.92	0
0+400.00	50.29	0	20	1066.16	0
0+420.00	49.46	0	20	997.56	0
0+440.00	48.68	0	20	981.38	0
0+460.00	49.73	0	20	984.08	0
0+480.00	49.12	0	20	988.56	0
0+500.00	49.21	0	20	983.39	0
0+520.00	49.92	0	20	991.33	0
0+540.00	50.35	0	20	1002.71	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**27,320.94**	

Cuadro 14. Polígono 1, 2° Año de extracción

POLÍGONO 1, 2° AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
0+560.00	50.34	0	20	1006.95	0
0+580.00	50.58	0	20	1009.22	0
0+600.00	50.88	0	20	1014.57	0
0+620.00	50.34	0	20	1012.19	0
0+640.00	46.53	0	20	968.70	0
0+660.00	47.27	0	20	938.00	0
0+680.00	39.76	0	20	870.28	0
0+700.00	37.56	0	20	773.16	0
0+720.00	36.58	0	20	741.44	0
0+740.00	36.89	0	20	734.72	0
0+760.00	34.14	0	20	710.25	0
0+780.00	32.08	0	20	662.12	0
0+800.00	33.24	0	20	653.12	0
0+820.00	30.98	0	20	642.14	0
0+840.00	32.2	0	20	631.75	0
0+860.00	31.14	0	20	633.35	0
0+880.00	31.14	0	20	622.80	0
0+900.00	30.73	0	20	618.76	0
0+920.00	30.82	0	20	615.57	0
0+940.00	28.78	0	20	596.08	0
0+960.00	25.76	0	20	545.43	0
0+980.00	25.14	0	20	509.04	0
1+000.00	38.41	0	20	635.56	0
1+020.00	38.55	0	20	769.66	0
1+040.00	38.99	0	20	775.49	0
1+060.00	39.94	0	20	789.31	0
1+080.00	40.13	0	20	800.64	0
1+100.00	39.7	0	20	798.25	0
1+120.00	40.81	0	20	805.08	0
1+140.00	43.12	0	20	839.27	0
1+160.00	42.4	0	20	855.18	0
1+180.00	42.3	0	20	847.04	0
1+200.00	57.56	0	20	998.59	0
1+220.00	50.54	0	20	1080.99	0
1+240.00	51.16	0	20	1016.97	0
1+260.00	51.75	0	20	1029.11	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**28,550.78**	

Cuadro 15. Polígono 1 y 2, 3er año de extracción

POLÍGONO 1 Y 2, 3er AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
1+280.00	51.46	0	20	1032.10	0
1+300.00	43.93	0	20	953.90	0
1+320.00	47.46	0	20	913.94	0
1+340.00	48.84	0	20	963.03	0
1+360.00	52.32	0	20	1011.61	0
1+380.00	54.11	0	20	1064.31	0
1+400.00	63.79	0	20	1179.05	0
1+420.00	61.68	0	20	1254.69	0
1+440.00	56.29	0	20	1179.71	0
1+460.00	56.95	0	20	1132.43	0
1+480.00	55.97	0	20	1129.22	0
1+500.00	43.91	0	20	998.87	0
1+520.00	43.94	0	20	878.51	0
1+520.00	19.2	0	0	0.00	0
1+540.00	30.68	0	20	498.84	0
1+560.00	34.3	0	20	649.83	0
1+580.00	40.13	0	20	744.36	0
1+600.00	40.23	0	20	803.65	0
1+620.00	34.55	0	20	747.77	0
1+640.00	27.04	0	20	615.86	0
1+660.00	28.67	0	20	557.11	0
1+680.00	28.26	0	20	569.28	0
1+700.00	28.45	0	20	567.04	0
1+720.00	46.81	0	20	752.52	0
1+740.00	37.13	0	20	839.38	0
1+760.00	29.53	0	20	666.60	0
1+780.00	26.27	0	20	557.96	0
1+800.00	32.26	0	20	585.30	0
1+820.00	32.49	0	20	647.54	0
1+840.00	31.43	0	20	639.19	0
1+860.00	31.68	0	20	631.08	0
1+880.00	0	0	20	316.80	0
1+900.00	36.44	0	20	364.41	0
1+920.00	30.47	0	20	669.14	0
1+940.00	30.66	0	20	611.28	0
1+960.00	38.68	0	20	693.33	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**27,419.64**	

Cuadro 16. Polígono 2, 4° año de extracción

POLÍGONO 2, 4° AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
1+980.00	32.37	0	20	710.44	0
2+000.00	31.71	0	20	640.75	0
2+020.00	38.84	0	20	705.50	0
2+040.00	36.59	0	20	754.28	0
2+060.00	34.13	0	20	707.12	0
2+080.00	37.61	0	20	717.39	0
2+100.00	32.17	0	20	697.81	0
2+120.00	40.49	0	20	726.56	0
2+140.00	0	0	20	404.88	0
2+160.00	40.09	0	20	400.89	0
2+180.00	52.02	0	20	921.08	0
2+200.00	55.8	0	20	1078.23	0
2+220.00	52.23	0	20	1080.33	0
2+240.00	62.91	0	20	1151.42	0
2+260.00	0	0	20	629.13	0
2+280.00	0	0	20	0.00	0
2+300.00	41.31	0	20	413.15	0
2+320.00	63.18	0	20	1044.97	0
2+340.00	44.8	0	20	1079.83	0
2+360.00	36.06	0	20	808.56	0
2+380.00	44.25	0	20	803.00	0
2+400.00	42.53	0	20	867.79	0
2+420.00	51	0	20	935.33	0
2+440.00	53.31	0	20	1043.04	0
2+460.00	0	0	20	533.05	0
2+480.00	65.15	0	20	651.51	0
2+500.00	53.97	0	20	1191.22	0
2+520.00	40.64	0	20	946.10	0
2+540.00	36.27	0	20	769.12	0
2+560.00	38.61	0	20	748.85	0
2+580.00	38	0	20	766.08	0
2+600.00	29.85	0	20	678.51	0
2+620.00	32.05	0	20	619.07	0
2+640.00	35.29	0	20	673.46	0
2+660.00	36.37	0	20	716.63	0
2+680.00	38.16	0	20	745.29	0
2+700.00	35.55	0	20	737.13	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**28,097.50**	

Cuadro 17. Polígono 2 y 3, 5° año de extracción

POLÍGONO 2 Y 3, 5° AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
2+720.00	46.04	0	20	815.89	0
2+740.00	47.48	0	20	935.13	0
2+760.00	45.03	0	20	925.05	0
2+780.00	47.32	0	20	923.47	0
2+800.00	46.57	0	20	938.90	0
2+813.00	0	0	13.01	302.87	0
2+813.00	33.18	0	0	0	0
2+820.00	32.29	0	7	229.14	0
2+840.00	31.59	0	20	638.77	0
2+860.00	28.16	0	20	597.54	0
2+880.00	24.43	0	20	525.94	0
2+900.00	24.08	0	20	485.15	0
2+920.00	31.16	0	20	552.44	0
2+940.00	28.1	0	20	592.60	0
2+960.00	25.37	0	20	534.73	0
2+980.00	36.64	0	20	620.13	0
3+000.00	35.51	0	20	721.47	0
3+020.00	32.49	0	20	679.98	0
3+040.00	36.24	0	20	687.29	0
3+060.00	37.51	0	20	737.47	0
3+080.00	44.01	0	20	815.22	0
3+100.00	0	0	20	440.13	0
3+120.00	43.7	0	20	437.00	0
3+140.00	42.27	0	20	859.68	0
3+160.00	40.36	0	20	826.28	0
3+180.00	60.68	0	20	1010.42	0
3+200.00	59.66	0	20	1203.46	0
3+220.00	52.59	0	20	1122.58	0
3+240.00	49.07	0	20	1016.67	0
3+260.00	0	0	20	490.72	0
3+280.00	41.99	0	20	419.85	0
3+300.00	39.21	0	20	811.99	0
3+320.00	35.34	0	20	745.49	0
3+340.00	0	0	20	353.35	0
3+360.00	30.87	0	20	308.71	0
3+380.00	36.74	0	20	676.12	0
3+400.00	39.69	0	20	764.30	0
3+420.00	43.04	0	20	827.32	0
3+440.00	46.13	0	20	891.74	0
3+460.00	49.57	0	20	957.06	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**27,422.05**	

Cuadro 18. Polígono 3, 6° año de extracción

POLÍGONO 3, 6° AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
3+480.00	55.4	0	20	1049.70	0
3+500.00	55.17	0	20	1105.62	0
3+520.00	59.18	0	20	1143.47	0
3+540.00	66.18	0	20	1253.58	0
3+560.00	0	0	20	661.77	0
3+580.00	51.4	0	20	513.95	0
3+600.00	49.21	0	20	1006.10	0
3+620.00	48.29	0	20	975.07	0
3+640.00	54.45	0	20	1027.47	0
3+660.00	55.34	0	20	1097.97	0
3+680.00	53.59	0	20	1089.27	0
3+700.00	56.29	0	20	1098.80	0
3+720.00	60.94	0	20	1172.35	0
3+740.00	50.3	0	20	1112.35	0
3+760.00	47.61	0	20	979.04	0
3+780.00	44.16	0	20	917.68	0
3+800.00	37.32	0	20	814.80	0
3+820.00	35.65	0	20	729.68	0
3+840.00	38.26	0	20	739.06	0
3+860.00	34.42	0	20	726.74	0
3+880.00	35.58	0	20	699.96	0
3+900.00	38.43	0	20	740.10	0
3+920.00	35.48	0	20	739.06	0
3+940.00	35.07	0	20	705.47	0
3+960.00	43.55	0	20	786.18	0
3+980.00	32.68	0	20	762.23	0
4+000.00	31.44	0	20	641.14	0
4+020.00	32.83	0	20	642.68	0
4+040.00	32.94	0	20	657.71	0
4+060.00	39.91	0	20	728.49	0
4+080.00	43.92	0	20	838.27	0
4+100.00	47.55	0	20	914.67	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**28,070.43**	

Cuadro 19. Polígono 3 y 4, 7° año de extracción

POLÍGONO 3 Y 4, 7° AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
4+120.00	48.01	0	20	955.61	0
4+140.00	51.6	0	20	996.10	0
4+160.00	40.69	0	20	922.85	0
4+180.00	42.89	0	20	835.77	0
4+200.00	43.76	0	20	866.48	0
4+220.00	32.78	0	20	765.43	0
4+240.00	35.74	0	20	685.24	0
4+260.00	33.84	0	20	695.79	0
4+280.00	32	0	20	658.43	0
4+300.00	36.06	0	20	680.61	0
4+320.00	35.53	0	20	715.90	0
4+340.00	36.33	0	20	718.65	0
4+360.00	35.28	0	20	716.11	0
4+360.00	31.47	0	0	0.00	0
4+380.00	25.61	0	20	570.80	0
4+400.00	27.47	0	20	530.72	0
4+420.00	30.37	0	20	578.33	0
4+440.00	29.95	0	20	603.15	0
4+480.00	27.64	0	40	1151.85	0
4+500.00	31.6	0	20	592.39	0
4+520.00	30.41	0	20	620.07	0
4+540.00	31.75	0	20	621.61	0
4+560.00	29.86	0	20	616.08	0
4+580.00	34.46	0	20	643.22	0
4+600.00	35.31	0	20	697.76	0
4+620.00	31.92	0	20	672.34	0
4+640.00	37.04	0	20	689.59	0
4+660.00	39.71	0	20	767.51	0
4+680.00	32.34	0	20	720.53	0
4+700.00	29.74	0	20	620.76	0
4+720.00	41.67	0	20	714.01	0
4+740.00	0	0	20	416.65	0
4+760.00	31.97	0	20	319.68	0
4+780.00	30.26	0	20	622.28	0
4+800.00	30.53	0	20	607.86	0
4+820.00	33.87	0	20	643.92	0
4+840.00	30.3	0	20	641.70	0
4+860.00	39.2	0	20	695.07	0
4+880.00	43.35	0	20	825.48	0
4+900.00	47.13	0	20	904.78	0
4+920.00	43.69	0	20	908.23	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**28,209.34**	

Cuadro 20. Polígono 4, 8° año de extracción

POLÍGONO 4, 8° AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
4+940.00	43.05	0	20	867.45	0
4+960.00	40.4	0	20	834.51	0
4+980.00	42.01	0	20	824.07	0
5+000.00	41.44	0	20	834.56	0
5+020.00	42.77	0	20	842.16	0
5+040.00	45.42	0	20	881.93	0
5+060.00	45.39	0	20	908.10	0
5+080.00	43.95	0	20	893.38	0
5+100.00	47.59	0	20	915.40	0
5+120.00	45.38	0	20	929.69	0
5+140.00	46.5	0	20	918.75	0
5+160.00	0	0	20	464.96	0
5+180.00	36.15	0	20	361.48	0
5+200.00	33.49	0	20	696.43	0
5+220.00	40.35	0	20	738.41	0
5+240.00	36.37	0	20	767.19	0
5+260.00	37.2	0	20	735.71	0
5+280.00	38.44	0	20	756.39	0
5+300.00	0	0	20	384.40	0
5+320.00	44.94	0	20	449.37	0
5+340.00	49.83	0	20	947.64	0
5+360.00	53.8	0	20	1036.32	0
5+380.00	48.63	0	20	1024.37	0
5+400.00	43.92	0	20	925.56	0
5+420.00	38.57	0	20	824.97	0
5+440.00	36.48	0	20	750.56	0
5+460.00	36.86	0	20	733.43	0
5+480.00	37.04	0	20	739.00	0
5+500.00	40.53	0	20	775.71	0
5+520.00	41.96	0	20	824.91	0
5+540.00	45.66	0	20	876.19	0
5+560.00	41.96	0	20	876.18	0
5+580.00	42.35	0	20	843.11	0
5+600.00	45.65	0	20	880.04	0
5+620.00	45.28	0	20	909.35	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**27,971.68**	

Cuadro 21. Polígono 4 y 5, 9° año de extracción

POLÍGONO 4 Y 5, 9° AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
5+640.00	44.74	0	20	900.26	0
5+660.00	44.69	0	20	894.29	0
5+680.00	46.71	0	20	913.94	0
5+700.00	50.45	0	20	971.60	0
5+720.00	49.33	0	20	997.86	0
5+740.00	43.53	0	20	928.67	0
5+760.00	22.69	0	20	662.23	0
5+780.00	29.33	0	20	520.15	0
5+800.00	31.53	0	20	608.52	0
5+820.00	36.22	0	20	677.45	0
5+840.00	31.67	0	20	678.87	0
5+860.00	31.65	0	20	633.16	0
5+880.00	32.76	0	20	644.07	0
5+900.00	0	0	20	327.57	0
5+900.00	33.18	0	0	0.00	0
5+920.00	33.65	0	20	668.21	0
5+940.00	33.35	0	20	669.93	0
5+960.00	30.78	0	20	641.25	0
5+980.00	28.81	0	20	595.85	0
6+000.00	28.5	0	20	573.05	0
6+020.00	27.53	0	20	560.30	0
6+040.00	26.73	0	20	542.65	0
6+060.00	26.48	0	20	532.15	0
6+080.00	25.7	0	20	521.85	0
6+100.00	17.3	0	20	430.01	0
6+120.00	19.17	0	20	364.66	0
6+140.00	18.72	0	20	378.85	0
6+160.00	18.84	0	20	375.53	0
6+180.00	17.17	0	20	360.06	0
6+200.00	17.71	0	20	348.83	0
6+220.00	19.79	0	20	375.06	0
6+240.00	19.64	0	20	394.36	0
6+260.00	18.44	0	20	380.84	0
6+280.00	18.14	0	20	365.80	0
6+300.00	24.52	0	20	426.55	0

6+320.00	25.09	0	20	496.06	0
6+340.00	27.18	0	20	522.69	0
6+360.00	26.09	0	20	532.69	0
6+380.00	0	0	20	260.91	0
6+400.00	23.98	0	20	239.76	0
6+420.00	23.29	0	20	472.65	0
6+440.00	24.11	0	20	474.02	0
6+460.00	0	0	20	241.13	0
6+480.00	19.77	0	20	197.72	0
6+500.00	18.91	0	20	386.86	0
6+520.00	16.36	0	20	352.75	0
6+540.00	19.91	0	20	362.71	0
6+560.00	20.37	0	20	402.78	0
6+580.00	14.4	0	20	347.63	0
6+600.00	16.88	0	20	312.78	0
6+620.00	18.06	0	20	349.42	0
6+640.00	17.1	0	20	351.56	0
6+660.00	17.66	0	20	347.53	0
6+680.00	21.42	0	20	390.73	0
6+700.00	20.78	0	20	421.96	0
6+720.00	20.09	0	20	408.68	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**27,737.45**	

Cuadro 22. Polígono 5, 10° año de extracción

POLÍGONO 5, 10° AÑO DE EXTRACCIÓN					
ESTACION	AREAS(M2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
6+740.00	16.96	0	20	370.53	0
6+760.00	21.28	0	20	382.46	0
6+780.00	25	0	20	462.79	0
6+800.00	28.43	0	20	534.30	0
6+820.00	23.63	0	20	520.62	0
6+840.00	24.72	0	20	483.52	0
6+860.00	24.6	0	20	493.20	0
6+880.00	24.91	0	20	495.07	0
6+900.00	18.3	0	20	432.08	0
6+920.00	13.69	0	20	319.84	0
6+940.00	15.14	0	20	288.29	0
6+960.00	14.74	0	20	298.84	0
6+980.00	15.81	0	20	305.51	0
7+000.00	16.92	0	20	327.31	0
7+020.00	21.18	0	20	380.99	0
7+040.00	21.31	0	20	424.86	0
7+060.00	21.05	0	20	423.60	0
7+080.00	19.65	0	20	407.06	0
7+100.00	28.08	0	20	477.32	0
7+120.00	25.1	0	20	531.80	0
7+140.00	21.23	0	20	463.30	0
7+160.00	24.12	0	20	453.50	0
7+180.00	23.75	0	20	478.72	0
7+200.00	19.03	0	20	427.77	0
7+220.00	19.1	0	20	381.25	0
7+240.00	19.71	0	20	388.08	0
7+260.00	23.2	0	20	429.14	0
7+280.00	22.93	0	20	461.36	0
7+300.00	21.42	0	20	443.53	0
7+320.00	24.02	0	20	454.42	0
7+340.00	23.93	0	20	479.47	0
7+360.00	23.66	0	20	475.82	0
7+380.00	19.61	0	20	432.70	0
7+400.00	21.31	0	20	409.23	0
7+420.00	25.41	0	20	467.15	0
7+440.00	18.06	0	20	434.65	0

7+460.00	18.3	0	20	363.57	0
7+480.00	19.65	0	20	379.44	0
7+500.00	23.3	0	20	429.47	0
7+520.00	21.21	0	20	445.11	0
7+540.00	18.86	0	20	400.72	0
7+560.00	17.4	0	20	362.58	0
7+580.00	19.24	0	20	366.36	0
7+600.00	20.71	0	20	399.46	0
7+620.00	20.53	0	20	412.34	0
7+640.00	19.79	0	20	403.20	0
7+660.00	21.4	0	20	411.91	0
7+680.00	23.65	0	20	450.45	0
7+700.00	26.63	0	20	502.76	0
7+720.00	24.33	0	20	509.61	0
7+740.00	23.45	0	20	477.85	0
7+760.00	21.7	0	20	451.55	0
7+780.00	20.12	0	20	418.20	0
7+800.00	20.05	0	20	401.63	0
7+820.00	24.58	0	20	446.24	0
7+840.00	25.08	0	20	496.55	0
7+860.00	25.45	0	20	505.24	0
7+880.00	25.81	0	20	512.61	0
7+900.00	27.91	0	20	537.22	0
7+920.00	32.87	0	20	607.80	0
7+940.00	25.98	0	20	588.47	0
VOLUMEN DE EXTRACCIÓN				**26,720.42**	

II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El uso de suelo en el área de influencia del proyecto se especifica como uso agrícola principalmente de riego y en menor proporción riego de temporal, uso forestal, de vida silvestre, existe también usos de suelo pecuario a baja escala, uso para asentamientos humanos, para infraestructura hidroagrícola, para infraestructura de vías de comunicaciones, tales como la Autopista Durango-Torreón, la Carretera Federal No. 40 Durango-Torreón, la carretera Federal No. 45 Durango-México, y las líneas ferroviarias DB Tramo Durango-Torreón y DC Tramo Durango-Zacatecas.

El sitio solicitado para proyecto es un cuerpo intermitente de agua, el cual, en algunos espacios tradicionalmente ha sido utilizado de manera no regularizada (sin autorización) para extracción de material de manera manual (pala y camioneta).

A consecuencia de la explotación irregular, y de los asentamientos por arrastre de material orgánico e inorgánico (troncos, malezas, sedimentos, llantas, partes de muro de roca, arena y roca suelta) se han conformado barreras físicas que modifican la conformación natural del río, lo que conlleva a el cambio en el cauce y la erosión marginal en algunas zonas de sus laterales, principalmente de su lateral norte (izquierdo de acuerdo al cauce del río), en donde se aprecia la pérdida de suelo por arrastre, reduciendo la superficie de suelo agrícola de los propietarios vecinos al lugar.

El proyecto no requiere del abastecimiento de agua, sin embargo, el medio agua está directamente involucrado al tratarse de aprovechamiento de materiales pétreos en el cauce del rio Tunal.

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El personal que laborará en el proyecto, será de las comunidades cercanas al sitio, principalmente de la ciudad de Durango, por lo que no será necesario la construcción o adecuación de campamentos, ya que al final de la jornada, estos se trasladarán a sus viviendas.

Debido a la cercanía del proyecto con la ciudad de Victoria de Durango y de algunos poblados, se utilizarán muchos de los servicios que se disponen en estas localidades, tales como los centros de atención médica, la telefonía y medios de comunicación con que disponen, así como los servicios públicos tales como energía, alumbrado público, agua potable, drenaje en casi toda la ciudad, pavimento en algunas vialidades, telefonía, telégrafos, televisión, etc.

La maquinaria retroexcavadora y los camiones empleados para la carga y traslado del material, emplearán exclusivamente los caminos existentes, el material será trasladado a un sitio de venta y acopio dentro del municipio; entre los servicios de apoyo que se requieren para el óptimo funcionamiento del proyecto es el servicio de combustibles y

servicios de taller automotriz. El mantenimiento a los equipos y maquinaria se realizará en talleres de la ciudad capital que cuenten con la infraestructura necesaria. Los residuos peligrosos serán manejados por los propios talleres mecánicos.

El proyecto no requiere de energía eléctrica, agua, campamentos, oficinas, ni talleres mecánicos. La zona del proyecto cuenta con telefonía satelital, la cual será medio de comunicación suficiente para la ejecución del proyecto.

Para los servicios sanitarios, se contempla la contratación de sanitarios portátiles a una empresa debidamente autorizada, siendo ésta la encargada del mantenimiento, tratamiento y disposición de los efluentes.

En cuanto a la disposición de los residuos, en la etapa de proceso no se generarán residuos que puedan producir un daño significativo en la salud de los trabajadores, o que puedan alterar las condiciones del medio ambiente del suelo, agua, aire, ya que estos bancos se trabajan al aire libre y el proceso es relativamente sencillo, realizar excavación (superficial) para la obtención del material pétreo.

El proyecto no requiere de la habilitación de caminos de acceso, serán utilizados los existentes.

II.2. Características particulares del proyecto

En la etapa operativa de extracción de materiales pétreos, los trabajadores viven en áreas aledañas, por lo que no se requiere de obras principales, y/o provisionales, como campamentos, comedores, almacenes, etc. La localidad cuenta con caminos particulares y vecinales, puesto que fueron construidos desde hace varios años, por lo que se comunican con el banco de materiales, así mismo no requiere de obras civiles por construir. El personal requerido para desarrollar estas actividades consta de 15 personas de manera directa y 10 indirectas.

El método de explotación será mediante el empleo de maquinaria convencional como retroexcavadoras en donde se extrae el material sedimentado hasta el nivel del espejo de agua, se aplicará el diseño de explotación, para realizar la excavación considera lo siguiente:

- Se dejará un borde perimetral de 5 m de ancho; y se mantendrá inalterable la margen del cauce del río.
- La explotación se realizará hasta una profundidad máxima de 1 m por debajo del material manteniendo su rugosidad.
- Una excavadora agrupará el material que se extraerá del cauce del río Tunal.
- La misma maquina cargará el material y lo depositará en un camión de volteo.
- Todos los materiales que se encuentren en el área de explotación y que no se clasifiquen como aptos, se considerarán excedentes y deberá ser acoplado en lugares y formas adecuadas. Se recomienda que se acumule en un lugar

determinado para escombreras hacia la margen derecha del río como refuerzo a la defensa ribereña existente.

Las obras o actividades principales a desarrollar para el aprovechamiento de materiales constan de las fases, desde la extracción de material en greña del banco natural, cribado, traslado y distribución a las obras de construcción como insumo.

La descripción de las actividades principales es:

a) Para la extracción de materiales pétreos en greña (gravas y arenas) se utilizará una retroexcavadora komatsu 336, retroexcavadora John Deere, dos máquinas cargador frontal 950 y cargador komatsu 981 michigan, sirve para cargar la criba vibratoria, esta es una estructura marca Power Scrim 400 portátil, criba 950 de 5 camas, planta cribadora de 5 mayas.
b) Para el transporte el material se depositará en camiones de tipo góndola con capacidad de 25 m.
c) Para la selección de su granulometría de arenas y gravas el material en greña es vertido por el método de chorro, para su posterior comercialización. Cabe mencionar que el material no seleccionado se depositará en el mismo cauce del Río.

Equipo y maquinaria utilizada

A continuación, se realiza un detalle de las máquinas que se utilizan para todas las actividades involucradas en la extracción del material pétreo.

Cuadro 23. Equipo y maquinaria utilizada

EQUIPO Y MAQUINARIA
1 Retroexcavadora komatsu 336
1 Retroexcavadora John Deere
2 Máquinas cargador frontal 950 y cargador komatsu 981 michigan
Criba vibratoria Power Scrim 400 portátil
Criba 950 de 5 camas, planta cribadora de 5 mayas
2 Camiones de tipo góndola

La planta donde se pretende procesar y/o almacenar los materiales pétreos se ubica en:

- Estado: Durango
- Municipio: Durango
- Localidad: Durango
- Localización: P.P. Lote Rústico Comunidad Gabino Santillán. Coordenada central
- Coordenadas geográficas: N 23° 59' 08.41"
  W 104° 36' 19.51"

ASNMM 1882 m

En la siguiente imagen satelital se puede observar la localización de la planta de cribado y triturado de materiales pétreos

Figura 8. Ubicación del área en la cual se almacenarán y/o procesarán los materiales

Cuadro 24. Cuadro de construcción

Vértice	X	Y
1	540209.562	2652833.820
2	540191.566	2652630.759
3	540123.383	2652654.960
4	540074.833	2652673.268
5	540120.766	2652779.175
6	540153.291	2652773.791
7	540165.895	2652770.377
8	540177.455	2652761.808
9	540193.940	2652748.044
10	540189.350	2652729.179
11	540191.346	2652712.864
12	540192.590	2652702.534
13	540201.758	2652585.090
14	540207.814	2652665.541
15	540204.545	2652547.254

Con autorización en Materia Ambiental por la Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Durango, mediante el Oficio No. SRNyMA.574.SMA.1008.2022, de fecha 11 de julio de 2022.

Cuenta con la Licencia Ambiental Única No. LAU-10-SRNyMA-0446-2023, autorizada mediante el Oficio No. SRNyMA.0967.SMA.1488.2023, de fecha 29 de septiembre de 2023.

II.2.1. Programa General de Trabajo

Cuadro 25. Actividades de la etapa operacional

Actividades de la etapa operacional											
Etapas	**ACTIVIDADES/ AÑOS**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Preparación del sitio	Gestiones: MIA, CONCESIÓN										
	Delimitación del área de proyecto										
	Limpieza										
Operación	Extracción										
	Cribado										
	Transporte										
	Comercialización										
Mantenimiento	Mantenimiento										
	Vigilancia ambiental										
Abandono del sitio	Retiro de maquinaria y equipo										
	Informe de cumplimiento										

Dentro del programa general de trabajo, únicamente se contempla el desarrollo de actividades en su etapa operacional, como son:

- Extracción de materiales pétreos
- Carga de los materiales pétreos
- Criba vibratoria marca Power Scrim 400 portátil (Selección de materiales)
- Transporte (Camiones de volteo)
- Comercialización

II.2.2. Preparación del sitio

Las actividades de preparación del sitio comprenden acciones como la identificación y delimitación de cada una de las áreas del proyecto, tales como patio de maniobras y superficie aprovechable. Se realizará la identificación y trazo de los puntos del polígono del área para identificar el punto de inicio de la excavación, de igual manera el área de más volumen de material pétreo para su explotación y aprovechamiento.

La actividad para la preparación del sitio, se requerirá de la limpieza de zona de extracción de los materiales pétreos adyacente al cauce del Río. Cabe recalcar que el área de estudio está acotada por la intención promovida ante la Dirección Local de la CONAGUA para obtener un título de concesión de materiales pétreos y cuya superficie total establecida de 30.98 ha. y un volumen aproximado de 277,520.34 m^3.

Por tratarse de un terreno dentro del cauce del lecho del río Tunal, con avenidas periódicas, las cuales difícilmente permiten el desarrollo de vegetación arbustiva o arbórea, con excepción de algunos islotes de arbolado, matorral y hierbas. No será necesario desmontar ni retirar vegetación; y la escasa vegetación de tipo herbácea que se llega a desarrollar en algunos puntos, será despalmada al momento mismo de recoger el material en greña.

II.2.3. Construcción de obras mineras

No aplica con el presente proyecto. Las actividades por desarrollar no requieren de obras mineras, solamente movimientos de materiales pétreos, la selección y cribado de los mismos.

II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales

Dentro de las actividades por desarrollar no es necesaria la construcción de obras de gran magnitud y/o provisionales, como campamentos, comedores, almacenes, etc., Se cuenta con servicios cercanos de agua, electrificación, además existen suficientes vías de acceso en el sitio, asimismo no requiere apertura de nuevos caminos se utilizarán los ya existentes solo se les dará mantenimiento a los que así lo requieran.

II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento

La explotación se realiza generalmente en ríos caudalosos que transportan durante extensos recorridos una gran cantidad de rocas, las mismas que a su vez durante su trayecto adquieren gran cantidad de energía cinética e impulso y forman distintos materiales pétreos, para ser depositadas en zonas donde se ha formado grandes depósitos.

Los materiales que comúnmente se obtienen son la arena, la grava, limos, arcillas; rocas graníticas como, andesitas y en menor cantidad basaltos. También, se encuentran sedimentaciones como por ejemplo los conglomerados de base de arcilla y arena, etc. (ESI, 2015).

Se le denomina etapa de extracción, ya que es la actividad principal que se desarrollará durante la etapa de operación del banco de materiales. La superficie total a explotar es de 30.98 ha. con un volumen total para extraer de 277,520.34 m^3, dicha extracción del material pétreo será a una profundidad de excavación máxima a 1.00 m. Dentro de descripción concreta y objetiva de la operación, las actividades por desarrollar en la extracción de los materiales pétreos, es realizado por medio de una maquina (cargador frontal 950 B), posteriormente los materiales son depositados en un camión de volteo, para ser transportados a una criba vibratoria marca Power Scrim, la descarga es por el método de chorro para su selección, y por último serán trasladados a diversos destinos locales para su comercialización.

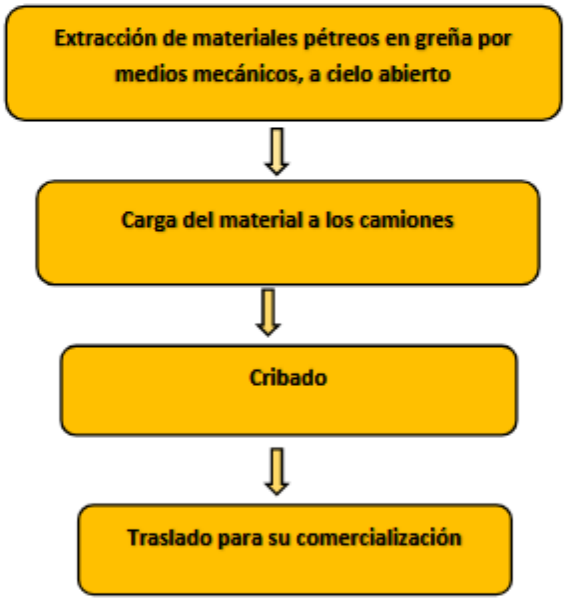


Figura 9. Programa de extracción de materiales pétreos

Cuadro 26. Proceso para la Extracción de Material Pétreo

Proceso para la Extracción de Material Pétreo	
Proceso	**Descripción del proceso**
Cortes	Los cortes de explotación del material pétreo, se harán conforme a los volúmenes arrojados por el levantamiento topográfico.
Extracción	Para la extracción de materiales pétreos en greña (gravas y arenas) se utilizará una retroexcavadora komatsu 336, retroexcavadora John Deere,
Carga	El cargado se realizará con dos máquinas cargador frontal 950 y cargador komatsu 981 michigan, misma que se retirará al término de la jornada laboral.
Cribado	El cribado se lleva a cabo mediante la criba vibratoria, esta es una estructura marca Power Scrim 400 portátil, criba 950 de 5 camas, planta cribadora de 5 mayas.
Acarreo o traslado	El acarreo o traslado del material pétreo en greña, se hará con dos camiones de tipo góndola, para trasladar el material a la zona de almacén o en su caso al lugar de venta directamente y se retirará al terminar la jornada de trabajo de 8 horas.

Cuadro 27. Material aprovechado

Material aprovechado					
Material	**Etapa**	**Fuente de Suministro**	**Forma de Excavación y Traslado**	**Cantidad Solicitada al Año**	**Cantidad Solicitada en 10 años**
En Greña	Operación	Del banco Río Tunal, situada al sur de la ciudad de Durango, carretera al Mezquital del poblado Gabino Santillán hasta el Puente Dalila ubicado en carretera México.	Sera con retroexcavadora y el traslado será en Camiones de tipo góndola. A la zona de almacenamiento o en su caso al lugar de venta directamente.	27,752.034 m^3	277,520.34 m^3

Programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento requerido en este rubro, no es necesario, ya que la única estructura requerida es una criba vibratoria, la cual no requiere de programa de mantenimiento significativo. En el caso de la maquinaria y parque vehicular el mantenimiento se realizará en la ciudad de Durango.

II.2.6. Etapa de abandono del sitio (post-operación)

De momento no se tiene contemplado el abandono de las instalaciones, ya que se considera indefinida, debido a que existe dependencia y están condicionadas a las variables hidroclimáticas naturales, las cuales dependen de fenómenos atmosféricos aleatorios, no sujetos a ninguna ley previsible y que puedan causar abundancia o escasez de los materiales, se estima una vida útil no menor de 10 años.

Por la misma actividad natural que presenta el río, se puede decir que no se presenta etapa de abandono de sitio, ya que, para la restitución del área donde se ubican los bancos de materiales, no se tiene prevista alguna actividad, puesto que es un medio natural que cumple con una función cíclica, por su proceso natural, lo que permite que a la vuelta del año el material extraído sea sustituido por los arrastres naturales que trae el río en cada temporada de lluvias.

En conformidad a Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Capítulo II, Concesiones y asignaciones, Artículo 24, párrafo primero y las disposiciones legales y reglamentarias aplicables en la materia la concesión fue otorgada a 10 años, es la vida útil que se considera, sin embargo, se pretende al término de 10 años refrendar la concesión. La Comisión Nacional del Agua, recomienda que, una vez concluidos los diferentes tramos de explotación, deben de escarificar las zonas de circulación de maquinaria y/o equipo pesado dentro del cauce, para recuperar la capacidad de recarga del acuífero. Para la extracción no se requiere tener algún tipo de edificación, ni equipo fijo en el sitio, por lo que a su término se dejará el lugar, el abandono sería simplemente dejar de extraer los volúmenes acumulados por el arrastre a través del cauce del río, la maquinaria se trasladará a otro proyecto o se guardará y como se dijo antes; en el proceso natural de la escorrentía del río, el sitio volverá a su estado natural. Considerando la simplicidad de la operación, no amerita un programa calendarizado, pues el abandono es demasiado rápido.

Se realizará:

Retiro de maquinaria

La maquinaria deberá ser retirada del sitio, cuidando limpiar todas las áreas.

Limpieza general

Esta actividad se realizará durante toda la vigencia del proyecto y estará respaldada por un programa preestablecido desde el inicio del proyecto mediante la supervisión rutinaria y apoyada por el Reglamento Interior, donde se estipule la obligación y compromiso de todos

los trabajadores de evitar dejar residuos sólidos en el área del proyecto, así mismo se colocarán en los contenedores con tapa en los diferentes frentes de trabajo para la recolección de residuos sólidos no peligrosos, posteriormente serán trasladados al relleno sanitario que da servicio a la ciudad de Victoria de Durango, Dgo. para su disposición final.

Retiro de sanitarios portátiles

La empresa prestadora del servicio será la responsable del retiro de los sanitarios portátiles y de la limpieza de los sitios en donde se hayan ubicados éstos.

Continuación del Programa de restauración

En la etapa de abandono del proyecto, se deberá cuidar que los cortes y pendientes se suavicen y se apliquen los tratamientos adecuados, para con esto contribuir a minimizar el impacto generado, ya que de no hacerse, como suele suceder en algunos bancos de materiales, el suelo quedaría expuesto a la erosión. Deberán también estabilizarse los taludes para evitar corrimientos de tierra.

Se realizará el suavizado de pendientes de tal forma que se disminuyan los procesos de erosión; así como la posibilidad de accidentes de la fauna silvestre, se realizará el fortalecimiento y suavizado de los taludes, a través del arropamiento con el material pedregoso no aprovechado; y se rebajarán y estabilizarán las pendientes del talud del cauce del arroyo en donde se requiera.

En todos los casos, la extracción tendrá que iniciarse a partir de la cota de nivel superficial aguas abajo del área de aprovechamiento, la cual será la cota de inicio. Se deberá comenzar con la remoción de materiales en el extremo aguas abajo del polígono, avanzando al extremo opuesto, manteniéndose siempre por arriba o a nivel de la cota de inicio; es decir dejando una pendiente cero. En caso de existir una capa de material no aprovechable que deba despalmarse, podrá retirarse y después de la explotación deberá colocarse de manera homogénea de tal forma que, quede una pendiente cero a la altura de la cota de inicio. En ningún caso se podrán dejar áreas con desnivel menor a las colindantes en dirección aguas abajo, para evitar la retención del recurso hídrico y con ello las afectaciones en sitios ubicados aguas abajo del área de estudio.

Dejar en los bordes del banco, tanto a lo largo como en el extremo aguas arriba, taludes en ángulo de reposo de al menos 2 a 1 en la relación entre las dimensiones horizontal y vertical, para evitar posibles derrumbes en sitios colindantes, así como posibles accidentes que pudieran afectar a la fauna del lugar. En la zona donde el cauce del arroyo haga curva, los bordes deberán tener una pendiente de al menos 3 a 1 en la relación entre las citadas dimensiones horizontal y vertical, para prever el desgaste por erosión en la zona de choque, esta zona podrá además reforzarse con material grueso no aprovechable.

En la imagen se muestra donde se realizarán los taludes

Figura 10. Área del proyecto donde se realizará la estabilización de taludes

II.2.7. Utilización de explosivos

No aplica. Dentro de las actividades a desarrollar no se requiere de uso de explosivos.

II.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Los residuos generados por los trabajadores del proyecto, serán colocados en depósitos y posteriormente transportados por la promovente adonde lo indique la autoridad municipal.

Mientras que los desechos de los baños portátiles serán dispuestos por la empresa que brinda el servicio de renta de estos. Por otra parte, no se contempla la generación de residuos peligrosos dentro del área del proyecto, ya que el mantenimiento de las unidades se realizará fuera del polígono y estará a cargo de empresas dedicadas a brindar este tipo de servicios. Sin embargo, la promovente está consciente de la posibilidad de algún accidente con este tipo de residuos, por lo que, en caso de presentarse, el promovente se encargará de disponerlos de acuerdo a la normatividad.

Residuos Sólidos – Orgánicos – No Peligrosos

- **Restos de alimentos en general:** Estos residuos deberán ser recolectados en envases de plástico, y entregarlos al sistema de limpia municipal.
- **Papeles y cartones.** La generación de este tipo de residuos no será significativa en términos de volumen. Los papeles y los cartones deben serrecogidos, para posteriormente ser comercializados para su reciclaje, de no ser factible el reciclaje, estos residuos deberán ser entregados al sistema de recolección de basura municipal.

Residuos Sólidos – Inorgánicos – No peligrosos

- **Vidrios.** Las botellas y envases en general, serán recolectados en contenedores plásticos localizados en cada área del campamento. Estos serán enviados a lugares de compra o donados a personas u organizaciones de las comunidades cercanas a la zona del proyecto, que puedan reutilizar estos residuos. En caso de no existir estas alternativas, serán depositados lugares dispuestos por la autoridad municipal o entregada al sistema de limpia.
- **Plásticos y Latas.** Las botellas, los envases, las bolsas y latas, se colectarán en contenedores plásticos en cada una de las áreas del campamento, para ser entregados al sistema de limpia municipal.

Residuos Líquidos – Orgánicos

- **Agua Residual:** Para cubrir las necesidades fisiológicas de las personas que laboran en la obra será necesario instalar servicios sanitarios portátiles con fosa anaeróbica que garanticen que el agua residual cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Cuadro 28. Generación de residuos No peligrosos

Generación de residuos No peligrosos						
Etapa	**Características**	**Proceso donde se generan**	**Volumen producido**	**Disposición temporal**	**Estado Físico**	**Disposición final**
Preparación del sitio	Doméstico y sanitario.	Necesidades Fisiológicas y Domestico.	1 Kgs.	Baño Portátil	Solido/Liquido	Basurero municipal y residuos fisiológicos serán manejados por la empresa que prestará el servicio de baños portátiles
Construcción	No hay residuos conforme a la información solicitada por el promovente, ya que en dicho proyecto no habrá ninguna construcción de infraestructura en el sitio, por lo tanto NO APLICA.					

Operación	Doméstico y sanitario.	Necesidades Fisiológicas y Domestico.	1 Kgs.	Baño Portátil	Solido/Liquido	Basurero municipal y residuos fisiológicos serán manejados por la empresa que prestará el servicio de baños portátiles
Abandono del sitio	Doméstico y sanitario.	Necesidades Fisiológicas y Domestico.	1 Kgs.	Baño Portátil	Solido/Liquido	Basurero municipal y residuos fisiológicos serán manejados por la empresa que prestará el servicio de baños portátiles

Operación de maquinaria y equipo

Para llevar a cabo las actividades correspondientes a la extracción de materiales pétreos es necesario utilizar maquinaria, la cual producirá principalmente:

Las fuentes de emisión de humos y gases son originadas exclusivamente por fuentes móviles, constituidas por tres equipos de maquinaria, (excavadora y dos camiones de volteo), utilizados en la preparación del banco, además de las labores de carga y acarreo de materiales resultantes, para ello se prevé que se presenten emisiones de polvos.

Emisiones a la atmósfera

- PTS
- Bióxido de Azufre (SO_2)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NOx)
- Hidrocarburos

Las emisiones a la atmósfera provenientes del escape de la maquinaria y vehículos utilizados para la realización del proyecto, los cuales estarán controlados con el mantenimiento preventivo y correctivo o que se brindará oportunamente; evitando rebasar los límites máximos permisibles de las normas aplicables. Además de que se trabajará de lunes a viernes, ocho horas de luz de día y que las cualidades ambientales de la zona son aptas para asimilar y dispersar dichas emisiones, considerando que este indicador de impacto es bajo.

En cuanto a la generación de polvos en la etapa de operación, no habrá tal, debido a que el material sale húmedo y en su caso esta será mínima porque el material por lo regular

siempre tendrá suficiente humedad y de ser necesario se tapará con lonas para evitar algún derrame de material y generación de polvo en su recorrido.

Las principales emisiones a la atmósfera en esta etapa serán gases de combustión por la operación de la máquina excavadora y el movimiento de camiones de volteo y serán mínimos los gases de monóxido de carbono (CO), porque la maquinaria usada en este proyecto se encuentra en muy buen estado y en la cual dichas maquinarias periódicamente tienen el servicio de mantenimiento apropiado y constante.

El número de horas de emisión por día

Es mínima ya que solo se sacará de uno a dos viajes por día según el programa de trabajo y en horas variables durante la jornada de 8 horas, el tiempo estimado por llenado del material pétreo por la excavadora por camión es de aproximadamente 30 minutos, esto equivale a 1 hora aproximada al día de misiones por jornada, siendo así una mínima contaminación y ruido al medio ambiente y a los alrededores.

Si es peligrosa o no y, en su caso, las características que la hacen peligrosa

Los gases de combustión son considerados tóxicos en concentraciones altas, situación que muy difícilmente se presentará en el proyecto, ya que se trabajará siempre al aire libre y solo dos máquinas, por lo tanto, la emisión de gases despedidos a la atmósfera es mínima.

Cuadro 29. Emisiones de ruido en decibeles y emisiones a la atmósfera generado por el equipo y maquinaria involucrados en el proyecto

Equipo	Cantidad	Horas de trabajo diario	dB Emitidos	Emisiones a la atmósfera (g/s) CO_2	Tipo de combustible
Retroexcavadoras	2	8	80	0.7610	Diesel
Cargador frontal	2	8	80	0.7610	Diesel
Camiones tipo góndola	2	8	75	0.3710	Diesel

Fuente: (MIA-P)

Prevención y control

Para controlar la generación de emisiones a la atmósfera la empresa implementará un programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria, el cual consistirá del cambio de los aceites y revisar que se encuentre en perfectas condiciones para realizar la extracción y carga de los materiales, así como que no se generen niveles de ruido que puedan dañar la salud de los trabajadores; todo esto en observancia de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.

Sustancias peligrosas

Según la definición de sustancia peligrosa de la LGEEPA dice que es aquella sustancia que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

En la realización del proyecto se utilizan sustancias que poseen alguna de las características CRETIB, principalmente toxicas e inflamables, sin embargo y considerando la definición del párrafo anterior, el cual indica que la cantidad es un factor de importancia, para considerarlas peligrosas, tenemos que la cantidad que se utilizará en la extracción de materiales pétreos, no las convierte en sustancias peligrosas potenciales. Sin embargo y para tener conocimiento de estas sustancias, en la siguiente tabla se hace mención de las sustancias peligrosas (por que poseen alguna de las características CRETIB) que se utilizan en la operación de la maquinaria. De las que se describen a continuación solamente la gasolina se encuentra en el listado de sustancias peligrosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de junio de 2006.

Cuadro 30. Particularidades de las sustancias peligrosas

Nombre Comercial	Gasolina sin plomo
Nombre Técnico	Gasolina
CAS	8006-61-9
Estado Físico	Líquido
Tipo de envase	Pipas
Etapa o Proceso en que se emplea	Operación de la maquinaria
Cantidad de Uso Mensual	La cantidad será responsabilidad de la empresa encargada de la extracción
Cantidad de Reporte	A partir de 10 000 barriles
Características CRETIB	Inflamable y Explosiva
IDLH	<10 mg/m^3
TLV	500 ppm
Destino o uso final	Para el funcionamiento y operación de la maquinaria

Cuadro 31. Sustancias y material peligroso

Nombre comercial	Diesel	Aceite para Motor	Aceite Hidráulico
Nombre Técnico	Combustible Diesel	Aceite para Motor	Aceite Hidráulico
CAS	70892-10-3	8008-20-6	ND
Estado Físico	líquido	líquido	líquido
Tipo de envase	Pipas	Envases de plástico	Envase de acero u hojalata, polietileno de alta densidad y propileno.
Etapa o Proceso en que se emplea	Operación de la maquinaria	Operación de la maquinaria	Operación de la maquinaria
Cantidad de uso mensual	1000 lt	300 lt	200 lt.
Cantidad de reporte	N/E	N/E	N/E
Características CRETIB	Inflamable Toxico	Inflamable Toxico	Inflamable Toxico
IDLH	ND	ND	ND
TLV	100 mg/m^3	100 mg/m^3	100 mg/m^3
Destino o uso final	Como combustible para la maquinariaque labore durante la obra.	Para evitar el desgaste del motor de la maquinaria.	Donde se requiera un aceite antidesgastante moderado.

NOTA: Las sustancias que se citan como toxicas no tienen información acerca de la persistencia en aire, agua, sedimento y suelo. Bioacumulación FBC, Log Kow (Coeficiente de partición octano/agua), toxicidad aguda en organismos acuáticos, toxicidad aguda en organismos terrestres, toxicidad crónica en organismos acuáticos y toxicidad crónica en organismos terrestres.

N/E: No se ha establecido una cantidad de reporte ND: No hay datos, CAS: Chemical Abstracts Service. (Numero asignado por Chemical Abstracts a la sustancia), TLV: Threshold Limit Values. (Valor Limite Umbral), IDLH: Inmediatly Dangerous to Life and Healt. (Inmediatamente peligrosos para la vida o la salud).

Contaminación por ruido

Emisión estimada del ruido que se presentará durante la operación de cada una de las fuentes. Se apegará a lo que establece la Norma Oficial Mexicana, NOM-080-SEMARNAT-1994, que señala los límites máximos permisibles por fuentes móviles y NOM-081-SEMARNAT-1994, que señala los límites máximos permisibles de emisión de ruido en las fuentes fijas.

La etapa de preparación del sitio y operación, presentan pocas fuentes emisoras de ruido, dichos niveles y fuentes se describen en la siguiente tabla:

Cuadro 32. Niveles de ruido

Niveles de ruido	
Fase del proceso	**Decibeles Db "A"**
Carga de materiales resultantes	65-70
Operación de maquinaria y camiones	65-85

Estos valores de emisión de ruido, son los valores promedio o típicos, que son encontrados en la literatura al respecto. Los valores varían de acuerdo a las condiciones específicas tales como, tipo de maquinaria e inclusive pendientes topográficas y distancias de traslado.

Intensidad en decibeles y duración del ruido en cada una de las actividades del proyecto. Las emisiones de ruido se deberán apegar a las especificaciones señaladas en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

Cuadro 33. NOM—080-SEMARNAT-1994 (Fuentes Móviles)

Decibeles permitidos	
Peso bruto vehicular (kg)	**Límites Máximos Permisibles Db "A"**
Hasta3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Cuadro 34. NOM-081-SEMARNAT-1994 (Fuentes fijas)

Límites Máximos Permitidos	
Horario Variable de lunes a sábados	Límites Máximos Permisibles Db "A"
8: 00 hrs. a.m. A 15:00 hrs. pm.	68
8: 00 hrs. a.m. A 15:00 hrs. pm.	65

La extracción del material será de dos camiones de volteos por día, y no se tendrá una hora específica del llenado del camión con la retroexcavadora, pero si será dentro de la jornada

La intensidad del ruido en el área de extracción estarán en función de los motores de la maquinaria utilizada para la extracción, pronosticando que con el mantenimiento preventivo y correctivo aplicado a la maquinaria, los niveles de ruido que se emitirán estarán en un rango de los 70 dB, por lo cual los trabajadores estarán provistos con el equipo de protección personal correspondiente a cada una de sus actividades, además de que el

horario que sea establecido así para realizar las actividades y no se perturbe a la comunidad faunística que pudiera transitar esporádicamente en el área del proyecto.

La mayor generación de ruidos se producirá durante la descarga de los materiales por parte de la excavadora y los camiones de volteos que transportarán el material. Ambas actividades se realizarán al aire libre permitiendo la dispersión de los sonidos generados.

II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

El proyecto de extracción de materiales pétreos, generará residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, los cuales ya se mencionaron en el punto anterior, por lo que las personas encargadas de la obra y los trabajadores tendrán la obligación de manejar correctamente sus residuos, así como clasificarlos para disponerlos adecuadamente y con ello contribuir al cuidado del medio ambiente.

Los residuos sólidos no peligrosos deben ser entregados al servicio de limpia de la localidad, perteneciente al municipio de Durango. Los residuos sólidos y líquidos peligrosos generados en la operación y mantenimiento de la maquinaria deben ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a una empresa encargada de recolectar este tipo de residuos, por lo que la empresa constructora a cargo deberá de darse de alta como empresa generadora de residuos peligrosos en la SEMARNAT.

Para los residuos no peligrosos; se contará con tambos de 200 litros señalados con cuatro distintos colores los cuales serán peligrosos (gris), no peligrosos (azul), orgánicos (verde) y amarillo (papel, aluminio, plástico); debiendo la empresa contratista, a cargo de la obra promover un adecuado manejo de residuos por parte de los trabajadores.
Para los residuos sólidos se colocarán botes metálicos con tapa, además en caso de que se generen residuos voluminosos serán llevados directamente en camión de volteo mismo que deberá estar cubierto debidamente por una lona y llevados al lugar que indique el Municipio.

Para el manejo de excretas se rentarán baños portátiles de empresas de la localidad que proporciona el servicio de la renta, mantenimiento, limpieza y disposición del contenido, cuya disposición se realiza en la planta de tratamiento municipal según convenio firmado sobre el particular.

II.2.10 Otras fuentes de daños

- Contaminación por vibraciones, radiactividad térmica o luminosa: No aplica ya que la explotación del banco de materiales será por medios mecánicos (retroexcavadora).

- Accidentes humanos: Se laborará con base a un programa de seguridad e higiene en el trabajo de acuerdo con las normas de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social (STyPS).

Dentro de posibles accidentes, que se pudieran ocasionar, se encuentran generalmente del mantenimiento menor de maquinaria pesada, ya que los vehículos de transporte y camiones de carga, serán afinados y cambiados sus lubricantes, aditivos y grasas en talleres de la ciudad de Durango. Dentro de los planes de prevención en caso de algún derrame accidental de aceites gastados y grasas, por los vehículos automotores, estos limpiarán el área afectada y recogerán para su disposición final conforme a lo que marca la LGEEPA y su Reglamento en materia de residuos peligrosos, aplicando de inmediato el programa de contingencia anexo al presente.

Prevención y respuesta

Dentro de las actividades para prevenir accidentes ambientales, los vehículos y maquinaria de combustión interna que se utilicen en la extracción de los materiales pétreos, se sujetarán a un mantenimiento periódico, para evitar derrames de sustancias toxicas y emisiones a la atmósfera de compuestos contaminantes.

Medidas de seguridad

Dentro de las medidas de seguridad, se contempla que actividades como son la reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria y camión de volteo, sean realizadas en la ciudad de Durango.

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

En este capítulo se establece la congruencia del proyecto con las pautas y estrategias de los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican en el área. Se emplean fuentes de información de los ámbitos, federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de estudio del proyecto. El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir lineamientos que deberán ser observados para la ejecución del proyecto asegurando que no exista interferencia con algún otro plan, programa o proyecto. Partiendo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Leyes, Reglamentos, normas y UGAS, por lo que una vez revisados y analizados el proyecto no contraviene ninguno de los antes mencionados.

III.1. Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET)

Este apartado tiene como finalidad analizar el grado de concordancia entre las características y alcances del proyecto con respecto a los diferentes instrumentos normativos y de planeación, e identificar los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad de la zona, así como aquellos que se relacionan con el proyecto y están regulados por la normatividad ambiental vigente.

En este capítulo se establece la congruencia del proyecto con las pautas y estrategias de los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican en el área. Se emplean fuentes de información de los ámbitos, federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de estudio del proyecto. El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir lineamientos que deberán ser observados para la ejecución del proyecto asegurando que no exista interferencia con algún otro plan, programa o proyecto. Partiendo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Leyes, Reglamentos, normas y UGAS, por lo que una vez revisados y analizados el proyecto no contraviene ninguno de los antes mencionados.

III.1.1. El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2021- 2024.

Es el instrumento de planeación determinado en la Ley General de Asentamientos Humanos y Ordenamiento Territorial, que guarda congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y con la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2040, cuenta con una visión integral y es resultado de un esfuerzo colectivo de planeación sectorial participativa.

La formulación del PNOTDU tiene como base el territorio, que es el elemento transversal de la mayoría de las políticas de la Administración Pública Federal, en el que se encuentran desigualdades y brechas sociales que implican la intervención conjunta de los tres órdenes

de gobierno, así como los sectores público, social y privado, con el objeto de contar con un instrumento de planeación que bajo el principio "No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera", establece la reorientación de los usos, ocupación y aprovechamiento sostenible del territorio; integra las dimensiones ambiental, social, cultural y económica; trasciende los ámbitos rural y urbano al considerar las escalas municipal, metropolitana, estatal, regional y nacional; promueve el cuidado de la biodiversidad y reconcilia a las personas con su entorno natural.

Para la elaboración del PNOTDU, destaca el apoyo de las Unidades Responsables de la SEDATU, así como de los representantes de las entidades del sector: Instituto Nacional del Suelo Sustentable (INSUS), Procuraduría Agraria (PA), Registro Agrario Nacional (RAN), Fideicomiso Fondo Nacional de Fomento Ejidal (FIFONAFE), Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO), Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) y Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), cuyas aportaciones enriquecieron la definición de las líneas de acción y las metas para el bienestar.

Vinculación con el proyecto:

Por su escala y alcance, el PNOTDU no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Con las diferentes actividades del proyecto se requerirá de la contratación de personal, es decir empleos formales, dignos y con la previsión y seguridad social requeridas tal y como lo marca la ley.

El proyecto está alineado con el desarrollo sostenible, el cual se llevará acabo cumpliendo con la legislación ambiental aplicable e implementando durante todas sus etapas todas las medidas de mitigación descritas en el presente documento.

III.1.2. Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Es formulado por la Semarnat en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, su elaboración técnica es responsabilidad del Instituto Nacional de Ecología y su proceso de gestión se encuentra a cargo de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. El Ordenamiento Ecológico General del Territorio tiene por objeto determinar: a) la regionalización ecológica del territorio nacional a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y b) los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, principalmente.

El sustento jurídico se basa en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (Título Primero, Capítulo IV, Sección II, artículos 19 al 20 Bis 7), se concibe al Ordenamiento Ecológico del Territorio como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso de suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

El presente proyecto se ubica en la Región Ecológica 9.24 que abarca la Unidad Biofísica Ambiental (UBA) 14 denominada Sierras y Llanuras de Durango, se localiza en Centro-sur de Chihuahua, centro de Durango y noroeste de Zacatecas, tiene una superficie de 43,933.92 km^2, una población de 920,790 habitantes.

Cuya política ambiental es el Aprovechamiento Sustentable, prioridad de atención muy baja, rectores de desarrollo Ganaderia-Mineria; coadyuvantes del desarrollo Agricultura- Poblacional; asociados del desarrollo Forestal; sin otros sectores de interés.

El estado actual del medio ambiente medianamente estable, conflicto sectorial nulo:

- Muy baja superficie de ANP's.
- Media degradación de los Suelos.
- Alta degradación de la Vegetación.
- Media degradación por Desertificación.
- La modificación antropogénica es baja.
- Longitud de Carreteras (km): Alta.
- Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja.
- Densidad de población (hab/km2): Muy baja.
- El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Agrícola.
- Con disponibilidad de agua superficial.
- Déficit de agua subterránea.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 60.5.

- Baja marginación social.
- Medio índice medio de educación.
- Medio índice medio de salud.
- Bajo hacinamiento en la vivienda.
- Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda.
- Bajo indicador de capitalización industrial.
- Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola con fines comerciales.
- Alta importancia de la actividad minera.
- Alta importancia de la actividad ganadera.

Presenta un escenario al año 2033 inestable; política ambiental: Aprovechamiento sustentable; Prioridad de atención: Muy baja, establece las siguientes estrategias sectoriales relacionadas al Grupo I y II que están dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y son las siguientes:

Cuadro 35. Estrategias sectoriales relacionadas al Grupo I y II

GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas
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 de promover una minería sustentable.
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.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.

C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 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. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso. 39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza 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. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL	
A) Marco Jurídico	42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
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.

III.1.3. El Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, es un instrumento de política ambiental dirigido a regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (LGEEPA, Artículo 3. Fracc. XXIII).

Actualmente para el estado de Durango existe un Programa de Ordenamiento Ecológico de su Territorio publicado el día 08 de septiembre de 2016 en el Periódico Oficial del Estado de Durango, el cual es un instrumento de planeación que tiene como propósito generar y promover políticas de uso del territorio bajo los principios de desarrollo sustentable, esto es que generen desarrollo económico, equidad social y equilibrio ambiental.

Estas políticas ambientales generales deberán orientar el uso del territorio mediante la formulación de leyes, reglamentos, programas y proyectos acordes con la vocación natural del suelo, a fin de revertir los procesos de deterioro del ambiente.

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

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

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, este proyecto se ubica dentro de la UGA No. 87 Río El Tunal, cuya política es Cuerpos de Agua, dentro de esta UGA se contemplan: Proteger, mejorar, conservar y restaurar los cauces y vasos de agua de propiedad nacional y sus zonas federales.

Tiene los criterios de regulación sobre: líneas de conducción y distribución eléctrica que pasen sobre o en las inmediaciones de los humedales, ríos y vegetación de galería, proyectos que hagan uso o modifiquen las zonas de anidación de aves asociadas a humedales, proyectos que impliquen cambio de uso de suelo, instalados a una distancia igual o menor a 1,000 metros desde el límite máximo de inundación de cuerpos de agua y humedales, proyectos autorizados de vías generales de comunicación y proyectos acuícolas autorizados para la producción de especies no nativas, no contempla dentro de estos la extracción de materiales pétreos en los cuerpos de agua.

Cuadro 36. Unidad de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico del municipio de Durango.

Río el Tunal	
FID	30
No_UGA	87
Nombre_UGA	Río El Tunal
POLITICA	Cuerpo de Agua
USOS_COMPA	RESTRICCION
USOS_INCOM	RESTRICCION
PA_GAN	0
PA_AGR_R	0
PA_AGR_T	0
PA_CON	0
PA_FOR	0
PA_IND	0
PA_SAH	0
RG_GAN	0
RG_AGR_R	0
RG__AGR_T	0
RG_CON	0
RG_FOR	0
RG_IND	0
RG_SAH	0
Uso_Optimo	Agua
Area_ha	2628.83
Xmax	568395
Ymax	2677650
Xmin	525209
Ymin	2627930
Ind_Max	1
Ind_Min	0
Agr_Temp	695
Past_Ind	112
Bos_Mix	0
Bos_Pin	0
Mat_Xer	55
Agr_Rieg	1252
Past_c_Arb	209
Past_Hal	65
Zon_Urb	7
Bos_Baj_Ab	67
Cuerp_Agu	13
Bos_Enc	0
Sin_Veget	0
Mat_Tasc	0
Bos_Xer	145
Bos_Trop_C	0
Bos_Conif	0
Clar_Bos_T	0
Mat_Dod	0

Pres_Eros	
CRE_AGRR	
CRE_AGR_TE	
CRE_INDUS	
CRE_GANAD	GAN15
CRE_URBANO	
CRE_BIODIV	BIO2, BIO3 BIO4 BIO6, BIO7 BIO8
CRE_FORES	

UGA No.87- Cuerpo de Agua

Proteger, mejorar, conservar y restaurar los cauces y vasos de agua de propiedad nacional y sus zonas federales.

Cuadro 37. UGA. Ganadería

Ganadería					
Clave	**Criterio de regulación**	**Sustento técnico**	**Fundamentación legal**	**Regla de asignación**	**Vinculación**
GAN15	En cauces de agua, conservar franjas paralelas de 20 metros con vegetación nativa de ribera.	La vegetación de ribera controla la estabilidad de la ribera; Las alteraciones de los caudales afectan también a la fauna asociada por la inundación de fondos de valle o la desecación de cursos de agua (RIPIDURABLE, 2008).	Artículo 3 Fracc. XLVII de la Ley de Aguas Nacionales.	Todas las UGA que sean cuerpos de agua.	El proyecto no afectará de ninguna manera la disponibilidad de agua, ni a las superficies de recarga al acuífero debido a que en el área se realizarán medidas de mitigación y prevención.

Cuadro 38. UGA. Biodiversidad

Biodiversidad					
Clave	**Criterio de regulación**	**Sustento técnico**	**Fundamentación legal**	**Regla de asignación**	**vinculación**
BIO2	Las líneas de conducción y distribución eléctrica que pasen sobre o en las inmediaciones de los humedales, ríos y vegetación de galería deberán tener instalados objetos visibles por las aves rapaces las aves acuáticas que permitan minimizar el riesgo de que éstas colisionen o se electrocuten con la	Existe un conflicto humanos - aves en las redes de producción, transmisión y distribución de energía eléctrica, que incluye electrocución, colisión, daño por excretas a las estructuras e instalación de nidos en estructuras (Thomson, L.S. 1978; Manzano, F.P. 2007) La colisión y la electrocución de las aves con las líneas de transmisión de electricidad constituye un factor de deterioro para las poblaciones	Ley general de desarrollo forestal sustentable (Art. 121 Frac. VIII); Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (Art. 28). Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del impacto ambiental (Art. 5, incisos A a U).	UGA que sean humedales y cuerpos de agua.	En el área del proyecto no se encuentran redes eléctricas que pudieran poner en riego a las aves que transiten por el área de estudio.

	infraestructura. Las nuevas líneas de transmisión de alta tensión, deberán estar ubicadas al menos a 200 m de distancia de los humedales. Se seguirán las recomendaciones relativa a la minimización de riesgos de que las aves se electrocuten con las líneas de transmisión de electricidad propuestos por Hass et al. 2005. Protecting birds from powerlines. Convention and conservation of European Wildlife and Habitats Bern convention. Council of Europe Publishing Nature and Environment No 140. Pp 1-45.	de aves, en especial aquellas de tamaño medio y grande (Falconiformes, Pelecaniformes, Stringiformes, Galliformes, Siconiiformes, Gruiformes y Passeriformes)			
BIO3	Los proyectos que hagan uso o modifiquen las zonas de anidación de aves asociadas a humedales, deberán aplicar como una medida compensatoria la instalación de plataformas de anidación en aquellos cuerpos de agua que mantengan un nivel de agua apropiado durante la época de reproducción.	La instalación de cajas aumenta la probabilidad de anidación y de éxito reproductivo en áreas donde el hábitat de anidación es pobre o ha sido reducido (Rodríguez T.R. Ed. 1987); Las poblaciones viables de aves migratorias y especies protegidas en general, se ven afectadas por la fragmentación de hábitat y aislamiento reproductivo, contaminación y reducción del hábitat, causados por actividades de extracción, actividades que producen un cambio de la utilización de la tierra o un cambio de la utilización de ecosistemas de agua interior y la creación de infraestructura lineal en áreas que proporcionan servicios clave y otros servicios de ecosistemas importantes(Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010.	Ley general de desarrollo forestal sustentable (Art. 121 Frac. VIII). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (Art. 28). Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del impacto ambiental (Art. 5, incisos A a U).	UGA que sean humedales y cuerpos de agua	En el área del proyecto no se encuentran zonas de anidación de aves, por lo que no se contrapone con su realización.
BIO4	Los proyectos que impliquen cambio de uso de suelo,	El hábitat para murciélagos ha sido modificado por la urbanización en los últimos	Ley general del equilibrio ecológico y la protección al	UGA que toquen el borde de	Es importante resaltar que dentro del área de extracción no

	instalados a una distancia igual o menor a 1,000 metros desde el límite máximo de inundación de cuerpos de agua y humedales podrán aplicar como una medida compensatoria la construcción de estructuras para la protección y descanso de quirópteros.	años. Sin embargo, las áreas urbanas y suburbanas se vuelven importantes para estas especies cuando tienen estructura vegetal y cuerpos de agua cercanos (Ticó, L. 2012)	ambiente (Art. 28). Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del impacto ambiental (Art. 5, incisos A al U).	humedales y cuerpos de agua.	existen especies de flora y fauna que se encuentren listadas dentro de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010. En tanto que la flora y fauna acuática es casi inexistente por el azolvamiento del cauce, por lo cual contribuiría a mejorar la presencia de flora y fauna.
BIO6	Los proyectos autorizados de vías generales de comunicación deberán instalar estructuras que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre ambos flancos de la obra terminada, reduciendo la exposición de los animales al flujo vehicular, como pasos superiores o inferiores.	Las carreteras tienen impactos directos e indirectos sobre la fauna y sus hábitats. Las implicaciones más importantes son la fragmentación del hábitat, la interrupción de los movimientos de los animales entre diferentes ambientes y el aumento de la mortalidad por colisiones y atropellamientos (Hardy A, Clevenger AP, Huijser M and Neale G. 2004)	Ley general de desarrollo forestal sustentable (Art. 121 Frac. VIII). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (Art. 28). Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del impacto ambiental (Art. 5, incisos A al U).	Todas las UGA a excepción del polígono de influencia del PDU	
BIO7	Los proyectos acuícolas autorizados para la producción de especies no nativas deberán contar con las instalaciones necesarias para evitar la descarga de aguas o residuos que pudieran arrastrar animales vivos o huevos viables hacia los cuerpos y corrientes de agua. Todas las granjas de producción acuícola deberán contar con una planta de tratamiento para la depuración de las aguas que se utilicen en la producción de organismos acuáticos, o bien, deberán contar con un sistema de humedales artificiales que permitan convertir los nutrientes disueltos en biomasa vegetal de	Se considera que alrededor del 17 % de las extinciones animales a nivel global son atribuibles a la introducción de especies exóticas. Así mismo se acepta que la mayor parte de las extinciones en México son imputables a esta causa. La invasión de especies puede tener impactos a nivel individual, en la alteración genética de las poblaciones y de su dinámica hasta la completa afectación de las comunidades animales y vegetales (Álvarez-Romero, J. G., R. A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008; Aguirre Muñoz, A., R. Mendoza Alfaro et al. 2009) Las granjas de producción acuícola que no tratan el agua que utilizan, pueden producir una contaminación química entre 3 y 12 km aguas río abajo de los puntos de descarga. La contaminación	Ley general de desarrollo forestal sustentable (Art. 121 Frac. VIII). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (Art. 28). Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del impacto ambiental (Art. 5, incisos A al U).	Todas las UGA a excepción del polígono de influencia del PDU.	Es importante resaltar que dentro del área de extracción no existen especies de flora y fauna que se encuentren listadas dentro de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010. En tanto que la flora y fauna acuática es casi inexistente por el azolvamiento del cauce, por lo cual contribuiría a mejorar la presencia de flora y fauna.

	plantas acuáticas enraizadas (Schoenoplectus spp., Typha spp.).	microbiológica se puede extender por mayores distancias.			
BIO8	Para evitar la pérdida neta del bosque de pino, encino-pino y pino–encino en el Municipio, es necesario que se reforeste cada año, al menos el 2.43% -que es la tasa de deforestación promedio entre 1970-2000- de la superficie de los terrenos preferentemente forestales (chaparral, bosque abierto con chaparral y pastizal, chaparral con elementos arbóreos dispersos y pastizales inducidos con varios estados de sucesión). Esta reforestación es independiente de la que se tiene que realizar para mitigar los impactos generados en los bosques de pino y pino-encino sujetos a un aprovechamiento forestal. Se recomienda reforestar con individuos de las siguientes especies: *Pinus arizonica, P. engelmannii, Pinus cooperi, P. leiophylla, P. teocote, Juniperus deppeana, Quercus grisea, Q. chihuahuensis y Q. sideroxyla* provenientes preferentemente de semillas obtenidas de ejemplares que habiten el Municipio. *Pinus cooperi y P. leiophylla* son adecuadas para suelos con drenaje deficiente (orillas de bajíos).	La mejor aproximación sobre la tasa de deforestación en el Municipio -que se extrapola a partir del dato obtenido en una microcuenca-, señala que cada año los bosques de pino y pino- encino se reducen en un 2.43% convirtiéndose principalmente en chaparrales (dominados por *Arctostaphylos pungens, Quercus depressipes, Q. striatula y Caenothus sp.*) y pastizales (dominados por *Andropogon sp. y Bouteloua sp.*) debido al impacto generado por la ganadería extensiva y la producción de leña. Para estabilizar la pérdida de bosque, es necesario que los esfuerzos de reforestación se centren en los chaparrales y pastizales. La composición de especies a reforestar deberá contemplar las especies de *Pinus y Quercus*, de preferencia con germoplasma obtenido de ejemplares que habiten el Municipio (Márquez-Linares, M. et al. 2005).	Se precisan las zonas de restauración que plantea de manera general el artículo 14 del reglamento de la LGDFS.	UGA con chaparral y pastizal en diversos estados sucesionales	Es importante resaltar que dentro del área de extracción no existen especies de flora y fauna que se encuentren listadas dentro de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010. En tanto que la flora y fauna acuática es casi inexistente por el azolvamiento del cauce, por lo cual contribuiría a mejorar la presencia de flora y fauna. El proyecto no afectará la vegetación cercana al cuerpo de agua ni en áreas aledañas a la zona de extracción del material pétreo, ya que no se requiere de remoción de la misma.

Como bien se conoce, todo proyecto de inversión que requiere de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional o Particular integra dentro de su documento a la vinculación jurídica con el fin de demostrar que el proyecto es viable en cuanto a que se ajusta a las disposiciones jurídicas aplicables como: usos de suelo, políticas ambientales referidas al aprovechamiento, protección, conservación y restauración, etc.

Al respecto, los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados deben ser vinculados con el proyecto bajo tres elementos importantes: 1) Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) que se refieren a las unidades ambientales caracterizadas por su homogeneidad en los atributos naturales y/o problemática ambiental; 2) Políticas ecológicas aplicables a cada UGA involucrada, las cuales fungen como instrumentos para la toma de decisiones, mediante ellas es posible establecer la intensidad en el uso de los recursos, las prioridades en el fomento de las actividades productivas e incluso desincentivar algunas de estas; y 3) Criterios ecológicos, que son los lineamientos obligatorios destinados a conservar y restaurar el equilibrio ecológico, al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y, a proteger al medio ambiente. En tanto que, por medio de ellos es posible efectuar un análisis del proyecto con relación a los mismos e identificar si en estos tres elementos está permitido el desarrollo del proyecto o presenta alguna limitante respecto a problemática ambiental, restricción o condicionante para su ejecución.

La vinculación del proyecto se evidencia con sus características, con su diseño y la implementación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, que se ajustan y permiten el cumplimiento de las disposiciones de los POET, determinada su correspondencia a través de la descripción de la forma en que el proyecto permitirá el cumplimiento de dichas políticas y criterios ecológicos. Por lo que se determina que el proyecto no contraviene con algún lineamiento establecido.

III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de Áreas Naturales Protegidas

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

Las distintas regionalizaciones que se definirán a continuación son representativas de las 19 regiones biogeográficas terrestres de consenso obtenidas para México (CONABIO 1997) descritas para tres medios:

- árido subtropical, que abarca siete provincias ubicadas aproximadamente al norte del Trópico de Cáncer (California, Baja California, Del Cabo, Sonorense, Tamaulipeca, Altiplano Norte —Chihuahuense— y Altiplano Sur —Zacatecano-Potosino) con predominio de climas secos y tipos de vegetación correspondientes a matorral xerófilo, bosque espinoso y pastizal.

- tropical húmedo y subhúmedo, que incluye cinco provincias que se extienden por debajo del Trópico de Cáncer (Costa del Pacífico, Depresión del Balsas, Golfo de México, Yucatán y Petén) y con predominio de climas húmedos y subhúmedos donde se presentan los bosques tropicales desde caducifolios hasta perennifolios.

- medio montano, que incluye los macizos montañosos y pequeños manchones montañosos cuya distribución geográfica es discontinua y que se encuentran distribuidos en todo el país (Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Volcánico Transversal, Sierra Madre del Sur, Oaxaqueña, Los Altos de Chiapas y Soconusco), con excepción de Tabasco y la Península de Yucatán, y cuya flora es afín tanto con la Región Neártica como con la Neotropical de acuerdo con Rzedowski (1981).

El planeta presenta ocho regiones biogeográficas que han sido subdivididas en 825 ecorregiones. De estas, se seleccionaron 238 como ecorregiones biológicamente prioritarias considerando su diversidad de especies y número de endemismos, singularidad taxonómica y de fenómenos ecológicos o evolutivos, rareza global, estado de conservación y representatividad (Olson y Dinerstein 2002). Diez de estas ecorregiones se encuentran en nuestro país: las selvas secas mexicanas, los bosques de pino-encino de las sierras Madre Oriental y Occidental, los bosques mesoamericanos de pino, el chaparral y los bosques de California, el Desierto Sonorense y Baja California, el Desierto Chihuahuense y Tehuacán, los lagos de la altiplanicie mexicana, los ecosistemas dulceacuícolas del Desierto Chihuahuense, el Golfo de California y el Arrecife Mesoamericano (Galindo-Leal 2006).

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas

Las áreas naturales protegidas se caracterizan por proveer a la sociedad bienes y servicios ambientales. Los servicios ambientales son funciones ecosistémicas que benefician al hombre y los bienes ambientales son las materias primas que se utilizan en actividades productivas económicas. De Groot et al. (2002) definen las funciones ecosistémicas como "la capacidad de los procesos y componentes naturales para proveer bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas, directa o indirectamente".

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

En el Estado de Durango, se han decretado 3 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia federal y 3 por cuenta del estado, con el fin de preservar los ambientes

naturales representativos de las diferentes regiones ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos presentes.

Cuadro 39. Áreas Naturales Protegidas (ANP) en Durango de competencia Local

Categoría	Nombre de la ANP	Municipio	Coordenadas extremas	Ubicación
Área de protección de recursos naturales	Quebrada de Santa Bárbara	Pueblo Nuevo	454000 E y 2160000 N y los 456000 E y 2618000 N	Localizada al suroeste de El Salto en el municipio de Pueblo Nuevo, Dgo.
Parque estatal	El Tecuán	Durango	500535E y 2644370N y los 495656E y 2640510N	Área desincorporada del régimen de dominio público de la Federación y donada al gobierno del Estado para establecer un área natural protegida.
Parque estatal	Cañón de Fernández	Lerdo	635351E y 622521N y los 2817720E y 2790270N	Ubicada en la subcuenca del Alto Nazas y en la parte sur del Municipio de Lerdo.

Cuadro 40. Áreas Naturales Protegidas (ANP) en Durango de competencia Federal y su distancia con respecto al área propuesta

Nombre	Categoría	Fecha de decreto	Superficie (ha)	Ubicación	Distancia al proyecto km
Mapimí	Reserva de la Biósfera	27-11-00	342,388	Durango, Chihuahua y Coahuila	262
La Michilía	Reserva de la Biósfera	18-07-79	9,325	Durango	59.3
Cuenca Alimentadora	Área de protección de flora y fauna	Fecha de decreto 03 de agosto de 1949, recategorización 07 de noviembre de 2002. Decreto y recategorización.	139,010-6127.63, subcuenca del río juchipila 11,471-90-2335, subcuencas de los ríos atengo y tlaltenango 167,344-08-00, subcuenca de los ríos ameca, atenguillo, bolaños y grande de santiago 392,115.99	Durango, Zacatecas, Jalisco y Nayarit	16.76
Ríos y montañas de La Comarca Lagunera	Área de Protección de Recursos Naturales	08-01-2024	172,924.10	Durango, municipios de Lerdo, Nazas, Mapimí, Cuencamé y Gomez Palacio	153

Figura 11. Distancia del proyecto a la Reserva de la Biosfera de la Michilia 59.3 km.

Figura 12. Distancia del proyecto a la Reserva de la Biosfera de Mapimi 262 km.

Figura 13. Distancia del proyecto a el C.A.D.N.R. 043 Estado de Nayarit (Área de Protección de Recursos Naturales) 18.6 km

Figura 14. Distancia del proyecto al Área de protección de Recursos Naturales Ríos y montañas de La Comarca Lagunera 153 km.

Figura 15. Distancia del proyecto a la Cuenca Alimentadora 16.76 km.

Vinculación: No se localiza dentro de ANP y el área más cercana al proyecto es La Cuenca Alimentadora a 16.76 km.

III.2.2.- Regiones Prioritarias

En cuanto al espacio, la tipificación de unidades homogéneas o regiones suele ser una forma de caracterizar grandes extensiones (Mu 2004). La regionalización, como herramienta de clasificación, incluye el establecimiento de unidades geográficas temáticas (Luccarelli 1995). Las regiones de un país pueden ser de tipos muy diversos, según se les clasifique para determinados fines, i.e. geoeconómicas, geopolíticas, biológicas, entre otras (Foster et al. 2007; Rzedowski 1981; Terlouw 2001).

En contraste con las geoeconómicas o geopolíticas, las regionalizaciones biológicas y las de vegetación comprenden distintos rasgos del relieve, clima, suelos, hidrografía, vegetación, así como otros recursos naturales, cuya cuantificación y categorización es más utilizada para la conservación de la biodiversidad.

Las regiones naturales pueden desagregarse en áreas donde lo principal sea la topografía, la conformación geomorfológica, el clima o las cuencas hidrológicas, de acuerdo con la unidad geográfica temática que se quiera abordar (Bassols 1987; Luccarelli 1995).

Diversos autores, autoridades e instituciones han aplicado diferentes ejercicios de regionalización con el objetivo de planear e invertir fondos para la conservación de la

biodiversidad, ya que se considera que cualquiera que sea la unidad geográfica de análisis, esta funciona efectivamente como una unidad de conservación (Olson y Dinerstein 1998; Pierce *et al.* 2005).

En particular, la regionalización que considera análisis basados en ecorregiones y grandes unidades de paisaje es la que ha tenido como objetivo principal mantener el conjunto de condiciones ecológicas que prevalecen en una determinada escala geográfica, hábitat o áreas con funciones ecológicas vitales y que presentan una alta acumulación de especies, especies sensibles o bien procesos ecológicos y servicios ambientales en general (INEGI, CONABIO E INE 2007; Myers *et al.* 2000; Olson y Dinerstein 2002; Olson *et al.* 2001).

La identificación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México es el resultado de diversas iniciativas auspiciadas por instituciones, gubernamentales y no gubernamentales, nacionales e internacionales, como la CONABIO, la CONANP, el FMCN, Pronatura, Cipamex, la CCA, la Fundación David y Lucile Packard, el WWF, la USAID, TNC y BirdLife International. Desde 1997 estas iniciativas concentran los esfuerzos de investigación y conservación de la biodiversidad. En todo el país se han utilizado diversas metodologías para identificar las regiones prioritarias (Arriaga, *et al,* 2009).

La conservación de la biodiversidad es una prioridad nacional ante la crisis ambiental (cambio de uso del suelo, deforestación, degradación ambiental y cambio climático global, entre otros factores) que enfrenta el país, la cual se ha incrementado durante las últimas décadas (*Mas et al.* 2004).

La Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestres (Regiones Terrestre Prioritarias), marino (Regiones Marinas Prioritarias) y acuático epicontinental (Regiones Hidrológicas Prioritarias), de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquellas de mayores posibilidades de conservación en función de aspectos sociales, económicos y ecológicos.

Vinculación: El área de estudio **no** corresponde ni se ubica en alguna modalidad de las mencionadas en el párrafo anterior.

III.2.3. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Esta regionalización incluye la identificación de sitios con un alto valor de biodiversidad en los ambientes terrestres del país, utilizando diversos criterios para su determinación, entre los que se encuentran los de tipo biológico que consideran:

- Extensión del área.
- Integridad ecológica funcional de la región.

- importancia como corredor biológico entre regiones.
- diversidad de ecosistemas.
- fenómenos naturales extraordinarios (localidades de hibernación, migración o reproducción).
- presencia de endemismos.
- riqueza específica.
- centros de origen y diversificación natural.
- centros de domesticación o mantenimiento de especies útiles.

También se incluyeron criterios de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad, entre otros:

- pérdida de la superficie original
- fragmentación de la región.
- cambios en la densidad de la población.
- presión sobre especies clave o emblemáticas.
- concentración de especies en riesgo.
- prácticas de manejo inadecuadas.

Asimismo, se consideraron criterios de oportunidad para su conservación como:

- proporción de áreas bajo algún tipo de manejo inadecuado.
- importancia de los servicios ambientales.
- presencia de grupos organizados.

El resultado de este ejercicio de planeación son 152 regiones terrestres que cubren 515,558 km2, las cuales están delimitadas espacialmente en función de los criterios mencionados, así como de su correspondencia espacial con rasgos topográficos, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación.

En términos numéricos, la mayor concentración de las regiones terrestres prioritarias (RTP) se presenta en las entidades más extensas del país: Chihuahua, Sonora y Coahuila, que al tener una baja densidad poblacional disponen de grandes espacios relativamente inalterados. Por otro lado destacan Oaxaca y Quintana Roo por la alta proporción de su superficie incluida.

En relación con las topoformas dominantes dentro de los límites de las RTP, la mayor parte de estas se encuentran en sistemas montañosos, ya que estos mantienen niveles de integridad ecológica adecuados porque presentan bajas densidades poblacionales y, por lo mismo, poca alteración (Arriaga, *et al*, 2009).

Según la regionalización de la CONABIO, las RTP que se localizan en el estado de Durango son las 12 siguientes:

Cuadro 41. RTP del estado de Durango

Nombre	Superficie (km²)	Ubicación
San Juan de Camarones	4,691	Durango y Sinaloa
Río Humaya	2,064	Durango y Sinaloa
Guadalupe y Calvo-Mohinora	1,442	Chihuahua y Durango
Mapimí	884	Chihuahua, Coahuila y Durango
Cuchillas de la Zarca	4,261	Chihuahua y Durango
Santiaguillo-Promontorio	1,964	Durango
Río Presidio	3,472	Durango y Sinaloa
Pueblo Nuevo	2,093	Durango
Guacamayita	3,548	Durango
La Michilía	0 225	Durango y Zacatecas
Cuenca del Río Jesús María	6,776	Durango, Jalisco, Nayarit y Jalisco.
Sierra de Órganos	917	Durango y Zacatecas

Figura 16. Distancia del proyecto a la RTP Guacamayita 19.9 km

Figura 17. Distancia del proyecto a la RTP Sierra de Órganos 62.9 km

Figura 18. Distancia del proyecto a la RTP Pueblo Nuevo 68 km

Figura 19. Distancia del proyecto a la RTP Santiaguillo-Promontorio 44.4 km

Vinculación: el área propuesta no se localiza dentro de alguna RTP y la más cercada al área es Guacamayita la cual se localiza a 19.9 km.

III.2.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En mayo de 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido (Arriaga *et al*. 2002).

En este contexto, el Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Conabio se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorecen condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Dentro de este programa destacan las siguientes líneas de trabajo:

1. Regiones marinas prioritarias. (RMP)
2. Regiones hidrológicas prioritarias (RHP)

Regiones marinas prioritarias Para la delimitación de las RMP se utilizaron diversos criterios. Los criterios ambientales (medio biótico y abiótico) fueron prácticamente los mismos que en la regionalización terrestre, aunque incluyeron algunas variantes:

- integridad ecológica funcional
- diversidad de hábitat
- endemismo
- riqueza de especies
- especies indicadoras; y dos criterios más específicos de los ambientes marinos
- zonas de migración, crecimiento, reproducción o refugio
- procesos oceánicos relevantes (e.g., transporte de Ekman, turbulencia, concentración, retención y enriquecimiento que se asocian a sitios de reproducción, alimentación, crecimiento, entre otros).

Adicionalmente, y debido a que en las regiones marinas convergen grandes sectores con intereses diversos tanto en la zona costera como en la oceánica, se agregó una serie de criterios económicos que incluyeron:

- especies de importancia comercial.
- zonas pesqueras importantes.
- tipo de organización pesquera.
- zonas turísticas importantes.
- tipo de turismo.
- importancia económica para otros sectores (e.g., petrolero, industrial, minero, de transporte u otros).
- recursos estratégicos (como nódulos de manganeso, cobalto, gas, petróleo u otros).

Los criterios de amenazas que se incluyeron son:

- modificación del entorno (e.g., relleno de áreas inundables, fractura de estructuras arrecifales, formación de canales, descargas de agua dulce, entre otras).
- contaminación.
- efectos a distancia (como aporte de sedimentos, modificaciones en patrones de infiltración, entre otros).
- presión sobre especies clave.
- Concentración de especies en riesgo.
- daño al ambiente por embarcaciones.
- especies introducidas, y
- prácticas de manejo inadecuadas.

El resultado de esta regionalización fue 70 (RMP) que comprenden una superficie de 1´378,620 km^2 de las zonas costeras y oceánicas incluidas en la zona económica exclusiva. Estas regiones se encuentran repartidas en ambas costas del país de manera diferencial: 43 en el Pacífico y 27 en el Golfo de México-Mar Caribe, debido a que la línea de costa occidental es 2.6 veces más larga que la oriental por lo extenso del litoral que comprende la península de Baja California, y a que, además, reflejan una diversidad ambiental mayor.

Las RMP definidas para el Pacífico equivalen a 39% del total del área de esta región, mientras que las del Atlántico son cerca de 50% de la superficie total, diferencia que se debe a la amplitud de la zona económica exclusiva del lado Pacífico y por la inclusión de las islas en esa zona. La región del Pacífico tropical presenta un gran polígono frente a las costas de Jalisco y hasta Chiapas, que corresponde a la Trinchera Mesoamericana. Esta gran región no se pudo acotar más debido a la falta de estudios físico-biológicos que permitan una mejor zonificación de esta fosa de subducción (Arriaga, et al, 2009).

Regiones hidrológicas prioritarias (RHP)

Los criterios, basados en aspectos de biodiversidad, fueron muy similares a los reportados para la regionalización marina en relación con el valor ambiental de recursos bióticos y abióticos, con el valor económico, así como con los riesgos y amenazas a los que están sujetas las diversas cuencas hidrológicas, aunque estos se adecuaron para los grupos biológicos que se presentan en ambientes limnológicos, a las características físicas y químicas de los cuerpos de agua epicontinentales, así como a los ecosistemas incluidos en toda la cuenca hidrográfica, desde el parteaguas hasta las zonas costeras (Arriaga et al. 2,000a).

Se delimitaron 110 regiones hidrológicas en un área de 777, 248 km2 de las principales cuencas hidrográficas del país, las áreas con la mayor concentración y extensión geográfica de regiones hidrológicas prioritarias (RHP) se encuentran a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en las cuencas aluviales del norte del país.

En el caso de la Sierra Madre Occidental, las rhp se localizan en las partes altas de la sierra de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Durango, Zacatecas y Jalisco donde se forman las cabeceras de los ríos que descargan a las planicies costeras del Pacífico, hacia el occidente, y al Altiplano mexicano, al oriente.

Las cuencas aluviales del norte comprenden las cuencas endorreicas y las interconectadas de los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango, algunas de las cuales descargan hacia el Río Bravo.

Los problemas que se identificaron en todo el país en las RHP son la sobreexplotación de las aguas superficiales y subterráneas que ocasiona una notable disminución en la cantidad de agua disponible, intrusión salina, desertificación y deterioro de los sistemas acuáticos; la contaminación de los acuíferos someros y profundos principalmente por descargas urbanas, industriales, agrícolas y mineras que provocan una disminución en la calidad del agua y su eutrofización; los procesos de erosión acelerada causados por el cambio de uso del suelo para agricultura, ganadería, silvicultura y crecimiento urbano e industrial mediante actividades que modifican el entorno, como deforestación, alteración de cuencas, construcción de presas y canales, desecación y relleno de áreas inundables; la modificación de la vegetación natural, la pérdida de suelo y los incendios, y, finalmente, la introducción

de especies exóticas a los cuerpos de agua con el consiguiente desplazamiento de especies nativas y la disminución de la diversidad biológica (Arreaga et al, 2009).

En el Estado de Durango se encuentran las siguientes 9 Regiones Hidrológicas Prioritarias:

Cuadro 42. RHP en el estado de Durango

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

Figura 20. Distancia del proyecto a la RHP Río Baluarte Marismas Nacionales 25.2 km

Figura 21. Distancia del proyecto a la RHP Río Nazas 22.6 km

Figura 22. Distancia del proyecto a la RHP Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla 80.7 km

Vinculación: el área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna RHP y la más cercana es la RHP Río Nazas 22.6 km de distancia.

III.2.5. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

La avifauna mexicana ocupa entre el décimo y doceavo lugar en el ámbito mundial en cuanto al número de especies ya que cuenta con 1050 especies que representan a 468 géneros, 79 familias y 22 órdenes (AOU, 1983; Escalante et al., 1993, Howell y Webb, 1995). Esto equivale al 81 % de los órdenes, el 51 % de las familias y el 27% de los géneros del mundo. Tiene un 30% más de especies que el número registrado para Estados Unidos y Canadá juntos, países con un territorio casi diez veces mayor. Adicionalmente, México es el país en donde más de la mitad de las aves migratorias de Norteamérica pasan entre 6 y 8 meses del año.

Alrededor de 100 especies, que equivale al 10% del total nacional, son endémicas del país. Las áreas en donde se presenta un mayor número de especies endémicas son, en orden de importancia, la selva baja caducifolia de la vertiente del Pacífico, las zonas áridas y semiáridas del centro-norte del país y los bosques templados de las Sierras Madre Occidental, Madre del Sur y del Eje Neovolcánico Transversal (Escalante *et al.*, 1993; M. C. Arizmendi y G. Ceballos).

Las aves en México y en el inundo, al igual que cualquier otro grupo de vertebrados, están sujetas a fuertes presiones que amenazan su sobrevivencia. Estas presiones afectan a todas las especies, pero especialmente a aquellas cuyos rangos de distribución son restringidos ya que la principal amenaza a la que se enfrenta hoy en día la diversidad es la pérdida de hábitat. La conservación de las poblaciones de plantas y animales silvestres que constituyen la biodiversidad depende necesariamente de la presencia de los hábitats en donde han evolucionado y se pueden mantener en condiciones naturales. Ante la acelerada destrucción de los ambientes naturales, una de las acciones prioritarias para poder conservar la biodiversidad es la protección de las áreas en donde se asegure la sobrevivencia de éstas y otras especies que comparten el mismo hábitat.

Las AICAS son:

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

De la misma manera, para el caso de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), a través de CONABIO se identificaron espacios de manera biótica y abiótica cuyo sistema ecológico propicie sitios con características tales que las especies del listado avifaunístico de México conserven su abundancia (en forma de categorías), su estacionalidad y mantengan su condición (Benítez, 1999).

Para esta regionalización los criterios que se utilizaron se agrupan en cinco categorías que incluyen:

1. sitios donde se presentan cantidades significativas de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente.
2. lugares que mantienen poblaciones locales con rangos de distribución restringido.
3. áreas que mantienen conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado.
4. zonas que se caracterizan porque presentan congregaciones grandes de individuos, y

5. sitios importantes para la investigación ornitológica (para detalles metodológicos consúltese Arizmendi y Márquez 2000).

El resultado de este ejercicio es la designación de 219 áreas de importancia para la conservación de aves con una cobertura de 309, 655 km ^{2}. Estas áreas se encuentran en todos los estados de la República, pero las extensiones más grandes geográficamente están en la Península de Yucatán, en la confluencia de Yucatán, Quintana Roo y Campeche, así como en los estados de Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Chiapas y Sonora (Arreaga, *et al,* 2009).

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

Cuadro 43. AICA en el estado de Durango

Nombre	Superficie (ha)	Ubicación
Cuchillas de la Zarca	629,787.22	Durango
San Juan de Camarones	107,546.00	Durango
Santiaguillo	380,700.50	Durango
Las Bufas	10,893.34	Durango
Rio Presido-Pueblo Nuevo	274,741.78	Durango y Sinaloa
Guacamayita	110,730.67	Durango
Mapimí	91,398.26	Chihuahua, Coahuila y Durango
La Michilia	26,164.87	Durango
Sierra de Órganos	88,695.96	Durango y Zacatecas
Parte alta del Rio Humaya	435,365.69	Durango
Piélagos	107,546.00	Durango
Pericos	ND	Durango

Figura 23. Distancia del proyecto a la AICA La Michilia 58 km

Figura 24. Distancia del proyecto a la AICA Guacamayita 51.1 km

Figura 25. Distancia del proyecto a la AICA Sierra de Órganos 69.6 km

Figura 26. Distancia del proyecto a la AICA Río Presidio Pueblo Nuevo 92 km

Figura 27. Distancia del proyecto a la AICA Santiaguillo 35.6 km

Figura 28. Distancia del proyecto a la AICA Piélagos 97.3 km

Vinculación con el proyecto:

Las Áreas de Importancia Ecológica (AIE) son zonas delimitadas geográficamente con características importantes desde el punto de vista ecológico, estas zonas están destinadas para la conservación y protección de los recursos naturales.

El reconocimiento de estas áreas se realiza con el decreto de su conservación y protección. Estos decretos tienen implicaciones normativas donde se limitan las actividades que pueden realizarse dentro de estas áreas, permitiendo únicamente actividades compatibles con la preservación de los recursos naturales.

Por lo que el presente proyecto resulta viable su realización ya que no se localiza dentro de un área de atención prioritaria, como sitio histórico, zona arqueológica, comunidad o zona de importancia indígena, humedal o corredor biológico. Por ende, tampoco se considera que pueda afectar a ninguno de ellos, tampoco se localiza cercano o dentro de un Área Prioritaria para Conservación de la Biodiversidad, ni dentro de un AICA, Región Terrestre Prioritaria RPT o Región Hidrológica Prioritaria RHP.

III.2.6. Monumentos Históricos y Zonas Arqueológicas

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

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

III.3. Planes y Programas de Desarrollo Urbano (PDU)

Las actividades por desarrollar en la extracción de materiales pétreos, guarda un grado de concordancia con las políticas de desarrollo estatal, como la construcción de obras civiles, tales que prácticamente forman parte del mismo, aun cuando se sabe de antemano que el mismo causará ciertos efectos ecológicos de modificación del ecosistema, también se reconoce que estos impactos son mínimos en relación con los beneficios sociales y económicos que estas actividades implica para la región; por lo cual, sólo resta pasar una serie de trámites legales que permitan llevarlo a cabo y cumplir con los objetivos planteados en su planeación. El área bajo estudio se encuentra dentro del municipio de Durango, Dgo.

III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024**,** presenta una propuesta para la transformación de la vida pública de México para el bienestar de su población. Para lograr esta transformación, los objetivos y las estrategias que se plantean en este documento están encaminadas a atender las principales causas de fondo que han impedido el desarrollo nacional.

El plan propone impulsar el ordenamiento territorial de las actividades económicas y de la población conforme a las potencialidades de las ciudades y de las regiones que todavía ofrecen condiciones propicias para ello. Así mismo dicho programa recomienda inducir el crecimiento de las ciudades en forma ordenada de acuerdo con las normas vigentes de desarrollo urbano y bajo principios sustentados en el equilibrio ambiental de los centros de población.

El cual dentro de sus objetivos hace mención de lo siguiente: "Que es una prioridad; garantizar empleo, educación, salud y bienestar mediante la creación de puestos de trabajo, el cumplimiento del derecho de todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura y servicios de salud y por medio de los programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo".

Vinculación: En este sentido el proyecto en cuestión es congruente con el Plan ya que garantiza empleo temporal al momento de llevar a cabo la explotación de materiales pétreos en greña, entre otras acciones.

III.3.2. Programa Nacional de Desarrollo

En congruencia con el Plan Nacional, el programa debe propiciar el ordenamiento territorial de las actividades económicas y de la población, aprovechando las potencialidades de las ciudades y regiones; así mismo inducir el crecimiento ordenado de las ciudades, de acuerdo a las leyes y reglamentos vigentes de desarrollo urbano, con apego a la autonomía estatal y a la libertad municipal.

Vinculación con el proyecto: Este Programa fomenta el cuidado al medio ambiente, el crecimiento económico y la igualdad social, al mismo tiempo que garantiza el derecho de todos los ciudadanos a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.

III.3.3. Política de Desarrollo Municipal

La política general de desarrollo urbano del centro de población, será de impulso con prioridad a fortalecer el carácter de centro político, comercial y de servicios que la entidad ostenta en la región, sin dejar de lado el rubro agro-industrial y minero.

Áreas de protección a los cauces y cuerpos de agua. Son las áreas requeridas para la regulación y control de los cauces en los escurrimientos y vasos hidráulicos, así como las necesarias para la conservación y el mejoramiento de los mantos acuíferos y para el suministro de agua, tanto para los fines de suministro a los asentamientos humanos como para la exploración agropecuaria.

Consisten en franjas de 30 m. de ancho 15 m. de cada lado a partir del eje del cauce, excepto cuando la anchura de este sea mayor a los 10 m., en cuyo caso las áreas de protección se integrarán por el ancho del cauce más 10 m. a ambos lados del mismo.

Las áreas de protección a los cuerpos de agua serán de 10 m. a partir de la cota máxima determinada por la Comisión Nacional del Agua y de conformidad con lo establecido por la Ley Federal de Aguas.

Vinculación con el proyecto: Las actividades por desarrollar en la extracción de materiales pétreos, guarda un grado de concordancia con las políticas de desarrollo estatal, como la construcción de obras civiles, tales que prácticamente forman parte del mismo, aun cuando se sabe de antemano que el mismo causará ciertos efectos ecológicos de modificación del ecosistema, también se reconoce que estos impactos son mínimos en relación con los beneficios sociales y económicos que estas actividades implica para la región; por lo cual, sólo resta pasar una serie de trámites legales que permitan llevarlo a cabo y cumplir con los objetivos planteados en su planeación.

III.3.4. El Plan Estatal de Desarrollo 2023-2028

El Plan Estatal de Desarrollo 2023-2028 busca promover el crecimiento económico, la equidad social, la sostenibilidad ambiental y el bienestar general de todas y todos los duranguenses. Entre las principales prioridades que nos compartieron los ciudadanos destacan la creación de empleos y la promoción del desarrollo económico como elementos esenciales para mejorar la vida de las personas; garantizar el derecho a la educación, la salud y la seguridad de los duranguenses como piezas fundamentales para lograr el progreso; asimismo, la necesidad de impulsar la construcción de obras de infraestructura para mejorar la conectividad, el acceso a bienes y servicios básicos para la población.

El desarrollo del campo es fundamental para el crecimiento sostenible y la prosperidad de Durango; nuestro objetivo es mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales, promoviendo una agricultura sustentable y una mayor productividad en la producción pecuaria.

Vinculación con el proyecto: Desde el punto de vista económico el uso que se le dará al material azolvado considera un desarrollo sustentable al material pétreo (arena) que de alguna manera es improductivo y hasta considerado como un peligro latente en época de lluvia y fuertes avenidas. Dicha actividad debe considerarse como un uso apropiado al crearse una actividad compatible con el desarrollo económico de la región al coadyuvar con la generación de empleo y riqueza en las comunidades rurales, nos enfocaremos en la promoción de la minería como detonante económico de las regiones con criterios y objetivos relevantes en el aprovechamiento inteligente de los recursos naturales en las diversas regiones. Se vincula con el Bienestar e inclusión social con participación social.

III.3.5. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Durango, Dgo. 2023-2025

El Plan Municipal de Desarrollo, es el instrumento rector del quehacer de la Administración Pública Municipal; para su estructuración, considera elementos de participación ciudadana.

Las dependencias, organismos e institutos de la Administración Pública Municipal, se comprometen mediante ejecución de planes, programas y proyectos establecidos den el Plan Municipal de Desarrollo 2023-2025, a avanzar con paso seguro en la mejora continua en la calidad de vida de la población, haciendo patente, la visón de rodos aquellos involucrados del sector público y probado, así como, de la propia sociedad civil, que coinciden en esta búsqueda; tomando en consideración las opiniones, diagnósticos y experiencias de todos.

El Plan Municipal pretende propiciar la desconcentración de la población en el municipio; respetar las reservas ecológicas existentes, con base en una adecuada y oportuna planeación; conseguir de la UNESCO, que se declare al centro histórico de la ciudad de Durango, patrimonio de la humanidad; instrumentar y operar adecuadamente el proyecto existente de vialidad y transporte, que obedezca a los criterios de planeación; promover el desarrollo ordenado de la reserva territorial de suelo social con la participación coordinada de los sectores público y privado.

Su capacidad de integración y los resultados positivos que se deriven de ella dependerán de la acertada planeación con que se cuente.

Criterios de evaluación. A partir de los datos obtenidos en el Diagnóstico-pronóstico, se elaboró una síntesis de condicionantes del medio natural y del medio urbano. Además del grado de aptitud territorial de las diversas áreas, se analizó su relación con las características actuales del centro de población, para lo cual se tomó en cuenta su proximidad con las áreas urbanas, los accesos viales, la infraestructura, el equipamiento y las áreas de trabajo. Se observaron las tendencias de crecimiento, las barreras naturales, las barreras artificiales y las fuentes de contaminación y las áreas de reserva urbana en proceso de consolidación y constitución.

De este análisis se obtuvo la definición de áreas no aptas, áreas condicionadas y áreas aptas para el desarrollo urbano.

Áreas no Aptas al Desarrollo Urbano. Dado que la ciudad se encuentra ubicada en el Valle del Guadiana y una extensión de serranía, su crecimiento urbano se ve limitado por pronunciadas pendientes topográficas al Noreste, al Sudoeste, y al Oeste, así como por tierras de gran potencial agrícola al Este, al Sudeste y al Sur, hacia el Este y Sur de la mancha urbana, el relieve del suelo es bajo y plano, mantiene extensas áreas inundadas durante la temporada de lluvias.

Áreas Condicionadas al Desarrollo Urbano. Ante la inevitable necesidad de expansión, la ciudad puede crecer hacia el Norte, condicionando las obras de urbanización y edificación

a las inconveniencias del tipo de suelo y a la dotación de los servicios. El crecimiento hacia el Sur sobre la parte del distrito de riego y zona de temporal será necesario, pero conviene retardar su ocupación lo más posible y proteger los márgenes del Arroyo Seco, el Río Tunal, los canales de riego y cauce de la acequia grande al oriente de la ciudad.

Áreas Aptas para el Desarrollo Urbano. Existen cuatro zonas aptas para el desarrollo urbano, dado que no tienen restricciones topográficas, edafológicas, hidrológicas y de uso de suelo no urbano pues se considera de uso rústico, pecuario y agropecuario de baja explotación: la primer zona (A) se localiza al Norte y Noreste de la ciudad, entre la carretera que se localiza al Norte y Noreste de la ciudad, entre la carretera que va a Parral, en terrenos de la Colonia Agrícola 20 de Noviembre hasta la carretera que va a México; la segunda zona (B) se ubica al Sudeste de la ciudad, entre la carretera a México y la carretera al aserradero La Flor; la tercer zona (C), es la que se localiza al Sudoeste entre la carretera que va a Mazatlán, la ZEDUC, hasta la carretera al aserradero La Flor; la cuarta zona (D) se localiza al Noroeste entre la carretera a Parral, y la carretera a Mazatlán, comprende parte de la franja montañosa.

Políticas de Desarrollo. En la ciudad de Victoria de Durango deben aplicarse las políticas de protección, conservación, mejoramiento y crecimiento que a continuación se describen: Política de Crecimiento. La política de crecimiento se presenta en dos modalidades: por expansión tiene que ver con el aumento de la superficie urbanizada; por dosificación, implica la ocupación de predios, la reutilización de construcciones abandonadas, el aumento en la densidad habitacional.

Política de Mejoramiento. Esta política se aplica a toda la ciudad, para ello se considera acciones tales como dotación de servicios públicos, y la habilitación de los mismos la regeneración urbana en zonas específicas, el mejoramiento del paisaje urbano, el control de anuncios, la atención al déficit de vivienda y al problema de hacinamiento en colonias.

Políticas de Conservación. La política de conservación se presenta en dos modalidades: conservación patrimonial, la cual se aplica a los edificios o espacios abiertos que por su valor cultural, histórico, artístico o arquitectónico forman parte del patrimonio urbano de la ciudad y política de protección ambiental, la cual se aplica al medio ambiente y establece normas y controles a la industria y los servicios. Se propone la restricción de crecimiento de las empresas altamente contaminantes o riesgosas o su reubicación gradual a lugares donde no causen efectos nocivos a la población.

Política de Protección. Esta política está ordenada a la protección del área natural, cuyas características requieren de medidas que propicien su aprovechamiento racional y sustentable; preservación natural, la cual se aplica a los parques Guadiana y Sahuatoba, así como a las zonas montañosas de la Sierra Madre Occidental; a Suroeste de la ciudad se establece la Zona Especial de Desarrollo Controlado Victoria de Durango-Sudoeste (ZEDUC) con los programas de manejo muy específicos que se incluirán durante su planeación parcial, entre otras localidades, la Exhacienda de la Ferrería, El Pueblito, El Nayar, El Tunal, El Durazno y el poblado de Tapias.

Vinculación con el proyecto: El principal objetivo del presente proyecto es el de disponer de productos pétreos (arena) como material para la construcción y poder abastecer los requerimientos regionales de este tipo de material en el municipio de Durango, haciendo uso de los recursos naturales de manera sustentable y en estricto cumplimiento con los reglamentos normativos vigente, además, contribuirá a mejorar el nivel de vida a través de la creación de empleo de manera directa e indirecta, beneficiando de esta manera la economía local.

En este sentido el proyecto en cuestión es congruente con el plan (Nacional, Estatal y Municipal) ya que garantiza empleo temporal al momento de llevar a cabo la explotación de materiales pétreos en greña, entre otras acciones.

III.2.7. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat) 2020-2024

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat) 2020-2024 comparte los objetivos de la Agenda 2030 que buscan erradicar la pobreza, proteger el ambiente y la prosperidad de todos sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras.

Esta herramienta, que regirá las políticas públicas federales en materia ambiental, destaca cinco objetivos prioritarios:

1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.
2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.
5. Fortalecer la gobernanza ambiental, a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

Decreto de Reservas de Aguas:

Decreto de Reservas de Aguas Del 9 de julio de 2014, se da a conocer en el Diario Oficial de la Federación, el resultado de los estudios técnicos de aguas superficiales en las cuencas hidrológicas laguna de Santiaguillo, la Tapona, Río la Sauceda, Río el Tunal, Río Santiago Bayacora, Río Durango, Río Poanas, Río Súchil, Río Graseros, Río San Pedro-Mezquital y Río San Pedro-desembocadura de la subregión hidrológica Río San Pedro de la región hidrológica número 11 presidio-San Pedro.

Las disposiciones del citado acuerdo, le son aplicables al Río El Tunal, su Cuenca Alimentadora y a la Presa Guadalupe Victoria, delimitados de la siguiente forma:

"El Río El Tunal se origina en la vertiente norte de la Sierra de Durango, cerca del Trópico de Cáncer desde una elevación de 2,800 m, siguiendo una dirección francamente norte hasta el sitio de El Pueblito, después de haber recorrido 62 kilómetros y descendido 1,000 metros. En dicho sitio se ubica la Presa Guadalupe Victoria. A partir de la Presa Guadalupe Victoria, el Río El Tunal cambia a una dirección noreste, recorriendo 27 kilómetros hasta su confluencia con el Río La Sauceda. A 1 kilómetro aguas abajo de la Presa Guadalupe Victoria se encuentra la estación hidrométrica El Pueblito y a 9 kilómetros la estación hidrométrica San Felipe". "

La Cuenca Hidrológica Río El Tunal, comprende desde el nacimiento del Río El Tunal hasta la presa Guadalupe Victoria, tiene una superficie de aportación de 1'799.593 km^2, y se encuentra delimitada al norte y al este por las cuencas hidrológicas Río La Sauceda, Río Durango y Río Santiago Bayacora, y al sur y al oeste por las cuencas hidrológicas Río San Pedro-Mezquital y Río Acaponeta 1. El Río El Tunal se origina en la vertiente norte de la Sierra de Durango, cerca del Trópico de Cáncer, siguiendo una dirección francamente norte hasta el sitio de El Pueblito (después de haber recorrido 62 kilómetros y descendido 1,000 m). En dicho sitio se tiene construida desde 1961 la Presa Guadalupe Victoria, con capacidad de 90.218 millones de metros cúbicos."

Presa "Guadalupe Victoria" (Río El Tunal), Distrito de Riego Número 52, Estado de Durango. La Presa se ubica a 12 kilómetros al suroeste de la Ciudad de Durango, sobre el Río El Tunal, en la boquilla de El Pueblito, del Municipio de Durango, Durango. Vías de comunicación: El camino directo entre la Ciudad de Durango y El Pueblito, se continuó por la cañada del Río El Tunal por la margen izquierda, hasta el sitio de la Presa. Propósito: Regar como primera etapa 9,000 hectáreas del Valle del Guadiana, abastecimiento de agua para usos domésticos y otros usos secundarios. Con objeto de aprovechar en riego las aguas del Río El Tunal, en el Valle del Guadiana y controlar las avenidas para protección de las regiones bajas del mismo valle contra inundaciones, se construyó la Presa "Guadalupe Victoria". Esta presa consiste en una cortina del tipo de roca, provista por la margen derecha de la obra de toma y de la obra de excedencias auxiliar y control de avenidas. Por la margen izquierda cuenta con un vertedor de cresta libre que funciona en combinación con la obra de excedencias auxiliar y de control. La obra fue sobre elevada en el año 2006.

El acuerdo aplica el concepto de Uso ambiental o conservación ecológica y restauración en las cuencas hidrológicas, definido en la LAN como el caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema y en este sentido se establece una "cuota" mínima, con base en la disponibilidad publicada que no dependerá de la operación de las presas ubicadas en los cauces de la cuenca. Asimismo, se establece que en tanto no esté estudiado el uso ambiental o de conservación ecológica en tramos o cuencas hidrológicas, el caudal mínimo será del 10% de la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales publicada en el Diario Oficial de la Federación. Para el caso de la Cuenca del Río El Tunal, el volumen del caudal ecológico asciende a 32.97 Mm^3 anuales y de 52.27 Mm^3 para el uso público urbano, considerando una disponibilidad total publicada de 85.24 Mm^3 anuales.

Posteriormente el 15 de septiembre de 2014, se reiteran los volúmenes señalados en el decreto anterior, mediante la emisión del DECRETO por el que se establece la reserva de aguas en las cuencas hidrológicas, incluyendo la cuenca del Río El Tunal, con la finalidad de asegurar el flujo de agua indispensable para cumplir con los objetivos de conservación, protección y restauración de la Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales Nayarit, la cual se encuentra fuera del contexto geográfico del proyecto; sin embargo, depende de la hidrología de todas las cuencas que integran la Región Hidrológica del Río San Pedro – Mezquital

Vinculación con el proyecto: Los programas de ordenamiento Territorial, Ecológico estatal y municipal publicados no se contraponen de manera negativa con las disposiciones de los mismos por lo que es viable el proyecto.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

Normas Oficiales Mexicanas de la SEMARNAT vinculadas al Proyecto

Cuadro 44. Normas Oficiales Mexicanas

Norma Oficial Mexicana	Especificación de la NOM	Vinculación al proyecto
En materia de descargas de aguas residuales		
NOM-001- SEMARNAT-2021. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	4.1 La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.	Uso de sanitarios portátiles con mantenimiento continuo por parte de la empresa arrendadora, la cual cumplirá con lo establecido en la norma.
En materia de recursos naturales		
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, estableciendo especificaciones para su protección. El aprovechamiento y manejo de las especies y poblaciones en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo con lo establecido en el artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y en los artículos 85 y 87 y demás aplicables de la Ley General de Vida Silvestre.	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Esta norma ha servido de referencia para conocer las especies animales y vegetales presentes en el sitio y listadas en la norma y a partir de ello plantear las medidas pertinentes. -Durante recorrido en el área para observación de flora y fauna, no se encontraron especies del listado de especies en riesgo. -Se mantendrá respeto total por la flora y fauna presente en la zona; en caso de encontrarse algún animal en el área del proyecto, al momento de estar trabajando este se capturará y se reubicará con las técnicas adecuadas para cada organismo, descritas en la medida de mitigación correspondiente.
Control de emisión de ruido		
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido	La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel. Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular	Para dar cumplimiento a las disposiciones que establecen las normas y mantenerse dentro de los niveles de ruido que señalan, los vehículos, maquinarias y equipos que se utilicen en las diferentes etapas del proyecto, deberán recibir el servicio de mantenimiento, previo al inicio de sus

<table>
<tr>
<td>proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Queda excluida la maquinaria pesada.</td>
<td>
<table>
<tr><th>PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)</th><th>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)</th></tr>
<tr><td>Hasta 3,000
Más de 3,000 y hasta 10,000
Más de 10,000</td><td>86
92
99</td></tr>
</table>
7. Vigilancia 7.1 La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como los Gobiernos del Distrito Federal y de los Estados y en su caso de los Municipios, de acuerdo a su competencia se encargarán de vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana. 8. Sanciones 8.1 El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
</td>
<td>actividades, garantizando que se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento para reducir al mínimo la emisión de ruido de sus escapes y mantenerse dentro de los límites máximos permisibles para proteger al ambiente. Es importante señalar que las actividades de la obra serán restringidas para el horario diurno.</td>
</tr>
<tr>
<td>NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</td>
<td>Esta norma oficial mexicana se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.</td>
<td>A todos los vehículos y maquinaria del proyecto se les dará un mantenimiento preventivo y correctivo conforme a un programa que permita un buen desempeño para minimizar las emisiones contaminantes. Los vehículos automotores de motor diésel que se utilicen en el desarrollo del proyecto se verificarán para corroborar que cumplen con esta especificación.</td>
</tr>
<tr><td colspan="3">Control de contaminación de la atmósfera</td></tr>
<tr>
<td></td>
<td>En las diversas actividades realizadas en la etapa de preparación del sitio y operación se emitirán gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores empleados que usan gasolina como combustible. Esta norma es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas,</td>
<td>Si bien la emisión de partículas será poco significativa y no afectará a las condiciones</td>
</tr>
</table>

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería. Capítulo 4 Especificaciones. 4.2 Límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación en el país, que usan gasolina como combustible. 4.2.1 Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así como el valor del Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la TABLA 1 de la presente Norma Oficial Mexicana. 4.2.1.1 Cuando los vehículos que sean definidos por su fabricante como inoperables en el dinamómetro o aquellos cuyo peso rebase la capacidad del mismo, se empleará el método de prueba estática procedimiento de medición, de acuerdo con lo establecido en la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la sustituya. 4.2.2 Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, los límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en el Método de prueba estática procedimiento de medición, de la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la sustituya; en función del año-modelo, son los establecidos en el numeral 4.2.2, (TABLA 2) de la presente Norma Oficial Mexicana y serán aplicables de acuerdo al transitorio quinto de la misma	ambientales existentes en la zona, durante las etapas de preparación del sitio, operación del proyecto, deberá asegurarse que la maquinaria y equipo que se utilicen se mantengan funcionando en buenas condiciones y se encuentren dentro de los límites que establece la presente norma. -Para tal efecto, deberán recibir un servicio de mantenimiento sistemático, con el que se asegure que se encuentren en buenas condiciones, minimizando así la emisión de polvos, gases y partículas a la atmósfera. -El contratista deberá realizar un programa de mantenimiento preventivo vehicular, para disminuir los niveles de contaminación en el componente ambiental aire.
NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos,	Es de observancia obligatoria para los fabricantes e importadores de dichos vehículos.	

con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.		
NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria para los responsables de las fuentes fijas que emitan partículas sólidas a la atmósfera, con la excepción de las que se rigen por normas oficiales mexicanas específicas.	
NOM-044- SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.	Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para los fabricantes, importadores y ensambladores de los motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos; así como provenientes del escape de unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	Estas normas son aplicables y vinculantes al proyecto, debido a que durante su funcionamiento los vehículos que se utilizarán en las diferentes etapas del proyecto generarán y expulsarán gases contaminantes a la atmosfera, provenientes del escape de estos vehículos, además de que, en el caso de una combustión inadecuada, podrían producir humos que ocasionarían opacidad a la atmosfera y que, en un momento dado, también se corre el riesgo de rebasar los límites que establecen las normas. Con el propósito de estar dentro de los límites que se indican la normatividad ambiental y cumplir con las presentes normas, los vehículos que se manejen en las diferentes etapas del proyecto y que usen gasolina, diésel o combustibles alternos, previo al inicio de las actividades deberán recibir el servicio de mantenimiento sistemático, con el objeto de estar en óptimas condiciones de funcionamiento, de manera que se reduzca la emisión de gases contaminantes.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	Es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados Vehículos. Se excluyen de la aplicación de la presente norma, la maquinaria equipada con motores diésel utilizado en las industrias de la construcción, minero y de actividades agrícolas.	
NOM-047- SEMARNAT-2014. Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos	Es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores en circulación, así como para los responsables de los centros de verificación autorizados	
NOM-050-SEMARNAT-2018. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	Esta norma es de observancia obligatoria para los propietarios o legales poseedores de los vehículos automotores que utilizan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, que circulan en el país.	
NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-fuentes fijas. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles	Los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre de los	

sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	equipos de combustión de las fuentes fijas a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana, son los establecidos en las tablas 4 y 5.	Los vehículos que se utilizarán en la ejecución del proyecto, deberán ser periódicamente verificados para estar por debajo de los valores máximos permisibles por las normas antes mencionadas.
NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005. Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.	Las especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos, son las establecidas en las tablas 1 a la 13 y en los tres anexos de la tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana.	
En materia de residuos peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo. De aplicación obligatoria para el manejo de residuos peligrosos.	Se asegurará que durante las fases de preparación del sitio y construcción del puente vehicular el manejo de estopas, aceites gastados, baterías, catalizadores, residuos de pinturas, etc., se realicen de manera adecuada conforme lo dispone el propio Reglamento de la LGPGIR. -se considera que los aceites gastados de la maquinaria utilizada para la explotación y trasporte de los materiales pétreos son residuos peligrosos y están sujetos a condiciones particulares de manejo. -La maquinaria se le dará mantenimiento fuera del área de trabajo, en talleres especializados en la ciudad de Durango. -En caso requerir reparación en el lugar del proyecto, se les colocara charolas metálicas bajo la maquinaria.
NOM-053-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para detectar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en la generación y manejo de residuos peligrosos.	
NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.	La presente norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en la generación y manejo de residuos peligrosos.	
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación en suelos con los hidrocarburos	Esta norma aplicaría para la limpieza de sitios, en caso de que ocurriera algún derrame accidental de hidrocarburos en el área del proyecto, proveniente de la maquinaria empleada.
NOM-055-SEMARNAT-2003. Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de	Para los responsables que pretendan establecer los sitios que se destinarán al confinamiento controlado de residuos peligrosos (excepto los	La naturaleza del proyecto no implica el control de residuos peligrosos.

residuos peligrosos, excepto de los radiactivos	líquidos, los semisólidos, los bifenilos policlorados y los radiactivos) previamente estabilizados.	

Norma Técnica Ambiental para la reducción de contaminantes de las actividades de explotación de materiales pétreos en el estado de Durango.

Objetivo: Esta Norma Ambiental Estatal establece especificaciones para reducción de contaminantes provenientes de la explotación e industrialización de materiales pétreos en el Estado; medidas de prevención y mitigación de polvos al ambiente durante las etapas de extracción y transformación industrial, así como los lineamientos para el cierre de operaciones y su restauración.

Campo de aplicación: Esta Norma Técnica Ambiental será de observancia obligatoria para todos los permisionarios y personas que estén involucrados en actividades de extracción, cribado, molienda, transporte e industrialización de materiales como grava, arena, bentonitas, ónix, fluoritas y mármol que se realicen en el Estado de Durango.

Se recomienda la observancia de las siguientes normas de Seguridad, higiene y medio ambiente laboral.

Cuadro 45. Norma Técnica Ambiental

Normas de Seguridad, higiene y medio ambiente laboral		
Disposición	**Aplicación**	**Vinculación con el proyecto**
NOM-048-SSA1-1993: Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales.	Es de observancia obligatoria en todos los establecimientos en que se generen riesgos a la salud por agentes químicos, físicos, y biológicos, para evaluar los efectos en los individuos y la respuesta en los grupos; como consecuencia de exposición a agentes ambientales, que al mismo tiempo permita tomar decisiones sobre su impacto presente y futuro.	Definir un programa de evaluación de riesgo a la salud por exposición a agentes potencialmente dañinos en el ambiente de trabajo para coadyuvar en la práctica de medidas de control.
NOM-056-SSA1-1993 Que establece los requerimientos sanitarios del equipo de protección personal.	Se deberá cumplir con los principales requisitos sanitarios del equipo de protección personal para su utilización en las diferentes áreas y zonas de desempeño laboral, para todo tipo de empresas reguladas por esta Norma.	Se le proporcionarán implementos que debe utilizar el trabajador para la prevención de enfermedades y accidentes que pudieran alterar su salud en el desempeño de su actividad laboral.
NOM-001-STPS-2008: Establecer las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento y conservación, con la finalidad de	La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.	La conservación de las instalaciones de forma segura en el centro de trabajo para la minimización de riesgos, verificación de las condiciones laborales, detección de riesgos y actos inseguros en el proyecto en las distintas etapas del mismo, así como la reparación de daños encontrados, así

prevenir riesgos a los trabajadores.		como las acciones implementadas que garanticen la seguridad de los trabajadores y los operadores de maquinaria.
NOM-002-STPS-2010: Condiciones de seguridad Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Publicada el 14 de enero de 2005.	La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.	Se deberá contar con un plan de atención a emergencias de incendio, desarrollo de simularos y elaborar un programa de capacitación anual teórico práctico en materia de prevención de incendios y atención de emergencias. De igual forma deberá incluirse en dicho programa a la revisión a extintores, instalaciones eléctricas fijas y móviles y la implementación de un sistema de señalización para la prevención, prohibición de actos inseguros, de acuerdo al riesgo en cada etapa de construcción del proyecto.
NOM-011-STPS-2001 Establecer las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores	Para la aplicación de esta norma los niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.	Se trabajarán jornadas establecidas por la ley, para evitar algún riesgo en los trabajadores.
NOM-004-STPS-1999. Sistema de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo	Aplica en todos los centros trabajo que por la naturaleza de sus procesos empleen maquinaria y equipo.	Elaborando un análisis del riesgo potencial generado por la maquinaria y equipo en el que se debe hacer un inventario de todos los factores y condiciones peligrosas que afecten a la salud del trabajador. Capacitación sobre la selección y uso de dispositivos de protección criterios de seguridad y salud para la operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.
NOM-006-STPS 2023. Establecer las condiciones y procedimientos de seguridad para evitar riesgos de trabajo, ocasionados por el manejo de materiales en forma manual y mediante el uso de maquinaria.	Aplica en todos los centros de trabajo donde se realice manejo de materiales, de forma manual o con ayuda de maquinaria.	
NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen sustancias químicas peligrosas.	Contando con un código de señales o sistema de comunicación y capacitar en él, a aquellos operadores y a sus ayudantes involucrados en el manejo de materiales con maquinaria, cuando así se requiera. Así como dotando de equipo de protección personal adecuado y requerido a lo establecido en la NOM -017-STPS-1993. Considerando la limpieza, orden y mantenimiento preventivo/correctivo a los accesorios, maquinaria y equipo de acuerdo a su plan previamente establecido y conservando los registros de las actividades, de acuerdo a los procedimientos de seguridad e higiene.
NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de manejo.	Esta Norma aplica en todos los centros de trabajo del territorio nacional en que se requiera el uso de equipo de protección personal para atenuar riesgos y proteger al trabajador.	
NOM-018-STPS-2015. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas	La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica a todos los centros de trabajo	Establecer los requisitos para disponer en los centros de trabajo del sistema armonizado de identificación y comunicación de peligros y riesgos por

peligrosas en los centros de trabajo.	donde se manejen sustancias químicas peligrosas.	sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir daños a los trabajadores y al personal que actúa en caso de emergencia.

III.5. Otros instrumentos a considerar son

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Disposición	Aplicación	Vinculación con el proyecto
Artículo 4. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.	El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	Tanto las medidas propuestas para la mitigación de los impactos que puede causar el proyecto sobre algunos de los elementos del ambiente, presentadas en la presente Manifestación de Impacto ambiental, como la integración del Programa de Vigilancia Ambiental detallado, están encaminadas a garantizar la protección del ambiente y cumplir, en la medida de lo posible, con este precepto constitucional.
Artículo 26. Señala que habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal, con respeto al ambiente y en el caso de afectaciones con las medidas de mitigación propuestas, el cual se mencionó anteriormente.		Se presenta validación técnica del proyecto, así como la presentación de estudios en materia ambiental evaluando la factibilidad del mismo, proponiendo medidas que atenúen los efectos negativos al ambiente.
Artículo 27°: las diversas responsabilidades que corresponden a cada uno de los niveles federal, estatal y municipal de gobierno para alcanzar el desarrollo sustentable del país. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponden originalmente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a particulares, constituyendo la propiedad privada. Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores	El Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. Indicando que se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los	De acuerdo con lo descrito el Río Tunal de carácter federal, por lo que la ejecución del proyecto deberá sujetarse a las leyes federales en la materia y cumplir con los permisos, autorizaciones o estudios necesarios, situación que cumplirá estrictamente el promovente. El proyecto contempla todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales significativos, constituye un ejercicio por parte del Ejecutivo. En este sentido, el proyecto que se describe en este documento, implica el aprovechamiento de los servicios ambientales hidrológicos de una subcuenca, mediante el manejo de

de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional.	centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.	un cauce nacional, por la ejecución de un proyecto con el fin de cubrir las necesidades de los centros de población.
Artículo 73: facultades del congreso para expedir leyes de orden ambiental.	XVII. Para dictar leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal.	

III.5.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (SEMARNAT)

En esta parte se presenta un extracto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual se modificó y entro en vigor el 1 de marzo de 1997 con su última reforma publicada DOF 01 de abril de 2024, se mencionan los artículos relevantes aplicables.

Sección V- Evaluación de Impacto Ambiental.

Cuadro 46. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Disposición	Aplica	Vinculación con el proyecto
De acuerdo al **artículo 28 de la LGEEPA,** quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental: **Fracción X.**- Obras o actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.	El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.	El proyecto se realizará dentro del cauce del Río Tunal, que es zona federal. Para efectos de cumplir con esta disposición, el promovente del proyecto, presenta para efectos, de autorización, la Manifestación de Impacto Ambiental, documento que contiene una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
ARTÍCULO 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley	Los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental.	

III.5.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Disposición	Aplica	Vinculación con el proyecto
Capitulo II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones. Artículo 5°. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaria en materia de impacto ambiental. R). Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con mar, así como en sus litorales o zonas federales. II.- Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII de artículo 28° de la Ley y que de acuerdo con la Ley de Pesca y su Reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de Impacto Ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas. **Artículo 10°.** Las manifestaciones de Impacto Ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades. I. Regional, o **II. Particular.**	Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar.	Se elabora estudio para ingreso ante la secretaria. El promovente presentará la manifestación de Impacto Ambiental en la **modalidad particular.**

III.5.3. Ley de Aguas Nacionales

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992

Texto vigente

Última reforma publicada DOF 08-05-2023

Cuadro 47. Ley de Aguas Nacionales

Disposición	Aplica	Vinculación con el proyecto
ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. **ARTÍCULO 3.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por: **XIII.** "Concesión": Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado, excepto los títulos de asignación; **XXXVII.** "Materiales Pétreos": Materiales tales como arena, grava, piedra y/o cualquier otro tipo de material utilizado en la construcción, que sea extraído de un vaso, cauce o de cualesquiera otros bienes señalados en Artículo 113 de esta Ley; **ARTÍCULO 16.** La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales,	Para los efectos de esta Ley, son aplicables las definiciones contenidas en el Artículo 3 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que no se contrapongan con las asentadas en el presente Artículo. Los términos adicionales que llegaren a ser utilizados en los reglamentos de la presente Ley, se definirán en tales instrumentos jurídicos. Será obligatorio contar con concesión para el aprovechamiento de los materiales referidos; los permisos que se expidan tendrán carácter provisional previo a la expedición del título, y deberán ser canjeados por los títulos de concesión respectivos. Estos últimos serán expedidos por "la Autoridad del Agua" en un plazo que no excederá de sesenta días a partir de la solicitud, conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos.	La explotación de materiales pétreos se realizará sobre la zona federal del Río Tunal, por lo que será necesario tramitar la concesión para ocupar terrenos en zona federal. La autoridad del agua interviene en el otorgamiento de la concesión para el aprovechamiento de material pétreo dentro del cauce, así como el volumen a retira y sus especificaciones.

en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional. **ARTÍCULO 113 BIS**. Quedarán al cargo de "la Autoridad del Agua" los materiales pétreos localizados dentro de los cauces de las aguas nacionales y en sus bienes públicos inherentes. Será obligatorio contar con concesión para el aprovechamiento de los materiales referidos; los permisos que se expidan tendrán carácter provisional previo a la expedición del título, y deberán ser canjeados por los títulos de concesión respectivos. Estos últimos serán expedidos por "la Autoridad del Agua" en un plazo que no excederá de sesenta días a partir de la solicitud, conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos. "La Autoridad del Agua" vigilará la explotación de dichos materiales y revisará periódicamente la vigencia y cumplimiento de las concesiones y de los permisos con carácter provisional otorgados a personas físicas y morales, con carácter público o privado. **ARTÍCULO 118**. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. Para el caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley.		

III.5.4. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Cuadro 48. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Disposición	Aplica	Vinculación con el proyecto
ARTICULO 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión". **ARTÍCULO 175**.- La preferencia en el otorgamiento de las concesiones a que se refiere el último párrafo del artículo 118 de la "Ley", para la explotación, uso o aprovechamiento de la zona federal a cargo de "La Comisión", no comprenderá el cauce, el vaso, ni los materiales de construcción. **ARTÍCULO 176**.- La extracción de materiales pétreos sólo se podrá concesionar en los cauces y vasos, siempre y cuando no se afecten las zonas de protección o seguridad de los mismos. "La Comisión" no expedirá concesiones para la explotación de materiales pétreos de las riberas o zonas federales de los cauces y vasos de propiedad nacional. Para el otorgamiento de concesiones para la extracción de materiales en cauces o vasos, se estará a lo siguiente:	Dentro del plazo establecido en la "Ley" para expedir la concesión o asignación de agua, en el mismo título se otorgarán las concesiones, asignaciones y permisos solicitados. Lo anterior sin perjuicio, de que conforme a la "Ley" y al presente "Reglamento", cuando ya exista concesión o asignación de agua se pueda solicitar por separado el permiso de descarga. Igualmente, por separado se podrán solicitar las concesiones que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos y zonas federales o de los materiales de construcción contenidos en los mismos.	La autoridad del agua interviene en el otorgamiento de la concesión para el aprovechamiento de material pétreo dentro del cauce, así como el volumen a retirar y sus especificaciones Además del compromiso a los que se refieren los artículos citados adquirido por el promovente y establecido en el título de concesión, otras medidas de mitigación de los impactos generados por esta actividad se establecen en la Manifestación de Impacto Ambiental.

I. En el caso de cauces cuyas características hidráulicas impidan la extracción de los materiales desde una de las márgenes, el concesionario deberá emplear procedimientos mecánicos que no afecten el libre flujo de la corriente; **II.** En el caso de corrientes intermitentes, la extracción no deberá modificar en forma perjudicial la sección hidráulica natural, ni afectar los márgenes, la zona federal o la zona de protección, y **III.** Los concesionarios para la extracción de materiales pétreos deberán recuperar los bancos de acuerdo con las condiciones ambientales y de paisaje de la zona donde se localicen, para lo cual deberán devolver al sitio los materiales resultados del despalme y, en su caso, el producto de excavaciones, mediante nivelaciones o cortes que faciliten la revegetación, de acuerdo con las normas que al efecto emita "La Comisión". Las concesiones para la extracción de materiales pétreos podrán ser objeto de concurso, de acuerdo a las bases que para tal efecto se publiquen, en las cuales se considerará la explotación racional de los materiales y la mejoría de las condiciones hidráulicas del tramo concesionado.		

Las concesiones se podrán otorgar por volumen o por el periodo de extracción solicitado **ARTÍCULO 181**.- Al término del plazo de la concesión, o de la última prórroga en su caso, los bienes nacionales concesionados revertirán al dominio de la Federación, así como las obras e instalaciones adheridas de manera permanente a los mismos.		

III.5.5. Ley Minera

Cuadro 49. Ley Minera

Disposición	Aplica	Vinculación con el proyecto
Artículo 4. IX.- Los demás que determine el Ejecutivo Federal, mediante decreto que será publicado en el Diario Oficial de la Federación, atendiendo a su uso industrial debido al desarrollo de nuevas tecnologías, a su cotización en los mercados internacionales o a la necesidad de promover la explotación racional y la preservación de los recursos no renovables en beneficio de la sociedad. Quienes estén realizando la exploración o explotación de los minerales o sustancias a que se refiere la fracción IX anterior, con base en las disposiciones del derecho común, tendrán derecho preferente para obtener la concesión minera correspondiente, siempre que la soliciten en los términos de esta Ley y su Reglamento. **Artículo 5.** Se exceptúan de la aplicación de la presente Ley:	El inciso IV del ordenamiento anteriormente citado excluye a los materiales pétreos de la competencia federal.	Por lo cual la regulación se rige por la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico del estado de Durango, no obstante, la Ley de Aguas Nacionales citada en el instrumento que antecede al de la Ley Minera, establece la autorización del Impacto Ambiental por parte de la SEMARNAT para estar en condiciones de otorgar la concesión de la zona federal del cauce del Río Tunal.

IV. Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin; **V.** Los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación se realice por medio de trabajos a cielo abierto. **Artículo 6.-** La exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias a que se refiere esta Ley son de utilidad pública, serán preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, con sujeción a las condiciones que establece la misma, y únicamente por ley de carácter federal podrán establecerse contribuciones que graven estas actividades.		

III.5.6. Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos

Cuadro 50. Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos

Disposición	Aplica	Vinculación con el proyecto
Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. **Artículo 18.**- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables. **Artículo 20.**- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.	La preparación del sitio, y las operaciones de extracción de materiales pétreos generarán residuos de diversas características. Como: residuos sólidos municipales.	El proyecto dará cumplimiento a los artículos 18 y 20, para clasificar los residuos sólidos urbanos, y con el objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente Para dar cumplimiento a estos artículos, en el área del proyecto se colocarán tambos rotulados para la clasificación de los residuos sólidos, los cuales posteriormente serán llevados al basurero municipal. Invariablemente se supervisará para evitar derrames por accidentes y prevenir de esta manera cualquier riesgo de contaminación al suelo.

III.5.7. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Disposición	Aplica	Vinculación con el proyecto
El objeto de la LGVS es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, a fin de lograr la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la nación ejerce su jurisdicción. Asimismo, en el **Artículo 5** de esa ley, se menciona que el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país. **Artículo 58** de esta Ley, se indican las condiciones de las especies y poblaciones en riesgo como son: Peligro de extinción: aquellas cuyas áreas de distribución o el tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente, lo que pone en riesgo su viabilidad biológica en su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros Amenazadas: aquellas que podrían llegar a encontrarse en	Esta ley es aplicable a la etapa de reconocimiento del área de estudio y operación del proyecto, ya que nos compromete a proteger de ser el caso a las especies que están incluidas bajo alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, es pertinente mencionar que la naturaleza del proyecto evitará dañar o molestar a posibles especies faunísticas que eventualmente tuvieran presencia ocasional.	En este sentido se vincula con esta ley, aún cuando el proyecto que se exhibe en el presente documento no contempla el aprovechamiento de vida silvestre. De lo anterior, el promovente de la presente manifestación, es responsable de los efectos negativos que se pudiesen ocasionar sobre fauna y vegetación silvestres, por lo que llevará a cabo las medidas pertinentes para su protección. Con el fin de prevenir y/o mitigar tales efectos. .

peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones Sujetas a protección especial: aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, lo que determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.		

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Inventario Ambiental

IV.1. Delimitación del área de estudio

El área se localiza dentro del Municipio de Durango, el cual se ubica en la región centro-sur del Estado de Durango, entre las coordenadas geográficas extremas: al Norte 24° 26'; al Sur 23° 29', al Este 104° 06' y al Oeste 105° 34'.

Limita al Norte con los Municipios de San Dimas, Canatlán y Pánuco de Coronado; al Este, con Guadalupe Victoria, Poanas, Mezquital y Nombre de Dios; al Sur, con Pueblo Nuevo y El Mezquital; y al Oeste, con Pueblo Nuevo y San Dimas.

El proyecto promueve la explotación de material pétreo en greña (arena y grava), acarreos y comercialización de dichos materiales. El área de extracción se localiza en el rio El Tunal ubicado en las inmediaciones del ejido Dolores Hidalgo en el municipio de Durango, Dgo.

El área del proyecto consiste en 309,800 m^2, dada su nula vegetación en toda la superficie donde se han formado acumulaciones físicamente visibles de materiales pétreos, con dominancia aparente de arena y grava.

Para delimitar el área de estudio se aplicarán los siguientes criterios:

a). - Dimensiones del proyecto.

El área de estudio está limitada por su título de concesión de materiales pétreos, cuya superficie total establecida es de 309,800 m^2.

b). - Factores sociales

La población más cercana al área de estudio es el centro de población del ejido Dolores Hidalgo, en el municipio de Durango, el cual se localiza a 35 m del límite del embalse máximo.

c). - Rasgos

El aspecto físico de la superficie del estado de Durango, está definido por cuatro provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Oriental, y Mesa del Centro. Esta división se realizó con base en la forma y estructura de las topoformas (Geomorfología), por el grado de integración de la red hidrológica y por el clima, todos agentes modeladores del relieve.

Su geomorfología ofrece una sucesión de inmensas planicies cercadas por cordilleras de montañas o escarpados lomeríos, que tienen como detalle característico un piso de notable tersura, sin presentar ondulaciones o accidentes que obstruyan la perspectiva de su lejano horizonte, su altura sobre el nivel del mar varía de 1,900 a 2,000 metros.

En el área de estudio y en sus zonas de influencia, sus características geomorfológicas son planicies aluviales, donde se presentan variados y considerables espesores de depósitos areno-gravosos; su origen se fundamenta a la tectónica de distención del Terciario Superior generando la forma de grabens. Su estado geomorfológico existente es de juventud, y que constituyen la mayor parte de la superficie en este estudio.

Dentro de los fenómenos naturales que se pudieran afectar la realización de las actividades dentro de la zona de estudio, son en especial los factores climáticos, en especial los hidrológicos.

El área de estudio presenta pendientes poco pronunciadas, con actividades agrícolas de temporal, en sus caminos existentes vecinales y de comunicación con el predio, cuentan con escasa cantidad de vegetación; este último, a consecuencia de su vialidad existente en operación de las actividades agrícolas desde hace ya muchos años.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

Con el fin de determinar las interacciones entre los ecosistemas que rodean el proyecto, auxiliados por las capas de información geográfica se delimito el Sistema Ambiental como se muestra en la siguiente figura.

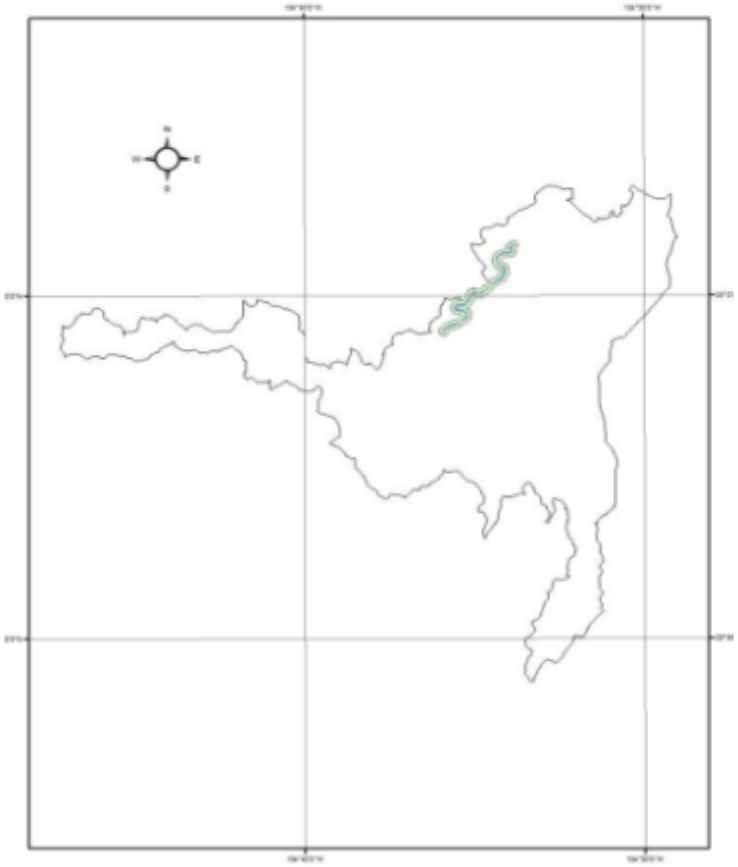


Figura 29. Sistema ambiental

El Área de influencia comprende la zona terrestre colindante al polígono del proyecto en un buffer de 200 m a la redonda donde se presentan terrenos en los que históricamente se han realizado actividades Antropogénicas, dando principalmente un uso agrícola y pecuario, así como la utilización de caminos a los poblados que en ciertos puntos cruzan el cauce del río.

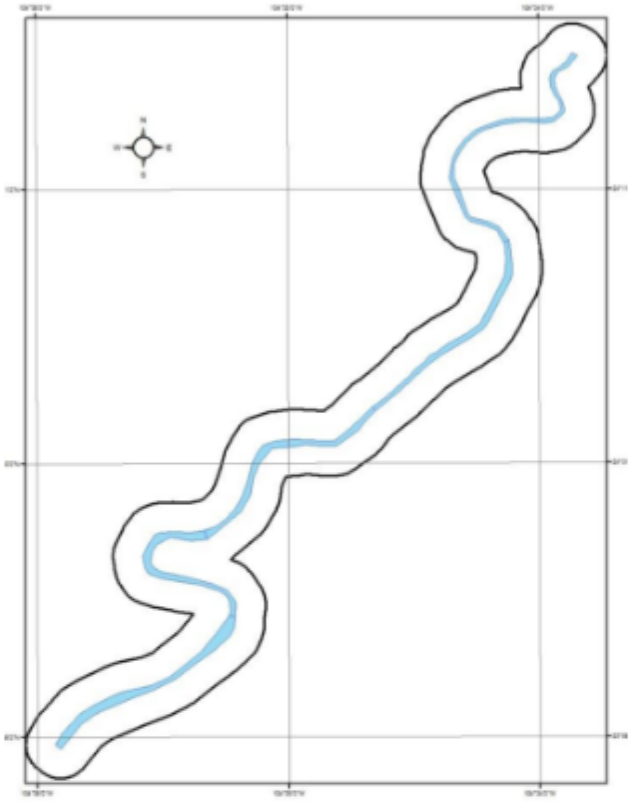


Figura 30. Área de influencia del proyecto

El diagnóstico ambiental y su problemática tomando en cuenta las actividades por desarrollar, en la extracción de los materiales pétreos, y los deterioros en los recursos naturales que pudiera causar en detrimento de los ecosistemas y la calidad de vida de las poblaciones cercanas a este proyecto, podemos decir que:

La interrelación que se da entre los individuos y el medio ambiente en la zona de estudio, y zonas aledañas, es muy estrecha, puesto que en estas zonas dependen en gran medida del aprovechamiento de los recursos naturales, de su agricultura, y ganadería, que afectan la vocación natural de uso del suelo de estas áreas.

Aunque de momento el sistema ambiental en la zona de influencia del proyecto se puede considerar aún como estable ya que la calidad de sus elementos se observa con poca perturbación, dado que no existe contaminación evidente, ni daños irreversibles al mismo.

Análisis de los componentes ambientales relevantes y/ o críticos

En este apartado se pretende evaluar las condiciones actuales e identificar el grado de afectación que sufriría el sistema ambiental. Cabe mencionar que el proyecto que aquí se presenta, pretende generar beneficios económicos y sociales y que mediante la verificación en campo y el análisis de datos medioambientales se buscan las mejores alternativas para reducir los posibles efectos negativos al ambiente.

IV.2.1. Aspectos abióticos

a) Clima

El clima del Municipio de Durango está determinado principalmente por la altitud y el relieve, afectando a algunos elementos, entre los que destacan la temperatura y la precipitación. Como se sabe, la temperatura es inversamente proporcional con la altitud, es decir, que la primera desciende conforme el gradiente altitudinal aumenta, y viceversa.

En el oeste y sur del Municipio se hace presente la Sierra Madre Occidental con elevaciones que oscilan alrededor de los 2,500 metros sobre el nivel del mar, donde prevalecen temperaturas frescas que van aumentando paulatinamente hacia los valles de la parte este, donde la altitud desciende por debajo de los 2,000 metros sobre el nivel del mar. Este fenómeno se observa de manera más drástica, aunque en menor proporción en grandes cañones esculpidos por las principales corrientes dentro de la misma región serrana y cuya altitud es inferior a los 2,000 metros sobre el nivel del mar.

La Sierra Madre Occidental también afecta al Municipio de Durango en la cantidad de precipitación que recibe, ya que se antepone entre éste y el Océano Pacífico, convirtiéndose en un obstáculo para las masas de aire húmedas que proceden del Océano Pacífico, las cuales conforme se internan al continente, la Sierra las obliga a subir por la ladera de barlovento, luego se enfrían provocando una abundante nubosidad y precipitaciones denominadas orográficas.

Sólo un bajo porcentaje de esa humedad logra rebasar la barrera y pueden llegar a precipitar gradualmente a medida que transitan por el Municipio, de aquí que los valores más altos en precipitación se registren en la Zona Sierra y los menores en al este de su territorio. Bajo estas condiciones y de acuerdo con el sistema de clasificación climático de Koppen propuesto en 1936 y modificado por Enriqueta García en 1964 para adaptarlo a las condiciones particulares de México, en el Municipio se encuentran los tipos de clima siguientes:

Cuadro 51. Tipos de clima en el municipio

Tipos de clima en el municipio	
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	Este tipo de clima se caracteriza por presentar una temperatura entre 5° y 12°C y una precipitación considerable con más de 55 milímetros por cada grado de temperatura media anual que se reporta. La mayor parte de esta lluvia se presenta en el periodo de mayo a octubre
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	Es un clima con una temperatura media anual mayor de 18°C y con un grado de humedad intermedio donde se registran de 43.2 a 55 milímetros de lluvia por cada grado de temperatura media anual que se presenta, siendo de mayo a octubre el periodo más lluvioso.
Templado subhúmedo con lluvias en verano	Es uno de los climas con mayor presencia en el Municipio, se distribuye en ambas vertientes de la Sierra, en zonas contiguas al clima semifrío. Se caracteriza por presentar una temperatura media anual entre 12° y 18°C, la del mes más frío entre -3° y 18°C y la del mes más caliente superior a 10°C. Con respecto al régimen de humedad, en el Municipio se presentan los tres subtipos existentes para este clima. Los más húmedos, con más de 55 milímetros de lluvia por cada grado de temperatura.
Semiseco templado con lluvias en verano	Hacia la parte baja de la Sierra por la vertiente de sotavento se encuentra este tipo de clima afectando las regiones centrales y este del Municipio donde la altura sobre el nivel del mar está por debajo de los 2,000 metros; la temperatura fluctúa de 16 a 18°C y la precipitación ha descendido a 500 milímetros con lluvias principalmente de tipo convectivo, siendo éstas más acentuadas durante el periodo de mayo a octubre. Este clima es el más seco de los existentes en el Municipio, pero el menos árido de los climas considerados como secos. Se caracteriza porque la evaporación supera a la precipitación con un valor de precipitación mayor a 22.9 veces por cada grado de temperatura que se alcanza.

Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango, 2013

Cuadro 52. Parámetros climáticos promedio de Victoria de Durango (2015-2022)

Datos históricos del tiempo Victoria de Durango												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura media (°C)	11.1	12.9	15.1	18.4	20.7	21.8	19.6	19.6	18.2	17	14	11.5
Temperatura min. (°C)	3.6	4.8	6.3	9.1	11.9	15.2	14.4	14.3	13.6	11	7.3	4.3
Temperatura máx. (°C)	20.1	22.2	24.6	27.7	29.3	28.4	25.3	25.3	23.5	23.8	22.1	20.4
Precipitación (mm)	16	11	10	6	14	54	114	109	123	42	13	10
Humedad (%)	41	35	29	27	30	43	62	62	65	53	45	41
Días lluviosos (días)	2	1	1	1	2	8	13	14	12	5	1	1
Horas de sol (horas)	9.3	9.9	10.6	11.3	11.7	11.3	10.4	10.0	8.5	9.3	9.2	9.2

Datos: 1991 – 2021. Temperatura min. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol. Fuente Climate-Data.org.

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 117 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 10.7 °C.

El valor más bajo de la humedad relativa se mide en abril (26.78 %). La humedad relativa es más alta en septiembre (65.43 %). El mes con la mayor cantidad de días lluviosos es agosto con 18.10 días. El mes con la menor cantidad de días lluviosos es abril con 1.50 días (Climate-Data.org).

Cuadro 53 Precipitación media anual y volumen precipitado en la Subregión Hidrológica Río San Pedro

Cuencas Hidrológicas	Precipitación media anual (mm)	Área Km^2	Volumen precipitado millones (hm^3)
Laguna de Santiaguillo	557.6	2,362.0	1,317.1
La Tapona	481.6	2,593.7	1,249.1
Río La Sauceda	527.7	2,451.9	1,293.9
Río El Tunal	754.7	1,799.6	1,358.2
Río Santiago Bayacora	506.6	1,091.8	553.1
Río Durango	490.4	2,171.2	1,064.8
Río Poanas	449.9	1,399.8	629.8
Río Súchil	440.8	1,732.5	763.7
Río Graseros	468.2	597.4	279.7
Río San Pedro-Mezquital	991.3	11,521.3	11,421.1
Río San Pedro-Desembocadura	1,306.0	841.5	1,099.0
Total	**6,974.8**	**28,562.7**	**21,029.5**

Fuente: Organismo de Cuenca Pacífico Norte

Nota: para los cálculos realizados se tomó la precipitación media de la cuenca río Tunal. A fin de tener datos más precisos del comportamiento del Río Tunal.

Evaporación

La evaporación registrada se puede considerar como intensa, principal factor de pérdidas del vaso de almacenamiento. El periodo de mayor evaporación comprende los meses de marzo a agosto, esto es de acuerdo al periodo con mayor temperatura, además el periodo con menor evaporación es de enero- febrero y de septiembre a diciembre.

Vientos

Los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidad promedio de 27 a 44 km por hora. La época de mayor intensidad corresponde a los meses de febrero y marzo el promedio para todo el año corresponde a vientos débiles, con velocidades de 29 a 35 km/hora entre moderados y fuertes se da 4 veces al año.

Frecuencia de heladas

La presencia de heladas solo se registró en el periodo comprendido de noviembre a marzo, los días con más heladas es enero y diciembre y el mes con menor número de días con heladas es marzo. Se tiene un promedio de 7 heladas por año, siendo en el año de 1973, cuando se presentaron el número mayor de este fenómeno, un total de 22 y en contraparte 1991 y 1992, no presentó ninguna helada.

Frecuencia de granizadas

La presencia de granizo es un fenómeno poco común en esta región, se tiene un promedio de 1 a 3 granizadas por año, como máxima se tiene 6 por año y comúnmente ninguna en muchos años. Los meses cuando se presenta de manera más regular son mayo a julio y en algunas ocasiones marzo y septiembre.

Fenómenos climatológicos

Norte, tormentas tropicales y huracanes entre otros eventos extremos. Es común la presencia del fenómeno meteorológico, denominado Norte, que son vientos irregulares, son masas de aire polar desde Canadá y Estados Unidos origina descensos drásticos de temperatura, algunas ocasiones provocando precipitaciones pluviales.

b) Geología y geomorfología

El municipio de Durango está conformado por rocas y suelos formados durante los periodos terciario y cuaternario de la era cenozoica, que datan de hace 33.7 y 1.8 millones de años, distinguiéndose el primero por importantes plegamientos y una intensa actividad volcánica y el segundo por la formación de llanuras debido a la acción de diversos agentes externos. Los tipos de roca presentes en el municipio son de origen volcánico (ígneo) y sedimentario. La mayor parte está ocupada por rocas ígneas extrusivas básicas y ácidas que resultan del enfriamiento y solidificación del magma volcánico en la superficie de la tierra o cerca de ella.

Hay dos zonas distintivas, la occidental representada por sierras, que se extienden en dirección noroeste-sureste y algunas donde se encuentra la mayor altitud que es cerro Gordo con 3328 (msnm), ambas están formadas principalmente por rocas ígneas extrusivas o volcánicas (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra) metamórficas (han sufrido cambios por la presión y altas

temperaturas) e ígneas intrusivas (formadas debajo de la superficie de la Tierra) (INEGI, 2021).
En el oriente existe una gran área de lomerío con valles y sierras formadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos o en donde se acumulen la arena y barro), en el nororiente hay una llanura con sierras y un pequeño campo de dunas (montañas de arena) cerca de Ceballos (INEGI, 2021).

La mayor parte del territorio municipal está ocupada por rocas ígneas extrusivas básicas y ácidas, que resultan del enfriamiento y solidificación del magma volcánico en la superficie de la tierra o cercana a ella, en la siguiente tabla se muestran los diferentes tipos de roca y suelos en superficie y porcentaje.

Cuadro 54. Geología del estado de Durango

Periodo	Roca	Sitios de interés
Terciario (70.9%), Cuaternario (23.5%), Neógeno (4.1%) y Paleógeno (0.1%)	Ígnea extrusiva: riolita-toba ácida (69.8%), basalto (15.8%), toba ácida (0.4%), riolita (0.3%) y brecha volcánica básica (0.2%) Suelo: aluvial (7.7%), residual (0.5%), lacustre (0.4%) y eólico (0.1%) Sedimentaria: conglomerado (3.3%) No aplicable (0.1%).	Minas: hierro, estaño, manganeso y fluorita Bancos de material: acabados e industrial

INEGI, 2010. Nota: el porcentaje faltante corresponde a Zona Urbana con 1.0% y Cuerpos de Agua con 0.4%.

Cuadro 55. Superficie de los principales tipos de roca y suelos que se encuentran en el Municipio

Tipo de Roca	Área (ha)	Porcentaje
Basalto	145,904.46	15.998
Brecha Volcánica	1,693.27	0.186
Conglomerado	29,996.89	3.289
Suelo Aluvial	77,857.78	8.537
Suelo Eólico	865.33	0.095
Suelo Lacustre	3,988.5	0.437
Suelo Residual	5,029.44	0.551
Riolita-Toba Ácida	640,133.05	70.188
Riolita	3,058.06	0.335
Toba Ácida	3,494.25	0.380

Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango, 2013

El Municipio se encuentra en la Provincia Fisiográfica III, denominada Sierra Madre Occidental, y dentro de éste se localizan tres subprovincias: Sierras y Llanuras de Durango, Gran Meseta y Cañadas Duranguenses y Mesetas y Cañadas del Sur.
Su geomorfología ofrece una sucesión de inmensas planicies cercadas por cordilleras de montañas o escarpados lomeríos, que tienen como detalle característico un piso de notable tersura, sin presentar ondulaciones o accidentes que obstruyan la perspectiva de su lejano horizonte, su altura sobre el nivel del mar varía de 1,800 a 2,000 metros.

Cuadro 56. Superficies por provincia fisiográfica

Subprovincia Fisiográfica	Sistema de Topoformas	Área (ha)	Porcentaje
Gran Meseta y Cañadas Duranguenses	Cañón Típico	10,724	1.148
	Lomerío con Cañadas	31,462.07	3.368
	Meseta con Cañadas	272,289	29.15
	Superficie de Gran Meseta con Cañadas	321,403.6	34.41
	Valle Abierto de Montaña	1,967.61	0.211
	Valle Intermontano	16,315.7	1.747
Sierras y Llanuras de Durango	Bajada con Lomerío	7,168.67	0.767
	Llanura Aluvial	99,379.73	10.639
	Llanura Aluvial Salina	5,653.19	0.605
	Lomerío con Llanuras	3,235.62	0.346
	Meseta con Malpaís	118,042.99	12.637
	Sierra Alta	10,845.1	1.161
	Sierra Baja con Lomerío	3,394.72	0.363
	Valle Intermontano con Bajadas	4,794.76	0.513
Mesetas y Cañadas del Sur	Cañón Típico	13,282.54	1.422
	Sierra Alta con Cañadas	14,131.6	1.513

Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango, 2013

Características geomorfológicas más importantes

En el área de estudio y su zona de influencia, sus características geomorfológicas son planicies aluviales, donde se presentan variados y considerables espesores de depósitos areno-gravosos, su origen se fundamenta a la tectónica de distensión del Terciario Superior generando la forma de grabens. Su estado geomorfológico es de juventud, y que constituyen la superficie en este estudio y su mayor parte a las zonas aledañas. La ciudad

de Durango está situada sobre una extensa planicie constituida de materiales acarreados por las corrientes fluviales.

Características del relieve y fracturamientos

La característica de su relieve, en la zona de estudio son terrenos planos con pocas pendientes, de 1.0 milésimas, con dirección de suroeste a noroeste, y no existen fracturamientos o fallas geológicas en la zona.

Susceptibilidad de la zona

Fenómenos de origen geológico: Los riesgos de origen geológico pueden identificarse básicamente como naturales y artificiales. Los primeros incluyen sismos, vulcanismo, deslizamiento y colapso de suelos; mientras que los segundos son los producidos por el hombre por medio de explosiones convencionales con fines de exploración o explotación de bancos materiales (extracción de minerales).

Sismicidad

La Región es considerada por la Carta Sísmica de la República Mexicana, elaborada por el Instituto de Geofísica de la UNAM, como una zona Asísmicas decir, que en ella no se presentan movimientos telúricos o son extremadamente raros, el hecho de que el área del proyecto se encuentre en una zona asísmica no quiere decir que no se presenta este tipo de fenómenos, sino que son muy raros.

En el área de interés no se tienen reportes se actividad sísmica

Deslizamientos y derrumbes

Por otro lado, en el Municipio de Dgo., no hay registros de deslizamientos, pero los derrumbes son considerados como factores de riesgo en los caminos y carreteras en épocas de lluvias. En la ciudad de Durango se tienen localizadas áreas susceptibles de derrumbes en los cerros de Los Remedios y de Mercado debido a que hay asentamientos humanos en sus laderas. Las colonias que se establecieron cerca a los mismos son: Miguel de la Madrid, Héctor Mayagoitia y su ampliación, La Roca, Felipe Ángeles, Gobernadores, y el fraccionamiento Cerro de los Remedios.

El área de influencia del proyecto, por estar constituida principalmente de superficies planas, no presenta derrumbes o deslizamientos. Por el tipo de extracción que se realiza en el terreno es poco probable deslizamientos o derrumbes en el área de extracción, ya que no se utilizan explosivos, el aprovechamiento se realizará por medio de excavaciones en forma mecánica.

Posible actividad volcánica

El área se encuentra muy alejada de cualquier volcán activo, por lo que se considera que la zona de estudio, no será afectada de manera directa.

Huracanes

Estos fenómenos ocasionan crecientes generalizadas principalmente en las cuencas de los ríos Mezquital o San Pedro, generando daños por inundación en áreas productivas y centros de población aledaña a los cauces o ubicada en las partes bajas.

Inundaciones

El Valle del Guadiana existen zonas susceptibles provocadas por los desbordamientos de los ríos El tunal, La Sauceda, Santiago Bayacora, y los arroyos de La Vaca y Acequia Grande. Los ríos y las presas del Municipio de Durango son considerados áreas de riesgo.

En el caso de la ciudad de Victoria de Durango, se localizan seis zonas de inundación que abarcan 28.35 km^2 de la zona urbana. Estos puntos son:

- Márgenes del Arroyo Seco.
- Presa las Mangas y El Hielo
- Colonia Jalisco y Bulevar Domingo Arrieta.
- Canal Acequia Grande.
- Fraccionamiento Las Américas y Bulevar Francisco Villa.
- Ciudad Industrial Durango.

Nevadas

En el Estado de Durango las nevadas se presentan principalmente en la Sierra Madre Occidental en su parte norte durante la estación invernal; ocurren en esta zona más de tres nevadas anuales en promedio.

Heladas

En el Municipio de Durango se presentan heladas por advección, que es un movimiento horizontal del aire frio, causado principalmente por variaciones de la presión atmosférica cerca de la superficie de la Tierra. Éstas se desarrollan en las partes bajas de las montañas, en cañadas y valles acompañadas de vientos moderados a fuertes (velocidades mayores de 15 km/h). La vegetación y los cultivos se enfrían por contacto y los daños dependen de su naturaleza y estado fenológico.

Sequias

En la entidad, las sequías se presentan como fenómenos que afectan principalmente zonas con escasa precipitación, como los son las semidesérticas y los llanos.

c) Suelos

Al estudiar detalladamente el perfil del suelo, teniendo en cuenta la acción de los diversos factores del medio, permite reconstruir la historia del suelo; los caracteres de los horizontes reflejan la acción de ciertos procesos Bioquímicos o Físico-químicos, y estos procesos, a su vez, se explican por la acción de los factores Ecológicos. Esto se puede explicar mediante la trilogía.

ECOLOGIA → PROCESOS EDAFOGENETICOS → TIPO DE SUELO

De acuerdo a las anteriores consideraciones teóricas fundamentales de la ciencia del suelo, se puede señalar, que en el estado de Durango existen una gran variedad de suelos, puesto que existen en él una gran diversidad de ecosistemas.

En el estado de Durango predominan los Leptosoles, Regosoles, Calcisoles, Cambisoles y Feozem hápico (INEGI 2003, con base en la clasificación de la FAO/UNESCO (1988). Leptosoles (del griego leptos, delgado). Son suelos muy someros (de menos de 25 cm), usualmente pedregosos, asociados a zonas montañosas, por lo que es importante que se mantenga su cubierta vegetal para evitar la erosión (González, *et al*, 2006).

En el municipio de Durango se encuentra una alta variabilidad edafológica responde a la influencia de factores ambientales como altitud, relieve, clima, geología y vegetación, cuya conjunción resulta en una diversidad ambiental que modifica las características y propiedades del suelo a lo largo del territorio.

En el sistema ambiental se presentan suelos maduros y bien evolucionados desarrollados bajo la acción de factores activos de formación, en especial el clima, por tanto se consideran climáticos como el Castañozem, Feozem; existen también suelos donde el clima no es determinante para su presencia, se trata en algunos casos de suelos inmaduros que se encuentran en las primeras etapas de su desarrollo por no haber actuado los factores edafogénicos durante el tiempo suficiente, como el Litosol. En éstos, los caracteres predominantes son consecuencia del tipo de roca madre que los originan y otros que se deben a la fuerte influencia de condiciones locales como exceso de agua, sales y carbonatos.

Cuadro 57. Tipos de suelo en el Municipio de Durango

Suelo	Área (ha)	Porcentaje	Suelo	Área (ha)	Porcentaje
Acrisol húmico	1,384.19	0.152	Luvisol órtico	10,194.32	1.118
Cambisol crómico	5,197.80	0.57	Planosol mólico	639.26	0.07
Cambisol húmico	504.41	0.055	Planosolsolódico	151.00	0.017
Cambisol éutrico	102,706.52	11.259	Planosol éutrico	3,646.39	0.4
Castañozem cálcico	319.28	0.035	Ranker	3,191.47	0.35
Castañozem háplico	372.48	0.04	Regosol calcárico	554.57	0.06
Castañozem lúvico	19,011.25	2.084	Regosol dístrico	50,994.32	5.59

Feozem calcárico	247.73	0.027	Regosol éutrico	246,143.08	26.982
Feozem háplico	83,429.06	9.146	Rendzina	1,049.52	0.115
Feozem lúvico	4,688.63	0.514	Solonchak órtico	0.28	0
Fluvisol éutrico	3,772.08	0.413	Solonetz gléyico	2,533.24	0.278
Gleysol húmico	45.50	0.005	Solonetz órtico	2,124.96	0.233
Gleysol vértico	2,117.61	0.232	Vertisol crómico	31,163.53	3.416
Litosol	243,241.99	26.664	Vertisol pélico	31,481.55	3.451
Luvisol crómico	759.45	0.083	Xerosol háplico	9,858.79	1.081
Luvisol cálcico	22,546.61	2.472	Xerosol lúvico	25,932.56	2.843
Luvisol férrico	2,234.97	0.245			

Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango, 2013

Los suelos presentes en el área de estudio y el área de influencia del proyecto se conforman de la siguiente manera:

Cuadro 58. Suelos presentes en el área de estudio y el área de influencia del proyecto

Suelos presentes en el área de estudio y el área de influencia del proyecto	
Asociación	**Descripción**
Suelo predominnate **kl+Xl+Vp/2**	Castañozem lúvico con Xerosol lúvico y Verisol pélico de textura media
	Castañozem.- Tiene una capa superficial de color pardo, rica en materia orgánica y acumulación de calcio en el subsuelo, son de zonas semiáridas a transición a climas más lluviosos, en condiciones naturales tienen vegetación de pastizal a matorral, moderadamente susceptibles a la erosión. Xerosol.- Tiene una capa superficial de color claro y pobre en materia orgánica, debajo puede haber un subsuelo rico en arcilla carbonatos y muy parecidos a la capa superior presenta cristales de yeso o calicha. Se localizan en zonas áridas y semiáridas, su vegetación natural es de pastizales y matorrales, son suelos de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en pendientes y sobre tepetates o caliches en donde son muy susceptibles a este problema.

Uso de Suelo

Actualmente el uso de suelo urbano ocupa una superficie de 11,460.81 hectáreas, cuya distribución se describe a continuación:

Cuadro 59. Usos de Suelo en la Ciudad de Durango

Uso de suelo	Superficie Ha	Porcentaje
Uso habitacional	2,968	25.9
Lotes baldíos	1,255	10.96
Uso comercial y servicios	529.68	4.62
Equipamiento	133.60	9.89
Uso mixto	63.06	0.55
Uso industrial	196.67	1.73
Áreas verdes	210.27	1.83
Vialidad	5,100	44.51

Uso de suelo dentro del área de estudio

El área se encuentra rodeado parcelas de cultivos de temporal (maíz y sorgo). Predominan los cultivos agrícolas, solo en áreas aledañas se encuentra vegetación típica de matorrales.

Textura del suelo Porcentaje de arena, limo y arcilla

Todos los suelos están compuestos por fracciones y partículas minerales de diferentes tamaños. Las más gruesas se denominan arenas, las medianas son los limos y las más pequeñas son las arcillas. El tamaño de las partículas se clasifica de acuerdo a la siguiente escala.

Hasta 2 micrones.....Arcilla

De 2 a 20 micrones.....Limo

De 20 a 200 micrones.....Arena fina

De 200 a 2000 micrones.....Arena gruesa

Más de 2000 micrones.....Gravillas y gravas

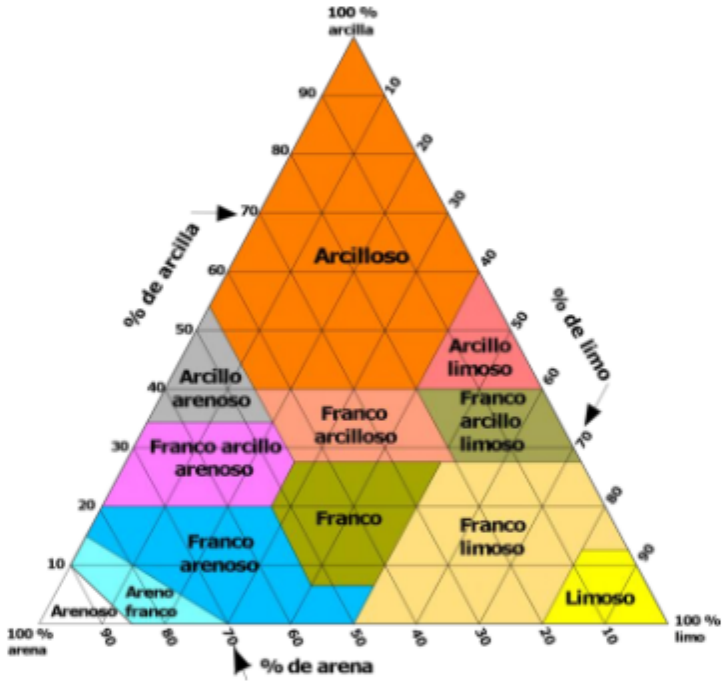
1 micrón = milésima parte de un milímetro

Las únicas que se pueden ver a simple vista son las arenas que miden entre 2 milímetros y 1 centésimo de milímetro (2 mm. y 0,02 mm), como por ejemplo arenas de ríos y de médanos. Los limos y arcillas son tan pequeños que sólo podrían verse con lentes de aumento o con microscopios.

La textura de un suelo es una propiedad física permanente, que se refiere a la expresión porcentual de las fracciones granulométricas arena, limo y arcilla. La combinación de estas 3 fracciones nos determina la clase textural. Las clases texturales son agrupamientos donde las propiedades dependientes de la textura presentan un comportamiento homogéneo (propiedades agronómicas homogéneas). Normalmente nos indica al grupo de partículas 6

preponderantes. Las clases texturales dentro del sistema del USDA son 12 y se disponen en un triángulo de textura (Pellegrini, 2019).

Existen dos escalas de clasificación de texturas: la internacional y la americana, de las cuales esta última es la más utilizada. Son conocidas como triángulo de texturas. Las líneas trazadas en el triángulo (paralelas a los lados), fijan los límites porcentuales de cada componente (Arcilla, limo y arena). Por ejemplo, si un suelo contiene 60 % de arena, 30 % de limo y 10 % de arcilla corresponde a una textura franca arenosa. En cambio, si el porcentaje de arcilla se incrementa, 30 %, el limo al 40 % y la arena también 40 %, la textura es Franco arcillosa.



Triángulo textural de USDA

Además, a los fines prácticos los suelos se clasifican como familia de texturas que se denominan pesados (de textura fina), medios (de texturas intermedias) y livianos (de textura gruesa. Dentro de los suelos de textura gruesa, se presentan además los denominados esqueléticoarenosos con gran contenido de gravas y gravillas en el perfil. Estos suelos son de baja retención de humedad y pobres en nutrientes y se consideraron marginales.

Cuadro 60. Tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana

Tipos de suelo	Textura	Relación arena-limo arcilla (%)	Símbolo
Livianos	Arenoso	90-5-5	a
	Arenoso franco	80-15-5	aF
Medios	Franco arenoso	65-25-10	Fa
	Franco	40-40-20	F
	Franco limoso	20-65-15	FL
	Franco arcilloso arenoso	35-35-30	FAa
Pesados	Franco arcilloso	35-30-35	FA
	Franco arcillo limoso	10-35-55	FAL
	Limoso	10-85-5	L
	Arcillo arenoso	55-5-40	Aa
	Arcillo limoso	5-50-45	AL
	Arcilloso	10-20-60	A

El análisis textural o granulométrico es el conjunto de operaciones útiles para determinar las proporciones cuantitativas de cada fracción granulométrica que presenta un suelo. Existen diversas técnicas para determinación de texturas (Ciancaglini-Prosap, 2001).

Para su determinación existen métodos de laboratorio y métodos de campo los cuales permiten de una manera rápida y con mucha aproximación (mayor experiencia, mayor aproximación) la clase textural del suelo (UNAG, 2013).

Para determinar la textura de suelo del área se utilizarán los siguientes métodos:

Determinación de la textura al tacto

La apreciación táctil de la textura, únicamente se logra por la experiencia, es decir, observando al tacto tierra ya analizada por otro método u otras personas más experimentadas.

La arena se presenta al tacto, abrasiva y con gránulos brillantes identificables individualmente. El limo lo hace como el talco o la harina. La arcilla cuando está húmeda se presenta como masilla o plastilina.

Estos componentes básicos, excepcionalmente se presentan aislados, en la mayoría de los casos están combinados en proporciones variables, diluyendo las diferencias taxativas de las partículas en forma aislada.

Existen, además, otros elementos, como la materia orgánica o el carbonato de calcio, que deforman la sensación táctil que provocan los granos minerales por sí mismos. Es común

que los horizontes superiores contengan cantidades variables de materia orgánica. Cuando el contenido es pequeño el efecto es mínimo, pero en cantidades más elevadas aumentan la suavidad del suelo y se presenta más plástico (Pellegrini, 2019).

Procedimiento de la medición:

1. Poner una porción de suelo en la palma de la mano
2. Echarle agua lentamente e ir amasando el suelo.
3. Escurrir y amasar el suelo hasta que se adhiera a la mano.
4. Se va moldeando el suelo y formando figuras, dará una idea aproximada de su clase de textura.

A. Arena: El suelo permanece suelto y en granos simples y puede ser amontonado, pero no moldeado. Es quizás la textura más sencilla de identificar. Al frotarla entre los dedos la percepción es áspera y no se observan presencia de partículas finas (limo y arcilla).
B. Franco arenoso: Puede ser moldeado en forma esférica y se desgrana fácilmente; con más sedimentos, en seco se percibe la arena que predomina, pero en bastante menos proporción que la anterior.
C. Limoso: Puede ser enrollado en cilindros cortos.
D. Franco: Partes iguales de arena, sedimentos y arcilla que pueden ser amasadas en una trenza gruesa de 15 cm de largo que se rompe al doblarse.
E. Franco arcilloso: El suelo puede ser amasado como en D pero puede ser cuidadosamente doblado en U sin romperse.
F. Arcilla liviana: El suelo es suave y al doblarse en un círculo se agrieta un poco.
G. Arcilla: Se maneja como plastilina y puede ser doblado en un círculo sin agrietarse.

Como categorizamos los resultados:

1. Si la textura resulta arcillosa

2. Si es arenoso

3. Franco arcillo arenoso

4. Franco arcillo limoso

5. Franco

Cuadro 61. Clave para estimación de la textura al tacto del suelo

Aspereza	Adhesividad y plasticidad	Formación de esfera y cordón	Textura
No áspera o ligeramente áspera	Adhesivo y plástica en extremo	Esferas en extremo coherentes Cordones largos que se doblan con facilidad en anillos	ARCILLOSO
No áspera	Muy ligeramente adhesivo y plástica	Esferas moderadamente coherentes Forma con dificultad cordones que tiene aspecto quebradizo	LIMOSO
Ligeramente áspera	Ligeramente adhesivo	Esferas moderadamente coherentes Forma con gran dificultad cordones que tiene aspecto quebradizo	FRANCO LIMOSO
Ligeramente o moderadamente áspera	Moderadamente adhesivo y plástica	Esferas muy coherentes Cordones que se doblan en anillos	FRANCO ARCILLOSO
Ligeramente áspera	Ligeramente adhesivo y plástica	Esferas moderadamente coherentes Forma cordones con gran dificultad	FRANCO
Áspera	No adhesivo ni plástica	Esferas ligeramente coherentes No forma cordones	FRANCO ARENOSO
Muy áspera	No adhesivo ni plástica	Forma esferas no coherentes que se deshacen con facilidad	ARENOSO

(Pellegrini, 2019).

Dentro del área se tiene que la textura corresponde a textura media

La textura del suelo en el área del sistema ambiental del proyecto es media, polo que se toma el valor de CATEX de 0.3.

Profundidad del suelo Profundidad (cm)

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables. Esta información resulta ser de suma importancia para el crecimiento de las plantas. La mayoría puede penetrar sus raíces más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten. Un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a una profundidad de por lo menos un metro.

En situaciones donde existe baja profundidad efectiva y esto se complementa con suelos arenosos, desfavorece aún más la retención del agua en el suelo.

La forma de medir la profundidad es muy sencilla, ésta se puede hacer haciendo un hoyo y medir la profundidad efectiva con una cinta métrica.

Otra forma que es también más sencilla, es introduciendo un barreno de colocho o ranura e ir observando los cambios de color y tipo de material, luego se puede medir hasta donde penetra el barreno.

De acuerdo al valor que obtengamos, la profundidad se ha clasificado basados en la siguiente tabla

Cuadro 62. Profundidad del suelo (cm)

Profundidad del suelo (cm)	
Muy profundo	>de 150
Profundo	150-100
Moderadamente profundo	100-50
Superficial	50-25
Moderadamente superficial	<25

El área presenta una profundidad del suelo de moderadamente profundo

Materia orgánica Porcentaje de materia orgánica

La Materia orgánica del suelo es la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición; tejidos y células de organismos que viven en el suelo; y sustancias producidas y vertidas por esos organismos. Esta definición es muy amplia pues incluye tanto a los materiales poco alterados como aquellos que si han experimentado cambios de descomposición, transformación y resíntesis dentro del suelo. Además, se puede incluir compuestos orgánicos tóxicos, provenientes de las actividades industriales del hombre, como la contaminación de suelos por hidrocarburos de petróleo, que también constituyen parte de la materia orgánica del suelo (Etchevers, 1998).

La materia orgánica (MO) es un indicador de la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno (Gregorich et al., 1984). Numerosos estudios coinciden en que la MO, es el principal indicador e indudablemente el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad (Quiroga y Funaro, 2004).

La determinación cuantitativa de la materia orgánica se realiza analizando el carbono orgánico. Los métodos de análisis para el carbono orgánico se basan en la oxidación de éste (Rad y López). Pueden agruparse en dos clases:

- Métodos por vía seca, basados en la medida del CO_2 desprendido en una combustión o por pérdida de peso de la muestra resultante.
- Métodos por vía húmeda, basados en una oxidación parcial con un agente oxidante. El grado de oxidación logrado dependerá de las condiciones en que tenga lugar la reacción, con aporte de calor, o sin él.

Procedimiento de evaluación de la materia orgánica del suelo

- Tomar 0.5 gramos de suelo aproximadamente o utilizar una medida volumétrica pequeña. Humedecer la muestra ligeramente.
- Adicionar aproximadamente 1 ml de agua oxigenada 30%
- Observar el efecto del agua oxigenada y clasificar de acuerdo a la siguiente tabla

Cuadro 63. Clasificación de la presencia de materia orgánica en el suelo

Clasificación de la presencia de materia orgánica en el suelo		
Categoría	**Observación**	**Presencia de MO**
1	No se observa efervescencia, ni se escucha al oído	Nula
2	No se observa efervescencia, pero se escucha al oído	Baja
3	Se nota efervescencia claramente	Media
4	La efervescencia es rápida y sube lentamente	Alta
5	La efervescencia es rápida y sube rápido	Muy alta

El área tiene una presencia media de materia orgánica.

PH de 0 a 7

El pH, o la cantidad de iones de hidrógeno en una muestra, es un parámetro que hay que considerar si se estudia el suelo. Como en el ámbito de hidrología, la escala del pH se utiliza como un indicador de la concentración de iones de hidrógeno en el suelo. Se disuelve suelo seco tamizado en un volumen específico de agua de pH conocido. La amplitud con la que el suelo disuelto cambia el pH del agua es un indicador del número de iones que contiene el suelo. El pH se mide en una escala logarítmica y representa el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno en moles/l.
Si el suelo contiene una concentración elevada de iones de hidrógeno, se considera un suelo ácido. Si contiene pocos iones de hidrógeno será básico. Un pH=7 indica un suelo neutro (ni ácido ni básico). La escala de pH va del 1al 14, indicando un pH 1 acidez extrema (1 x 10-1 ó 0,1 moles de iones de hidrógeno por litro), y un pH=14 un valor básico extremo (1 x 10–14 moles de iones de hidrógeno por litro ó 0,00000000000001moles/l).

El pH del suelo es un indicador de la química y fertilidad del suelo. El pH afecta a la actividad química de los elementos del suelo, y a muchas de las propiedades del suelo. Las plantas, diferentes entre sí, también tienen un crecimiento óptimo a diferentes valores de pH.

La medición del pH permite conocer el grado de acidez o alcalinidad que tiene el suelo, aunque la medición utilizando la cinta de papel tornasol es menos precisa que cuando se mide con potenciómetro, si la medición se hace cuidadosamente, se puede obtener un valor bastante aproximado, muy rápido y muy útil.

El procedimiento para la medición es el siguiente:

a) Ponga en un vasito traguero una porción de suelo.

b) Adicione agua destilada 2.5 veces el volumen de la porción de suelo.

c) Con una varita de madera agite por dos minutos

d) Introduzca la cinta de papel para pH y déjelo por unos 30 segundos

e) Saque el papel y compare el color obtenido con la escala de colores

f) Clasifique el pH de su suelo

Para categorizar el pH se utiliza lo siguiente

1- < 5.2

2- > 7.5

3- 5.3 - 5.9

4 - 6.6-7.4

5- 6.0-6.5

Si el propósito es monitorear ciertas características del suelo que pueden modificarse mediante el manejo y que se puedan evaluar fácilmente, se puede construir una tabla con las siguientes categorías y asignarle un valor a cada una, de manera que se puedan representar dichas categorías en un gráfico de ameba o araña.

Dicha representación gráfica permite detectar fácilmente, cuál de estas categorías es la que está limitando más la productividad o eficacia del manejo de nuestro sistema o parcela, y a partir de eso definir la estrategia a seguir para manejar sosteniblemente el recurso suelo de forma holística.

Teniendo categorizadas todas las variables determinadas, se construye una gráfica que tendrá una escala del 1 al 5. En la medida que el valor se aproxime a 5 el parámetro está en condición ideal y entre más se acerque a 1, la categoría merece más atención y se pueden definir estrategias para su mejora a mediano o largo plazo.

En el área se tiene un PH de 7.0-7.2.

Control de la Erosión. **-** La degradación de los suelos se refiere básicamente a los procesos desencadenados por las actividades humanas que reducen su capacidad actual y/o futura para sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del aire y agua, y para preservar la salud humana. En la degradación de suelos se reconocen dos procesos:

- El que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y la eólica.

- El que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química, física y biológica (SEMARNAT, 2007). La manera de mitigar la pérdida del suelo es conservando la vegetación y realizando obras de conservación para retener las partículas del suelo en su origen

Erosión

La erosión del suelo es considerada como uno de los principales indicadores de degradación de los ecosistemas.

Cuadro 64. Superficie de la erosión en el Municipio de Durango

Erosión	Superficie (ha)	Porcentaje
Con erosión apreciable	45,295.37	4.9
Sin erosión apreciable	865,644.01	93.58
No aplicable	14,062.86	1.52

Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango, 2013

Nivel de degradación de los suelos

Erosión Hídrica. Ocurre cuando el agente causal de la erosión es el agua en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego. El agua es un agente erosivo muy enérgico. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial, pierde la materia orgánica (humus) y entra en un proceso de degradación por endurecimiento que puede derivar en una zona desertificada.

Cálculo de la erosión hídrica

El método de cálculo de la erosión hídrica es mediante la fórmula universal de pérdida de suelos, con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, lo cual representa un modelo empírico adaptado para nuestro país. La metodología requiere de la preparación de seis mapas intermedios, mediante el uso de modelos ráster generados por el Centro de Ciencias de la Atmosfera de la Universidad nacional Autónoma de México (UNAM), Reserva al Título: INDAUTOR 04-2011-120915512800.

Las estimaciones realizadas por este manual no se encuentran basadas en cartografía desarrollada por otras agencias, si no que las capas generadas utilizan solamente el parámetro bioclimático núm. 12 del Atlas Climático Digital de México, el cual se calculó por estación a partir de la base climatológica diaria 1902-2011del Servicio Meteorológico Nacional conforme a la metodología operada por el Software ANUCLIM (http://www.rforge.net/doc/packages/climates/html/bioclim.html), la cual también es utilizada en el conjunto de capas de clima que pueden ser utilizados para modelado espacial

en un Sistema de Información geográfica, denominado "Worldclim" (http://www.worldclim.org/bioclim) ; por lo que con la finalidad de proporcionar mayor claridad de la calidad de información, a continuación se describen los aspectos más importantes de los metadatos utilizados.

El manual de Ordenamiento de la SEDUE (1988) maneja la siguiente expresión para la estimación de la perdida de suelos:

Eh = IALLU x CAERO x CATEX x CATOP x CAUSO

Donde:

PECRE: Periodo de crecimiento

IALLU: índice de agresividad de la lluvia

CAERO: Coeficiente de erodabilidad

CATEX: Calificación de textura y fase

CATOP: Calificación de la topografía

CAUSO: Calificación por uso del suelo.

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones, ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo a las características de cada variable.

PECRE

El periodo de crecimiento se define como el número de días del año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el cultivo. Este se obtiene con el siguiente cálculo:

PECRE = 0.2405 (PREC) – 0.0000372 (PREC)2 – 33.1019

Donde:

PREC: Precipitación normal anual (mm)

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual registrada para la cuenca Rio Tunal que es de 754.7mm

PECRE = 0.2408 (754.7) – 0.0000372 (754.7)2 – 33.1019

PECRE = 181.731 – 21.188 – 33.1019

PECRE = 127.44

IAIIU

El IALLU se calcula a partir de la variable PECRE con las siguientes formulas:

IALLU = 1.1244 (PECRE) – 14.7875

IALLU = 1.1244 (127.44) – 14.7875

IALLU =143.29– 14.7875

IALLU = 128.51

CAERO

Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la tabla de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 65. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Lf
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Ql	Rc	Th	Tm	U	Zm	---
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
	Ah	Cl	Gv	Hl	Jg	Ki	Ne	Sa
	So	Xg	Xg	ZU	H2O	---	---	---
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	Xl	Xy	Yh	Yk	Yl
	Yy	Yt	Zt	---	---	---	---	---

El área del sistema ambiental presenta tipo de suelo predominante kastañozem

Catex

El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase de los suelos presentes en las áreas de cada obra en donde se ubica el proyecto y de acuerdo a la escala de valores presentados en el cuadro siguiente:

Cuadro 66. Valor equivalente para textura y fase del suelo usado en el cálculo de la variable CATEX

CATEX	Textura y fase
0.2	1 (gruesa)
0.3	2 (media)
0.1	3(fina)
0.5	Fase pedregosa o gravosa

La textura del suelo en el área del sistema ambiental del proyecto es media, polo que se toma el valor de CATEX de 0.3

CATOP

El valor de esta variable está dado por las características de la pendiente (%) con forme a lo presentado en el siguiente cuadro:

Cuadro 67. Valores asignados a rangos de pendiente para el cálculo de la variable CATOP

CATOP	Clase de pendiente	Rango (%)
0.35	A	0 – 8
3.50	B	8 – 30
11.00	C	Mayor de 30

CAUSO

Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio en el cuadro siguiente:

Cuadro 68. Valores de la capa de uso de suelo y vegetación para el cálculo de la capa de calificación de uso de suelo

Uso de suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de riego y Nopalera	0.80
Agricultura temporal	0.80
Asentamientos humanos	0.00
Bosque de encino, bosque oyamel, Bosque de pino, Bosque mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino), Bosque mixto oyamel-tepozan-pino, selva mediana subperennifolia, Selva Baja Caducifolia, subcaducifolia.	0.10
Bosque Encino secundario	0.11
Bosque Encino-Pino	0.10
Bosque galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.10
Bosque de pino- encino secundario y toda vegetación secundaria	0.11
Chaparral, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco y matorral subtropical	0.11
Cuerpo de agua	0.00
Matorral desértico micrófilo y vegetación de desiertos arenosos	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Mezquital	0.15
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea, zona federal CFE (derecho de vía)	0.13
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido y Agroforestería	0.12
Pastizal natural y sabana	0.12
Sin vegetación aparente, predio baldío, Sitio de extracción, Terracería	0.40
Vegetación de galería	0.10
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0.00
Zona mixta de vegetación crasicaule, matorrales sarcocaules y sarcocrasicaules	0.08
Humedal, Tular y Zona inundable	0.05
Área verde urbana, Ciclopista, Infraestructura, Invernadero, Pedregal, sitio de importancia cultural, Vialidad pavimentada.	0.0

Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año con el siguiente cálculo:

Eh = IALLU x CAERO x CATEX x CATOP x CAUSO

Para el área del sistema ambiental se tienen los siguientes datos:

Tipo de uso de suelo	tipo de suelo dominante	porcentaje promedio de pendiente
Áreas agrícolas	Kastañozem lúvico	0 a 4
Áreas urbanas	Kastañozem lúvico	0 a 4

En base a los resultados obtenidos por el traslape de capas temáticas digitales se tienen los siguientes resultados para el área del sistema ambiental:

Cuadro 69. Resultados para el área del sistema ambiental

Tipo de vegetación	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	EROSION HIDRICA (Eh) (ton/ha./año)
Áreas agrícolas	128.51	1	0.3	0.35	0.8	10.79
Áreas urbanas	128.51	1	0.3	0.35	0	0

Con base a los resultados se puede agrupar la erosión hídrica en 4 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta, y a cada clase se asignan los valores del siguiente cuadro:

Cuadro 70. Agrupación de la intensidad de la erosión hídrica

Categoría	Valor de la erosión laminar (ton/Ha*año)
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy alta	Mayor de 200

Como se observa en los resultados la erosión corresponde a la categoría ligera.

Erosión eólica

Para el caso que nos ocupa, la evaluación de este tipo de erosión se desarrolló tomando como base el modelo propuesto por la FAO en el año 1980 adaptado por el entonces SEDUE en 1988, de ahí que se estimó la cantidad de suelo que se erosiona en tres momentos en la superficie de CUSTF (erosión actual, erosión potencial y la que ocurre con la implementación de obras de conservación), de lo que se desprenden los resultados siguientes:

De acuerdo con la metodología adaptada por la SEDUE, la formula universal de estimación de pérdida de suelos por causa del viento o erosión eólica es:

Ee = (IAVIE)(CATEX)(CAUSO)

Donde:

Ee = Erosión eólica en ton/ha/año

IAVIE = Índice de agresividad del viento

CATEX = Calificación de textura y fase física

CAUSO = Calificación por uso de suelo

Por lo que primeramente hay que calcular (PECRE).

PECRE

El periodo de crecimiento se define como el número de días del año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

PECRE = 0.2408 (PREC) – 0.0000372 (PREC)2 – 33.1019.

Donde:

PREC = precipitación media anual (754.70 mm).

PECRE=181.73 - 21.188- 33.1019

PECRE: Periodo de crecimiento calculado de 127.44

Para calcular la variable IAVE, la cual se refiere al índice de agresividad del viento, se usa la fórmula:

IAVE = 160.8252 – 0.7660 (PECRE)

IAVE = 160.8252 – 0.7660 (127.44)

IAVE = 160.8252 – 97.62

IAVE = 63.20

Así mismo para el cálculo de la variable CATEX se procedió al análisis de la información cartográfica elaborada para el área del proyecto, para asignar el valor correspondiente en función de las propiedades o atributos de los suelos presentes a lo largo de las trayectorias de las líneas, que para el caso que nos ocupa corresponde a los suelos calcáreos y NO calcáreos

CATEX

Para el cálculo de la capa de calificación de textura y la fase tomando los valores de la tabla se trata de suelos no calcáreos (SUECAL C=0) o de la tabla para suelos calcáreos (SUECAL C=1).

Cuadro 71. Valores de suelos no calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos
3.50	1 (gruesa)
1.25	2 (media)
1.85	3 (fina)
1.75	1 y fase gravosa o pedregosa
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.92	3 y fase gravosa o pedregosa

Cuadro 72. Valores de suelos calcáreos para el cálculo de la capa de calificación de textura

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1 (gruesa)
1.75	2 (media)
1.85	3 (fina)
0.87	Pedregosa o gravosa

CATEX= 1.25

CAUSO

Se tomó el valor predeterminado para el uso (tabla siguiente).

Cuadro 73. Valores de CAUSO para la erosión eólica, según el uso de suelo en un área determinada

Uso de Suelo y Vegetación	Causo
Agricultura de riego y Nopalera	0.80
Agricultura temporal	0.80
Asentamientos humanos	0.00
Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque mesófilo de montaña, Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino), bosque mixto Oyamel-Tepozán-Pino	0.10
Bosque de Encino secundario	0.11
Bosque de encino-pino	0.10
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.10
Bosque de pino-encino secundario y toda vegetación secundaria	0.11
Chaparral, Matorral submontano, Matorral espinoso tamaulipeco, Matorral desértico micrófilo, Matorral desértico rosetófilo y Matorral subtropical.	0.11
Cuerpo de agua	0.00
Vegetación de desiertos arenosos	0.15
Mezquital	0.15
Vegetación secundaria arbustiva, herbácea y Zona federal CFE (derecho de vía).	0.13
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido y agroforestería	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente, Predio baldío, Sitio de extracción, terracería	0.40
Vegetación de galería	0.10
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0.00
Zona mixta de vegetación crasicaule, matorrales sarcocaules y sarcocrasicaules.	0.08
Humedal y Zona inundable	0.05
Área verde urbana, Ciclopista, Infraestructura, Invernadero, pedregal, Sitio de importancia cultural, Vialidad pavimentada.	0.00

En función de los valores que pueden tomar las variables de la fórmula para estimación de erosión eólica:

Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO

Cuadro 74. Resultados

Tipo de uso de suelo	Tipo de suelo	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROSION EÓLICA (Ee) (ton/ha/año)
Áreas agrícolas	Kastañozem	63.20	1.25	0.80	63.2

Cuadro 75. Agrupación de la intensidad de la erosión eólica

Categoría	Valor de la erosión laminar (ton./ha/año)
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy alta	Mayor de 200

La erosión eólica corresponde a la categoría alta

d) Geohidrología e hidrología superficial y subterránea

En la cuenca hidrológica se considera la forma en la que escurre el agua en la superficie (cuencas hidrográficas) y en el subsuelo (acuíferos), geográficamente la administración del agua del municipio de Durango que pertenece a la Región Hidráulica-Administrativa III Pacífico Norte, emplazada dentro de la región hidrológica No 11 Presidio –San Pedro y en la subregión San Pedro. Las subcuencas comprendidas son las de los ríos La Sauceda, Santiago Bayacora y El Tunal (CNA, 2002).

El área donde se realizará el proyecto extracción de materiales pétreos se localiza dentro región hidrológica No 11 Presidio –San Pedro y en la subregión San Pedro, subcuenca río El Tunal.

En la región de los Valles se localiza en el municipio de Durango (Valle del Guadiana), Nombre de Dios, el Mezquital, otros. Las tierras de estos valles son agrícolas y regadas con de agua de río, el Guadiana por los ríos de la Sauceda y El Tunal, el de Nombre de Dios por los ríos de Súchil y Poanas (Río N. de Dios) y el del Mezquital por el río del mismo nombre.

Varias corrientes de agua estacionales tienen cursos de agua cercanas a la ciudad. El Rio El Tunal corre desde la Sierra Madre Occidental hacia el sur del valle, es la corriente de agua más importante, su caudal se vio reducido con la construcción de la Presa Guadalupe Victoria, ubicada en el cañón que desemboca al valle del Guadiana y edificada para el

almacenamiento de agua con fines de riego durante la época de secas, es el cuerpo de agua más grande en toda la región (OETMD. 2013).

En su trayecto el río pasa por El Durazno, EL Tunal, Pueblito, Nayar, Ferreira, Santa Cruz, San Agustín, 15 de Septiembre, Gabino Santillan, Dolores Hidalgo, San Martina, Estación Dalila, Tunal, Navacoyan, Contreras, Francisco Villa Viejo, Arenal, Héroes de Nacozarí, el Saltito, Santa Martina, El Llano, la Punta, Independencia y Libertad, Atotonilco, Paura, El Refugio Santa Gertrudis, Troncón y Mezquital.

Hidrología superficial

El sitio de estudio se encuentra ubicado dentro de la Región hidrológica Presidio- San Pedro (RH11), cuenta con una superficie de 52,037.11 km2, cuenca Rio San Pedro y subcuenca del Río Tunal (SEMARNAT, 2012).

La cuenca del Río San Pedro limita al norte con las cuencas de Laguna de Santiaguillo y la cuenca del Río San Juan, al sur y al oriente con la cuenca del Río Santiago y al poniente con la cuenca del Río Acaponeta y el océano pacífico. La corriente del río San Pedro es una de las más importantes de la región, nace en el estado de Durango con el nombre del río La Sauceda a 3,227 msnm sigue en dirección sureste recibiendo las aguas del Río Canatlán, uno de los principales afluentes, y aguas abajo con los arroyos de los Mimbres, para posterior ser almacenado su cauce en la presa Peña del Águila, misma cuenta con una capacidad de 30,000 m3. La mayoría de sus aguas son utilizadas para el riego agrícola. (SEMARNAT, 2012).

La superficie del municipio se encuentra en dos grandes regiones hidrológicas: la 011 que vierte sus aguas hacia el océano Pacífico denominada Presidio San Pedro y que ocupa el 92% de la superficie municipal y la Región RH 36 Nazas Aguanaval que vierte sus aguas en el estado de Coahuila, a su vez la región 011 se divide en tres grandes cuencas: La San Pedro Mezquital, la Cuenca del Río Presidio y el Río Acaponeta. Dentro del municipio el parteaguas entre estas dos cuencas tiene una orientación norte-sur, y se encuentra en el extremo occidental del municipio.

Las subcuencas que se encuentran dentro del municipio son de la cuenca del Río San Pedro: subcuenca Río Durango (AF), subcuenca Río Mezquital (Ab), subcuenca Río Santiago (Aj), subcuenca Río Sauceda (Ag), subcuenca Río Tunal (Ai), las subcuencas del Río Acaponeta son: subcuenca del Río San Diego, de la quebrada del Espíritu Santo y de San Vicente. Mientras que las de la cuenca del Río Presidio son: subcuenca Arroyo El Salta (Dc), subcuenca Arroyo Arenales (De) y la subcuenca Arroyo El Jaral (Dd). Con respecto a la porción municipal comprendida en la Región Hidrológica Nazas-Aguanaval corresponde a una pequeña porción al noroeste que abarca la zona alta de la cuenca Presa Lázaro Cárdenas y la subcuenca del Río Santiago.

Las principales corrientes que cruzan el Valle del Guadiana son: El río de la Sauceda, El Santiago Bayacora, y río Tunal, los cuales confluyen en la parte oriental del valle formando

El río Mezquital. El río tunal, nace de la confluencia de varias corrientes, las más importantes son: el río chico y el río las Bayas los cuales reciben los escurrimientos provenientes de la sierra los Altos de Santa Isabel, se unen a la altitud de 1,880 m.s.n.m., para formar el río El Cajón, en donde 14 Km aguas abajo, y controlado por la Presa Presidente Guadalupe Victoria, continua después de este sitio con el nombre de Río Tunal para cruzar el valle , en dirección noreste hasta su confluencia con el río la Sauceda en donde cambia su curso hacia el sureste, desciende aproximadamente 6Km. Para recibir por su margen izquierda los escurrimientos del arroyo La Vaca en donde cambia su curso hacia el este para salir del área del Valle del Guadiana.

Las 11 cuencas hidrológicas que conforman la Subregión Hidrológica Río San Pedro, así como sus áreas de escurrimiento.

Cuadro 76. Áreas de escurrimiento en la Subregión Hidrológica Río San Pedro

Cuenca Hidrológica	Área kilómetros^2
Laguna de Santiaguillo	2,361.99
La Tapona	2,593.74
Río La Sauceda	2,451.92
Río El Tunal	1,799.59
Río Santiago Bayacora	1,091.84
Río Durango	2,171.23
Río Poanas	1,399.85
Río Súchil	1,732.51
Río Graseros	597.36
Río San Pedro-Mezquital	11,521.30
Río San Pedro-Desembocadura	841.53
TOTAL	**28,562.86**

Fuente: Organismo de Cuenca Pacífico Norte

Cuadro 77. Índices morfo métricos del cauce principal del tramo del Río Tunal propuesta para aprovechamiento

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	1879 m
Elevación media	1790 m
Elevación mínima	1710 m
Pendiente media	0.2131%
Tiempo de concentración	1180.20(m)
Entidad	corriente de agua
Corriente	Perene
Coeficiente de escurrimiento	10 a 20%

Fuente: https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/

Calidad del agua

El agua para consumo de la ciudad Durango procede del subsuelo, la cual se está agotando, además de contener cantidades de iones de flúor y arsénico por encima de lo que marca la norma como agua apta para consumo humano (NOM-127- SSA1-1994). Por tal motivo el agua de la Presa Gpe. Victoria es vista como una alternativa de abastecimiento para la ciudad de Durango, la cual incumple la normatividad para sólidos suspendidos y coliformes fecales por lo tanto debe ser potabilizada.

El arsénico es un elemento que se encuentra presente en la corteza terrestre, es muy común en todo el medio ambiente, aire, agua y tierra. Sin embargo, si se encuentra en grandes cantidades en el agua o en los alimentos que consumimos, dice la Organización Mundial de la Salud (OMS) que se corre el riesgo de padecer cáncer de piel y lesiones cutáneas. Sin embargo, el gobierno del estado ha emprendido acciones contra ésta y otras formas de contaminación del agua.

Otro problema que se presenta en el Estado son las grandes cantidades de flúor que hay en los acuíferos, sobre todo en la región del Valle del Guadiana en el centro del Estado, éste es otro elemento que se encuentra de forma natural en el medio ambiente, su uso puede ser tanto benéfico como perjudicial para la salud humana. Entre los efectos adversos según la OMS, se encuentra la fluorosis esquelética, que es una enfermedad que afecta la estructura de los huesos, volviéndolos frágiles y quebradizos (Cultura del agua para la sustentabilidad de Durango, 2017)

Hasta hace algunos años el agua residual se descargaba a la orilla de los ríos y el grado de contaminación dependía del volumen del agua residual y de su composición en comparación con el volumen de agua con que se mezclaba. Generalmente la corriente contaminada tendía a reestablecerse, como resultado de la descomposición de la materia orgánica, proceso conocido como auto purificación, y aun cuando el agua sufra cambios pequeños la contaminación bacteriana sigue siendo una amenaza para la salud (Vicenccio, 2006).

El Río EL Tunal-Durango Mezquital, tan sólo el tramo El Tunal recibe el agua residual del 28.6% de los habitantes de la Cd. de Durango, 8,000 m³/día del agua residual de la industria; que se refleja en la contaminación moderada que llega al tramo del Arenal y Héroes de Nacozarí, aunado a las descargas de agua residual de estas poblaciones (Pérez, et al., 2003), sin embargo el agua mejora su calidad al llegar al Saltito (auto depuración) aun cuando se presume la presencia de agua residual, y en ocasiones hay espuma en la caída del agua, típica de descargas de agua residual de industrias de papel (Nemerow y Dasgupta, 1998).

Las descargas de agua residual doméstica y/o industrial en aguas superficiales y subterraneas son la causa más importante de contaminación, tanto a nivel local como

internacional, originando problemas de salud y eutroficación en la mayoría de los ríos y cuya calidad depende también de las estaciones del año (Vicenccio, 2006).

El agua del Río El Tunal antes de unirse al de la Sauceda está contaminado, ya sea por descargas de aguas residuales al cauce o bien por escorrentías agrícolas, debido a que hay tierras de cultivo a un lado del cauce o cerca de él; por tanto es obvio que al incorporar ambos afluentes la calidad del agua va a ser mala, porque el afluente de la sauceda viene contaminada con el agua que recibe de la Acequia Grande (Pérez, et al., 2004). La unión del El Tunal-La Sauceda al recorrer un espació después del Arenal (antes de la planta productora de papel), el agua sufre cierta recuperación, y conforme avanza el agua sobre el río, al llegar a Héroes de Nacozari nuevamente el agua baja su calidad, se reduce considerablemente el oxígeno disuelto (Vicenccio, 2006).

La presencia de amoniaco en altas concentraciones puede deberse a descargas de industrias procesadoras de papel (Chapman, 1992), antes de Héroes de Nacozari hay una, sin embargo tendría que comprobarse. Es importante mencionar que el sitio está arbolado, limpio y no hay plantas acuáticas.

Vicenccio (2013), evaluó el grado de contaminación del río y determinó el índice general de la calidad del agua, teniendo los siguientes resultados:

En el Río El Tunal-Durango-Mezquital, se evaluó el grado de contaminación del río y determinó el índice general de la calidad del agua. A lo largo del río se ubicaron sitios de mayor presión antropogenica y fueron visitados 3 veces en época de seca y otras tres después del período de lluvia; al agua se le determino pH, OD, Temperatura, coliformes fecales (CF), conductividad eléctrica (CE), sólidos volátiles totales (SVT), sólidos suspendidos totales (SST), Amoniaco (NH_3), nitratos (NO_3) y fosfatos (PO_4), de acuerdo a la APHA (1995) y NOM-001-SEMARNAT-1996. El promedio de cada parámetro fue comparado con los valores criterios de la NOM-001.

El índice general de la calidad del agua (ICA) fue determinado de acuerdo a Sánchez, *et al.*, (2006) en base al Estándar Europeo (1975) y representado por colores. En el cauce del río se presume que hubo descargas de aguas residuales, algunos sitios están dentro de la NOM-0001-SEMARNAT-1996 y el agua puede usarse, ya sea para riego, uso público y riego o bien para riego y sostener vida acuática. Después del período de lluvia en todos los sitios había contaminación fecal, aún bajo estas condiciones, cuatro sitios mejoraron la calidad de su agua, de media a buena de acuerdo al ICA.

El trayecto del río El tunal es el más contaminado, alcanza auto depurarse de calidad media a buena en el Saltito y el agua que sale del Valle de la Cd. Durango para constituir el río Durango, llegar a Nombre de Dios de buena calidad. El ICA determinado fue de gran ayuda, sin embargo, se tiene que introducir el parámetro coliforme fecales para que los resultados

fueran más consistentes, ya que el problema del vertido de aguas residuales aún en nuestro estado y país es vigente.

Metodología:
El trabajo inició con la ubicación de los sitios con mayor presión antropogenica a lo largo del cauce del río El Tunal-Durango-Mezquital. En los sitios se tomaron muestras puntuales de agua en tres ocasiones, en época de seca y después de período de lluvia, el agua se caracterizó fisicoquímica y micro biológicamente. Con el promedio de los parámetros medidos se determinó la calidad del agua, de acuerdo a la NOM001-SEMARNAT-1996 y el índice general de la calidad del agua (ICA) para cada sitio, representados por colores en mapas de la región.

Muestreo de los sitios seleccionados
Una vez definidos los sitios de muestreo se estandarizaron las técnicas y equipo necesario para llevar a cabo el análisis del agua, algunas *in situ* y otras en el laboratorio. En cada sitio se hizo una inspección visual (Presencia de plantas acuáticas, algas, arbolado, limpieza del lugar, otras); en el lugar se tomaron muestras simples y se midió oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, ORP, pH y temperatura; y en el laboratorio coliformes fecales (CF), pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos totales, sólidos volátiles totales (SVT), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales, Amoniaco (NH_3), nitratos (NO_3) y fosfatos (PO_4), de acuerdo a técnicas descritas en la APHA (1995) y NOM001-SEMARNAT-1996.

Cuadro 78. Ubicación de los sitios de muestreo

Sitio	Localidad	Ubicación
1	Ferrería	N 23°57'19.1" W 104°39'54.3"
2	Puente Gabino Santillán	N 23°58'55.1" W 104°35'52.9"
3	Puente Dalila	N 24°01'31.5" W 104°33'49"
4	Puente El Tunal	N 24°03'13.8" W 104°31'56.4"
5	Antes del Arenal (Antes del aporte del río Santiago)	N 24°04'38" W 104°26'55.2"
6	Después del Arenal (Antes industria de papel)	N 24°02'25.3" W 104°25'33.3"
7	Héroes de Nacozari	N 24°02'03.9" W 104°23'13.3"
8	El Saltito arriba	N 23°56'48.6" W 104°19'02.4"

9	Río de Durango	N 23°50'09.2" W 104°15'29.3"
10	Río Nombre de Dios	N 23°50'34.8" W 104°15'11.6"
11	Unión ríos Durango y Nombre de Dios	N 23°50'00.6" W 104°15'31.7"
12	Paura	N 23°37'23.5" W 104°21'52.7"
13	El refugio	N 23°34'19.2" W 104°22'26.4"
14	Río a la Salida del Mezquital	N 23°28'.20.3" W 104°24.31.5"

Figura 31. Trayecto del río el Tunal-Durango mezquital

Calidad del agua

Uno de los criterios usado para determinar la calidad del agua fue comparar los valores promedio de las variables con respecto a los valores criterio dados por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996. Cuando los valores promedio se encontraron igual o por arriba del valor de la NOM, se consideró que la variable medida en ese sitio no cumplió con lo establecido y calificó como situación negativa. En el caso de oxígeno disuelto se aplicó la regla en sentido inverso, ya que el significado físico de la variable representa una situación negativa cuando el valor promedio es igual o menor al valor de la NOM.

Los parámetros de mayor peso para determinar la calidad del agua fueron, sólidos suspendidos, oxígeno disuelto, coliformes fecales y nitrógeno amoniacal, de acuerdo a Pérez, *et al .*, (2004).

Por otra parte, se determinó el índice de calidad del agua en base a la ecuación utilizada por Sánchez, *et al.*, (2006) calculando el ICA en base al Estándar Europeo (1975), donde se excluyó NO_2 DQO y la DBO_5 por ser parámetros que emplean reactivos tóxicos y contaminantes.

$$ICA=k \sum_i C_i P_i / \sum_i P_i$$

Donde k tiene un valor máximo de 1 cuando la calidad aparentemente es buena y de 0.25 cuando el agua está altamente contaminada, en este trabajo como en otros la constante k no fue considerada para no introducir un sesgo subjetivo en la evaluación. C_i es el valor normalizado para cada parámetro y P_i es el peso relativo asignado a cada parámetro y el máximo valor es 4 en función de la relevancia para la vida acuática.

En el Cuadro siguiente se muestran los valores asignados para C_i y P_i para el cálculo del ICA. Los descriptores, el ámbito numérico y colores del ICA general a usar serán los reportados por Canter (1998) y Sánchez, *et al.*, (2006) y en el mapa del trayecto del río serán representados.

Cuadro 79. Valores de Ci y Pi para diferentes parámetros de calidad de agua

Parámetro	Pi	Ci										
		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
pH	1	7	7-8	7-8.5	7-9	6.5-7	6-9.5	5-10	4-11	3-10	2-13	1-14
CE	2	< 0.75	<1.0	<1.25	<1.5	<2.0	<2.5	<3.0	<5.0	<8.0	<12.0	>12.0
SST	4	<20	<40	<60	<80	<100	<120	<160	<240	<320	<400	>400
Amoniaco	3	<0.01	<0.05	<0.1	<0.2	<0.3	<0.4	<0.5	<0.75	<1.0	<1.25	>1.25
NO_3	2	<0.5	<2.0	<4.0	<6.0	<8.0	<10	<15	<20	<50	<100	>100
NO_2	2	<0.005	<0.01	<0.03	<0.05	<0.10	<0.15	<0.20	<0.25	<0.50	<1.0	>1.0
P_T	1	<0.2	<1.6	<3.2	<6.4	<9.6	<16	<32	<64	<96	<160	>160
DQO	3	<5	<10	<20	<30	<40	<50	<60	<80	<100	<150	>150
DBO_5	3	<0.5	<2.0	<3	<4	<5	<6	<8	<10	<12	<15	>15
OD	4	>7.5	>7.0	>6.5	>6.0	>5.0	>4.0	>3.5	>3.0	>2.0	>1.0	<1.0
T	1	21/16	22/15	24/14	26/12	28/10	30/5	32/0	36/-2	40/-4	45/-6	>45/<-6

CE= Conductividad eléctrica en mS/cm.
T= Temperatura en ° C
Nota: el resto de los parámetros, excepto el pH están en mg/L.

Cuadro 80. Descriptores y colores propuestos para presentar el índice general ICA

Descriptores	Ámbito numérico	Colores
Muy malo	0-25	
Malo	25-50	
Medio	51-70	
Bueno	71-90	
Excelente	91-100	

Resultados

Hasta hace algunos años el agua residual se descargaba a la orilla de los ríos y el grado de contaminación dependía del volumen del agua residual y de su composición en comparación con el volumen de agua con que se mezclaba. Generalmente la corriente contaminada tendía a reestablecerse, como resultado de la descomposición de la materia orgánica, proceso conocido como auto purificación, y aun cuando el agua sufra cambios pequeños la contaminación bacteriana sigue siendo una amenaza para la salud.

Calidad del agua de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-2021

Las descargas de agua residual doméstica y/o industrial en aguas superficiales y subterráneas son la causa más importante de contaminación, tanto a nivel local como internacional, originando problemas de salud y eutroficación en la mayoría de los ríos y cuya calidad depende también de las estaciones del año. Motivo por lo que se evaluó la calidad del agua en época de estiaje y después del período de lluvia.

Calidad del agua del río El Tunal en época de estiaje

El agua de la Ferreira está en buenas condiciones, cumple con la NOM para, Oxígeno disuelto y Amoniaco (Cuadro 78), sin embargo, se presume que hubo alguna descarga de agua residual porque se detectaron 400 CF NMP/100 mL, lo que limita el uso del agua para recreo.

La calidad del agua del Puente Dalila es mala, tiene un déficit de oxígeno disuelto, exceso de amoniaco (olor fuerte en el sitio) por arriba de Norma, que no modificó el pH de 7, por lo que se supone que hubo una descarga puntual de urea; no había olor putrefacto por descomposición anóxica de materia orgánica de algas o de plantas acuáticas. Bajo estas condiciones el agua sólo podría ser usada para riego agrícola, tomando en cuenta la gran cantidad de Lirio y plantas acuáticas pequeñas superficiales.

En el caso del puente El Tunal el agua también ésta en malas condiciones, prácticamente en condiciones de anoxia, 0.5 mg/L de oxígeno disuelto, una gran cantidad de amoniaco (48.1 mg/L), ambos fuera de norma. Al igual que en el puente Dalila había un gran crecimiento de plantas acuáticas.

El agua del puente Dalila cumple con los parámetros de la MOM excepto con oxígeno disuelto, la cantidad de amoniaco es mínimo, la mayoría se ha nitrificado. El agua podría ser usada para riego, no así para uso público por la cantidad de plantas acuáticas que hay. La calidad del agua se consideró como moderada.

Río EL Tunal después del periodo de lluvia

Los resultados de la calidad del agua del río se resumen en el cuadro siguiente, de acuerdo a ello, la Ferrería cumple con la mayoría de los parámetros que marca la norma, excepto coliformes fecales CF 1050 NMP/100 mL, lo que indica que probablemente hubo alguna descarga de agua residuales o bien que algún animal defeco en la orilla del río y la corriente lo disemino. El agua en estas condiciones puede ser usada para riego de forraje, sin embargo, hay que cuidar el lugar para evitar que se siga deteriore. La calidad del agua bajo estas condiciones se consideró de moderada a buena.

El agua del puente Dalila cumple con los parámetros de la NOM excepto con oxígeno disuelto, la cantidad de amoniaco es mínimo, la mayoría se ha nitrificado. El agua podría ser usada para riego, no así para uso público por la cantidad de plantas acuáticas que hay. La calidad del agua se consideró como moderada.

En el caso del Puente el Tunal hay una gran cantidad de sólidos suspendidos totales por la capa densa de algas y plantas acuáticas que cubren la superficie, la interferencia de entrada de luz al cuerpo de agua reduce la producción de oxígeno y se lleve a cabo la fotosíntesis, el agua está en condiciones de anoxia, 0.6 mg/L de oxígeno disuelto, por lo tanto no hay CF y hay pocos nutrientes como amoniaco y nitratos han sido consumidos por las plantas y las algas. El agua podría considerarse de mala calidad por su olor, color y gran cantidad de plantas acuáticas.

ICA General del río calculado en base al Estándar Europeo (1975), citado por Sánchez, et al., (2006)

Con el valor promedio de los parámetros en época de estiaje y después del periodo de lluvia se aplicó la ecuación 3 y con los valores de Ci y Pi de cada parámetro se determinó el índice general de la calidad del agua. El valor numérico del índice, descriptores y colores, se mostrarán en mapas del cauce del río.

El Tunal en época de estiaje el ICA de Ferrería es excelente y conforme avanza el agua sobre el cauce el ICA decrece, en el Puente Dalila la calidad es media y en el Puente El Tunal mala.

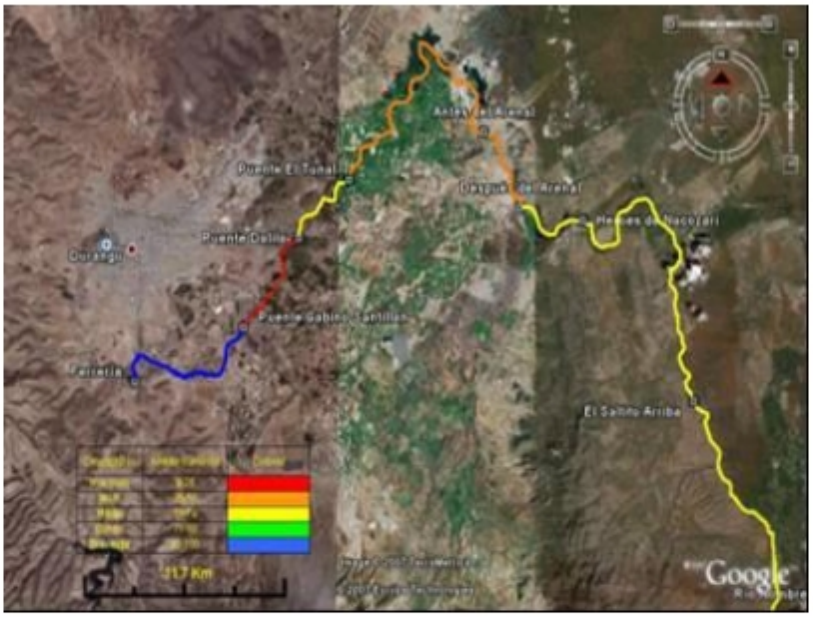


Figura 32. ICA general del río El Tunal en época de estiaje

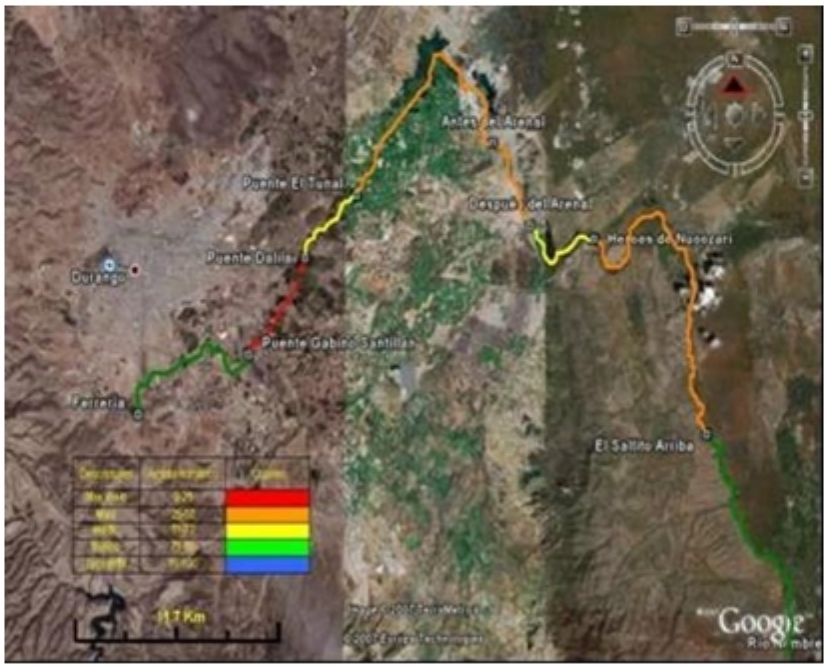


Figura 33. ICA general del río El Tunal después del período de lluvia

Cuadro 81. Evaluación físico química del agua del Río El Tunal para determinar el índice de calidad del agua (ICA) de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT- 2021.

PARAMETROS		RÍOS		Muestreo		Río El Tunal	
	Uso en riego agrícola (A)	Uso público urbano (B)	Protección de vida acuática (C)		Ferrería	Puente Dalila	Puente El Tunal
Temperatura ° C	N.A.	40	40	EE	21	20.7	19.4
				DPLL	14.8	15.1	15.5
Sólidos Suspendidos							
Totales (mg/L)	150	75	40	EE	1.5	9.7	133.0
				DPLL	8.7	5.0	480.0
Sólidos Volátiles Totales							
(mg/L)				EE	78	105	127
				DPLL	48	100	835
Oxígeno disuelto (mg/L)			5	EE	7.3	1.5	0.5
				DPLL	7.0	1.9	0.6
NMP CF/100 ML	< 1000	< 200		EE	400	200	300
				DPLL	1050	100	0
Nitrógeno Total (mg/L)	40	40	15				
$N\text{-}NH_3$ (mg/L)			0.1	EE	0.01	107.26	48.13
				DPLL	0.21	0.17	0.54
$N\text{-}NO_3$(mg/L)				EE	0.90	0.67	1.04
				DPLL	5.96	6.67	15.46
Fósforo Total (mg/L)	20	20	5				
PO_4 (mg/L)				EE	0.01	0.01	0.01
				DPLL	0.02	0.09	0.01

Número Más Probable (NMP), Amoniaco (NH3), nitratos (NO3) y fosfatos (PO4), de acuerdo a la Asociación Americana de Salud Pública (APHA) (1995) y NOM-001-SEMARNAT-2021.
Época de Estiaje (EE). Después del período de lluvia (DPLL) Conductividad eléctrica (CE). Microsiemens por centímetro (µS/cm). Sólidos volátiles totales (SVT). Sólidos suspendidos totales (SST). Vicenccio (2013)

Cuadro 82. Evaluación físico química del agua del Río El Tunal-Durango-Mezquital para determinar el índice de calidad del agua (ICA)

Localidad	Muestreo	pH	CE µS cm-1	SST	Amoniaco	NO_3	Fosfatos	OD	T (°C)
						mg/L			
Ferrería	EE	9.7	106	1.5	0.01	0.90	0.01	7.3	21
	DPLL	7.3	101	8.7	0.21	5.96	0.02	7	14.8
Puente Dalila	EE	7.0	163	9.7	107.26	0.67	0.01	1.5	20.7
	DPLL	7.2	210	5.0	0.17	6.67	0.09	1.9	15.1
Puente El Tunal	EE	7.0	266	133.0	48.13	1.04	0.01	0.5	19.4
	DPLL	7.4	422	480.0	0.54	15.46	0.01	0.7	15.5
Antes del Arenal	EE	7.3	128	65.0	43.98	1.36	16.11	3.2	22.5
	DPLL	7.4	749	57.5	2.50	11.67	15.74	1.1	23.6
Después del Arenal	EE	7.6	132	136.2	34.65	1.38	13.99	5.2	27.2
	DPLL	7.7	726	72.5	2.55	11.24	13.45	5.5	23.8
Héroes de Nacozari	EE	7.9	118	212.0	39.83	1.61	11.00	1.2	24.3
	DPLL	7.8	802	90.0	2.77	15.39	11.39	3.5	14.5
El Saltito arriba	EE	8.1	119	59.3	100.00	1.59	5.90	4.1	22.2
	DPLL	8.2	686	15.0	0.88	4.03	8.57	6.7	13.5
Río Durango	EE	8.1	678	62.5	0.01	2.02	4.67	5.1	22.3
	DPLL	8.2	551	13.0	0.32	2.46	1.64	9.2	13
Río Nombre de Dios	EE	8.1	631	79.5	9.75	1.53	0.01	4.8	21.1
	DPLL	8.3	510	5.0	0.43	3.60	0.10	8.3	13.5
Unión ríos Dgo. y Nombre de Dios	EE	8.1	650	30.5	6.64	1.45	1.10	4.9	21.3
	DPLL	8.2	525	37.0	0.29	5.10	0.01	8.4	13.1
Paura	EE	8.4	569	102.3	0.01	1.62	2.13	6.4	26.2
	DPLL	8.8	602	220.0	0.35	2.67	0.69	8.5	14.9
El refugio	EE	8.1	502	138.3	0.01	1.68	0.74	6.1	25.3
	DPLL	8.8	543	22.5	0.94	1.81	0.58	9.6	16.5
Salida el Mezquital	EE	8.1	423	369.2	23.24	2.11	0.01	6.3	25.4
	DPLL	9.0	539	22.5	0.54	0.96	0.07	11.8	18.5

La conductividad nos da una idea del contenido total de sales en el agua. Cuanto más elevada sea la conductividad mayor será el contenido en sales. Vicenccio (2013).

Cuadro 83. Descriptores para presentar el índice general de la calidad del agua del río El Tunal-Durango-Mezquital

Parámetro		ICA	Clasificación
Ferreria	DPLL	83.3	buena
	ES	91.7	excelente
Puente Dalila	DPLL	69.4	media
	ES	61.7	media
Puente Tunal	DPLL	27.2	mala
	ES	38.3	mala
Antes del Arenal	DPLL	47.8	mala
	ES	49	mala
Después del Arenal	DPLL	56.7	media
	ES	54.4	media
Héroes de Nacozari	DPLL	41.1	mala
	ES	57.2	media
Saltito Arriba	DPLL	78.3	buena
	ES	65.6	media
Río Durango	DPLL	83.9	buena
	ES	78.3	buena
Río N. Dios	DPLL	85.0	buena
	ES	62.8	media
Río Durango-N Dios	DPLL	85.0	buena
	ES	66.7	media
Paura	DPLL	70.6	buena
	ES	76.7	buena
El Refugio	DPLL	81.1	buena
	ES	73.9	buena
Mezquital	DPLL	83.3	buena
	ES	51.1	media

Vicenccio (2013)

Fuente consultada: Vicencio de la Rosa; M. G. 2013. Índice de la calidad del agua del cauce del Río El Tunal-Durango-Mezquital.
http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20051133_2435.pdf
https://www.semanticscholar.org/paper/INDICE-DE-LA-CALIDAD-DEL-AGUA-DEL-CAUCE-DEL-RIO-Rosa-Guadalupe/f94d61feaee90fd799d4c6e4f2adeedf81e4163d

Tramo Río El Tunal-aguas arriba Presa Guadalupe Victoria: Interés de Conservación: Alto

El tramo se encuentra en buen estado de conservación, no existen cambios en la geomorfología ni régimen hidrológico del río, la vegetación se encuentra saludable, a pesar de existir indicios de sobrepastoreo. El agua no presenta signos de contaminación por agua residual ni agroquímicos. Además, este tramo está en la zona alta, de cabecera, en la principal zona de escurrimiento para la Presa Guadalupe Victoria.

Tramo Río El Tunal-aguas abajo de la Presa Guadalupe Victoria y arriba de la derivadora la Ferrería: Interés de conservación: Medio

El estado actual de los valores ambientales se calificó como regular o intermedio, debido a los diferentes impactos causados por la construcción de la presa y por las actividades humanas en la zona. El cauce del río se ha visto modificado en cuanto a su geomorfología y también existen cambios notables en el régimen hidrológico, apreciables al estudiar y comparar los hidrogramas antes y después de la construcción de la presa. La temperatura del agua experimenta también un gran descenso, por recibir la corriente de la parte baja de la presa, afectando notablemente a las condiciones para la vida acuática. También existe contaminación de aguas residuales. Por último, existe un impacto relativamente fuerte en la vegetación, debido, entre otros motivos, al sobrepastoreo e introducción de especies exóticas que desplazan y eliminan a las nativas.

Tramo Río El Tunal- aguas abajo de la derivadora la Ferrería: Interés de conservación: Bajo

El interés de conservación para esta zona se definió como bajo, toda vez que la zona se encuentra completamente deteriorada, debido fundamentalmente a la total alteración del régimen hidrológico. En esta zona los caudales son nulos casi todos los días del año, por la derivación a los canales de riego de toda el agua que llega a la presa derivadora la Ferrería. Por tanto, se ha perdido todo el potencial natural del río de creación y mantenimiento de los procesos naturales propios del ecosistema fluvial. Por otro lado, la calidad del agua está fuertemente afectada por las descargas de aguas residuales y posiblemente de fertilizantes utilizados en la zona de riego, lo que unido a la ausencia de eventos de crecidas, ha ocasionado invasión masiva de lirio acuático, limitando el nivel de recuperación del río. Además, existe sobrepastoreo intensivo en la zona y la vegetación de ribera está completamente modificada.

Calidad de Agua subterránea. La revisión de 5 manantiales que abastecen de agua para consumo humano; los análisis físico-químico indican que es de buena calidad, inclusive para los contenidos en F, que son tan altos en el agua de la mancha urbana de Durango; lo anterior no fue el caso para los coliformes fecales donde todos los sitios estuvieron fuera de la NOM-127-SSA1-2021, esto se consideró como consecuencia de la falta de higiene que se presentan en los reservorios construidos para almacenarla y distribuirla.

Calidad del agua superficial. La falta de sistemas de tratamiento se ve reflejada en los dos ríos que unen para formar el Río El Tunal, donde se observan por encima de los valores límites al amoniaco y coliformes fecales, lo cual favorece la proliferación de la vegetación acuática, considerada como maleza, además de presentar síntomas de eutrofización, por el pH alcalino y la sobresaturación de O_2.

Demanda de agua

La población establecida en la subregión Hidrológica Río San Pedro, es de poco más de 1, 127,453 habitantes, de los cuales el 76% se encuentra distribuida en 11 municipios de Durango, mientras que el resto se ubica en el estado de Nayarit, de acuerdo con el censo poblacional de INEGI 2010. Tanto el agua superficial como la subterránea se destinan principalmente al uso agrícola. Además de lo anterior la acuacultura es una actividad importante en la zona.

Los centros de población más importantes en esta región hidrológica son las ciudades de Durango, Vicente Guerrero y Guadalupe Victoria. En esta región se manifiesta sobreexplotación de acuíferos, intrusión de aguas salinas, deterioro de la calidad del agua superficial y contaminación de agua por desechos sólidos y descargas de agua utilizada en la minería.

El San Pedro Mezquital nace por la unión de tres corrientes principales: la Sauceda, desde el norte; y el Tunal y Santiago Bayacora, procedentes de la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental. Aquí el río y sus acuíferos son la principal fuente de agua para la ciudad de Durango y el valle del Guadiana.

Más del 70% del agua tratada se utiliza para riego en cultivos de hortalizas; un siete por ciento en el riego de áreas verdes de la ciudad; un seis por ciento para fines industriales y una mínima parte, dependiendo de la época del año, se vierte al río tunal.

La subcuenca del Río Durango es en la que se presenta la mayor demanda (229 Mm^3), ya que en ella se emplaza la Ciudad de Durango. En esta subcuenca se presenta el mayor número de habitantes, así como una mayor actividad agrícola con necesidades de riego.

Enseguida las subcuencas de los Ríos Santiago y La Sauceda presentan una demanda total de 37 y 5 Mm^3, respectivamente. A nivel municipal se registra una demanda total anual de 270 Mm3 de acuerdo con los datos del Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) (CONAGUA, 2007).

Cuadro 84. Uso agrícola en la Subregión Hidrológica Río San Pedro

Cuencas Hidrológicas	Fuera de distrito o U. de riego	Dentro de distrito o U de riego	Total
	VOLMENES ANUALES millones de metros cúbicos		
Laguna de Santiaguillo	7.9	0	7.9
La Tapona	1.91	0	1.91
Río La Sauceda	15.49	0	15.49
Río El Tunal	0	0	0
Río Santiago Bayacora	0.98	22.8	23.78
Río Durango	16.83	77.61	94.44
Río Poanas	1.36	33.97	35.33
Río Súchil	12.65	0	12.65
Río Graseros	0.06	0	0.06
Río San Pedro-Mezquital	12.14	0	12.14
Río San Pedro-Desembocadura	13.66	33	46.66
TOTAL	**82.98**	**167.38**	**250.36**

Fuente: Organismo de Cuenca Pacífico Norte

Cuadro 85. Uso del agua en la Subregión Hidrológica Río San Pedro

Cuenca Hidrológica	Uso público urbano	Uso pecuario	Uso Industrial	Uso en acuacultura
	VOLMENES ANUALES millones de metros cúbicos			
Laguna de Santiaguillo	0.14	0.34	0	0
La Tapona	0.52	0.28	0	0
Río La Sauceda	0.06	0.40	0	0
Río El Tunal	0.24	0.06	0	0
Río Santiago Bayacora	0.03	0.02	0	0
Río Durango	0.39	0.58	0	0.68
Río Poanas	0.01	0.03	0	0
Río Súchil	0.04	0.08	0	0
Río Graseros	0.01	0.07	0	0
Río San Pedro-Mezquital	1.40	0.20	0	0.33
Río San Pedro-Desembocadura	0.29	0.00	0.01	174.27
TOTAL	**3.13**	**2.06**	**0.01**	**175.28**

Fuente: Organismo de Cuenca Pacífico Norte

Además de los usos ya señalados, existen otros usos para servicios y el denominado múltiple, que aunque son importantes en cantidad representan sólo 29 títulos con un volumen de 2.035 millones de metros cúbicos anuales. En cambio, el volumen destinado para uso doméstico es de 0.019 millones de metros cúbicos anuales distribuidos en tres títulos de concesión (CONAGUA, 2007).

Evaporación

Además de los usos señalados, existen pérdidas o salidas naturales del agua por la evaporación registrada en los cuerpos de agua; en particular se tomaron en consideración 84.3 millones de metros cúbicos anuales en la Laguna de Santiaguillo, 33.6 millones de metros cúbicos de los vasos de las presas Caboraca, San Bartolo y Peña del Águila, 7.2 millones de metros cúbicos de la Presa Guadalupe Victoria, 7.1 millones de metros cúbicos anuales de la Presa Santiago Bayacora y 5.5 millones de metros cúbicos de la Presa Francisco Villa.

Cuadro 86. Volúmenes de evaporación en la Subregión Hidrológica Río San Pedro

Cuenca Hidrológica	Presa	Volumen Evaporado millones de metros cúbicos (hm^3)
Laguna de Santiaguillo	Laguna de Santiaguillo	84.3
Río La Sauceda	Caboraca, San Bartolo y Peña del Águila	33.6
Río El Tunal	Guadalupe Victoria	7.2
Río Santiago Bayacora	Santiago Bayacora	7.1
Río Poanas	Francisco Villa	5.5
	TOTAL	**137.7**

Fuente: Comisión Nacional del Agua

Hidrología subterránea

A las capas de roca o de material no consolidado lo suficientemente porosas para almacenar agua, y con la permeabilidad necesaria para permitir que el agua fluya a través de ellas en cantidad económica y calidad deseable, se les denomina acuífero. Dentro del área geográfica que abarca el Municipio de Durango se localizan los acuíferos Madero-Victoria de Canatlán, Valle del Guadiana, Valle del Mezquital y Vicente Guerrero Poanas. Siendo el acuífero Valle del Guadiana el que abarca una superficie mayor sobre los demás.

Geológicamente los acuíferos Valle de Santiaguillo, Valle de Canatlán, Valle del Guadiana y Vicente Guerrero-Poanas se ubican en la subprovincia de llanuras altas, la cual tiene una topografía de formas suaves de composición aluvial derivada de la erosión de derrames riolíticos, conglomerados y rocas piroclásticas asociadas, dentro de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental la cual es predominantemente volcánica. Está caracterizada por rocas eruptivas principalmente del Mioceno, que cubren y sepultan rocas intrusivas,

probablemente del Eoceno y que contienen una gran riqueza mineral en la forma de verdaderas vetas de fisura.

Mientras que el acuífero Madero-Victoria corresponde a la provincia Mesa Central, con planicies de composición aluvial derivada de la erosión de rolitas, dacitas, andesitas basálticas y sus respectivos piroclásticos, el Valle del Mezquital se ubica en la subprovincia de la altiplanicie, cuya principal unidad está constituida de lomeríos por efectos de erosión de derrames riolíticos conglomerados y rocas piro clásticas asociadas.

El acuífero San Pedro a Tuxpan, abarca dos provincias fisiográficas, la primera representada por la Sierra Madre Occidental, donde se sitúan las subprovincias de Barrancas y Cañones y la de Sierras paralelas y Valles Intermontanos, de composición ígnea principalmente, la cual limita hacia el oeste con la Llanura Costera de Sinaloa-Nayarit, donde se aloja el acuífero en explotación (en la planicie), que está constituido principalmente por materiales de origen aluvio-fluvial, entre los cuales se encuentran, gravas, arenas, arcillas y limos, en horizontes puros o mezclados entre sí y en diastritificación, cuando no existe una secuencia estratigráfica definida.

La subcuenca del Río Durango, contiene el acuífero Valle del Guadiana con disponibilidad de agua potable para la ciudad de Durango. En cuanto a la disponibilidad media anual de aguas subterráneas, se indica que existe un déficit de 34.90758 m^3 anual (SEMARNAT, 2012).

La explotación de este acuífero, para diversos usos agrícolas, industriales y urbanos, se da a través de manantiales y pozos, llegándose a la extracción de 113.17 millones de m^3 anuales, mientras que la recarga del mismo se estima en unos 117.03 millones de m^3 anuales. Las salidas naturales son de 24.19 millones de m^3, el total de extracción y salidas es de 137.36 millones de m^3. Con lo anterior se deduce una sobre explotación del acuífero del orden de 24.19 millones de m^3 anuales (Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal, Sep. 1991).

Debido a lo anterior en el acuífero Valle del Guadiana se estableció veda, en la que por tiempo indefinido, se prohíbe el alumbramiento de agua del subsuelo en la zona, este decreto fue publicado el 19 de diciembre de 1956 y en él se establecen zonas de veda en las que la capacidad de los mantos acuíferos permiten extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros (SEMARNAT, 2012), de los cuales 782 son pozos, 164 norias, 4 manantiales, 3 tajos y 1 galería filtrante.

Cuadro 87. Unidades hidrogeológicas en la Subregión Hidrológica Río San Pedro

LAVE	UNIDAD HIDROGEOLGICA (ACUFERO)	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DFICIT
		Millones de metros cúbicos anuales (hm^3)					
1001	Valle de Santiaguillo	50.7	8.0	43.993118	60.0	0.000000	-1.293118
1002	Valle de Canatlán	47.10	6.5	41.369794	48.0	0.000000	-0.769794
1003	valle del Guadiana	133.1	6.0	133.150660	148.3	0.000000	-6.050660
1004	Vicente Guerrero-Poanas	95.2	8.1	93.005999	93.2	0.000000	-5.905999
1005	Madero-Victoria	22.5	0.8	26.934655	22.6	0.000000	-5.234655
1017	Valle del Mezquital	1.10	0.000	0.220188	1.1	0.879812	0.000000
1802	San Pedro â Tuxpan	167.6	131.5	19.913034	4.9	16.186966	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000. Fuente: Organismo de Cuenca Pacífico Norte

Cuadro 88. Condición geohidrológica en la Subregión Hidrológica Río San Pedro

Clave	Nombre del acuífero	Área de estudio k^2	Tipo de acuífero	Condición Geohidrológica
1802	San Pedro aTuxpan	2,844	Libre	Sobrexplotado
1001	Valle de Santiaguillo	2,528	Libre	Sobrexplotado
1002	Valle de Canatlán	2,569	Libre	Sobrexplotado
1003	Valle del Guadiana	4,866	Libre	Sobrexplotado
1004	Vicente Guerrero-Poanas	3780	Libre	Sobrexplotado
1005	Madero -Victoria	1724	Libre	Sobrexplotado
1017	Valle del Mezquital	274	Libre	Sobrexplotado

Fuente: Comisión Nacional del Agua

IV.2.2. Aspectos bióticos

a) Vegetación

El territorio del Municipio de Durango, tienen una gran diversidad en su cobertura vegetal. Tomando como referencia la ciudad Victoria de Durango, al oriente predomina el pastizal con arbustos, matorral crasicaule, y una amplia franja de pastizal halófilo; en los alrededores existe una amplia zona de agricultura, tanto de riego como de temporal, con fragmentos de bosque xerófilo espinoso; hacia el occidente, ocupando la mayor parte del territorio municipal, en la región de la Sierra y sus estribaciones, se encuentran los bosques templados (bosques bajo abierto, de encino, mixto y de pino), así como algunas otras formaciones vegetales que ocupan áreas menores. A continuación, se muestran los tipos de vegetación y uso de suelo en superficie y porcentaje.

Cuadro 89. Tipos de vegetación y uso de suelo en superficie y porcentaje

Tipo de Vegetación y Uso de Suelo	Área ha	Área %
Agricultura de Riego	12894.1	1.394
Agricultura de temporal	53429.5	5.776
Bosque bajo abierto	51036.9	5.517
Bosque de coníferas	600.809	0.065
Bosque de encino	16145.4	1.745
Bosque de pino	206666	22.342
Bosque mixto	264343	28.577
Bosque tropical caducifolio	804.179	0.087
Bosque xerófilo espinoso	3297.39	0.356
Chaparral	20905.6	2.260
Claros en bosque templado	26344.5	2.848
Cuerpo de agua	1532.06	0.166
Matorral de Dodonaea	9.262	0.001
Matorral de táscate	1052.72	0.114
Matorral xerófilo crasicaule	73783.4	7.977
Pastizal con arbustos	86395	9.340
Pastizal halófilo	12789.5	1.383
Pastizal inducido	34254.1	3.703
Rio El Tunal	2628.83	0.284
Sin vegetación	216.271	0.023
Zona urbana	55878.2	6.041

Fuente: OETMD, 2013

En el valle del Guadiana y fuera de la mancha urbana de la ciudad de Durango, presenta en sus llanuras una inmensa alfombra de gramíneas con múltiple variedad de especies, como: Zacate cola de Zorra *(Muhlenbergia),* Zacate grama *(Paspalum distiehum),* Zacate borreguero *(Bouteloua oligostachya),* Zacate navajita *(Bouteloua gracilis),* Navajita velluda *(Bouteloua hirsuta)* Zacatón *(Sportbolus tiroides y pyramidatus),* y Pasto salado *(Distichlis*

spicata), que producen magníficos pastizales. La vegetación arbórea es escasa, habiendo Mezquites *(Prosapis juliflora),* Huizache *(Acacia tortuosa),* Álamo *(Populus monilifera),* Saúz *(Salíx boplanidiana),* Aliso *(Agnus glabrata),* Fresno *(Fraxinus viridis),* en los lomeríos a pie de sierra se encuentran bosques como: Pino *(Pinus ayacahuite),* Pino chino *(Pinus leiophylla),* Encino *(Quercus sideroxyla),* Pino real *(Pinus engelmanni),* y Encino Blanco *(Quercus grisea).* En sus matorrales se encuentran las especies como: Nopal Duraznillo *(Opuntia durangensis),* Nopal blanco *(Opuntia leucotricha),* y Nopal Tapón *(Opuntia robusta)* (OETMD, 2013).

Agricultura: En la zona de estudio, y áreas circundantes se desarrollaba la agricultura de temporal en poca escala, siendo estas por su tipo de cultivo: Maíz *(Zea mays),* Fríjol *(Phaseolus vulgaris),* Sorgo *(Sorghum vulgare),* Trigo *(Triticum vulgare),* y Avena (*Avena sativa*).

Pastizal natural: Agricultura de temporal con cultivos anuales
En seguida se hace una descripción genérica de las características principales de cada tipo de vegetación encontrada, aunque en el área circundante donde se realizará el proyecto, no se encontró vegetación significativa, por ser terrenos agrícolas de temporal.

Pastizal
Las comunidades vegetales en las que predominan las gramíneas, se conocen con el nombre de pastizal o zacatal; esta vegetación se caracteriza tanto por su composición florística como por sus condiciones ecológicas debido al papel que juega en la sucesión y la dependencia a las actividades humanas; sin embargo, algunas de estas comunidades están determinadas principalmente por las condiciones del suelo o bien por los disturbios ocasionados por el hombre y sus animales domésticos.

Los pastizales se desarrollan de preferencia en los suelos medianamente profundos de mesetas y fondos de valles, así como en laderas poco inclinadas, en altitudes entre 1,100 y 2,500 m.s.n.m.

Los suelos propios para los pastizales son en general de textura migajón arcilloso a migajón arenoso, con pH de 6 a 8 y coloración de café a rojiza.

Las plantas dominantes de este tipo de vegetación forman asociaciones de especies del género *Bouteloua* siendo el más común B. *gracilís* que se encuentra en grandes extensiones de pastizal sobre todo en las no sobre pastoreadas. Otras gramíneas también importantes son: *Andropogon sp, Aristida adscensionis, Buchloe, Eragrostis, Setaria, Muhlenbergia y Stipa.*

De acuerdo con Gentry (1957), en Durango se encuentran asociaciones de *Bouteloua-Muhlenbergia,* propias de suelos profundos, de mayores elevaciones y precipitación; B*outeloua-Heteropogon,* en laderas pedregosas, y *Bouteloua-Lycurus-Aristida,* ampliamente distribuida en esta región.

Otro elemento importante del pastizal son las plantas leñosas, resultado del intenso disturbio, aunque también pueden deberse a las condiciones naturales propias del lugar. En Durango se pueden encontrar amplias asociaciones de pastizales con mezquite *(Prosopis)*, aunque también hay pastizales asociados con encinos y enebros, entre los cuales destacan *Quercus cordifolia, Q. chihuahuensis, Q. emoriyi y Juniperus deppeana,* así como asociaciones de pastizal con cactáceas y acacias, en donde los elementos leñosos son especialmente *Acacia schaffneri, Opuntia sp y Prosopis.*

Vegetación endémica o en peligro de extinción

Con el fin de conocer la probable existencia de plantas endémicas o en peligro de extinción en la zona de estudio, se procedió a consultar la "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección".

La revisión se efectuó, en una primera instancia, a nivel de familias de plantas de las cuales se identificaron géneros en campo. Posteriormente, se consultó la misma Norma para los géneros y especies reportados en la literatura y observados en campo. Las familias, géneros y especies identificados en la zona de estudio, para la realización del presente proyecto y áreas circunvecinas, no se encontraron especies enlistadas en la Norma, ni bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables.

Cabe mencionar que dentro del área de estudio no se registró alguna especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 90. Vegetación en el área de influencia

Orden	Nombre científico	Nombre común	Estrato	Estatus de conservación en la (NOM 059-SEMARNAT-2010)
Pinales	*Juniperus deppeana zacatecensis*	Sabino de Zacatecas	Arbóreo	No se encuentra en la norma
Pinales	*Juniperus chinensis*	Cedro pantionero	Arbóreo	No se encuentra en la norma
Pinales	*Cupresus macrocarpa*	Cedro limón	Arbóreo	No se encuentra en la norma
Pinales	*Pinus engelmannii*	Pino real	Arbóreo	No se encuentra en la norma
Fabales	*Acacia schaffneri*	huizache	Arbustivo	No se encuentra en la norma
Fabales	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	Arbóreo	No se encuentra en la norma

Cuadro 91. Vegetación en el área del proyecto

Orden	Nombre científico	Nombre común	Estrato	Estatus de conservación en la (NOM 059-SEMARNAT-2010)
Lamiales	*Fraxinus excelsior*	Fresno	Arbóreo	No se encuentra en la norma
Malpighiales	*Populus alba*	Álamo	Arbóreo	No se encuentra en la norma
Malpighiales	*Salix alba*	Sauce	Arbóreo	No se encuentra en la norma
Cupressales	*Taxodium mucronatum*	Sabino	Arbóreo	No se encuentra en la norma
Zygophyllales	*Larrea divaricata*	Jarilla	Arbustivo	No se encuentra en la norma

La vegetación se registró dentro del área de influencia, cabe resaltar que dentro del cauce no se tiene vegetación únicamente algunas herbáceas.

b) Fauna

Desde el punto de vista zoogeográfico, México está dividido en dos regiones que son la Neártica y la Neotropical. El estado de Durango cuenta con fauna silvestre característica de la Región Neártica al oriente de la Sierra Madre Occidental y con fauna representativa de la Región Neotropical en la vertiente occidental de la misma sierra. Las regiones zoogeográficas, a su vez, comprenden provincias bióticas que se caracterizan por los tipos de vegetación, flora, fauna, clima, fisiografía y los suelos existentes.

La fauna de vertebrados, que está constituida principalmente por especies de afinidades neárticas, tiene un componente reducido, pero relevante, de especies de afinidad neotropical e incluso se tienen un pequeño grupo de especies endémicas y migratorias. La baja densidad poblacional humana y la diversidad de hábitats que se encuentran en el área, encontrándose desde zonas semiáridas en la parte Este del Municipio, hasta bosques de pino-encino en la parte Oeste; así mismo las zonas de humedales cercanas a la ciudad de Durango, las presas y aún las áreas verdes dentro de la Ciudad, permiten que aun persistan importantes poblaciones de diversas especies. Mamíferos. Los mamíferos silvestres están representados por seis órdenes, y cerca de 50 especies (OETMD, 2013).

En este grupo se resaltan los pequeños mamíferos, como son los ratones y ratas de campo (diversas especies del género*Peromyscus y Neotoma*) y los murciélagos (diversas especies de los géneros *Myotis, Lasiurus, Eptesicus, Tadarida*, entre otros); también se encuentran las liebres (*Lepus sp.*), conejos (*Silvilagus sp.*), zorrillos (*Conepatus sp., Mephitis sp.*) y mapaches (*Procyon lotor*). En las zonas cercanas a la sierra se pueden encontrar mamíferos mayores, como son los venados (*Odocoileus virginianus*) y coyotes (*Canis latrans*); es de resaltar la presencia de gatos montes (*Lynx rufus*) y de tlalcoyote (*Taxidea taxus*).

Aves. Las aves son el grupo con mayor número de especies dentro del Municipio y las de mayor facilidad de observación. Se tienen registradas cerca de 120 especies. Algunas especies migratorias como los gansos (*Chen sp.*) y los patos (*Anas sp.*) y así como el guajolote

(*Meleagris gallopavo*), que es residente permanente, son aprovechados en una rentable actividad cinegética (OETMD, 2013).

Otras como los cenzontles (*Mimus polyglottos*) y cuitlacoches (*Toxostoma culvirostre*) son aprovechadas como aves de ornato.

Reptiles. En este grupo se incluyen las lagartijas, culebras y serpientes. Se han registrado hasta la fecha cerca de 20 especies. Las más abundantes son las lagartijas (principalmente el género *Sceloporus*), también se pueden encontrar en los humedales tortugas (*Kinosternon sp.*) y culebras de agua (*Thamnophis*) y en la parte oeste del Municipio son más abundantes las víboras y culebras (*Pituophis*), algunas de ellas con cierto grado de peligrosidad como son las víboras de cascabel (*Crotalus*).

Anfibios. En esta clase se incluyen los sapos (*Bufo marinus, Spea multiplicata*) y las ranas (*Hyla sp., Rana sp.*). Se tienen registrados para el Municipio cinco especies; este grupo es considerado un indicador de la calidad del hábitat.

Peces. El valle de Guadiana alberga poblaciones de la especie endémica *Carachodon sp.,* que es el pez de la familia *Goodeidae* con la distribución más al norte en el país. Esta especie se encuentra muy amenazada, ya que los cuerpos 10 de agua donde habitan, están sujetos a una presión por la disminución de su volumen debido al uso para actividades agropecuarias y a la contaminación (OETMD, 2013).

Especies prioritarias para la conservación de la biodiversidad

En el Municipio de Durango se distribuyen 39 especies con alguna categoría de riesgo, según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de éstas, el grupo que presenta mayor número de especies en riesgo son los reptiles, con 16 especies, seguido de las aves, con 13 especies, y los anfibios y mamíferos presentan cinco especies con alguna categoría de riesgo, de estas especies resaltan entre los mamíferos, *Nelsonia neotomodon* (Rata cambalachera diminuta) y *Sciurus aberti,* (Ardilla de Abert) que habitan las partes altas del Municipio y son endémicas de la Sierra Madre Occidental, entre las aves *Ara militaris* (Guacamaya verde) que presenta las poblaciones más norteñas en el país y *Euptilopis neoxenus* (Coa silbadora), endémica de la Sierra Madre Occidental (OETMD, 2013).

Cuadro 92. Aves presentes en las zonas aledañas al proyecto y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

AVES		
Nombre común	**Género**	**Estatus de conservación en la (NOM 059-SEMARNAT-2010)**
Aura o zopilote	*Cathartes aura*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Cuervo	*Corvus corax*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Paloma aliblanca	*Zenaida asiatica*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Paloma huilota	*Zenaida macroura*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Tortolita	*Columbina inca*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Huilota	*Columbina fasciata*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Chilero	*Paser domesticus*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Pájaro carpintero	*Colaptes spp*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Codorniz escamosa	*Callipepla squamata*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Correcaminos	*Geocoxis californicus*	*No se encuentra dentro de la NOM*

Fuente: OETMD, 2013

Cuadro 93. Mamíferos presentes en las zonas aledañas al proyecto y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

MAMÍFEROS		
Nombre común	**Género y especie**	**Estatus de conservación en la (NOM 059-SEMARNAT-2010)**
Conejo	*Sylvilagus audubonii*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Coyote	*Canis latrans*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Gato montés	*Lynx rufus*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Jabalí	*Pecari tajacu*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Liebre	*Lepus californicus*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Tlacuache común	*Didelphis virginiana*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Venado cola blanca	Odocoileus virginianus	*No se encuentra dentro de la NOM*
Zorrillo rayado	Mephitis macroura	*No se encuentra dentro de la NOM*

Fuente: OETMD, 2013

Cuadro 94. Reptiles presentes en las zonas aledañas al proyecto y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

REPTILES		
Nombre común	**Género y especie**	**Estatus de conservación en la (NOM 059-SEMARNAT-2010)**
Alicante	*Pituophis melanoleucus*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Lagartija	*Uta stansburiana*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Chirrionera	*Masticophis taeniatus*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Víboras de cascabel	*Crotalus atrox*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Lagartijo	*Eumeces obsoletus*	*No se encuentra dentro de la NOM*
Camaleón	*Phrynosoma cornutum*	*No se encuentra dentro de la NOM*

- **Especies de valor comercial**

Debido a que la zona de estudio, y en predios adyacentes son zonas dedicadas a la actividad pecuaria, se considera que las especies que conforman los distintos tipos de ganado como son el bovino, porcino, ovino, caprino y equino, son las que tienen valor comercial.

Toda la fauna silvestre mencionada tiene una importancia ecológica a la cual se le puede estimar una cantidad económica, pero para tales circunstancias es de poca importancia económica a comparación con los beneficios sociales que se obtendrán al realizar el proyecto, cabe mencionar que la mayoría de las especies no se comercializa, el proyecto no afectará en ningún momento a la fauna que se encuentra dentro del área.

- **Especies de interés cinegético**

Aves tales como paloma de alas blancas, paloma huilota, codorniz escamosa, así como mamíferos pequeños como el conejo, liebre, coyote, además de pecarí de collar y venado cola blanca.

Cuadro 95. Especies encontradas dentro del área de estudio

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Estatus de conservación (NOM059-SEMARNAT-2010)
Aves	*Passer domesticus*	Gorrión común	No se encuentra en la norma
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	No se encuentra en la norma
Aves	*Cathartes aura*	Aura	No se encuentra en la norma
Aves	*Columba livia*	Paloma	No se encuentra en la norma
Aves	*Caracara cheriway*	Caracara	No se encuentra en la norma
Mamífero	*Thomomys umbrinus*	Tuza	No se encuentra en la norma

Se hicieron dos transectos a lo largo del área de influencia donde se registraron especies vegetales y de fauna.

Figura 34. Transectos a lo largo del área de influencia donde se registraron especies vegetales y de fauna

IV.2.3 Paisaje

El proyecto se encuentra ubicado en un tramo del río Tunal, perteneciente al municipio de Durango, Dgo. dentro de la Región Hidrológica (RH11) Presidio-San Pedro y dentro de la Cuenca Río San Pedro. El área del proyecto y su zona de influencia, se encuentra en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, en el área de estudio y en sus zonas de influencia, sus características geomorfológicas son planicies aluviales, donde se presentan variados y considerables espesores de depósitos areno-gravosos

Figura 35. Ubicación del proyecto

A continuación, se desarrolla un análisis del paisaje existente en la zona del proyecto; este análisis se realiza en tres partes: la primera se centra en la visibilidad del medio, la segunda en la calidad visual del paisaje y la tercera en su fragilidad visual.

- **Visibilidad**

El área del proyecto se encuentra dominada, por características geomorfológicas correspondientes a planicies aluviales, con algunas interferencias en la visibilidad por áreas de cultivos desde ciertos puntos. El área cuenta con accesos directos hacia el poblado Dolores Hidalgo, cabe mencionar que existen áreas aledañas que cuentan con concesión de extracción de materiales, el área está rodeada principalmente por áreas de agricultura de temporal y asentamientos humanos, por lo que es un área impactada por acciones propias de la actividad humana.

- **Calidad visual**

La evaluación de la calidad visual del paisaje del área de estudio se realizará mediante la valoración de los componentes del paisaje, divididos en componentes biofísicos y arquitectónicos, los que se describen en los siguientes cuadros.

Cuadro 96. Componentes biofísicos del paisaje

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS VISUALES	ATRIBUTOS	COMENTARIOS
Morfología	Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental. Características geomorfológicas: planicies aluviales	El área del proyecto se encuentra dominada, por características geomorfológicas correspondientes a planicies aluviales, con algunas interferencias en la visibilidad por áreas de cultivos desde ciertos puntos. El área de influencia del proyecto se encuentra rodeada por cultivos agrícolas de temporal con especies de maíz y sorgo y algunos manchones de vegetación propia de matorral, cabe resaltar que dentro del área de estudio no hay vegetación, solo algunas herbáceas propias de disturbio.	El área cuenta con accesos directos hacia el predio Dolores Hidalgo. Está rodeada por áreas de agricultura de temporal, por lo que es un área impactada por acciones propias de la actividad humana.
Suelo y Roca	Depósitos areno-gravosos	Se presentan variados y considerables espesores de depósitos areno-gravosos	El proyecto aprovechará solo material producto de arrastre de sedimentos.
Fauna	Fauna común, poco o raramente visible	Bajo valor de conservación y bajos índices de biodiversidad, el área se localiza adjunto al centro de población del Ejido dolores Hidalgo, por lo que la fauna está habituada a la presencia humana.	Las especies de fauna están habituadas a la presencia humana.
Agua	Cuerpo de agua perene	Corrientes de agua perene. A pesar de que se considera un cuerpo de agua perene solo en algunos tramos del rio se hacen lagunas que tienen agua la mayor parte del año. En el área de interés durante la época de sequía se observa el lecho seco.	La mayor parte del año solo se observa el lecho seco del rio, dentro del tramo de interés, solo en temporada de lluvias corre agua. Cabe mencionar se localiza aguas debajo de la presa.
Vegetación	El área se encuentra rodeado parcelas de cultivos de temporal (maíz y sorgo)	Predominan los cultivos agrícolas, solo en áreas aledañas se encuentra vegetación típica de matorrales.	El proyecto NO contempla remoción de la vegetación, ya que únicamente se aprovecharán los azolves acumulados dentro del lecho seco del rio, el cual está desprovisto de vegetación solo aparecen algunas herbáceas y pastos
Antropogénico	Actividades agrícolas, Presencia de caminos y centro de población aledaño al área de aprovechamiento.	La zona presenta material pétreo disponible susceptible de aprovechamiento producto de arrastre y acumulación de sedimentos.	Las áreas están sometidas a una presión constante por actividades humanas, en áreas adyacentes al proyecto se encuentra impactado por centro de población caminos y parcelas para agricultura.

Cuadro 97. Arquitectura del paisaje

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS DE COMPOSICIÓN MAS DESTACADAS
Forma	El área del proyecto corresponde a 309,800 m² de llanura aluvial.
Ejes-Línea	El área de estudio presenta características geomorfológicas: planicies aluviales, donde se presentan variados y considerables espesores de depósitos areno-gravosos; su origen se fundamenta a la tectónica de distención del Terciario Superior generando la forma de grabens. Su estado geomorfológico existente es de juventud, y que constituyen la mayor parte de la superficie en este estudio.
Textura	La variedad de textura en el sitio se da por el conjunto de elementos existentes, así como los elementos vegetales representativos de área agrícolas y matorrales, él área está situada sobre una extensa planicie constituida de materiales acarreados por las corrientes fluviales.
Escala-espacio	Percepción del espacio panorámico: La característica del relieve, en la zona de estudio es: terrenos con pocas pendientes.
Color	Predominan los colores secos en gris, verde, y amarillo.
Fondo escénico	Está caracterizado por llanura aluvial y por obras de infraestructura humana como caminos, casas y parcelas agrícolas.

Utilizando la metodología propuesta en el manual Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados (Seoánez, 1998), se evalúa a continuación el potencial estético del paisaje, parámetro que puede considerarse equivalente al de calidad visual del paisaje.

En el cuadro siguiente se presenta la escala para determinar "peso" y "valor" de cada parámetro utilizado para determinar el potencial estético del paisaje.

Escala de valores aplicados al cuadro

Cuadro 98. Componentes biofísicos del paisaje

PESO	DESCRIPCIÓN
0	Sin importancia
1	Muy poco Importante
2	Poco Importante
3	De cierta importancia
4	Importante
5	Muy Importante

En el siguiente cuadro se hace el cálculo del potencial estético del paisaje según la metodología propuesta, obteniendo un valor final como resultado de promediar los valores parciales de los componentes biofísicos y arquitectónicos; estos a su vez son las sumas

simples de los potenciales de cada componente, obtenidas de multiplicar el peso de cada potencial (estable) por el valor asignado a cada componente, basado en el análisis realizado anteriormente; La escala de valor es de 0 a 5 para ambos casos.

Cuadro 99. Asignación de peso y valor

COMPONENTE		PESO	VALOR	POTENCIAL
Composición biofísica	Morfología	4	1	4
	Suelo y roca	4	4	16
	Fauna	3	2	6
	Agua	5	4	20
	Vegetación	3	3	9
	Antropogénico	4	4	16
	Subtotal 1			**71**
Composición arquitectónica	Forma	3	3	9
	Ejes-línea	3	3	9
	Textura	3	3	9
	Espacio-Escala	4	3	12
	Color	3	3	9
	Fondo escénico	4	4	16
	Subtotal 2			**64**
Promedio				**67.5**

La escala de valorar el potencial estético es la siguiente:

- < 25.5 = Muy bajo
- 25.5-51 = Bajo
- 51-76.5 = Medio
- 76.5-102 = Alto
- 102-127.5 = Muy alto

De acuerdo a esta evaluación, el valor de 67.5 implica un potencial estético medio.

Una vez definidas las características generales del área del proyecto y dado que existen algunas variables importantes no consideradas en esta metodología se evaluarán las características visuales básicas de los componentes del paisaje empleando el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980), en donde se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración y la suma total de los puntajes parciales

determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia. El siguiente cuadro presenta los criterios y puntuaciones que fueron aplicados a cada componente del paisaje.

Cuadro 100. Cuadro de Inventario/Evaluación de la calidad escénica. Criterios de ordenación y puntuación (BLM, 1980).

COMPONENTE	PUNTUACIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Morfología	5	relieve muy montañoso, marcado y prominente, (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes
	3	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales
	1	Colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalle singular
Vegetación	5	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante
	3	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos
	1	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Agua	5	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo
	3	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje
	0	Ausente o inapreciable
Color	5	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables
	3	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante
	1	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Fondo escénico	5	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual
	3	El paisaje circundante incrementa ordenadamente la calidad visual en el conjunto
	0	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Rareza	6	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional
	2	Característico, o aunque similar a otros en la región
	1	Bastante común en la región
Actuación humana	2	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual
	0	La calidad escénica está Afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.
	-	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica

Las clases utilizadas para evaluar la calidad visual son:

- Clase A: Áreas de calidad alta. Características excepcionales para cada aspecto considerado (puntaje del 19-33)
- Clase B: Áreas de calidad media. Características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros (puntaje del 12-18)
- Clase C: Áreas de calidad baja. Características y rasgos comunes en la región (puntaje de 0-11)

Los resultados de la aplicación del método BLM (1980) al paisaje actual son:

Cuadro 101. Resultados

ELEMENTO	PUNTUACIÓN
Morfología	1
Vegetación	3
Agua	3
Color	1
Fondo escénico	3
Rareza	2
Actuación humana	0
Total	**13**

En base al resultado obtenido, el paisaje del área del proyecto se encuentra en la Clase B: Áreas de calidad media. Características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros

- Fragilidad visual del paisaje

Entendiendo la fragilidad como la susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él o la capacidad de absorción visual del paisaje como la aptitud que tiene el paisaje de absorber visualmente las modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual, se ha desarrollado una técnica basada en una metodología de Yeomans (1986), la cual consiste en asignar porcentajes a un conjunto de factores del paisaje considerados como determinantes de sus propiedades; posteriormente se le ingresan los puntajes a si siguiente ecuación que determina la Capacidad de Asociación Visual del paisaje (CAV):

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente
E = Erosionabilidad
R = Potencial
D = Diversidad de la vegetación
C = Contraste de color
V = Actuación humana

Cuadro 102. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual (Yeomans, 1986)

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblación.	Moderado	2
	Diversificación (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

La escala de referencia para la estimación del CAV es la siguiente:

- BAJO = < 15
- MODERADO = 15-30
- ALTO = >31

Para hacer la estimación del CAV, aplicando la metodología descrita para el paisaje tenemos lo siguiente:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

CAV= 3 * (2+2+1+3+2)

CAV= 3 * (10)

CAV= 30

Este valor corresponde a una capacidad de absorción visual de moderada.

IV.2.4 Medio socioeconómico

La densidad de población expresa la relación entre población y territorio. Los factores que intervienen para determinar la distribución de la población en una superficie responde a elementos geográficos y ambientales; económicos y sociales; y demográficos. Los primeros responden a la disponibilidad de recursos y las características favorables para las actividades humanas. Los segundos son el posicionamiento de la estructura social y actividades económicas de las regiones que llegan a convertirse en polos de desarrollo, lo que favorece al tercer factor, el demográfico que atrae población de otros sitios o crea las condiciones favorables para la reproducción vegetativa de la población ya asentada (OETMD, 2013)

Desde el punto de vista social, la ciudad de Durango es un polo de desarrollo regional importante que atrae a la población de otros municipios del estado en busca de oportunidades de empleo y de servicios, lo cual genera una demanda de recursos en constante aumento. Por otro lado, el Municipio presenta un desarrollo industrial incipiente, que aunque ha generado más empleos para una población creciente, se observa que la población en edad productiva no siempre aprovecha estas oportunidades, ya que las adultas y adultos mayores se han esforzado en cubrir las necesidades básicas de esta población.

Otros componentes a considerar, es que Durango ocupa el cuarto lugar nacional en pobreza patrimonial; es uno de los estados con menores niveles de salario promedio, en el País y además la elevada dispersión poblacional y la complejidad de nuestra orografía, dificulta tanto la dotación de servicios básicos a importantes sectores de la población, como la incorporación de miles de comunidades a programas de desarrollo.

En los siguientes puntos se describen y presentan los factores que configuran el medio social y económico del Sistema Ambiental de la Región. Así, de la información recopilada, permitirá generar una interpretación de la interacción de estos factores, de los cuales depende la satisfacción de las necesidades sociales básicas vinculadas a la alimentación, uso del suelo, salud, vivienda, trabajo, educación y cultura, infraestructura, entre otros elementos.

a) Demografía

La estructura de la población por edad y sexo es el resultado de la interacción de tres componentes demográficos: fecundidad, mortalidad y migración.

La población establecida en la Subregión Hidrológica Río San Pedro, es de poco más de 1´127,453 habitantes, de los cuales el 51% son mujeres y el resto son hombres. El 51% de la población total del Estado de Durango se localiza dentro de esta zona en 11 municipios; así como el 24% de la población total del Estado de Nayarit en 7 municipios. Así, el Estado de Durango tiene el 76% de la población total de la subregión hidrológica (DOF, 2013).

Durango tiene 1´899,856 habitantes para el año 2022 de acuerdo al Censo de Población y Vivienda de INEGI, y ocupa la posición número 24 de entre las 32 entidades federativas. Cuenta con una densidad demográfica de 14.86 habitantes/km^2, donde el 66.83% de la población se concentra en sólo 3 de los 39 municipios: Durango, Gómez Palacio y Lerdo. El resto, vive en localidades dispersas y pequeñas, ya que existen 6,258 comunidades en total en el Estado y el 82%, es decir 5,152, tienen menos de 100 habitantes. Su extensión territorial representa el 6.29% del Territorio Nacional.

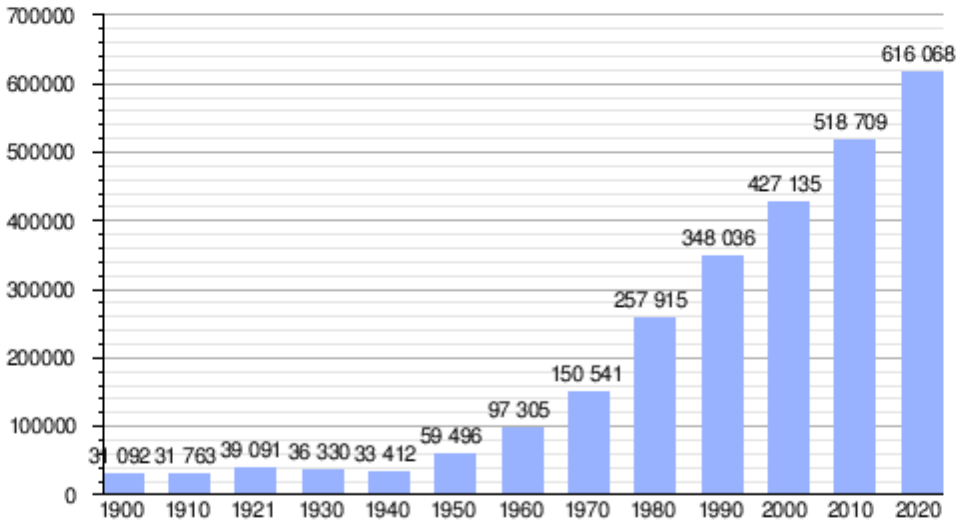


Figura 36. Población de los censos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de 1900 a 2020.

Cuadro 103. Información general de la población, condición de pobreza, marginación y rezago social del Municipio de Durango

Información general de la población, condición de pobreza, marginación y rezago social del Municipio de Durango	
Indicador	
Población (número de personas), 2020	688,697
Población de mujeres	353,285
Población de hombres	335,412
Población con discapacidad	38,618
Población indígena	8,173
Población Afromexicana	6,994
Población adulta mayor (65 años y más)	50,310
Grado de Marginación, 2020	Muy bajo
Grado de Rezago Social, 2020	Muy bajo
Zonas de Atención Prioritaria, 2022	
Rurales	0
Urbanas	485

Fuente: INEGI, 2022

- **Dinámica de la población**

Tasa de crecimiento de población en los últimos 20 años en la ciudad ha sido variable; en el periodo 1980-1990 disminuyó un 3.04 por ciento; en el año 1995 la tasa disminuyo a 1.42 por ciento y continuo a la baja a 1.29 por ciento en el año 2000; en tanto que en el periodo de 2000-2010 la tasa de crecimiento se incrementó a un 2.0 por ciento.

Proyecciones de población de acuerdo con los datos que emite el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Centro Histórico registrará una taza de crecimiento proyectada del 0.90 % para el año 2022 y 0.80 % para 2025.

Hombres y Mujeres. Otra característica que se puede observar en los datos de población es la relación hombre-mujer, la cual tiene amplias variaciones, ya que por diversas causas las mujeres viven más tiempo que los hombres, tienen patrones migratorios diferentes y otras características socioeconómicas que inciden en la distribución por sexo de la población. En la entidad los datos censales de 2010 indican que del total de población que tiene el estado, 50.8% son mujeres (829,044) y 49.2% son hombres (803,890), lo que origina una relación hombre-mujer de 97, es decir 97 hombres por cada 100 mujeres.

Adultos Mayores. Por otro lado, en 30 municipios de la entidad, el porcentaje de adultos mayores supera la cifra nacional de 9.0% y estatal de 9.2%, respecto al año 2005, es notorio el incremento proporcional de este grupo poblacional en todos los municipios, lo cual puede atribuirse, entre otras causas, a una mayor esperanza de vida ganada en los últimos años, a los descensos observados en la fecundidad, o como un efecto de las corrientes migratorias de la población en edad de trabajar (SEDESOE, 2016).

En 2020, la población en Durango fue de 688,697 habitantes (48.7% hombres y 51.3% mujeres). En comparación a 2010, la población en Durango creció un 18.3%. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (64,024 habitantes), 20 a 24 años (60,634 habitantes) y 15 a 19 años (60,523 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.9% de la población total (INEGI, 2022).

Cuadro 104. Total de habitantes por edad y sexo 2015-2020

Total de habitantes por edad y sexo 2015-2020				
	2015	(%)	2020	(%)
Población total	654,876		688,697	
Población masculina	314,828	48.1	335,412	48.7
Población femenina	340,048	51.9	353,285	51.3
Edad (años)				
0-14	186,167	28.4	181,469	26.3
15-29	176,311	27	177,753	25.8
30-64	251,496	38.3	277,193	40.2
65 y más años	40,560	6.1	50,310	7.3
No especificado	342	0.1	1,972	0.3
Edad media (años)	26		28	

Fuente: INEGI, 2022

Cuadro 105. Composición por edad y sexo

Población total
688, 697 representa el 37.6 % de la población estatal
Relación hombres-mujeres. Existen 94 hombres por cada 100 mujeres.
Edad mediana La mitad de la población tiene 28 años o menos.
Razón de dependencia. Existen 50 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva.

Fuente: INEGI, 2022

Vivienda

La concentración y el crecimiento de desarrollo de viviendas se presentan principalmente en la ciudad de Victoria de Durango, mientras que en las localidades el desarrollo de viviendas es de menor crecimiento y es fomentado por programas oficiales. En el municipio de Durango se registran un total de 186,768 viviendas particulares habitadas, de las viviendas habitadas, un total de 688,697 habitantes del municipio ocupan éstas; en promedio por vivienda habitada existen 4 ocupantes.

Cuadro 106. Total de viviendas en el municipio de Durango

Total de viviendas en el municipio de Durango		
	2015	2020
Vivienda	171,351	186,768
Población	654,876	688,697

Fuente: INEGI, 2020

Salud

Derecho de las personas a recibir servicios médicos en instituciones de salud públicas o privadas, como resultado de una prestación laboral por ser pensionado o jubilado, por inscribirse o adquirir un seguro médico o por ser familiar designado beneficiario. La suma de los derechohabientes en las distintas instituciones de salud puede ser mayor al total por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución de salud. Incluye instituciones de salud pública o privada.

Cuadro 107. Población con derechohabiencia a servicios de salud en 2015 y 2020 (%)

Derechohabiencia a servicios de salud en 2015 y 2020 (%)		
	2015	2020
Población	654,876	688,697
Derechohabientes	84.86	74.5
IMSS	45.85	59.0
IMSS Bienestar	----	0.6
ISSSTE estatal	18.35	20.5
PEMEX, Defensa o Marina	1.28	1.1
Seguro popular	36.64	----
INSABI	----	19.2
Instituciones privadas	1.76	1.4
Otras instituciones	0.74	0.4
No derechohabientes	14.89	25.2
No especificado	0.24	0.5

Fuente: INEGI, 2020

Educación

En el terreno de la educación en el 2015, el 63% de los niños y niñas de tres a cinco años asisten a la escuela, de seis a 14 años asiste 96.2%, 73% de los adolescentes de 15 a 17 años estudian y 31.5% de los jóvenes de 18 a 24 años se encuentran estudiando en el sistema educativo nacional (INEGI, 2015).

Para el año 2020 el 63.1% de los niños y niñas de tres a cinco años asisten a la escuela, de seis a 11 años asiste 97.2%, de 12 a 14 años 93.5 de 15 a 24 años 49.3% estudiando en el sistema educativo nacional. La tasa de alfabetización de 15 a 24 años es del 99.3 % y 25 años y más es del 98.2 % (INEGI, 2020).

Cuadro 108. Población de tres años y más por condición de asistencia escolar

Población de tres años y más por condición de asistencia escolar		
	2015	2020
Población de 3 años y más	616,164	651,798
Asiste (%)	32.16	31.1
No asiste (%)	67.74	68.8
No especificado (%)	0.10	0.10

Fuente: INEGI, 2020

Cuadro 109. Población de 15 años y más por nivel de escolaridad

Población de 15 años y más por nivel de escolaridad (%)		
Nivel de escolaridad (%)	2015	2020
Sin escolaridad	1.63	1.6
Educación básica	51.30	47.3
Educación media superior	22.52	23.9
Educación superior	24.48	27.1
No especificado	0.07	0.2
Grado promedio de escolaridad	10.3	10

Fuente: INEGI, 2020

Desempleo, economía y vivienda en el municipio de Durango Dgo.

Desempleo:

Es la población desocupada entendida como aquella que no trabajó siquiera una hora durante la semana.

Población subocupada:

Otra forma de caracterizar a la población ocupada es en función de su condición de subocupación, entendida ésta como la necesidad de trabajar más tiempo, lo que se traduce en la búsqueda de una ocupación complementaria o de un nuevo trabajo con mayor horario.

Informalidad laboral:

El empleo informal, o medición ampliada de informalidad, añade a la definición de trabajo informal las siguientes categorías: el trabajo no protegido en la actividad agropecuaria, el servicio doméstico remunerado de los hogares, así como los trabajadores subordinados que, aunque trabajan para unidades económicas formales, lo hacen bajo modalidades en las que se elude el registro ante la seguridad social.

Cuadro 110. Población no económicamente activa

Población no económicamente activa	
Estudiantes	38.3 %
Personas dedicadas a los quehaceres de su hogar	37.1%
Pensionadas(os) o jubiladas(os)	13.3 %
Personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar	3.4 %
Personas en otras actividades no económicas	8.0%
población con condición de actividad no especificada	0.3%

Fuente: INEGI, 2022

- **Economía**

Turismo: La principal fuente de ingresos es el turismo, ocupando un 17.5% del PIB. Con la llegada del aniversario 450 de la fundación de Durango, muchos inversionistas, sobre todo alemanes y asiáticos (especialmente chinos), han hecho de Durango un gran lugar para invertir y con esto, la ciudad, fue nombrada como la sexta mejor ciudad en Latinoamérica para invertir.

Sector Primario: A nivel municipal las actividades que se desarrollan en materia agrícola se concentran en el cultivo de maíz, frijol, trigo, hortalizas y algunas variedades forrajeras como alfalfa y avena. Respecto a la ganadería, se desarrolla la crianza principalmente de ganado bovino y porcino.

Sector Industrial: En el municipio de Durango las principales actividades de la industria manufacturera se relacionan con el sector alimenticio, la industria de la madera, la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, la fabricación de muebles y de productos metálicos.

El sector minero también es una actividad económica importante en el municipio. La producción minera tiene que ver con fierro. En el 2009 en el municipio registró 25 unidades económicas de las 100 existentes a nivel estatal.

Comercio y Servicios: El municipio cuenta con una variedad y cantidad de actividades comerciales y de servicio. Entre las principales actividades está el comercio de alimentos, bebidas y tabaco, el comercio de materias primas agropecuarias, tiendas de servicio y departamentales, así como la compra venta de productos textiles, accesorios de piel y calzado, entro otros (PMPMS, 2014).

Entre las principales actividades productivas del estado se encuentran el comercio; los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles; la industria alimentaria; la agricultura, la cría de animales; así como el aprovechamiento forestal, la pesca, la caza y la construcción.

Los sectores estratégicos en el estado son: minería, metal-mecánica, agroindustria, productos de madera, confección y producción de autopartes. Destaca como principal actividad la industria manufacturera, mientras que el subsector con mayor participación es la fabricación de equipo de transporte, seguido de la industria de fabricación de prendas para vestir.

Entre las actividades con mayor concentración de población económicamente activa se encuentran la de comercio al por menor, industrias manufactureras, construcción y servicios de hospedaje y preparación de alimentos y bebidas.

Cuadro 111. Desempleo, economía y vivienda en el municipio de Durango Dgo.

Desempleo, economía y vivienda en el municipio de Durango, Dgo.	
Población ocupada laboralmente	62.0%
Población ocupada laboralmente hombres	96.9 %
Población ocupada laboralmente mujeres	98.3 %
Número de viviendas particulares habitadas	186 768
Viviendas con electricidad	99.4 %
Viviendas con agua entubada	91.8 %
Viviendas con drenaje	98.4 %
Viviendas con excusado o sanitario	99.0 %
Viviendas con televisión de paga	42.1 %
Viviendas con refrigerador	94.4 %
Viviendas con lavadora	79.9 %
Viviendas con automóvil	58.4 %
Viviendas con computadora personal, laptop o tablet	45.9 %
Viviendas con teléfono fijo	36.9 %
Viviendas con teléfono celular	93.0 %
Viviendas con Internet	57.4 %

- **Pobreza**

En 2020, en Durango vivían 715,539 personas en situación de pobreza, es decir, 38.7 % de la población; esto significó una disminución de 0.1 % respecto a 2018. Por otro lado, el porcentaje de la población en situación de pobreza extrema pasó de 2.2 %, en 2018, a 4.3 % en 2020, es decir 79,603 personas. Esto último, colocó a Durango como la décima entidad federativa con mayor incremento en el porcentaje de personas en situación de pobreza extrema.

En cuanto al porcentaje de personas vulnerables por carencias sociales (las personas con un ingreso igual o superior a la línea de pobreza por ingresos, pero con una o más carencias) se mantuvo sin cambios, al pasar de 23.2 % en 2018 a 23.3 % en 2020. En términos absolutos, hubo aproximadamente 15,770 personas más en esta situación. La población vulnerable por ingresos (personas que no tienen ninguna carencia, pero cuyo ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos) tuvo un ligero aumento entre 2018 y 2020, al pasar de 12.3 % a 12.4 %, respectivamente. En términos absolutos, para el mismo periodo, hubo aproximadamente 8,715 personas más en esta situación. Por último, el porcentaje de población no pobre y no vulnerable en 2018 fue de 25.7 %, mientras que en 2020 fue de 25.6 %. En términos absolutos, hubo entre 460,869 y 474,134 personas en dicha condición (Informe de Pobreza y Evaluación, 2022).

En Durango, los municipios con los mayores porcentajes de población en situación de pobreza, por encima del 75 % fueron Mezquital, Otáez y Topia. Por su parte, los municipios con el mayor número de personas en situación de pobreza son Durango, Gómez Palacio y Lerdo. En estos últimos 3 municipios se concentró el 54.9 % de la población en pobreza en la entidad, en 2020.

Otro aspecto por destacar es que los municipios con un porcentaje elevado de pobreza suelen tener tamaños de población menores que el resto de la entidad. Mientras que, los municipios con el mayor número de personas en situación de pobreza, suelen ser los municipios más poblados en la entidad.

Población objetivo por condición de pobreza multidimensional, 2020 (miles de personas y porcentaje en el municipio).

Rezago educativo: los municipios con los mayores porcentajes de rezago educativo fueron Canelas, Mezquital y Guanaceví con porcentajes superiores a 30 %. Por otro lado, los municipios con la menor incidencia fueron Durango y Vicente Guerrero con 8.7 % y 11.8 %, respectivamente.

Cuadro 112. Condición de pobreza multidimensional, 2020

Condición de pobreza multidimensional, 2020		
	Miles de personas	**Porcentaje en el municipio**
Vulnerable por carencia social	184.33	26.4%
Vulnerable por ingresos	84.84	12.2%
Pobreza	223.74	32.1%
Pobreza moderada	209.83	30.1%
Pobreza extrema	13.91	2.0%
No pobre y no vulnerable	204.00	29.3%

Fuente: Bienestar, 2023

Cuadro 113. Porcentaje de población por indicador de pobreza y carencia social municipio de Durango, 2020

Porcentaje de población por indicador de pobreza y carencia social municipio de Durango, 2020							
Pobreza	**Pobreza extrema**	**Rezago educativo**	**Acceso a servicios de salud**	**Acceso a seguridad social**	**Acceso a calidad y espacios de la vivienda**	**Acceso a servicios básicos en la vivienda**	**Acceso a alimentación nutritiva y de calidad**
32.1	2.0	8.7	23.1	45.2	3.6	1.9	15.8

Fuente: Informe de Pobreza y Evaluación, 2022

- **Natalidad y mortalidad**

Promedio de hijas(os) nacidas(os) vivas(os) 1.5

15 a 19 años (0.1)
20 a 24 años (0.6)
25 a 29 años (1.3)
30 a 34 años (1.9)
35 a 39 años (2.3)
40 a 44 años (2.6)
45 a 49 años (2.7)

Porcentaje de hijas(os) fallecidas(os) 3.4 %, Mujeres de 15 a 49 años. (Panorama sociodemográfico de México, 2020)

- **Migración**

Es decir, el movimiento de personas que salen de la entidad rumbo al extranjero se ha reducido de forma importante en el último cuarto de siglo. Mientras que en el quinquenio de 1995-2000 se estimó que emigraron 35,369 duranguenses hacia otros países, para 2015-2020 esta cifra pasó a 12,622, lo que representa una disminución de 64.3% entre los

periodos de referencia. Actualmente, Durango se ubica en el lugar 22 como estado expulsor de personas emigrantes a nivel nacional.

De acuerdo con el Censo 2020, del total de 12,622 emigrantes duranguenses, 66.2% correspondió a hombres con una edad mediana de 26 años, y 33.8% a mujeres con una edad mediana de 25 años. Respecto de las causas de la emigración, 6 de cada 10 personas salió por motivos laborales y económicos. Más razones que manifestaron para emigrar fueron la reunificación familiar (13.5%) y las motivaciones educativas (9.2%), entre otras. Como puede notarse a partir de estos datos, se trata de una población emigrante joven que busca, principalmente, mejores oportunidades de trabajo. Su partida evidentemente tiene un impacto en las dinámicas laborales en la entidad, ya que se refleja la necesidad de brindar empleos adecuados para responder a esta problemática.

De los 39 municipios que conforman el estado, el de Durango concentró 36.7% (4 628 personas) que emigró en el periodo de 2015-2020. En orden de importancia le siguieron Gómez Palacio (7.4%), Lerdo (6.1%), Guadalupe Victoria (5.8%), Santiago Papasquiaro (5.3%) y Canatlán (3.1%) (Unidad de Política Migratoria, 2020).

Cuadro 114. Causas de la migración en el municipio de Durango, Dgo.

Causas de la migración	
Causas	**(%)**
Trabajo	28.6 %
Familiar	47.2 %
Estudiar	10.0 %
Inseguridad	3.3 %
Otra causa	10.9 %

Fuente INEGI: 2020

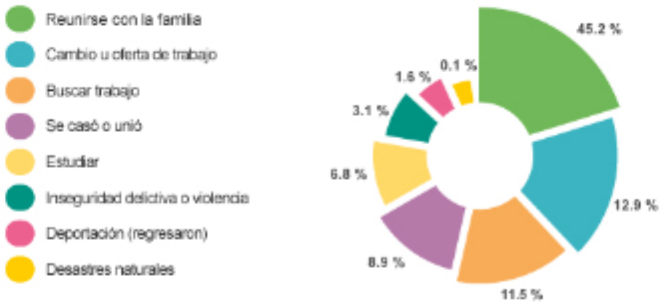


Figura 37. Las principales causas por las que migran las personas

Nota: Los porcentajes pueden no sumar 100 % porque no incluye otras causas y no especificado. FUENTE: Censo de Población y Vivienda 2020

Población indígena

En el municipio de Durango, se registran un total de 2,903 habitantes mayores a 3 años que hablan alguna lengua indígena, lo que representa el 0.5% de la población total. Dentro de la población indígena, solo 31 habitantes hablan alguna lengua indígena y no habla español. Por otro lado, las lenguas indígenas más habladas en el municipio son Tepehuano de Durango y Huichol.

Cuadro 115. Las lenguas indígenas más habladas en esta entidad

Las lenguas indígenas más habladas en esta entidad	
Lengua indígena	Núm. de hablantes 2020
Tepehuano del sur	39,762
Huichol	3,000
Náhuatl	1,883
Tarahumara	683

FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

Cuadro 116. Cultura indígena en Victoria de Durango 2020

Cultura indígena en Victoria de Durango 2020	
Porcentaje de población indígena:	1.21%
Porcentaje que habla una lengua indígena:	0.63%
Porcentaje que habla una lengua indígena y no habla español:	0.00%

FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020

b) Factores socioculturales

Para la población de Durango la religión más practicada es el catolicismo, esto porque los españoles lograron afianzar estas creencias fuertemente en los pobladores en la época de la colonia y las batallas independentistas no las eliminaron. Sin embargo, como cualquier otro estado de México, en la población de Durango se perciben algunas costumbres indígenas que demuestran la mezcla de etnias que dejó la época de la colonia en el país. Estas costumbres se resguardan como parte de patrimonio cultural tanto del país como de esta localidad, logrando un conjunto de tradiciones interesantes para disfrutar.

En 2020 en Durango, 83.0 % de la población es católica, 9.2 % protestante, cristiano evangélico y en tercer lugar se ubican las personas sin religión con 6.8 por ciento.

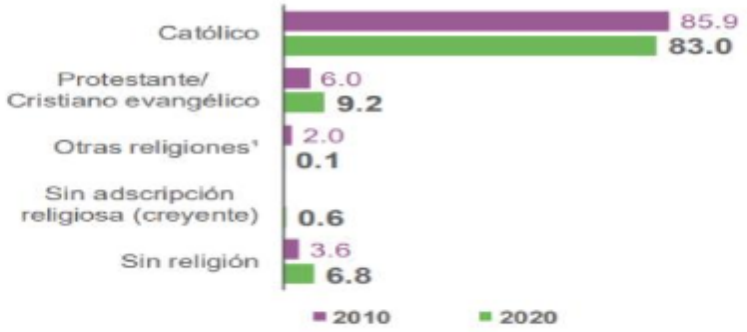


Figura 38. Porcentaje de población total por religión 2010 y 2020

1 Incluye los grupos religiosos Judaico, Islámico, Raíces étnicas, Raíces afro, Espiritualista y Otras religiones.

FUENTE: INEGI. Censos de Población y Vivienda 2010-2020

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental y su problemática tomando en cuenta las actividades por desarrollar, en la extracción de los materiales pétreos, y los deterioros en los recursos naturales que pudiera causar en detrimento de los ecosistemas y la calidad de vida de las poblaciones cercanas a este proyecto, podemos decir que:

La interrelación que se da entre los individuos y el medio ambiente en la zona de estudio, y zonas aledañas, es muy estrecha, puesto que en estas zonas dependen en gran medida del aprovechamiento de los recursos naturales, de su agricultura, y ganadería, que afectan la vocación natural de uso del suelo de estas áreas.

Aunque de momento el sistema ambiental en la zona de influencia del proyecto se puede considerar aún como estable ya que la calidad de sus elementos se observa con poca perturbación, dado que no existe contaminación evidente, ni daños irreversibles al mismo.

Criterios de evaluación

El diagnóstico ambiental fue realizado considerando la situación actual del medio natural en la zona de influencia y el sistema ambiental. Se reconocieron las relaciones entre los componentes del sistema y resaltando, para su mejor comprensión, las formas en que se han llevado a cabo estas interacciones, con ello se valora de forma dinámica el estado de sus componentes.

Se realizó mediante la metodología de Superposición ponderada en análisis multicriterio con ArcGis, Se establecieron valores de 1 a 5 donde entre más cercano a 5 representan las áreas con mejor condición o más conservadas.

Donde:

valor	Criterio de importancia
1	Muy baja
2	baja
3	media
4	Alta
5	Muy alta

Obteniendo los siguientes resultados:

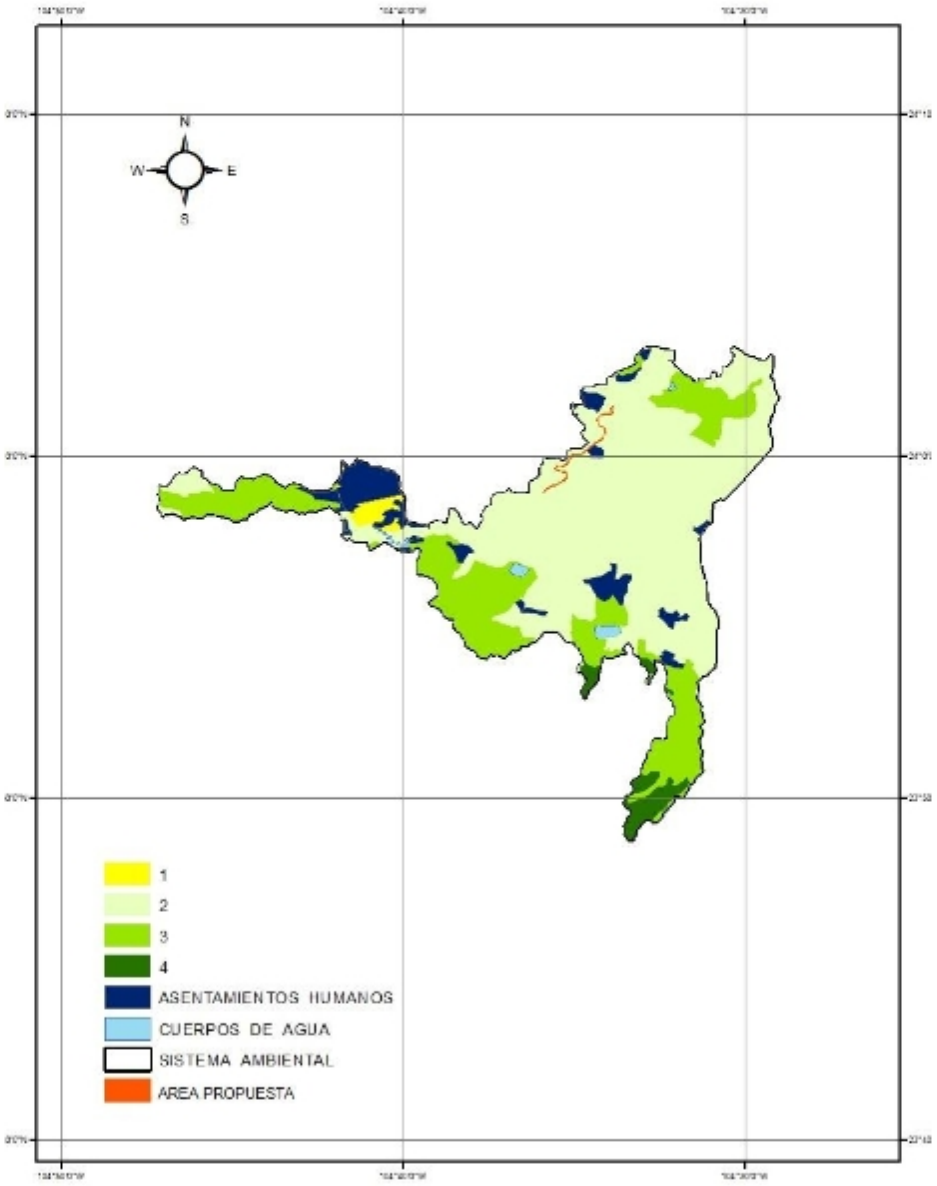


Figura 39. Diagnóstico ambiental

La figura anterior muestra el grado de conservación de las áreas del sistema ambiental, donde se le asignaron valores de 1 a 5 los cuales entre más cercanos a 5 representan las áreas más estables o mejor conservadas del sistema ambiental. El valor 4 representa áreas con degradación ligera y vegetación secundaria en buen estado, el valor 3 representa áreas con degradación moderada y vegetación secundaria o pastizales naturales, el numero 2 corresponde a degradación moderada y pastizal inducido en buen estado y parcelas agrícolas de temporal y de riego, el numero 1 corresponde a áreas muy degradadas, parcelas agrícolas y asentamientos humanos. Se anexan al presente los mapas de importancia de vegetación y erosión del área.

Análisis de los componentes ambientales relevantes y/ o críticos

En este apartado se pretende identificar, describir y evaluar los impactos ambientales que podrían presentarse durante la ejecución del proyecto, con lo cual se identificaría el grado de afectación que sufriría el sistema ambiental haciendo un balance con los impactos que se generarían por los factores socioeconómicos. Cabe mencionar que el proyecto que aquí se presenta pretende generar beneficios económicos y sociales y que mediante la verificación en campo y el análisis de datos medioambientales se buscan las mejores alternativas para reducir los posibles efectos negativos al ambiente.

- **Fauna silvestre**

Durante la etapa de extracción de materiales pétreos, la fauna presente podría verse afectada por la maquinaria utilizada y actividad y presencia humana de la siguiente manera:

- ✓ Abundancia y distribución local de especies de fauna silvestre. No se verá afectada de forma significativa por la circulación vehicular, ya que el poblado más cercano se localiza a los márgenes del arroyo por lo cual la fauna presente está habituada a la presencia humana.
- ✓ Alteración de las rutas de paso de la fauna. El tránsito de pequeños mamíferos, aves y reptiles no se verán alterados como ya se mencionó estos están habituados a la presencia humana.

- **Suelo**

- ✓ Los impactos negativos más comunes en el suelo son: erosión, compactación y contaminación. En el área de explotación de los materiales pétreos del cauce del rio habrá una extracción de estos materiales, aunado al movimiento vehicular de la zona, la cual no causará pérdidas significativas del suelo del cauce, ya que en las primeras precipitaciones pluviales se espera vuelva a su equilibrio normal.

- ✓ Las pérdidas de suelo en caminos, pueden ser normalmente mínimas, las disminuciones en el movimiento de tierras, esto debido a la erosión, y se deben principalmente a las precipitaciones pluviales, o la apertura de nuevos caminos, que no es nuestro caso, ya que cuenta con caminos ya establecido desde hace varios años.
- ✓ La compactación de los caminos, provocado por tránsito vehicular, es de especial cuidado cuando se trata de suelos con porcentaje relativamente alto de materiales de textura fina, provocando emisión de polvos.

- **Disposición de material**

Sedimentos dentro del lecho del Río

Existen varias causas posibles de error cuando se intenta de establecer una relación entre la cantidad del sedimento medido en las corrientes y la extensión de la erosión. En primer lugar, pueden existir cantidades importantes del material erosionado que no contribuyen al sedimento en la corriente debido a que se deposita antes de que llegue a ellas. La proporción de sedimento que llega a la corriente en comparación con el movimiento bruto de los sedimentos dentro de la cuenca se denomina relación de distribución. Esta puede ser apenas de 1% si existen depresiones o zonas con una espesa vegetación en las que se retiene la mayor parte del suelo. En un estudio de campo de 105 regiones de producción agrícola de los Estados Unidos, Wade y Heady (1978) descubrieron que las relaciones de distribución variaban entre el 0,1% y el 37,8% de la erosión bruta.

Una segunda causa posible de error es el factor tiempo. En una superficie mayor el sedimento puede erosionarse y depositarse y sucesivamente volverse a erosionar y volverse a depositar cierto número de veces antes de que el sedimento llegue a la corriente. Una muestra de este sedimento podría incluir material erosionado en su origen varios años antes.

La tercera dificultad radica en que el sedimento de la corriente incluye materiales que proceden de diferentes fuentes con relaciones de distribución muy distintas. El sedimento procedente del derrumbe de las orillas de las zanjas o de las riberas de los ríos pasa inmediatamente al caudal de la corriente, mientras que la pérdida de suelo de una pequeña superficie cultivada y dentro de una cuenca en la que predominan los bosques podría tener tasas de erosión local elevadas, pero contribuir poco a la carga total de sedimentos.

Los cálculos de la descarga total de sedimentos en las corrientes pueden efectuarse mediante estimaciones de la concentración de los sedimentos y de la velocidad de la corriente, para lo cual es necesario realizar levantamientos topográficos de las cuencas de los embalses naturales o artificiales, precisos y a intervalos, para calcular la acumulación.

Para conocer la cantidad de material que tiene actualmente el tramo que se pretende aprovecharse realizo un levantamiento topográfico mediante Fotogrametría con Dron DJI Mavic 2 Pro, con puntos de control terrestre en RTK, ligados a la red Geodésica Nacional Activa, instrumento: GPS topográfico Topcon Hiper V. El procesamiento de datos fotogrametricos se realizó mediante software pix 4d, para la obtención del Modelo digital de Terreno y Ortomosaico y mediante Sofware Auto CAD y Civil CAD para la obtención de: curvas de nivel, secciones transversales (los mapas obtenidos se encuentran anexos al presente), perfiles longitudinales y cálculos de volúmenes arrojando los siguientes resultados:

Sección 1:

ESTACIÓN	AREAS(M^2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M^3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
0+000.00	43.95	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	44.53	0.00	20.00	884.77	0.00
0+040.00	44.34	0.00	20.00	888.73	0.00
0+060.00	43.29	0.00	20.00	876.30	0.00
0+080.00	46.10	0.00	20.00	893.81	0.00
0+100.00	51.93	0.00	20.00	980.25	0.00
0+120.00	51.30	0.00	20.00	1032.34	0.00
0+140.00	50.43	0.00	20.00	1017.30	0.00
0+160.00	49.33	0.00	20.00	997.57	0.00
0+180.00	47.10	0.00	20.00	964.35	0.00
0+200.00	54.36	0.00	20.00	1014.68	0.00
0+220.00	54.02	0.00	20.00	1083.86	0.00
0+240.00	54.09	0.00	20.00	1081.15	0.00
0+260.00	55.24	0.00	20.00	1093.31	0.00
0+280.00	55.41	0.00	20.00	1106.45	0.00
0+300.00	48.93	0.00	20.00	1043.42	0.00
0+320.00	54.96	0.00	20.00	1038.93	0.00
0+340.00	55.32	0.00	20.00	1102.76	0.00
0+360.00	55.47	0.00	20.00	1107.87	0.00
0+380.00	56.32	0.00	20.00	1117.92	0.00
0+400.00	50.29	0.00	20.00	1066.16	0.00
0+420.00	49.46	0.00	20.00	997.56	0.00
0+440.00	48.68	0.00	20.00	981.38	0.00
0+460.00	49.73	0.00	20.00	984.08	0.00
0+480.00	49.12	0.00	20.00	988.56	0.00
0+500.00	49.21	0.00	20.00	983.39	0.00
0+520.00	49.92	0.00	20.00	991.33	0.00

0+540.00	50.35	0.00	20.00	1002.71	0.00
0+560.00	50.34	0.00	20.00	1006.95	0.00
0+580.00	50.58	0.00	20.00	1009.22	0.00
0+600.00	50.88	0.00	20.00	1014.57	0.00
0+620.00	50.34	0.00	20.00	1012.19	0.00
0+640.00	46.53	0.00	20.00	968.70	0.00
0+660.00	47.27	0.00	20.00	938.00	0.00
0+680.00	39.76	0.00	20.00	870.28	0.00
0+700.00	37.56	0.00	20.00	773.16	0.00
0+720.00	36.58	0.00	20.00	741.44	0.00
0+740.00	36.89	0.00	20.00	734.72	0.00
0+760.00	34.14	0.00	20.00	710.25	0.00
0+780.00	32.08	0.00	20.00	662.12	0.00
0+800.00	33.24	0.00	20.00	653.12	0.00
0+820.00	30.98	0.00	20.00	642.14	0.00
0+840.00	32.20	0.00	20.00	631.75	0.00
0+860.00	31.14	0.00	20.00	633.35	0.00
0+880.00	31.14	0.00	20.00	622.80	0.00
0+900.00	30.73	0.00	20.00	618.76	0.00
0+920.00	30.82	0.00	20.00	615.57	0.00
0+940.00	28.78	0.00	20.00	596.08	0.00
0+960.00	25.76	0.00	20.00	545.43	0.00
0+980.00	25.14	0.00	20.00	509.04	0.00
1+000.00	38.41	0.00	20.00	635.56	0.00
1+020.00	38.55	0.00	20.00	769.66	0.00
1+040.00	38.99	0.00	20.00	775.49	0.00
1+060.00	39.94	0.00	20.00	789.31	0.00
1+080.00	40.13	0.00	20.00	800.64	0.00
1+100.00	39.70	0.00	20.00	798.25	0.00
1+120.00	40.81	0.00	20.00	805.08	0.00
1+140.00	43.12	0.00	20.00	839.27	0.00
1+160.00	42.40	0.00	20.00	855.18	0.00
1+180.00	42.30	0.00	20.00	847.04	0.00
1+200.00	57.56	0.00	20.00	998.59	0.00
1+220.00	50.54	0.00	20.00	1080.99	0.00
1+240.00	51.16	0.00	20.00	1016.97	0.00
1+260.00	51.75	0.00	20.00	1029.11	0.00
1+280.00	51.46	0.00	20.00	1032.10	0.00
1+300.00	43.93	0.00	20.00	953.90	0.00
1+320.00	47.46	0.00	20.00	913.94	0.00

1+340.00	48.84	0.00	20.00	963.03	0.00
1+360.00	52.32	0.00	20.00	1011.61	0.00
1+380.00	54.11	0.00	20.00	1064.31	0.00
1+400.00	63.79	0.00	20.00	1179.05	0.00
1+420.00	61.68	0.00	20.00	1254.69	0.00
1+440.00	56.29	0.00	20.00	1179.71	0.00
1+460.00	56.95	0.00	20.00	1132.43	0.00
1+480.00	55.97	0.00	20.00	1129.22	0.00
1+500.00	43.91	0.00	20.00	998.87	0.00
1+520.00	43.94	0.00	20.00	878.51	0.00
TOTAL	VOLUMEN	CORTE	=	69,563.11m³	

Sección 2:

ESTACIÓN	AREAS(M²)		DISTANCIA	VOLUMENES(M³)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
1+520.00	19.20	0.00	0.00	0.00	0.00
1+540.00	30.68	0.00	20.00	498.84	0.00
1+560.00	34.30	0.00	20.00	649.83	0.00
1+580.00	40.13	0.00	20.00	744.36	0.00
1+600.00	40.23	0.00	20.00	803.65	0.00
1+620.00	34.55	0.00	20.00	747.77	0.00
1+640.00	27.04	0.00	20.00	615.86	0.00
1+660.00	28.67	0.00	20.00	557.11	0.00
1+680.00	28.26	0.00	20.00	569.28	0.00
1+700.00	28.45	0.00	20.00	567.04	0.00
1+720.00	46.81	0.00	20.00	752.52	0.00
1+740.00	37.13	0.00	20.00	839.38	0.00
1+760.00	29.53	0.00	20.00	666.60	0.00
1+780.00	26.27	0.00	20.00	557.96	0.00
1+800.00	32.26	0.00	20.00	585.30	0.00
1+820.00	32.49	0.00	20.00	647.54	0.00
1+840.00	31.43	0.00	20.00	639.19	0.00
1+860.00	31.68	0.00	20.00	631.08	0.00
1+880.00	0.00	0.00	20.00	316.80	0.00
1+900.00	36.44	0.00	20.00	364.41	0.00
1+920.00	30.47	0.00	20.00	669.14	0.00
1+940.00	30.66	0.00	20.00	611.28	0.00
1+960.00	38.68	0.00	20.00	693.33	0.00
1+980.00	32.37	0.00	20.00	710.44	0.00
2+000.00	31.71	0.00	20.00	640.75	0.00

2+020.00	38.84	0.00	20.00	705.50	0.00
2+040.00	36.59	0.00	20.00	754.28	0.00
2+060.00	34.13	0.00	20.00	707.12	0.00
2+080.00	37.61	0.00	20.00	717.39	0.00
2+100.00	32.17	0.00	20.00	697.81	0.00
2+120.00	40.49	0.00	20.00	726.56	0.00
2+140.00	0.00	0.00	20.00	404.88	0.00
2+160.00	40.09	0.00	20.00	400.89	0.00
2+180.00	52.02	0.00	20.00	921.08	0.00
2+200.00	55.80	0.00	20.00	1078.23	0.00
2+220.00	52.23	0.00	20.00	1080.33	0.00
2+240.00	62.91	0.00	20.00	1151.42	0.00
2+260.00	0.00	0.00	20.00	629.13	0.00
2+280.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00
2+300.00	41.31	0.00	20.00	413.15	0.00
2+320.00	63.18	0.00	20.00	1044.97	0.00
2+340.00	44.80	0.00	20.00	1079.83	0.00
2+360.00	36.06	0.00	20.00	808.56	0.00
2+380.00	44.25	0.00	20.00	803.00	0.00
2+400.00	42.53	0.00	20.00	867.79	0.00
2+420.00	51.00	0.00	20.00	935.33	0.00
2+440.00	53.31	0.00	20.00	1043.04	0.00
2+460.00	0.00	0.00	20.00	533.05	0.00
2+480.00	65.15	0.00	20.00	651.51	0.00
2+500.00	53.97	0.00	20.00	1191.22	0.00
2+520.00	40.64	0.00	20.00	946.10	0.00
2+540.00	36.27	0.00	20.00	769.12	0.00
2+560.00	38.61	0.00	20.00	748.85	0.00
2+580.00	38.00	0.00	20.00	766.08	0.00
2+600.00	29.85	0.00	20.00	678.51	0.00
2+620.00	32.05	0.00	20.00	619.07	0.00
2+640.00	35.29	0.00	20.00	673.46	0.00
2+660.00	36.37	0.00	20.00	716.63	0.00
2+680.00	38.16	0.00	20.00	745.29	0.00
2+700.00	35.55	0.00	20.00	737.13	0.00
2+720.00	46.04	0.00	20.00	815.89	0.00
2+740.00	47.48	0.00	20.00	935.13	0.00
2+760.00	45.03	0.00	20.00	925.05	0.00
2+780.00	47.32	0.00	20.00	923.47	0.00
2+800.00	46.57	0.00	20.00	938.90	0.00

2+813.00	0.00	0.00	13.01	302.87	0.00
TOTAL	VOLUMEN	CORTE	=	46,667.10m^3	

Sección: 3

ESTACIÓN	AREAS(M^2)		DISTANCIA	VOLUMENES(M^3)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
2+813.00	33.18	0	0	0	0
2+820.00	32.29	0	7	229.14	0
2+840.00	31.59	0	20	638.77	0
2+860.00	28.16	0	20	597.54	0
2+880.00	24.43	0	20	525.94	0
2+900.00	24.08	0	20	485.15	0
2+920.00	31.16	0	20	552.44	0
2+940.00	28.1	0	20	592.6	0
2+960.00	25.37	0	20	534.73	0
2+980.00	36.64	0	20	620.13	0
3+000.00	35.51	0	20	721.47	0
3+020.00	32.49	0	20	679.98	0
3+040.00	36.24	0	20	687.29	0
3+060.00	37.51	0	20	737.47	0
3+080.00	44.01	0	20	815.22	0
3+100.00	0	0	20	440.13	0
3+120.00	43.7	0	20	437	0
3+140.00	42.27	0	20	859.68	0
3+160.00	40.36	0	20	826.28	0
3+180.00	60.68	0	20	1,010.42	0
3+200.00	59.66	0	20	1,203.46	0
3+220.00	52.59	0	20	1,122.58	0
3+240.00	49.07	0	20	1,016.67	0
3+260.00	0	0	20	490.72	0
3+280.00	41.99	0	20	419.85	0
3+300.00	39.21	0	20	811.99	0
3+320.00	35.34	0	20	745.49	0
3+340.00	0	0	20	353.35	0
3+360.00	30.87	0	20	308.71	0
3+380.00	36.74	0	20	676.12	0
3+400.00	39.69	0	20	764.3	0
3+420.00	43.04	0	20	827.32	0
3+440.00	46.13	0	20	891.74	0

3+460.00	49.57	0	20	957.06	0
3+480.00	55.4	0	20	1,049.70	0
3+500.00	55.17	0	20	1,105.62	0
3+520.00	59.18	0	20	1,143.47	0
3+540.00	66.18	0	20	1,253.58	0
3+560.00	0	0	20	661.77	0
3+580.00	51.4	0	20	513.95	0
3+600.00	49.21	0	20	1,006.10	0
3+620.00	48.29	0	20	975.07	0
3+640.00	54.45	0	20	1,027.47	0
3+660.00	55.34	0	20	1,097.97	0
3+680.00	53.59	0	20	1,089.27	0
3+700.00	56.29	0	20	1,098.80	0
3+720.00	60.94	0	20	1,172.35	0
3+740.00	50.3	0	20	1,112.35	0
3+760.00	47.61	0	20	979.04	0
3+780.00	44.16	0	20	917.68	0
3+800.00	37.32	0	20	814.8	0
3+820.00	35.65	0	20	729.68	0
3+840.00	38.26	0	20	739.06	0
3+860.00	34.42	0	20	726.74	0
3+880.00	35.58	0	20	699.96	0
3+900.00	38.43	0	20	740.1	0
3+920.00	35.48	0	20	739.06	0
3+940.00	35.07	0	20	705.47	0
3+960.00	43.55	0	20	786.18	0
3+980.00	32.68	0	20	762.23	0
4+000.00	31.44	0	20	641.14	0
4+020.00	32.83	0	20	642.68	0
4+040.00	32.94	0	20	657.71	0
4+060.00	39.91	0	20	728.49	0
4+080.00	43.92	0	20	838.27	0
4+100.00	47.55	0	20	914.67	0
4+120.00	48.01	0	20	955.61	0
4+140.00	51.6	0	20	996.1	0
4+160.00	40.69	0	20	922.85	0
4+180.00	42.89	0	20	835.77	0
4+200.00	43.76	0	20	866.48	0
4+220.00	32.78	0	20	765.43	0
4+240.00	35.74	0	20	685.24	0

4+260.00	33.84	0	20	695.79	0
4+280.00	32	0	20	658.43	0
4+300.00	36.06	0	20	680.61	0
4+320.00	35.53	0	20	715.9	0
4+340.00	36.33	0	20	718.65	0
4+360.00	35.28	0	20	716.11	0
TOTAL	VOLUMEN	CORTE	=	60,864.14m³	

Sección: 4

ESTACIÓN	AREAS(M²)		DISTANCIA	VOLUMENES(M³)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
4+360.00	31.47	0.00	0.00	0.00	0.00
4+380.00	25.61	0.00	20.00	570.80	0.00
4+400.00	27.47	0.00	20.00	530.72	0.00
4+420.00	30.37	0.00	20.00	578.33	0.00
4+440.00	29.95	0.00	20.00	603.15	0.00
4+480.00	27.64	0.00	40.00	1151.85	0.00
4+500.00	31.60	0.00	20.00	592.39	0.00
4+520.00	30.41	0.00	20.00	620.07	0.00
4+540.00	31.75	0.00	20.00	621.61	0.00
4+560.00	29.86	0.00	20.00	616.08	0.00
4+580.00	34.46	0.00	20.00	643.22	0.00
4+600.00	35.31	0.00	20.00	697.76	0.00
4+620.00	31.92	0.00	20.00	672.34	0.00
4+640.00	37.04	0.00	20.00	689.59	0.00
4+660.00	39.71	0.00	20.00	767.51	0.00
4+680.00	32.34	0.00	20.00	720.53	0.00
4+700.00	29.74	0.00	20.00	620.76	0.00
4+720.00	41.67	0.00	20.00	714.01	0.00
4+740.00	0.00	0.00	20.00	416.65	0.00
4+760.00	31.97	0.00	20.00	319.68	0.00
4+780.00	30.26	0.00	20.00	622.28	0.00
4+800.00	30.53	0.00	20.00	607.86	0.00
4+820.00	33.87	0.00	20.00	643.92	0.00
4+840.00	30.30	0.00	20.00	641.70	0.00
4+860.00	39.20	0.00	20.00	695.07	0.00
4+880.00	43.35	0.00	20.00	825.48	0.00
4+900.00	47.13	0.00	20.00	904.78	0.00
4+920.00	43.69	0.00	20.00	908.23	0.00

4+940.00	43.05	0.00	20.00	867.45	0.00
4+960.00	40.40	0.00	20.00	834.51	0.00
4+980.00	42.01	0.00	20.00	824.07	0.00
5+000.00	41.44	0.00	20.00	834.56	0.00
5+020.00	42.77	0.00	20.00	842.16	0.00
5+040.00	45.42	0.00	20.00	881.93	0.00
5+060.00	45.39	0.00	20.00	908.10	0.00
5+080.00	43.95	0.00	20.00	893.38	0.00
5+100.00	47.59	0.00	20.00	915.40	0.00
5+120.00	45.38	0.00	20.00	929.69	0.00
5+140.00	46.50	0.00	20.00	918.75	0.00
5+160.00	0.00	0.00	20.00	464.96	0.00
5+180.00	36.15	0.00	20.00	361.48	0.00
5+200.00	33.49	0.00	20.00	696.43	0.00
5+220.00	40.35	0.00	20.00	738.41	0.00
5+240.00	36.37	0.00	20.00	767.19	0.00
5+260.00	37.20	0.00	20.00	735.71	0.00
5+280.00	38.44	0.00	20.00	756.39	0.00
5+300.00	0.00	0.00	20.00	384.40	0.00
5+320.00	44.94	0.00	20.00	449.37	0.00
5+340.00	49.83	0.00	20.00	947.64	0.00
5+360.00	53.80	0.00	20.00	1036.32	0.00
5+380.00	48.63	0.00	20.00	1024.37	0.00
5+400.00	43.92	0.00	20.00	925.56	0.00
5+420.00	38.57	0.00	20.00	824.97	0.00
5+440.00	36.48	0.00	20.00	750.56	0.00
5+460.00	36.86	0.00	20.00	733.43	0.00
5+480.00	37.04	0.00	20.00	739.00	0.00
5+500.00	40.53	0.00	20.00	775.71	0.00
5+520.00	41.96	0.00	20.00	824.91	0.00
5+540.00	45.66	0.00	20.00	876.19	0.00
5+560.00	41.96	0.00	20.00	876.18	0.00
5+580.00	42.35	0.00	20.00	843.11	0.00
5+600.00	45.65	0.00	20.00	880.04	0.00
5+620.00	45.28	0.00	20.00	909.35	0.00
5+640.00	44.74	0.00	20.00	900.26	0.00
5+660.00	44.69	0.00	20.00	894.29	0.00
5+680.00	46.71	0.00	20.00	913.94	0.00
5+700.00	50.45	0.00	20.00	971.60	0.00
5+720.00	49.33	0.00	20.00	997.86	0.00

5+740.00	43.53	0.00	20.00	928.67	0.00
5+760.00	22.69	0.00	20.00	662.23	0.00
5+780.00	29.33	0.00	20.00	520.15	0.00
5+800.00	31.53	0.00	20.00	608.52	0.00
5+820.00	36.22	0.00	20.00	677.45	0.00
5+840.00	31.67	0.00	20.00	678.87	0.00
5+860.00	31.65	0.00	20.00	633.16	0.00
5+880.00	32.76	0.00	20.00	644.07	0.00
5+900.00	0.00	0.00	20.00	327.57	0.00
TOTAL	VOLUMEN	CORTE	=	56,326.75m³	

Sección: 5

ESTACIÓN	AREAS(M²)		DISTANCIA	VOLUMENES(M³)	
	CORTE	TERRAPLEN		CORTE	TERRAPLEN
5+900.00	33.18	0.00	0.00	0.00	0.00
5+920.00	33.65	0.00	20.00	668.21	0.00
5+940.00	33.35	0.00	20.00	669.93	0.00
5+960.00	30.78	0.00	20.00	641.25	0.00
5+980.00	28.81	0.00	20.00	595.85	0.00
6+000.00	28.50	0.00	20.00	573.05	0.00
6+020.00	27.53	0.00	20.00	560.30	0.00
6+040.00	26.73	0.00	20.00	542.65	0.00
6+060.00	26.48	0.00	20.00	532.15	0.00
6+080.00	25.70	0.00	20.00	521.85	0.00
6+100.00	17.30	0.00	20.00	430.01	0.00
6+120.00	19.17	0.00	20.00	364.66	0.00
6+140.00	18.72	0.00	20.00	378.85	0.00
6+160.00	18.84	0.00	20.00	375.53	0.00
6+180.00	17.17	0.00	20.00	360.06	0.00
6+200.00	17.71	0.00	20.00	348.83	0.00
6+220.00	19.79	0.00	20.00	375.06	0.00
6+240.00	19.64	0.00	20.00	394.36	0.00
6+260.00	18.44	0.00	20.00	380.84	0.00
6+280.00	18.14	0.00	20.00	365.80	0.00
6+300.00	24.52	0.00	20.00	426.55	0.00
6+320.00	25.09	0.00	20.00	496.06	0.00
6+340.00	27.18	0.00	20.00	522.69	0.00
6+360.00	26.09	0.00	20.00	532.69	0.00
6+380.00	0.00	0.00	20.00	260.91	0.00

6+400.00	23.98	0.00	20.00	239.76	0.00
6+420.00	23.29	0.00	20.00	472.65	0.00
6+440.00	24.11	0.00	20.00	474.02	0.00
6+460.00	0.00	0.00	20.00	241.13	0.00
6+480.00	19.77	0.00	20.00	197.72	0.00
6+500.00	18.91	0.00	20.00	386.86	0.00
6+520.00	16.36	0.00	20.00	352.75	0.00
6+540.00	19.91	0.00	20.00	362.71	0.00
6+560.00	20.37	0.00	20.00	402.78	0.00
6+580.00	14.40	0.00	20.00	347.63	0.00
6+600.00	16.88	0.00	20.00	312.78	0.00
6+620.00	18.06	0.00	20.00	349.42	0.00
6+640.00	17.10	0.00	20.00	351.56	0.00
6+660.00	17.66	0.00	20.00	347.53	0.00
6+680.00	21.42	0.00	20.00	390.73	0.00
6+700.00	20.78	0.00	20.00	421.96	0.00
6+720.00	20.09	0.00	20.00	408.68	0.00
6+740.00	16.96	0.00	20.00	370.53	0.00
6+760.00	21.28	0.00	20.00	382.46	0.00
6+780.00	25.00	0.00	20.00	462.79	0.00
6+800.00	28.43	0.00	20.00	534.30	0.00
6+820.00	23.63	0.00	20.00	520.62	0.00
6+840.00	24.72	0.00	20.00	483.52	0.00
6+860.00	24.60	0.00	20.00	493.20	0.00
6+880.00	24.91	0.00	20.00	495.07	0.00
6+900.00	18.30	0.00	20.00	432.08	0.00
6+920.00	13.69	0.00	20.00	319.84	0.00
6+940.00	15.14	0.00	20.00	288.29	0.00
6+960.00	14.74	0.00	20.00	298.84	0.00
6+980.00	15.81	0.00	20.00	305.51	0.00
7+000.00	16.92	0.00	20.00	327.31	0.00
7+020.00	21.18	0.00	20.00	380.99	0.00
7+040.00	21.31	0.00	20.00	424.86	0.00
7+060.00	21.05	0.00	20.00	423.60	0.00
7+080.00	19.65	0.00	20.00	407.06	0.00
7+100.00	28.08	0.00	20.00	477.32	0.00
7+120.00	25.10	0.00	20.00	531.80	0.00
7+140.00	21.23	0.00	20.00	463.30	0.00
7+160.00	24.12	0.00	20.00	453.50	0.00
7+180.00	23.75	0.00	20.00	478.72	0.00

7+200.00	19.03	0.00	20.00	427.77	0.00
7+220.00	19.10	0.00	20.00	381.25	0.00
7+240.00	19.71	0.00	20.00	388.08	0.00
7+260.00	23.20	0.00	20.00	429.14	0.00
7+280.00	22.93	0.00	20.00	461.36	0.00
7+300.00	21.42	0.00	20.00	443.53	0.00
7+320.00	24.02	0.00	20.00	454.42	0.00
7+340.00	23.93	0.00	20.00	479.47	0.00
7+360.00	23.66	0.00	20.00	475.82	0.00
7+380.00	19.61	0.00	20.00	432.70	0.00
7+400.00	21.31	0.00	20.00	409.23	0.00
7+420.00	25.41	0.00	20.00	467.15	0.00
7+440.00	18.06	0.00	20.00	434.65	0.00
7+460.00	18.30	0.00	20.00	363.57	0.00
7+480.00	19.65	0.00	20.00	379.44	0.00
7+500.00	23.30	0.00	20.00	429.47	0.00
7+520.00	21.21	0.00	20.00	445.11	0.00
7+540.00	18.86	0.00	20.00	400.72	0.00
7+560.00	17.40	0.00	20.00	362.58	0.00
7+580.00	19.24	0.00	20.00	366.36	0.00
7+600.00	20.71	0.00	20.00	399.46	0.00
7+620.00	20.53	0.00	20.00	412.34	0.00
7+640.00	19.79	0.00	20.00	403.20	0.00
7+660.00	21.40	0.00	20.00	411.91	0.00
7+680.00	23.65	0.00	20.00	450.45	0.00
7+700.00	26.63	0.00	20.00	502.76	0.00
7+720.00	24.33	0.00	20.00	509.61	0.00
7+740.00	23.45	0.00	20.00	477.85	0.00
7+760.00	21.70	0.00	20.00	451.55	0.00
7+780.00	20.12	0.00	20.00	418.20	0.00
7+800.00	20.05	0.00	20.00	401.63	0.00
7+820.00	24.58	0.00	20.00	446.24	0.00
7+840.00	25.08	0.00	20.00	496.55	0.00
7+860.00	25.45	0.00	20.00	505.24	0.00
7+880.00	25.81	0.00	20.00	512.61	0.00
7+900.00	27.91	0.00	20.00	537.22	0.00
7+920.00	32.87	0.00	20.00	607.80	0.00
7+940.00	25.98	0.00	20.00	588.47	0.00
TOTAL	VOLUMEN	CORTE	=	44,099.24m³	

Cálculo de concentración de sedimentos en función de la pendiente

Es difícil establecer una ecuación dinámica del transporte de sedimentos en un flujo de agua y sólidos, por lo que se han ido proponiendo un gran número de ecuaciones de carácter empírico o semiempírico validas de forma aproximada para las condiciones experimentales bajo las que fueron desarrolladas según Graf (1971), Las ecuaciones para transporte de fondo pueden clasificarse en ecuaciones basadas en exceso de tensión crítica de sedimento, en exceso de caudal líquido por unidad de ancho respecto al valor crítico, así como aquellas basadas en consideraciones probabilísticas o las basadas en el concepto de potencia de flujo. Entre las variables pertinentes para el análisis del transporte de sedimentos se incluyen las relacionadas con las características hidráulicas del flujo y con las características geomorfológicas y granulométricas del cauce. Sin embargo, en lechos de material grueso o grava y en base a la pendiente se da una serie de circunstancias que permiten cálculos más sencillos para el transporte de sedimentos.

Smart y Jaeggi (1983), obtienen la expresión recomendada para pendientes entre el 0.2 y 20%

$$C = \frac{4.0}{(\frac{ps}{p})-1} (\frac{d_{90}}{d_{30}})^{0.2} S^{1.6} \quad (1 - \frac{t_c}{t}).$$

En los ensayos realizados $(\frac{ps}{p}) = 2.68$ para granulometría sensiblemente uniforme

$(\frac{d_{90}}{d_{30}})^{0.2} = 1.05$ y si $(\frac{t_c}{t}) = 0$ se escribe:

$$C = 2.5\, S^{1.6}$$

Donde:
C= concentración de sedimentos por unidad de caudal líquido.
d=diámetro intermedio de la partícula para el que i % de la muestra en inferior
S=Pendiente del ángulo que forma el lecho con la horizontal
P=Densidad del fluido
Ps=Densidad de partículas del sedimento
t=tensión de corte en el lecho
tc=Tensión de corte crítica en el lecho

Para esta ecuación es necesario estimar el caudal líquido y la pendiente media.

Pendiente media del terreno

Se obtuvo mediante la ecuación:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} \; x \; 100$$

Donde:

S= Pendiente media del terreno (%).

Hf= Altura más alta del terreno (m).

Hi= Altura más baja del terreno (m)

L= Longitud del terreno (m).

Si el nivel de la parte alta es de 1 866 msnm y la elevación en la parte baja es de 1 855 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 11 m. Si la longitud del terreno es de 5 612 m en línea recta, entonces la pendiente media del terreno sería de:

S= 1 866-1 855/5 612*100

S=0 .001960 Esto es; S = 0.1960%

Caudal liquido

Existen diversas maneras convenientes de medir la cantidad de agua en un rio o canal. El método que se emplee dependerá de varios factores:

- la exactitud del resultado que se necesite;
- la cantidad de agua existente en el arroyo, rio o canal que va a medir;
- el material que puede usar.

Para este caso se utilizó el método del flotador, donde para calcular el caudal de agua (en m^3) se multiplica la velocidad media del agua (en m/s) por la anchura media (en m) y por la profundidad media (en m).

Para determinar la velocidad media del agua se utilizaron 2 tipos de flotadores 1 con un trozo de madera de 30 x 5 cm y una botella de 10 cm de altura la cual se llenó con materiales de tierra, piedra y agua para que pudiera flotar encima de la superficie.

Se trazó un tramo de longitud A a B a lo largo del rio, a una distancia de 10 m. Para ello se ubicó un área donde el agua está tranquila y exenta de plantas acuáticas con la finalidad de que el flotador se mueva de forma adecuada.

Se colocó una persona en el centro del rio a unos pocos metros aguas arriba de la línea A para poner el flotador en el centro de la corriente y otra en la línea B, utilizando un reloj se cronometro el tiempo en segundos que tardo el flotador en recorrer la distancia conocida de A a B, repitiendo la operación en 3 momentos distintos, con lo cual se calculó la velocidad mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{d}{t} * 0.85$$

Donde:

V= velocidad de la superficie del agua (m/s)

d= distancia del punto A al punto B (10m)

t= tiempo medio en segundos que tardo el recorrido el flotador del punto A al B

coeficiente de corrección= 0.85

$$V = \frac{10}{17.45} * 0.85$$

V=0.487

Se midió la anchura y la profundidad del rio en varios lugares del tramo de interés obteniendo los siguientes resultados:

Ancho	Profundo
34	4
7.77	4.15
8.22	3.02
15.7	4.05
12	4.22
10	3.68
15	4
10	4.25
5.2	3.75
20	3.8
13.789	3.892

Para calcular el caudal líquido se utilizó la siguiente ecuación:

$$Caudal = V * a * p$$

Donde:

V= velocidad de la superficie del agua (m/s)

a= promedio de la anchura

p=promedio de la profundidad

$$\text{Caudal} = 0.487 * 13.789 * 3.892$$

Caudal = 26.14 m^3/s

Magnitud de concentración de sedimentos:

Por lo que para calcular el transporte de sedimentos del rio con caudal liquido de 23.14 m^3/s y con una pendiente media de 0.1960% se tiene que:

$$Q_s = 2.5 * 0.1960^{1.6}\ 26.14$$

$$Q_s = 4.82 m^3/s$$

Los resultados arrojan que la capacidad de transporte de sedimentos para el rio es de 4.82m^3/s aproximadamente.

Estas cifras indican que la recarga de sedimentos es mayor a lo que se pretende extraer, por lo que en ningún momento se afectaría de forma significativa las tasas de erosión del lecho del rio. Se resalta que la extracción que pretende realizarse se llevaría a cabo por secciones, a fin de formar presas filtrantes las cuales servirían para filtrar y captar el agua y sedimentos, con lo cual se promovería la infiltración y se depositarían nuevamente los sedimentos en el proceso natural de la escorrentía del rio, el sitio volverá a su estado natural.

ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA EL RÍO TUNAL:

Determinación de las características fisiográficas

Para determinar el área de la Cuenca, se empleó el programa SIMULADOR DE FLUJOS DE AGUA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS SIATL de INEGI obteniendo un área de 1,956.88 km ^{2} desde su origen hasta su cruce con el Puente Gabino Santillán. En las siguientes figuras se presenta el resultado del programa SIATL.

Figura 40. Cuenca del Río Tunal hasta la presa Guadalupe Victoria

Figura 41. Cuenca del Río Tunal desde la presa Guadalupe Victoria hasta el Puente Gabino Santillán

La longitud del cauce principal (L), expresado en kilómetros, es la distancia desde su origen en el parteaguas hasta su cruce con el Puente Gabino Santillán, medida perpendicularmente a las curvas de nivel.

La pendiente media del cauce principal (Sc), desde su origen hasta su cruce con el eje de la obra, se calcula mediante la expresión de Taylor-Schwarz como sigue:

$$S_c = \left[\frac{L}{\sum_{j=1}^{N} \frac{L_j}{\sqrt{S_{cj}}}} \right]^2$$

Donde:

Sc = Pendiente media del cauce principal.

Scj = Pendiente del tramo j.

L = Longitud del cauce principal (m).

Lj = Longitud del tramo j. (m)

N = Número de tramos.

Tramo No.	Long. Hor (m)	Desnivel (m)	Pendiente en decimal	Raíz de la pendiente	L/Raíz
1	51,000.00	460.00	0.0090	0.0950	537,002.5504
2	29,000.00	210.00	0.0072	0.0851	340,790.3978
3	17,000.00	75.00	0.0044	0.0664	25,5942.7019
4	9,000.00	35.00	0.0039	0.0624	14,4321.0706
5	7,000.00	20.00	0.0029	0.0535	130,958.0085
6	4,000.00	40.00	0.0100	0.1000	40000.0000
7	18,000.00	20.00	0.0011	0.0333	540,000.0000
Suma	**135,000.00**				1,989,014.7293

L = 135.0 km

Pendiente media del cauce principal *Sc = 0.00460672*

Por otro lado, el coeficiente de escurrimiento de la cuenca permite inferir, mediante el Método Racional, la infiltración del agua en el suelo y la relación entre el agua que escurre y que se precipita, factores que determinan el escurrimiento en el cauce principal debido a la precipitación sobre la cuenca. Este coeficiente está determinado por las condiciones de la superficie de la cuenca, dadas por la geología, el tipo y el uso del suelo, el tipo y densidad de la vegetación y la existencia de cuerpos de agua, naturales o construidos por el hombre.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{k} C_i A_i}{A}$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca,
adimensional *Ci* = Coeficiente de escurrimiento de la zona i,
adimensional *Ai* = Área de la zona i, (km^2)
A = Área total de la cuenca, (km^2)
k = Número de zonas identificadas

Se emplea el programa SIATL, INEGI, 2024 para determinar los coeficientes de escurrimiento para las distintas zonas que componen la cuenca de estudio. En la siguiente figura se presentan la distribución de áreas mencionadas. A continuación, se muestran los cálculos correspondientes para la determinación del coeficiente de escurrimiento de la cuenca.

Figura 42. Distribución de los Coeficientes de Escurrimiento en la Cuenca hasta la presa Guadalupe Victoria (programa SIATL, INEGI, 2024)

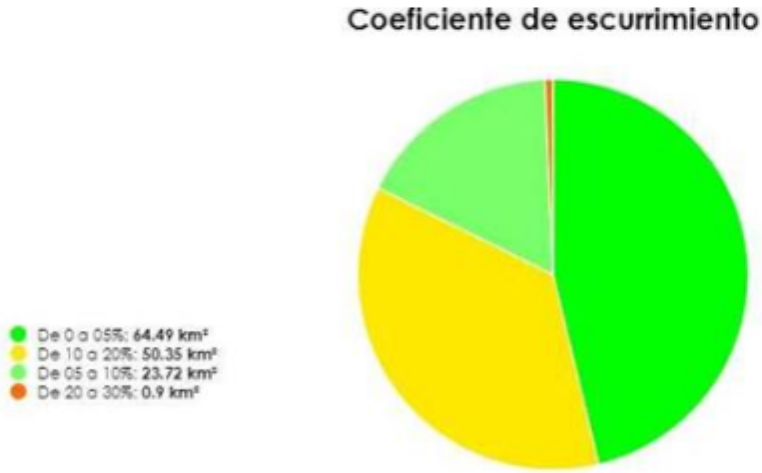


Figura 43. Distribución de los Coeficientes de Escurrimiento en la Cuenca desde la presa Guadalupe Victoria hasta el Puente Gabino Santillán (programa SIATL, INEGI, 2024)

Coef. de Escurrimiento	Área (km2)	C x A
0.2	1880.0	376.0
0.1	57.3	5.7
0.05	19.5	1.0
0	0.0	0.0
Total	1956.9	382.7

Coeficiente de escurrimiento de la cuenca *C = 0.1955756*

Los coeficientes de rugosidad permiten determinar, mediante el Método de Manning, la velocidad y el gasto del flujo para cada uno de los tramos de las secciones hidráulicas consideradas. Para el efecto se consideran los coeficientes de rugosidad de Manning (n) presentados en Manual M-PRY-CAR-1-06-003y en particular se adopta lo siguiente:

0.070 Ríos con hierbas y arbustos sin cortar en las paredes con máximo escurrimiento

0.028 Dragado sin vegetación

Por otro lado, el funcionamiento hidráulico del cauce principal es el comportamiento del río, debido a los almacenamientos de agua, natural o artificial u otras obras hidráulicas que puedan influir en su comportamiento.

En la cuenca del Río Tunal, existe una presa llamada "Presa Guadalupe Victoria". En la Figura siguiente se muestra una fotografía aérea donde se ubica la presa mencionada.

Figura 44. Localización de la Presa Guadalupe Victoria

Determinación de las características hidrológicas

La precipitación está caracterizada por la intensidad de las lluvias y su distribución en el tiempo, que permiten estimar los escurrimientos que han de utilizarse en el diseño de la obra. La intensidad de lluvia (I), expresada normalmente en mm/hr, es la relación entre un incremento de altura de precipitación (P) ocurrida y el tiempo de duración (t) que la generó; su variación se presenta de forma gráfica mediante curvas intensidad-duración-periodo de retorno.

Las características de precipitación se determinan mediante la utilización de las Isoyetas de intensidad – duración – frecuencia de la República Mexicana, editada por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.

El procedimiento empleado es el siguiente:
Se ubica la cuenca que se estudia en mapas geográficos e interpolando las isoyetas se estima la intensidad de lluvia (I) para cada duración de tormenta (t) y periodo de retorno (Tr), asentándola en un registro.

A continuación, se presenta el registro de la intensidad de lluvia (I) para cada duración de tormenta (t) y periodo de retorno (Tr) para la cuenca.

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(min)	Intensidad de lluvia I (mm/hr)							
5	160	200	275	330	385	440	540	600
10	120	150	220	250	300	350	400	450
15	100	130	180	225	260	300	330	385
20	90	110	150	190	220	260	300	330
30	70	90	120	150	180	200	240	275
40	60	70	100	130	150	180	195	220
60	45	55	80	90	110	130	150	165
90	30	40	55	70	80	90	110	120
120	25	35	45	55	65	70	90	100
150	20	25	35	45	55	60	70	80
180	18	20	30	35	45	50	60	70
210	15	19	25	33	40	45	55	60
240	14	18	20	30	35	40	45	55

El cuadro anterior se puede representar mediante la Figura 45

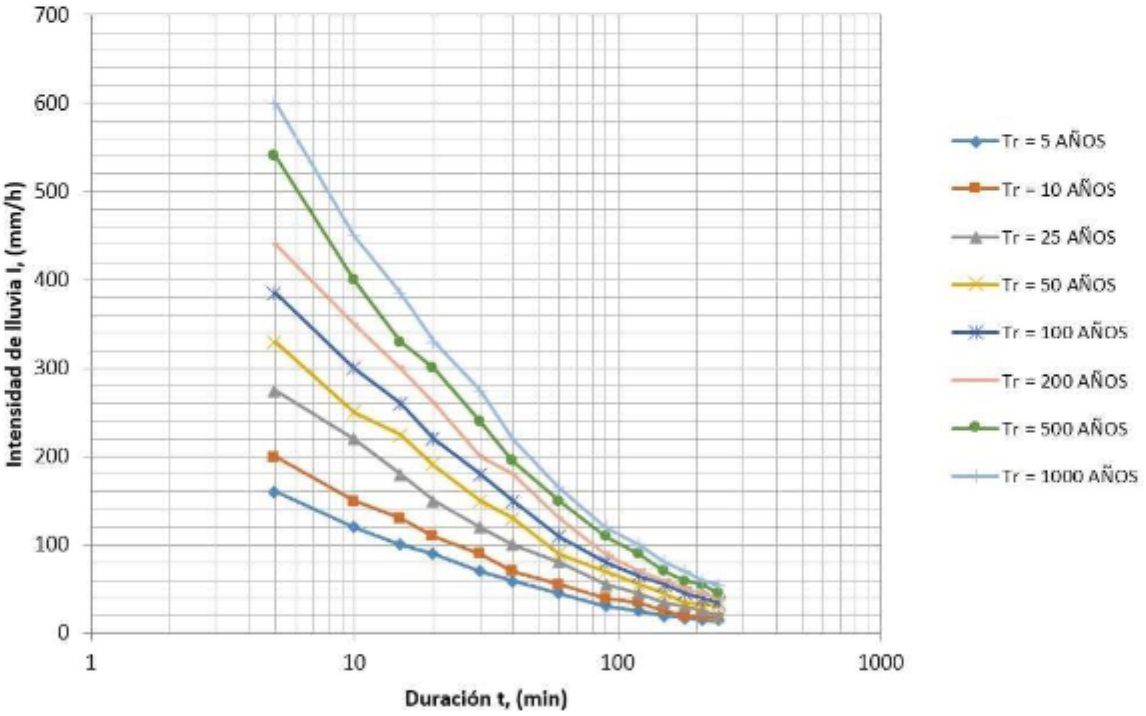


Figura 45. Intensidad de Lluvia (I) - Duración de Tormenta (t) y Periodo de Retorno (Tr) de la cuenca en estudio.

Análisis hidrológico por el Método Racional

Para calcular el gasto máximo por el Método Racional, se requiere determinar el tiempo de concentración (tc), que corresponde al tiempo requerido para que el agua escurra desde el punto más lejano de la cuenca hasta el sitio donde se construirá el puente (Ecuación de Kirpich):

$$t_c = 0.0662 \frac{L^{0.77}}{S_c^{0.385}}$$

Donde:
tc = Tiempo de concentración, (h)
L = Longitud del cauce principal, (Km)
Sc = Pendiente media del cauce principal, adimensional
Reemplazando los valores correspondientes se obtiene: **tc = 19.430346 hr.**

Con el tiempo de concentración obtenido se entra verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determina horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora para un **tc = 19.430346 hr = 1,165.82** minutos obteniendo en forma tabular los siguientes resultados:

Tr	INTENSIDAD
AÑOS	MM/HR
1000	22.02
500	19.24
200	15.99
100	14.56
50	11.87
25	8.71
10	6.85
5	5.44

El gasto máximo correspondiente a un Periodo de Retorno, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q\text{Tr} = 0.278CIA$$

Donde:
Qtr = Gasto máximo para el Periodo de Retorno Tr establecido, (m^3/s)
C = Coeficiente de escurrimiento
I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración tc
A = Área de la cuenca (km^2)

A continuación, se presenta de manera tabular el gasto correspondiente a distintas intensidades de lluvia asociadas a los diferentes periodos de retorno:

Tr AÑOS	INTENSIDAD MM/HR	GASTO M^3/S
1000	22.02	2343.21
500	19.24	2047.57
200	15.99	1701.29
100	14.56	1548.69
50	11.87	1263.34
25	8.71	927.03
10	6.85	728.56
5	5.44	578.54

A continuación, se presenta la relación que guarda el gasto para diferentes periodos de retorno obtenido por el Método Racional.

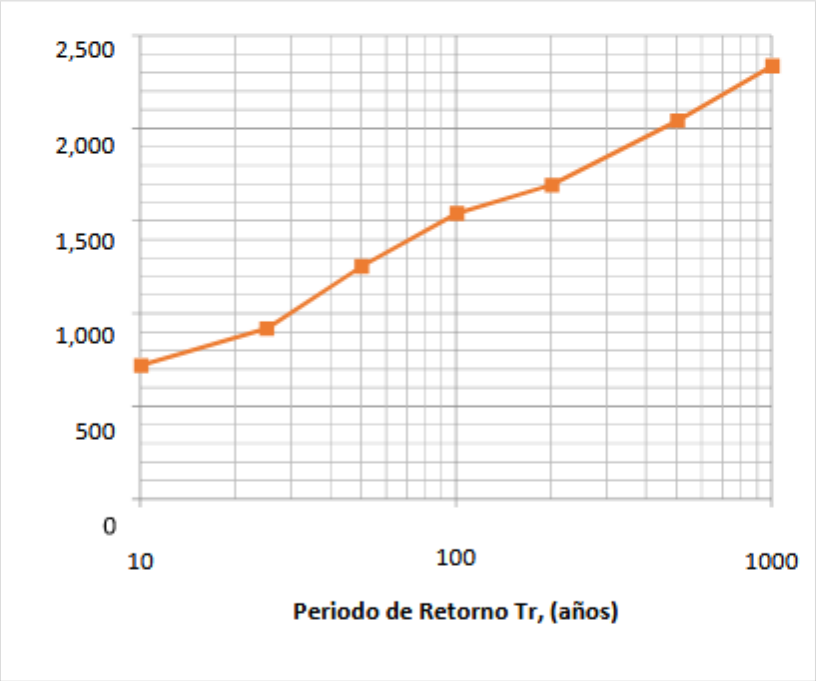


Figura 46. Gasto para distintos Periodos de Retorno (Método Racional)

El número de escurrimiento h es función del tipo de suelo, uso de la tierra y de la condición de la superficie. El número de escurrimiento h para toda la cuenca se obtiene con la siguiente ecuación:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{k} h_i A_i}{A}$$

Donde:
h = Número de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional
hi =Número de escurrimiento de la zona i, adimensional
Ai = Área de la zona i, km^2
A = Área total de la cuenca, km^2
K = Número de zonas identificadas

Para la cuenca en estudio se calculó lo siguiente:

Zona	Tipo de Suelo	Descripción Superficie	Ai (Km^2)	hi	Aihi
1	D	Leptosol	691.27	76	52,536.4
2	B	Luvisol	609.39	60	36,563.3765
3	A	Regosol	294.80	36	10,612.7306
4	B	Phaeozem	164.34	35	5,751.80409
5	C	Cambisol	94.53	70	6,617.39237
6	C	Umbrisol	61.38	70	4,296.38351
7	C	Lixisol	37.83	70	2,647.8586
8	D	Localidad	3.35	89	298.061204
Total			1956.88		119,324.007
		Número de escurrimiento =		***60.9766602***	

Por otro lado, la Intensidad de lluvia se determina como sigue:
Para una duración de tormenta t, se entra verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determina horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora.

A continuación, se presentan en forma tabular los resultados.

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(min)	Intensidad de lluvia I (mm/hr)							
5	160	200	275	330	385	440	540	600
10	120	150	220	250	300	350	400	450
15	100	130	180	225	260	300	330	385
20	90	110	150	190	220	260	300	330
30	70	90	120	150	180	200	240	275
40	60	70	100	130	150	180	195	220
60	45	55	80	90	110	130	150	165
90	30	40	55	70	80	90	110	120
120	25	35	45	55	65	70	90	100
150	20	25	35	45	55	60	70	80
180	18	20	30	35	45	50	60	70
210	15	19	25	33	40	45	55	60
240	14	18	20	30	35	40	45	55

La altura de precipitación P correspondiente a la intensidad de lluvia se determina multiplicando ésta por la duración de la tormenta seleccionada y se transforma a centímetros. A continuación, se presentan los resultados.

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(hr)	Altura de precipitación P (cm)							
0.0833	1.3333	1.6667	2.2917	2.7500	3.2083	3.6667	4.5000	5.0000
0.1667	2.0000	2.5000	3.6667	4.1667	5.0000	5.8333	6.6667	7.5000
0.2500	2.5000	3.2500	4.5000	5.6250	6.5000	7.5000	8.2500	9.6250
0.3333	3.0000	3.6667	5.0000	6.3333	7.3333	8.6667	10.0000	11.0000
0.5000	3.5000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.0000	12.0000	13.7500
0.6667	4.0000	4.6667	6.6667	8.6667	10.0000	12.0000	13.0000	14.6667
1.0000	4.5000	5.5000	8.0000	9.0000	11.0000	13.0000	15.0000	16.5000
1.5000	4.5000	6.0000	8.2500	10.5000	12.0000	13.5000	16.5000	18.0000
2.0000	5.0000	7.0000	9.0000	11.0000	13.0000	14.0000	18.0000	20.0000
2.5000	5.0000	6.2500	8.7500	11.2500	13.7500	15.0000	17.5000	20.0000
3.0000	5.4000	6.0000	9.0000	10.5000	13.5000	15.0000	18.0000	21.0000
3.5000	5.2500	6.6500	8.7500	11.5500	14.0000	15.7500	19.2500	21.0000
4.0000	5.6000	7.2000	8.0000	12.0000	14.0000	16.0000	18.0000	22.0000

La precipitación en exceso Pe se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{\left[P - \frac{508}{h} + 5.08\right]^2}{P + \frac{2032}{h} - 20.32}$$

Donde:
Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido
P = Altura de precipitación para la duración de tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido
h = Número de escurrimiento de la cuenca

Se obtienen los siguientes resultados:

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(min)	Precipitación en exceso Pe (cm)							
5	0.2565	0.1711	0.0602	0.0159	0.0001	0.0104	0.0891	0.1699
10	0.1043	0.0364	0.0104	0.0488	0.1699	0.3540	0.5931	0.8805
15	0.0364	0.0000	0.0891	0.3025	0.5412	0.8805	1.1757	1.7953
20	0.0039	0.0104	0.1699	0.4913	0.8194	1.3534	1.9800	2.5015
30	0.0038	0.0891	0.3976	0.8805	1.5020	1.9800	3.0612	4.1200
40	0.0330	0.1134	0.5931	1.3534	1.9800	3.0612	3.6549	4.7095
60	0.0891	0.2733	1.0737	1.5020	2.5015	3.6549	4.9292	5.9495
90	0.0891	0.3976	1.1757	2.2356	3.0612	3.9632	5.9495	7.0162
120	0.1699	0.7026	1.5020	2.5015	3.6549	4.2786	7.0162	8.4997
150	0.1699	0.4671	1.3900	2.6380	4.1200	4.9292	6.6559	8.4997
180	0.2509	0.3976	1.5020	2.2356	3.9632	4.9292	7.0162	9.2643
210	0.2189	0.5878	1.3900	2.8049	4.2786	5.4331	7.9359	9.2643
240	0.2966	0.7718	1.0737	3.0612	4.2786	5.6039	7.0162	10.0423

El factor de escurrimiento X, se determina con la siguiente ecuación:

$$X = \frac{Pe}{t}$$

Donde:
X = Factor de escurrimiento, cm/hr
Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido

t = Duración de la tormenta seleccionada en hora
Se obtienen los siguientes resultados:

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(hr)	Factor de escurrimiento X (cm/hr)							
0.0833	3.0781	2.0533	0.7221	0.1912	0.0014	0.1243	1.0694	2.0387
0.1667	0.6259	0.2183	0.0622	0.2929	1.0194	2.1239	3.5585	5.2829
0.2500	0.1455	0.0000	0.3565	1.2101	2.1648	3.5219	4.7030	7.1814
0.3333	0.0118	0.0311	0.5097	1.4739	2.4583	4.0601	5.9400	7.5044
0.5000	0.0075	0.1782	0.7953	1.7610	3.0040	3.9600	6.1225	8.2400
0.6667	0.0495	0.1701	0.8896	2.0301	2.9700	4.5919	5.4823	7.0643
1.0000	0.0891	0.2733	1.0737	1.5020	2.5015	3.6549	4.9292	5.9495
1.5000	0.0594	0.2651	0.7838	1.4904	2.0408	2.6421	3.9663	4.6775
2.0000	0.0849	0.3513	0.7510	1.2507	1.8274	2.1393	3.5081	4.2499
2.5000	0.0680	0.1868	0.5560	1.0552	1.6480	1.9717	2.6624	3.3999
3.0000	0.0836	0.1325	0.5007	0.7452	1.3211	1.6431	2.3387	3.0881
3.5000	0.0625	0.1679	0.3971	0.8014	1.2225	1.5523	2.2674	2.6469
4.0000	0.0741	0.1930	0.2684	0.7653	1.0696	1.4010	1.7540	2.5106

El tiempo de retraso *tr* se calcula con la siguiente ecuación:

$$t_r = 0.00505 \left(\frac{L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.64}$$

Donde:
Tr=Tiempo de retraso en horas
L = Longitud del cauce principal en metros
Sc = Pendiente media del cauce principal, en % Obteniendo un **tr = 12.428528 hr**

Con la relación entre la duración de tormenta seleccionada y el tiempo de retraso (t / tr) y con ayuda de la Figura siguiente, se determina el Factor de Reducción Pico (Z), adimensional.

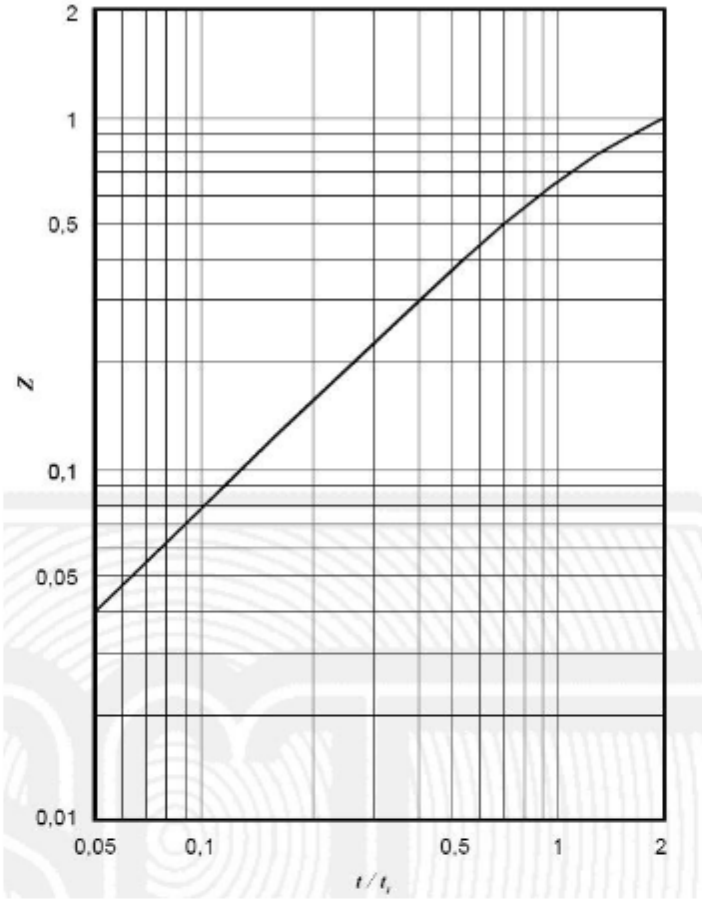


Figura 47. Obtención del factor de reducción pico *Z*, con base en la relación (*t / tr*)

Obteniendo los siguientes resultados:

t / tr	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
	Factor de reducción pico Z							
0.0067	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
0.0134	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083
0.0201	0.0138	0.0138	0.0138	0.0138	0.0138	0.0138	0.0138	0.0138
0.0268	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194	0.0194
0.0402	0.0303	0.0303	0.0303	0.0303	0.0303	0.0303	0.0303	0.0303
0.0536	0.0413	0.0413	0.0413	0.0413	0.0413	0.0413	0.0413	0.0413
0.0805	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630
0.1207	0.0950	0.0950	0.0950	0.0950	0.0950	0.0950	0.0950	0.0950
0.1609	0.1266	0.1266	0.1266	0.1266	0.1266	0.1266	0.1266	0.1266
0.2012	0.1576	0.1576	0.1576	0.1576	0.1576	0.1576	0.1576	0.1576
0.2414	0.1881	0.1881	0.1881	0.1881	0.1881	0.1881	0.1881	0.1881
0.2816	0.2180	0.2180	0.2180	0.2180	0.2180	0.2180	0.2180	0.2180
0.3218	0.2474	0.2474	0.2474	0.2474	0.2474	0.2474	0.2474	0.2474

El gasto que producirá la precipitación con la duración de tormenta seleccionada, para el periodo de retorno establecido, se calcula con la siguiente ecuación:

Donde:

$$Q = 2.78AXZ$$

Q = Gasto para la duración de la tormenta seleccionada, y para el periodo de retorno establecido (m^3/s)
A = Área de la cuenca, (km^2)
X = Factor de escurrimiento, (cm/h)
Z = Factor de reducción pico, adimensional

Se repite el procedimiento indicado para otras duraciones de tormenta con el periodo de retorno establecido y se selecciona como gasto máximo para ese periodo de retorno el gasto que resulte mayor, obteniendo los siguientes resultados:

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(min)	Gasto (m3/s)							
5	46.235	30.842	10.846	2.872	0.020	1.868	16.063	30.623
10	28.286	9.866	2.810	13.239	46.068	95.986	160.820	238.751
15	10.956	0.000	26.836	91.100	162.978	265.150	354.065	540.654
20	1.244	3.273	53.668	155.196	258.848	427.521	625.465	790.199
30	1.240	29.422	131.282	290.698	495.899	653.713	1010.697	1360.260
40	11.110	38.196	199.755	455.830	666.881	1031.056	1230.994	1586.206
60	30.521	93.614	367.740	514.427	856.744	1251.772	1688.216	2037.662
90	30.715	137.054	405.249	770.573	1055.135	1366.009	2050.636	2418.306
120	58.497	241.911	517.165	861.304	1258.433	1473.191	2415.795	2926.607
150	58.264	160.189	476.692	904.693	1412.935	1690.430	2282.593	2914.933
180	85.579	135.618	512.276	762.496	1351.691	1681.157	2392.959	3159.704
210	74.182	199.201	471.059	950.561	1449.975	1841.219	2689.407	3139.588
240	99.809	259.749	361.345	1030.227	1439.908	1885.915	2361.217	3379.622
Máximo	**99.809**	**259.749**	**517.165**	**1030.227**	**1449.975**	**1885.915**	**2689.407**	**3379.622**

Resultados hidrológicos
De la tabla anterior se obtienen los Gastos para diferentes periodos de retorno. A continuación, se presentan los resultados de forma tabular y gráfica.

Tr	Q (m3/s)
Años	Chow
5	99.81
10	259.75
25	517.16
50	1030.23
100	1449.97
200	1885.92
500	2689.41
1000	3379.62

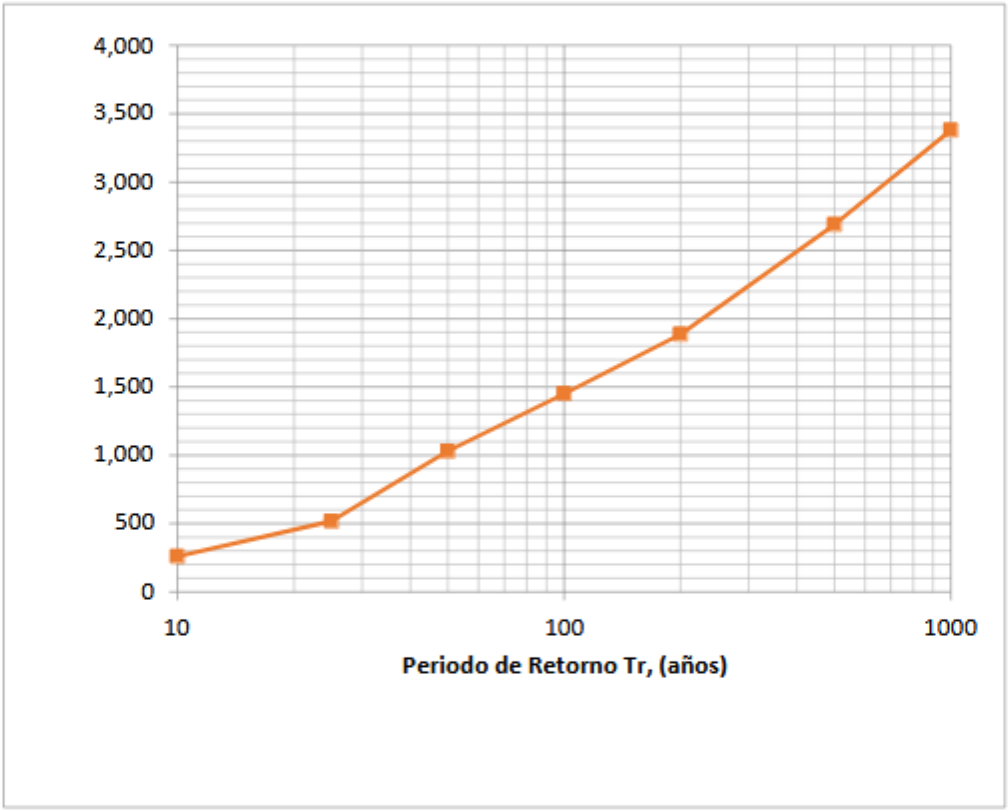


Figura 48. Gasto para distintos Periodos de Retorno (Método de Chow)

ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA EL RÍO ARROYO SECO

Determinación de las características fisiográficas

Para determinar el área de la Cuenca, se empleó el programa SIMULADOR DE FLUJOS DE AGUA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS SIATL de INEGI,obteniendo un área de **168.30 km²** desde su origen hasta su cruce con el río Tunal. En la Figura 49 se presenta el resultado del programa SIATL.

Índices del cauce principal

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	2521 m
Elevación media	2195 m
Elevación mínima	1870 m
Longitud	44656 m
Pendiente media	1.4578 %
Tiempo de concentración	373.33 (min)
Área drenada	168.30 km2

Figura 49. Área de la cuenca del Arroyo Seco.

La longitud del cauce principal (L), expresado en kilómetros, es la distancia desde su origen en el parteaguas hasta su cruce con el Río Tunal, medida perpendicularmente a las curvas de nivel.

La pendiente media del cauce principal (Sc), desde su origen hasta su cruce con el eje de la obra, se calcula mediante la expresión de Taylor-Schwarz como sigue:

$$S_c = \left[\frac{L}{\sum_{j=1}^{N} \frac{L_j}{\sqrt{S_{cj}}}} \right]^2$$

Donde:

Sc = Pendiente media del cauce principal.

Scj = Pendiente del tramo j.

L = Longitud del cauce principal (m).

Lj = Longitud del tramo j. (m)

N = Número de tramos.

Tramo No.	Long. Hor (m)	Desnivel (m)	Pendiente en decimal	Raíz de la pendiente	L/Raíz
1	4,131.20	305.00	0.0738	0.27171387	15,204.2293
2	7,131.20	135.00	0.0189	0.13758959	51,829.5026
3	5,131.20	95.00	0.0185	0.13606685	37,710.8752
4	5,131.20	66.00	0.0129	0.11341291	45,243.5262
5	23,131.20	50.00	0.0022	0.04649282	497,521.947
Suma	**44,656.00**				647510.08

L = 44.656 km

Pendiente media del cauce principal *Sc = 0.00475627*

Por otro lado, el coeficiente de escurrimiento de la cuenca permite inferir, mediante el Método Racional, la infiltración del agua en el suelo y la relación entre el agua que escurre y que se precipita, factores que determinan el escurrimiento en el cauce principal debido a la precipitación sobre la cuenca. Este coeficiente está determinado por las condiciones de la superficie de la cuenca, dadas por la geología, el tipo y el uso del suelo, el tipo y densidad de la vegetación y la existencia de cuerpos de agua, naturales o construidos por el hombre.

El coeficiente de escurrimiento de la cuenca (C) se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{k} C_i A_i}{A}$$

Donde:
C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca, adimensional
Ci = Coeficiente de escurrimiento de la zona i, adimensional
Ai = Área de la zona i, (km^2)
A = Área total de la cuenca, (km^2)
k = Número de zonas identificadas

Se emplea el programa SIATL, INEGI, 2024 para determinar los coeficientes de escurrimiento para las distintas zonas que componen la cuenca de estudio. En la Figura 50 se presentan la distribución de áreas mencionadas. A continuación, se muestran los cálculos correspondientes para la determinación del coeficiente de escurrimiento de la cuenca.

Figura 50. Distribución de los Coeficientes de Escurrimiento en la Cuenca (programa SIATL, INEGI, 2024)

Coef. de Escurrimiento	Área (km2)	C x A
0.1	87.7	8.8
0.2	45.9	9.2
0.05	33.8	1.7
0.3	0.9	0.3
Total	168.3	19.9

Coeficiente de escurrimiento de la cuenca *C = 0.1182998*

Los coeficientes de rugosidad permiten determinar, mediante el Método de Manning, la velocidad y el gasto del flujo para cada uno de los tramos de las secciones hidráulicas consideradas. Para el efecto se consideran los coeficientes de rugosidad de Manning (n) presentados en Manual M-PRY-CAR-1-06-003 y en particular se adopta lo siguiente:

0.070 Ríos con hierbas y arbustos sin cortar en las paredes con máximo escurrimiento
0.028 Dragado sin vegetación

Por otro lado, el funcionamiento hidráulico del cauce principal es el comportamiento del río, debido a los almacenamientos de agua, natural o artificial u otras obras hidráulicas que puedan influir en su comportamiento.

En la cuenca del Arroyo Seco, existe una presa llamada "Presa de Garabitos". En la Figura 51 se muestra una fotografía aérea donde se ubica la presa mencionada.

Figura 51. Localización del puente y la Presa de Garabitos

En la Figura 52 se puede apreciar la cortina de la Presa Garabitos, que cuenta con un vertedor de demasías al norte y una compuerta para canal de riego al centro de dicha cortina.

Figura 52. Cortina de la Presa de Garabitos

Determinación de las características hidrológicas

La precipitación está caracterizada por la intensidad de las lluvias y su distribución en el tiempo, que permiten estimar los escurrimientos que han de utilizarse en el diseño de la obra. La intensidad de lluvia (I), expresada normalmente en mm/hr, es la relación entre un incremento de altura de precipitación (P) ocurrida y el tiempo de duración (t) que la generó; su variación se presenta de forma gráfica mediante curvas intensidad-duración-periodo de retorno.

Las características de precipitación se determinan mediante la utilización de las Isoyetas de intensidad – duración – frecuencia de la República Mexicana, editada por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.

El procedimiento empleado es el siguiente:

Se ubica la cuenca que se estudia en mapas geográficos e interpolando las isoyetas se estima la intensidad de lluvia (I) para cada duración de tormenta (t) y periodo de retorno (Tr), asentándola en un registro.
A continuación, se presenta el registro de la intensidad de lluvia (I) para cada duración de tormenta (t) y periodo de retorno (Tr) para la cuenca.

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(min)	Intensidad de lluvia I (mm/hr)							
5	160	200	275	330	385	440	540	600
10	120	150	220	250	300	350	400	450
15	100	130	180	225	260	300	330	385
20	90	110	150	190	220	260	300	330
30	70	90	120	150	180	200	240	275
40	60	70	100	130	150	180	195	220
60	45	55	80	90	110	130	150	165
90	30	40	55	70	80	90	110	120
120	25	35	45	55	65	70	90	100
150	20	25	35	45	55	60	70	80
180	18	20	30	35	45	50	60	70
210	15	19	25	33	40	45	55	60
240	14	18	20	30	35	40	45	55

La tabla anterior se puede representar mediante la Figura 53.

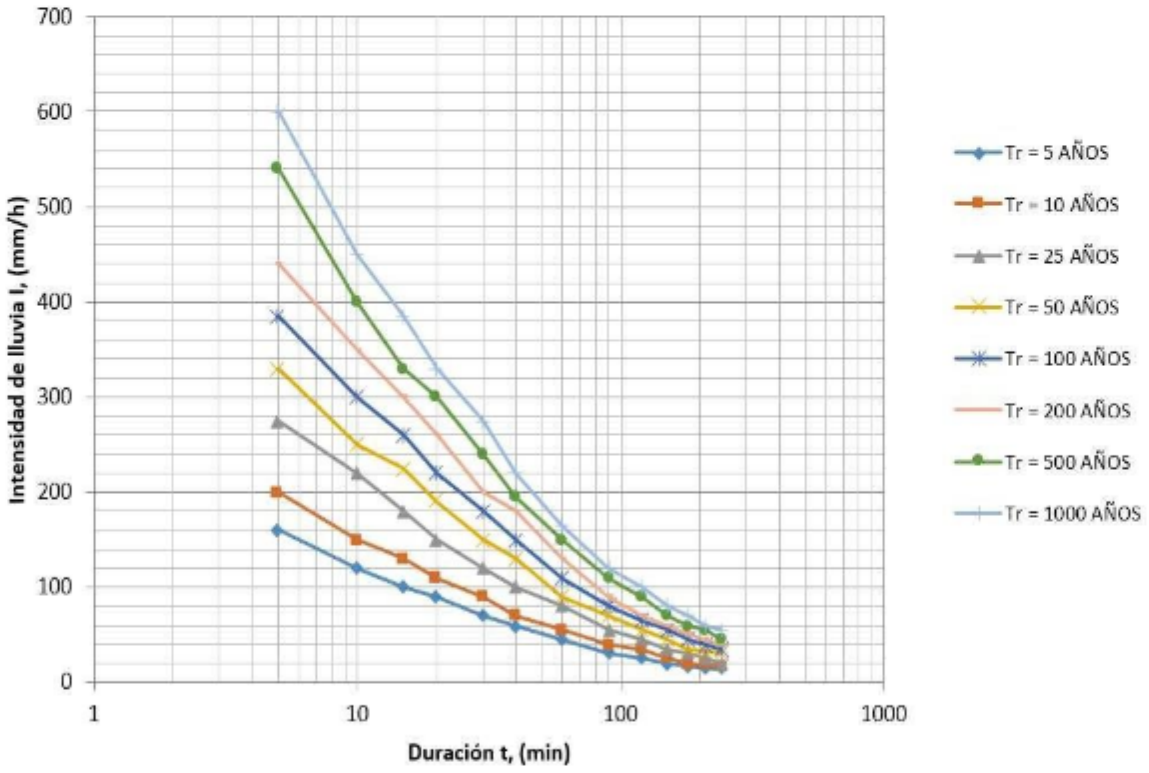


Figura 53. Intensidad de Lluvia (I) - Duración de Tormenta (t) y Periodo de Retorno (Tr) de la cuenca en estudio

Análisis hidrológico por el Método Racional

Para calcular el gasto máximo por el Método Racional, se requiere determinar el tiempo de concentración (tc), que corresponde al tiempo requerido para que el agua escurra desde el punto más lejano de la cuenca hasta el sitio donde se construirá el puente (Ecuación de Kirpich):

$$t_c = 0.0662 \frac{L^{0.77}}{S_c^{0.385}}$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración, (h)

L = Longitud del cauce principal, (Km)

Sc = Pendiente media del cauce principal, adimensional reemplazando los valores correspondientes se obtiene: **tc =6.284 hr.**

Con el tiempo de concentración obtenido se entra verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determina horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora para un tc = 6.284 hr = 377.044 minutos obteniendo en forma tabular los siguientes resultados:

Tr AÑOS	INTENSIDAD MM/HR
1000	45.66
500	40.13
200	33.65
100	30.22
50	24.93
25	18.86
10	14.46
5	11.49

El gasto máximo correspondiente a un Periodo de Retorno, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q\text{Tr} = 0.278CIA$$

Donde:

Qtr = Gasto máximo para el Periodo de Retorno Tr establecido, (m^3/s)

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración tc

A = Área de la cuenca (km^2)

A continuación, se presenta de manera tabular el gasto correspondiente a distintas intensidades de lluvia asociadas a los diferentes periodos de retorno:

Tr AÑOS	INTENSIDAD MM/HR	GASTO M3/S
1000	45.66	252.75
500	40.13	222.11
200	33.65	186.22
100	30.22	167.24
50	24.93	137.97
25	18.86	104.38
10	14.46	80.02
5	11.49	63.61

A continuación, se presenta la relación que guarda el gasto para diferentes periodos de retorno obtenido por el Método Racional.

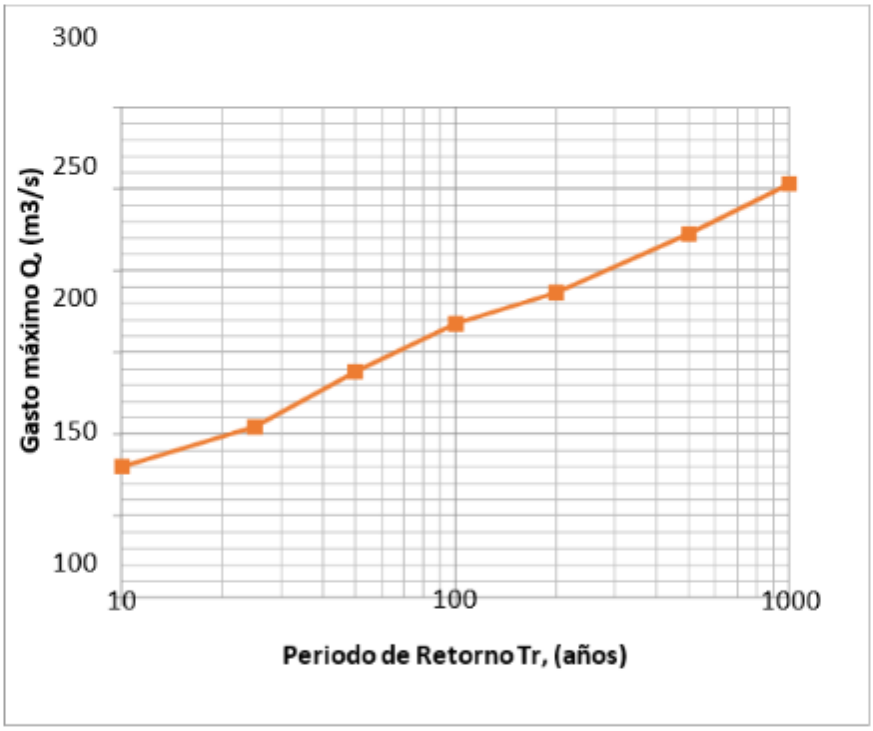


Figura 54. Gasto para distintos Periodos de Retorno (Método Racional)

Análisis hidrológico por el Método de Chow

El número de escurrimiento h es función del tipo de suelo, uso de la tierra y de la condición de la superficie. El número de escurrimiento h para toda la cuenca se obtiene con la siguiente ecuación:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{k} h_i A_i}{A}$$

Donde:

h = Número de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional

hi =Número de escurrimiento de la zona i, adimensional

Ai = Área de la zona i, km^2

A = Área total de la cuenca, km^2

K = Número de zonas identificadas

Para la cuenca en estudio se calculó lo siguiente:

Zona	Tipo de Suelo	Descripción Superficie	Ai (Km2)	hi	Aihi
1	D	Leptosol	101.41	61	6,186.01
2	B	Phaeozem	26.32	44	1,158.08
3	C	Kastanozem	19.24	54	1,038.96
4	D	Localidad	15.17	89	1,350.13
5	C	Cambisol	3.73	79	294.67
Total			165.87		10,027.85
		Número de escurrimiento =		***60.4560801***	

Por otro lado, la Intensidad de lluvia se determina como sigue:

Para una duración de tormenta t, se entra verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determina horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora.

A continuación, se presentan en forma tabular los resultados

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(min)	Intensidad de lluvia I (mm/hr)							
5	160	200	275	330	385	440	540	600
10	120	150	220	250	300	350	400	450
15	100	130	180	225	260	300	330	385
20	90	110	150	190	220	260	300	330
30	70	90	120	150	180	200	240	275
40	60	70	100	130	150	180	195	220
60	45	55	80	90	110	130	150	165
90	30	40	55	70	80	90	110	120
120	25	35	45	55	65	70	90	100
150	20	25	35	45	55	60	70	80
180	18	20	30	35	45	50	60	70
210	15	19	25	33	40	45	55	60
240	14	18	20	30	35	40	45	55

La altura de precipitación P correspondiente a la intensidad de lluvia se determina multiplicando ésta por la duración de la tormenta seleccionada y se transforma a centímetros. A continuación, se presentan los resultados.

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(hr)	Altura de precipitación P (cm)							
0.0833	1.3333	1.6667	2.2917	2.7500	3.2083	3.6667	4.5000	5.0000
0.1667	2.0000	2.5000	3.6667	4.1667	5.0000	5.8333	6.6667	7.5000
0.2500	2.5000	3.2500	4.5000	5.6250	6.5000	7.5000	8.2500	9.6250
0.3333	3.0000	3.6667	5.0000	6.3333	7.3333	8.6667	10.0000	11.0000
0.5000	3.5000	4.5000	6.0000	7.5000	9.0000	10.0000	12.0000	13.7500
0.6667	4.0000	4.6667	6.6667	8.6667	10.0000	12.0000	13.0000	14.6667
1.0000	4.5000	5.5000	8.0000	9.0000	11.0000	13.0000	15.0000	16.5000
1.5000	4.5000	6.0000	8.2500	10.5000	12.0000	13.5000	16.5000	18.0000
2.0000	5.0000	7.0000	9.0000	11.0000	13.0000	14.0000	18.0000	20.0000
2.5000	5.0000	6.2500	8.7500	11.2500	13.7500	15.0000	17.5000	20.0000
3.0000	5.4000	6.0000	9.0000	10.5000	13.5000	15.0000	18.0000	21.0000
3.5000	5.2500	6.6500	8.7500	11.5500	14.0000	15.7500	19.2500	21.0000
4.0000	5.6000	7.2000	8.0000	12.0000	14.0000	16.0000	18.0000	22.0000

La precipitación en exceso Pe se calcula con la siguiente ecuación:

$$r_e = \frac{\left[P - \frac{508}{h} + 5.08\right]^2}{P + \frac{2032}{h} - 20.32}$$

Donde:

Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido
P = Altura de precipitación para la duración de tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido

h = Número de escurrimiento de la cuenca Se obtienen los siguientes resultados:

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(min)	Precipitación en exceso Pe (cm)							
5	0.2706	0.1834	0.0682	0.0205	0.0008	0.0070	0.0779	0.1538
10	0.1144	0.0429	0.0070	0.0408	0.1538	0.3296	0.5603	0.8393
15	0.0429	0.0003	0.0779	0.2802	0.5101	0.8393	1.1270	1.7332
20	0.0064	0.0070	0.1538	0.4618	0.7799	1.3005	1.9142	2.4264
30	0.0019	0.0779	0.3715	0.8393	1.4459	1.9142	2.9771	4.0208
40	0.0265	0.1006	0.5603	1.3005	1.9142	2.9771	3.5620	4.6028
60	0.0779	0.2523	1.0275	1.4459	2.4264	3.5620	4.8198	5.8285
90	0.0779	0.3715	1.1270	2.1652	2.9771	3.8660	5.8285	6.8844
120	0.1538	0.6664	1.4459	2.4264	3.5620	4.1773	6.8844	8.3544
150	0.1538	0.4385	1.3363	2.5606	4.0208	4.8198	6.5276	8.3544
180	0.2308	0.3715	1.4459	2.1652	3.8660	4.8198	6.8844	9.1127
210	0.2003	0.5551	1.3363	2.7248	4.1773	5.3178	7.7955	9.1127
240	0.2745	0.7336	1.0275	2.9771	4.1773	5.4867	6.8844	9.8846

El factor de escurrimiento *X*, se determina con la siguiente ecuación:

$$X = \frac{P_e}{t}$$

Donde:
X = Factor de escurrimiento, cm/hr
Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido
t = Duración de la tormenta seleccionada en horas se obtienen los siguientes

resultados:

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(hr)	Factor de escurrimiento X (cm/hr)							
0.0833	3.2477	2.2004	0.8188	0.2454	0.0095	0.0837	0.9347	1.8455
0.1667	0.6866	0.2572	0.0418	0.2447	0.9227	1.9774	3.3615	5.0355
0.2500	0.1715	0.0013	0.3116	1.1208	2.0402	3.3570	4.5081	6.9327
0.3333	0.0192	0.0209	0.4614	1.3855	2.3396	3.9016	5.7427	7.2791
0.5000	0.0037	0.1558	0.7431	1.6785	2.8918	3.8285	5.9542	8.0416
0.6667	0.0398	0.1509	0.8404	1.9508	2.8714	4.4656	5.3430	6.9042
1.0000	0.0779	0.2523	1.0275	1.4459	2.4264	3.5620	4.8198	5.8285
1.5000	0.0519	0.2477	0.7513	1.4435	1.9847	2.5774	3.8857	4.5896
2.0000	0.0769	0.3332	0.7229	1.2132	1.7810	2.0886	3.4422	4.1772
2.5000	0.0615	0.1754	0.5345	1.0242	1.6083	1.9279	2.6110	3.3418
3.0000	0.0769	0.1238	0.4820	0.7217	1.2887	1.6066	2.2948	3.0376
3.5000	0.0572	0.1586	0.3818	0.7785	1.1935	1.5194	2.2273	2.6036
4.0000	0.0686	0.1834	0.2569	0.7443	1.0443	1.3717	1.7211	2.4711

El tiempo de retraso *tr* se calcula con la siguiente ecuación:

$$t_r = 0.00505 \left(\frac{L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.64}$$

Donde:
tr = Tiempo de retraso en horas
L = Longitud del cauce principal en metros
Sc = Pendiente media del cauce principal, en % Obteniendo un ***tr = 6.06023 hr***

Con la relación entre la duración de tormenta seleccionada y el tiempo de retraso (t / tr) y con ayuda de la Figura siguiente, se determina el Factor de Reducción Pico (Z), adimensional

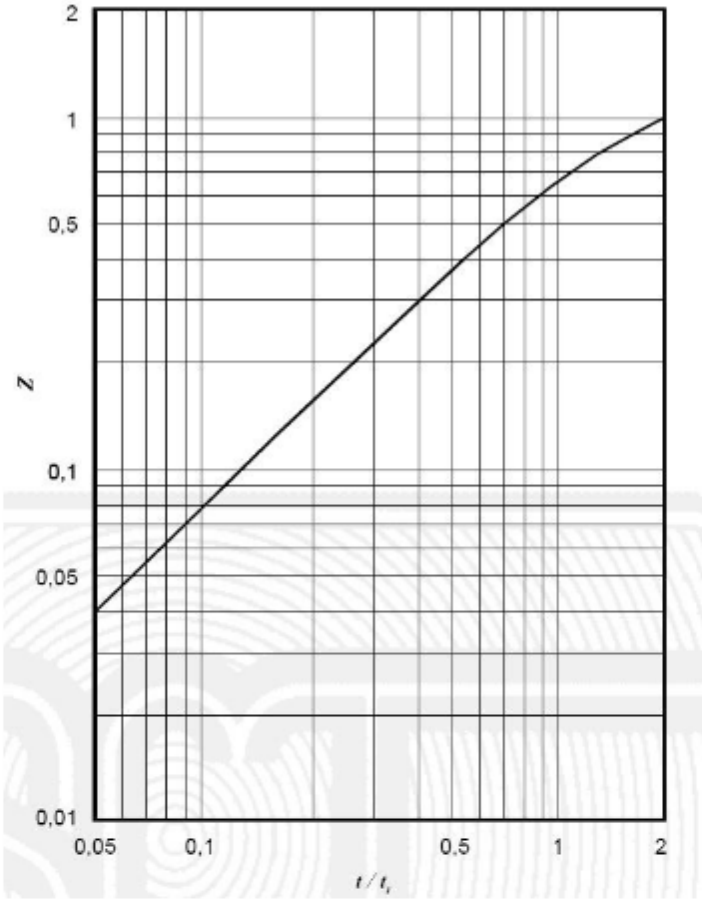


Figura 55. Obtención del factor de reducción pico Z, con base en la relación (t / tr)

Obteniendo los siguientes resultados:

t / tr	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
	Factor de reducción pico Z							
0.0138	0.0086	0.0086	0.0086	0.0086	0.0086	0.0086	0.0086	0.0086
0.0275	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199
0.0413	0.0312	0.0312	0.0312	0.0312	0.0312	0.0312	0.0312	0.0312
0.0550	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424
0.0825	0.0646	0.0646	0.0646	0.0646	0.0646	0.0646	0.0646	0.0646
0.1100	0.0866	0.0866	0.0866	0.0866	0.0866	0.0866	0.0866	0.0866
0.1650	0.1298	0.1298	0.1298	0.1298	0.1298	0.1298	0.1298	0.1298
0.2475	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927
0.3300	0.2534	0.2534	0.2534	0.2534	0.2534	0.2534	0.2534	0.2534
0.4125	0.3118	0.3118	0.3118	0.3118	0.3118	0.3118	0.3118	0.3118
0.4950	0.3680	0.3680	0.3680	0.3680	0.3680	0.3680	0.3680	0.3680
0.5775	0.4220	0.4220	0.4220	0.4220	0.4220	0.4220	0.4220	0.4220
0.6600	0.4737	0.4737	0.4737	0.4737	0.4737	0.4737	0.4737	0.4737

El gasto que producirá la precipitación con la duración de tormenta seleccionada, para el periodo de retorno establecido, se calcula con la siguiente ecuación:

Donde:

$$Q = 2.78AXZ$$

Q = Gasto para la duración de la tormenta seleccionada, y para el periodo de retorno establecido (m^3/s)

A = Área de la cuenca, (km^2)

X = Factor de escurrimiento, (cm/h)

Z = Factor de reducción pico, adimensional

Se repite el procedimiento indicado para otras duraciones de tormenta con el periodo de retorno establecido y se selecciona como gasto máximo para ese periodo de retorno el gasto que resulte mayor, obteniendo los siguientes resultados:

Duración t	Periodo de Retorno							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
(min)	Gasto (m^3/s)							
5	13.051	8.842	3.290	0.986	0.038	0.336	3.756	7.416
10	6.398	2.397	0.390	2.281	8.598	18.426	31.323	46.921
15	2.502	0.019	4.545	16.350	29.764	48.974	65.766	101.138
20	0.380	0.415	9.149	27.474	46.394	77.368	113.877	144.343
30	0.113	4.709	22.460	50.733	87.404	115.716	179.965	243.056
40	1.611	6.110	34.039	79.015	116.302	180.875	216.410	279.645
60	4.729	15.315	62.381	87.783	147.311	216.255	292.619	353.863
90	4.681	22.330	67.735	130.130	178.926	232.353	350.301	413.759
120	9.115	39.498	85.700	143.815	211.124	247.594	408.048	495.181
150	8.974	25.588	77.982	149.424	234.632	281.257	380.918	487.522
180	13.249	21.324	82.986	124.269	221.888	276.628	395.124	523.014
210	11.300	31.315	75.382	153.702	235.635	299.972	439.737	514.035
240	15.210	40.648	56.930	164.954	231.454	304.006	381.449	547.683
Máximo	**15.210**	**40.648**	**85.700**	**164.954**	**235.635**	**304.006**	**439.737**	**547.683**

Resultados hidrológicos

De la tabla anterior se obtienen los Gastos para diferentes periodos de retorno. A continuación, se presentan los resultados de forma tabular y gráfica.

Tr	Q (m^3/s)
Años	Chow
5	15.21
10	40.65
25	85.70
50	164.95
100	235.64
200	304.01
500	439.74
1000	547.68

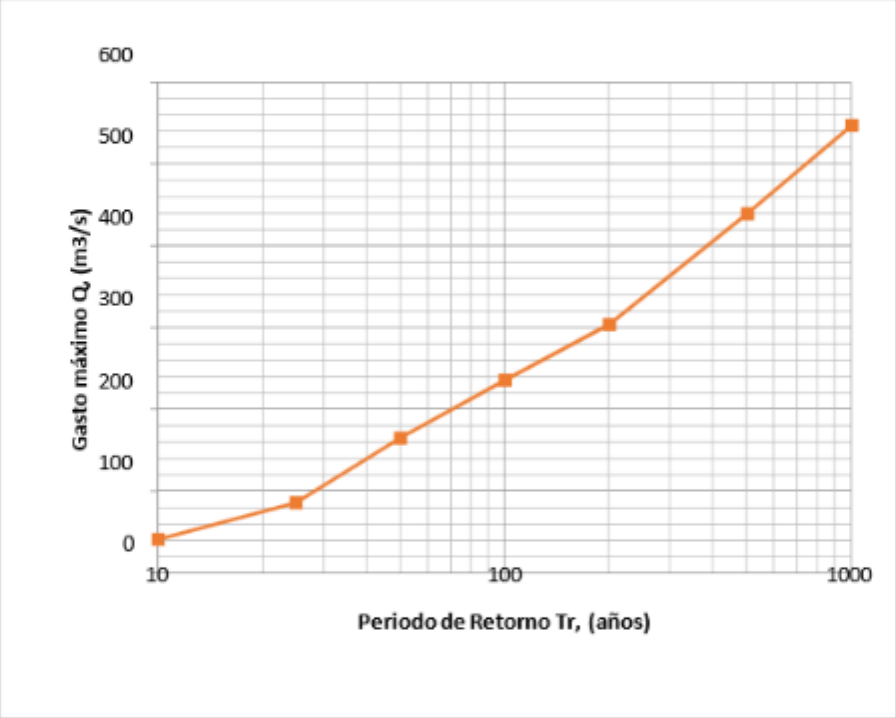


Figura 56. Gasto para distintos Periodos de Retorno (Método de Chow)

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

Del estudio hidrológico del *Río Tunal* se obtienen los siguientes resultados:

Tr Años	Q (m^3/s) CONAGUA	Q (m^3/s) Racional	Q (m^3/s) Chow	Q (m^3/s) Adoptado
5	326.44	578.54	99.81	***578.54***
10	589.66	728.56	259.75	***728.56***
25	790.74	927.03	517.16	***927.03***
50	1,023.92	1,263.34	1,030.23	***1,263.34***
100	1,191.45	1,548.69	1,449.97	***1,548.69***
200	1,355.71	1,701.29	1,885.92	***1,885.92***
500	1,570.47	2,047.57	2,689.41	***2,689.41***
1000	1,732.55	2,343.21	3,379.62	***3,379.62***

En la segunda columna de la tabla anterior se presentan los gastos proporcionados por la CONAGUA como una referencia para Río Tunal. Dichos valores se obtuvieron con el software AX del Cenapred, con información hidrométrica de la estación El Pueblito, período 1961-2010. Estos valores son menores que los obtenidos en este estudio (Método Racional y Método de Chow). La diferencia se debe a que en este estudio se emplean las Intensidades de lluvia a partir de las Isoyetas de 2015 de la SCT; dichas Isoyetas tiene datos actualizados de producto de los cambios que se han presentado en los últimos años y que producen avenidas de mayor volumen debido en parte al calentamiento global del planeta.

Los valores adoptados para el análisis hidráulico (tramo KM 0+000 al KM 2+200) corresponden a los mayores valores obtenidos (última columna).

Por otro lado, del estudio hidrológico del ***Arroyo Seco*** se obtienen los siguientes resultados:

Tr Años	Q (m^3/s) Racional	Q (m^3/s) Chow	Q (m^3/s) Adoptado
5	63.61	15.21	***63.61***
10	80.02	40.65	***80.02***
25	104.38	85.70	***104.38***
50	137.97	164.95	***164.95***
100	167.24	235.64	***235.64***
200	186.22	304.01	***304.01***
500	222.11	439.74	***439.74***
1000	252.75	547.68	***547.68***

Nuevamente se adopta el gasto mayor entre el Método Racional y el Método de Chow que se muestra en la última columna.

El gasto del Arroyo Seco se incorpora al Río Tunal en el KM 2+300 por lo que el gasto para el Río Tunal desde el KM 2+300 hasta el KM 7+940 es la suma de ambos afluentes, teniendo los siguientes resultados:

Para el ***Río Tunal a partir del KM 2+300*** se tiene lo siguiente:

Tr Años	Q (m^3/s) Total
5	*642.15*
10	*808.58*
25	*1,031.40*
50	*1,428.30*
100	*1,784.32*
200	*2,189.92*
500	*3,129.14*
1000	*3,927.30*

Aplicando la fórmula de Smart y Jaeggi (1983):

$$C = \frac{4.0}{\left(\frac{ps}{p}\right)-1}\left(\frac{d_{90}}{d_{30}}\right)^{0.2} S^{1.6}\ \ \left(1-\frac{t_c}{t}\right).$$

En los ensayos realizados $\left(\frac{ps}{p}\right) = 2.68$ para granulometría sensiblemente uniforme

$\left(\frac{d_{90}}{d_{30}}\right)^{0.2} = 1.05$ y si $\left(\frac{t_c}{t}\right) = 0$ se escribe:

$$C = 2.5\ S^{1.6}\ \ Q$$

Considerando: Pendiente media del cauce principal S = 0.00460672

Los resultados arrojan que la capacidad de transporte de sedimentos para el arroyo es de:

Tr	Q (m^3/s)	Capacidad de Arrastre de sedimentos(m^3/s)	Capacidad de Arrastre de sedimentos (anual)
Años	Total	Total	Total
5	642.15	0.31	9,791,105.74
10	808.58	0.39	12,328,727.37
25	1,031.4	0.50	15,726,148.81
50	1,428.3	0.69	21,777,834.35
100	1,784.32	0.86	27,206,206.95
200	2,189.92	1.06	33,390,544.70
500	3,129.14	1.51	47,711,189.93
1 000	3,927.3	1.90	59,881,039.58

El análisis hidráulico tiene por objetivo determinar obtener los tirantes y velocidades en los diferentes tramos del Río Tunal. En este trabajo se realizaron análisis hidráulicos en las secciones transversales del Río Tunal a cada 100 m.

La pendiente por tramo es un dato necesario para realizar los análisis hidráulicos. En este estudio se dividió el espacio de estudio en 8 tramos, teniendo las siguientes pendientes:

Tramo		Pendiente
De	Hasta	
0+000	1+000	0.00187
1+100	1+900	0.00116
1+900	2+900	0.00048
3+000	3+900	0.00048
4+000	4+900	0.00035
5+000	5+800	0.00124
5+900	6+900	0.00031
7+000	7+900	0.00031

En el espacio de estudio se tienen tramos con pendientes muy bajas (terreno plano) de tal manera que se ocasionan lagunas en ciertos espacios en el trayecto del Río Tunal.

Por otro lado, para determinar en cada sección hidráulica los niveles de agua, tirantes y velocidades en cada sección transversal y para cada periodo de retorno especificado (25, 50, 100 y 500 años) se emplea la metodología indicada en el Manual de la STC “Análisis Hidráulicos”.

Se programó una hoja electrónica de Excel que permite realizar el análisis hidráulico tanto para la condición actual como para la condición de dragado.

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA SECCIÓN HIDRÁULICA

De cada tramo de la sección hidráulica, se determinan las características geométricas siguientes:

- Tirante (diferencia entre el nivel del agua y el nivel del terreno)
- Área hidráulica (definida por el nivel del agua y la longitud del tramo)
- Perímetro mojado (longitud de la superficie del cauce en contacto con el agua)
- Radio hidráulico (relación entre el área hidráulica y el perímetro mojado)

DETERMINACIÓN DE LAS VELOCIDADES EN LA SECCIÓN HIDRÁULICA

Una vez determinadas las características geométricas de la sección hidráulica, se calculan las velocidades de la corriente mediante el método de Manning. El método de Manning establece que la velocidad del flujo de una sección hidráulica es:

$$V_j = \frac{R_{hj}^{\frac{2}{3}}\sqrt{\bar{S}}}{n_j}$$

Donde:
Vj = Velocidad de la corriente en el tramo j.
Rhj = Radio hidráulico del tramo j.
$\bar{S}$ Pendiente hidráulica media aguas arriba del sitio donde se ubique la sección hidráulica.
nj = Coeficiente de rugosidad de Manning del tramo j.

DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS DE LA SECCIÓN HIDRÁULICA

Una vez calculadas las velocidades de la corriente en todos los tramos de una sección hidráulica, se determinan los gastos correspondientes aplicando la ecuación de continuidad que establece:

$$Q\text{j} = A\text{hj}V\text{j}$$

Donde:
Vj = Velocidad de la corriente en el tramo j, (m/s)
Ahj = Área hidráulica en cada tramo j, (m^2)
Qj = Gasto parcial en cada tramo j, (m^3/s)

RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDRÁULICO

A continuación, se presentan (a manera de ejemplo) los resultados del análisis hidráulico para una sección para el periodo de retorno de 25 años tanto para la condición actual del terreno como para la condición dragada.

Para el análisis mencionado se elige una sección típica correspondiente al KM 7+200

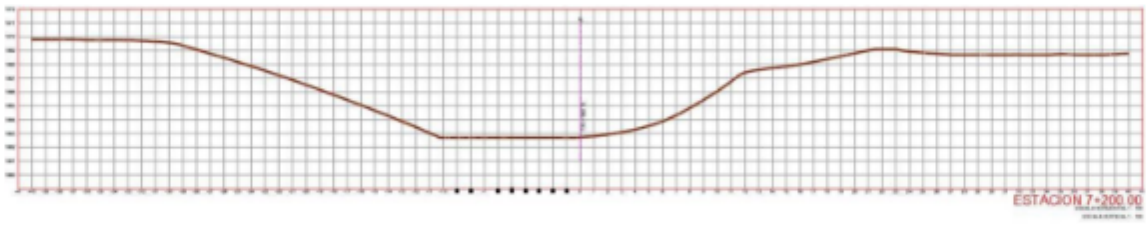


Figura 57. Sección transversal (terreno en estado actual)

Figura 58. Sección transversal (terreno en proyecto dragado)

Para un TR = 25 años (terreno en estado actual)

SECCIÓN HIDRÁULICA 7+200 ESTADO ACTUAL							NIVEL DEL AGUA PROPUESTO: (N4) =			1878.48
Tramo *J*	Cadenamiento *Ch* (m)	Longitud *Lj* (m)	Elevación del terreno (m)	Desnivel *hi* (m)	TIRANTE *Yn* (m)	Área Hidráulica *Ahi* (m2)	Área Hidráulica del tramo *Ahj* (m2)	Perímetro mojado *Pmi* (m)	Perímetro mojado del tramo *Pmj* (m)	Radio Hidráulico del tramo *Rhj* (m)
	-40.00		1869.80		8.66			8.66		
	-39.00	1.00	1869.80	0.00	8.66	8.66		1.00		
	-38.00	1.00	1869.80	0.00	8.66	8.66		1.00		
	-37.00	1.00	1869.80	0.00	8.66	8.66		1.00		
	-36.00	1.00	1869.76	0.04	8.70	8.68		1.00		
	-35.00	1.00	1869.75	0.01	8.71	8.71		1.00		
	-34.00	1.00	1869.75	0.00	8.71	8.71		1.00		
	-33.00	1.00	1869.74	0.01	8.72	8.72		1.00		
	-32.00	1.00	1869.70	0.04	8.76	8.74		1.00		
	-31.00	1.00	1869.65	0.05	8.81	8.78		1.00		
	-30.00	1.00	1869.57	0.08	8.89	8.85		1.00		
	-29.00	1.00	1869.36	0.21	9.10	9.00		1.02		
	-28.00	1.00	1869.07	0.29	9.39	9.25		1.04		
	-27.00	1.00	1868.78	0.29	9.68	9.54		1.04		
	-26.00	1.00	1868.48	0.30	9.98	9.83		1.04		
	-25.00	1.00	1868.18	0.30	10.28	10.13		1.04		
	-24.00	1.00	1867.86	0.32	10.60	10.44		1.05		
	-23.00	1.00	1867.53	0.33	10.93	10.77		1.05		
	-22.00	1.00	1867.21	0.32	11.25	11.09		1.05		
	-21.00	1.00	1866.87	0.34	11.59	11.43		1.06		
	-20.00	1.00	1866.52	0.35	11.94	11.77		1.06		
	-19.00	1.00	1866.16	0.36	12.30	12.12		1.06		
	-18.00	1.00	1865.80	0.36	12.66	12.48		1.06		
	-17.00	1.00	1865.42	0.38	13.04	12.85		1.07		
	-16.00	1.00	1865.04	0.38	13.42	13.23		1.07		
	-15.00	1.00	1864.66	0.38	13.80	13.61		1.07		
	-14.00	1.00	1864.27	0.39	14.19	14.00		1.07		
	-13.00	1.00	1863.87	0.40	14.59	14.39		1.08		
	-12.00	1.00	1863.46	0.41	15.00	14.80		1.08		
	-11.00	1.00	1863.03	0.43	15.43	15.22		1.09		
	-10.00	1.00	1862.70	0.33	15.76	15.60		1.05		
	-9.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
	-8.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
	-7.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
	-6.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
	-5.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
	-4.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
	-3.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
	-2.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
	-1.00	1.00	1862.70	0.00	15.76	15.76		1.00		
–	0.00	1.00	1862.72	0.02	15.74	15.75		1.00		
	1.00	1.00	1862.79	0.07	15.67	15.71		1.00		
	2.00	1.00	1862.93	0.13	15.54	15.61		1.01		
	3.00	1.00	1863.08	0.16	15.38	15.46		1.01		
	4.00	1.00	1863.29	0.21	15.17	15.28		1.02		
	5.00	1.00	1863.54	0.25	14.92	15.05		1.03		
	6.00	1.00	1863.88	0.34	14.58	14.75		1.06		
	7.00	1.00	1864.33	0.44	14.14	14.36		1.09		
	8.00	1.00	1864.85	0.53	13.61	13.88		1.13		
	9.00	1.00	1865.44	0.59	13.03	13.33		1.16		
	10.00	1.00	1866.07	0.63	12.39	12.71		1.18		
	11.00	1.00	1866.77	0.70	11.69	12.04		1.22		
	12.00	1.00	1867.41	0.64	11.05	11.37		1.19		
	13.00	1.00	1867.60	0.19	10.86	10.96		1.03		
	14.00	1.00	1867.73	0.13	10.73	10.80		1.01		
	15.00	1.00	1867.85	0.12	10.61	10.67		1.01		
	16.00	1.00	1868.00	0.15	10.46	10.54		1.01		
	17.00	1.00	1868.18	0.18	10.28	10.37		1.02		
	18.00	1.00	1868.38	0.20	10.08	10.18		1.02		
	19.00	1.00	1868.59	0.21	9.87	9.98		1.02		
	20.00	1.00	1868.80	0.21	9.66	9.77		1.02		
	21.00	1.00	1869.00	0.20	9.46	9.56		1.02		
	22.00	1.00	1869.10	0.10	9.36	9.41		1.00		
	23.00	1.00	1869.10	0.00	9.36	9.36		1.00		
	24.00	1.00	1868.93	0.17	9.53	9.45		1.01		
	25.00	1.00	1868.84	0.09	9.62	9.58		1.00		
	26.00	1.00	1868.70	0.08	9.70	9.66		1.00		
	27.00	1.00	1868.71	0.05	9.75	9.73		1.00		
	28.00	1.00	1868.70	0.01	9.76	9.76		1.00		
	29.00	1.00	1868.70	0.00	9.76	9.76		1.00		
	30.00	1.00	1868.67	0.03	9.79	9.77		1.00		
	31.00	1.00	1868.70	0.03	9.76	9.77		1.00		
	32.00	1.00	1868.71	0.01	9.75	9.76		1.00		
	33.00	1.00	1868.70	0.01	9.76	9.76		1.00		
	34.00	1.00	1868.70	0.00	9.76	9.76		1.00		
	35.00	1.00	1868.74	0.04	9.72	9.74		1.00		
	36.00	1.00	1868.71	0.03	9.75	9.74		1.00		
	37.00	1.00	1868.70	0.01	9.76	9.76		1.00		
	38.00	1.00	1868.70	0.00	9.76	9.76		1.00		
	39.00	1.00	1868.74	0.04	9.72	9.74		1.00		
	40.00	1.00	1868.74	0.00	9.72	9.72		1.00		
		80.00					932.520	9.72	100.833	9.248

SECCIÓN HIDRAÚLICA 7+200 ESTADO ACTUAL							
Tramo	J	Ah (m²)	Rh (m)	n	Velocidad V (m/s)	Gasto Q (m³/s)	S media: 0.0003088
1		932.52	9.25	0.070	1.11	1031.43	
		932.520			GASTO TOTAL (m3/s) =	1031.43	

SECCIÓN HIDRAÚLICA 7+200 ESTADO ACTUAL				
Tr Años	Q (m³/s) Adoptado	V (m/s)	Nivel de Agua (m)	Bordo libre (m)
25	1031.40	1.11	1878.46	-8.66
50	1428.30			
100	1784.32			
500	3129.14			

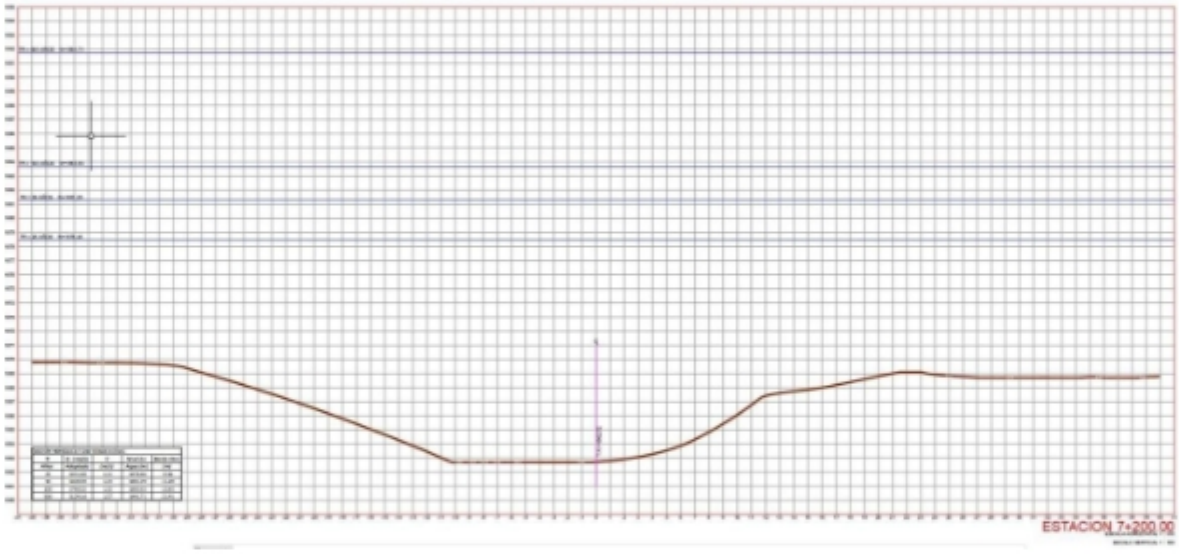


Figura 59. Resultados hidráulicos (terreno en estado actual)

Para un TR = 25 años (terreno en proyecto dragado)

SECCION HIDRAULICA TRAMO EN ESTADO DRAGADO							NIVEL DEL AGUA PROPUESTO: (NAA) =			1871.03
Tramo *i*	Cadenamiento *Cn* (m)	Longitud *Li* (m)	Elevación del terreno (m)	Desnivel *hi* (m)	TIRANTE *Yn* (m)	Área Hidráulica *Ahi* (m2)	Área Hidráulica del tramo *Ahi* (m2)	Perímetro mojado *Pmi* (m)	Perímetro mojado del tramo *Pmi* (m)	Radio Hidráulico del tramo *Rhi* (m)
	-40.00		1869.80		3.23			3.23		
	-39.00	1.00	1869.80	0.00	3.23	3.23		1.00		
	-38.00	1.00	1869.80	0.00	3.23	3.23		1.00		
	-37.00	1.00	1869.80	0.00	3.23	3.23		1.00		
	-36.00	1.00	1869.76	0.04	3.27	3.25		1.00		
	-35.00	1.00	1869.75	0.01	3.28	3.28		1.00		
	-34.00	1.00	1869.75	0.00	3.28	3.28		1.00		
	-33.00	1.00	1869.74	0.01	3.29	3.29		1.00		
	-32.00	1.00	1869.70	0.04	3.33	3.31		1.00		
	-31.00	1.00	1869.69	0.01	3.34	3.34		1.00		
	-30.00	1.00	1869.53	0.16	3.50	3.42		1.00		
	-29.00	1.00	1869.36	0.21	3.67	3.57		1.02		
	-28.00	1.00	1869.07	0.29	3.96	3.82		1.04		
	-27.00	1.00	1868.78	0.29	4.25	4.11		1.04		
	-26.00	1.00	1868.48	0.30	4.55	4.40		1.04		
	-25.00	1.00	1868.18	0.30	4.85	4.70		1.04		
	-24.00	1.00	1867.86	0.32	5.17	5.01		1.05		
	-23.00	1.00	1867.53	0.33	5.50	5.34		1.05		
	-22.00	1.00	1867.21	0.32	5.83	5.66		1.05		
	-21.00	1.00	1866.83	0.38	6.16	5.99		1.06		
	-20.00	1.00	1866.51	0.35	6.51	6.34		1.06		
	-19.00	1.00	1866.16	0.36	6.87	6.69		1.06		
	-18.00	1.00	1865.80	0.36	7.23	7.05		1.06		
	-17.00	1.00	1865.42	0.38	7.61	7.42		1.07		
	-16.00	1.00	1865.04	0.38	7.99	7.80		1.07		
	-15.00	1.00	1864.66	0.38	8.37	8.18		1.07		
	-14.00	1.00	1864.27	0.39	8.76	8.57		1.07		
	-13.00	1.00	1863.87	0.40	9.16	8.96		1.08		
	-12.00	1.00	1862.46	1.41	10.57	9.87		1.73		
	-11.00	1.00	1862.03	0.43	11.00	10.79		1.09		
	-10.00	1.00	1861.70	0.33	11.33	11.17		1.09		
	-9.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
	-8.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
	-7.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
	-6.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
	-5.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
	-4.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
	-3.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
	-2.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
	-1.00	1.00	1861.70	0.00	11.33	11.33		1.00		
--	0.00	1.00	1861.73	0.02	11.31	11.32		1.00		
	1.00	1.00	1861.79	0.07	11.24	11.28		1.00		
	2.00	1.00	1861.92	0.13	11.11	11.18		1.01		
	3.00	1.00	1862.08	0.16	10.95	11.03		1.01		
	4.00	1.00	1862.29	0.21	10.74	10.85		1.02		
	5.00	1.00	1862.54	0.25	10.49	10.62		1.03		
	6.00	1.00	1862.88	0.34	10.15	10.32		1.06		
	7.00	1.00	1864.33	1.44	8.71	9.43		1.75		
	8.00	1.00	1864.85	0.51	8.18	8.45		1.13		
	9.00	1.00	1865.44	0.58	7.59	7.89		1.12		
	10.00	1.00	1866.05	0.61	6.98	7.28		1.18		
	11.00	1.00	1866.77	0.70	6.26	6.61		1.22		
	12.00	1.00	1867.41	0.64	5.62	5.94		1.19		
	13.00	1.00	1867.60	0.19	5.43	5.51		1.02		
	14.00	1.00	1867.73	0.13	5.30	5.37		1.01		
	15.00	1.00	1867.85	0.12	5.18	5.24		1.01		
	16.00	1.00	1868.00	0.15	5.03	5.11		1.01		
	17.00	1.00	1868.18	0.18	4.85	4.94		1.02		
	18.00	1.00	1868.38	0.20	4.65	4.75		1.02		
	19.00	1.00	1868.59	0.21	4.44	4.55		1.02		
	20.00	1.00	1868.80	0.21	4.23	4.34		1.02		
	21.00	1.00	1869.00	0.20	4.03	4.13		1.02		
	22.00	1.00	1869.10	0.10	3.93	3.98		1.00		
	23.00	1.00	1869.10	0.00	3.93	3.93		1.00		
	24.00	1.00	1868.93	0.17	4.10	4.02		1.01		
	25.00	1.00	1868.84	0.09	4.19	4.15		1.00		
	26.00	1.00	1868.76	0.08	4.27	4.23		1.00		
	27.00	1.00	1868.73	0.03	4.32	4.30		1.00		
	28.00	1.00	1868.70	0.01	4.33	4.33		1.00		
	29.00	1.00	1868.70	0.00	4.33	4.33		1.00		
	30.00	1.00	1868.67	0.03	4.36	4.35		1.00		
	31.00	1.00	1868.70	0.03	4.33	4.35		1.00		
	32.00	1.00	1868.71	0.01	4.32	4.33		1.00		
	33.00	1.00	1868.70	0.01	4.33	4.33		1.00		
	34.00	1.00	1868.70	0.00	4.33	4.33		1.00		
	35.00	1.00	1868.74	0.04	4.29	4.31		1.00		
	36.00	1.00	1868.71	0.03	4.32	4.31		1.00		
	37.00	1.00	1868.70	0.01	4.33	4.33		1.00		
	38.00	1.00	1868.70	0.00	4.33	4.33		1.00		
	39.00	1.00	1868.74	0.04	4.29	4.31		1.00		
	40.00	1.00	1868.74	0.00	4.29	4.29		1.00		
		80.00					517.200	4.29	91.288	5.666

SECCIÓN HIDRAÚLICA 7+200 ESTADO DRAGADO							S media:	0.0003088
Tramo	J	Ah (m2)	Rh (m)	n	Velocidad V (m/s)	Gasto Q (m³/s)		
1		517.20	5.67	0.028	1.99	1031.62		
		517.200		GASTO TOTAL (m3/s) =		1031.62		

SECCIÓN HIDRAÚLICA 7+200 ESTADO DRAGADO				
Tr	Q (m³/s)	V	Nivel de	Bordo libre
Años	Adoptado	(m/s)	Agua (m)	(m)
25	1031.40	1.99	1873.03	-3.23
50	1428.30			
100	1784.32			
500	3129.14			

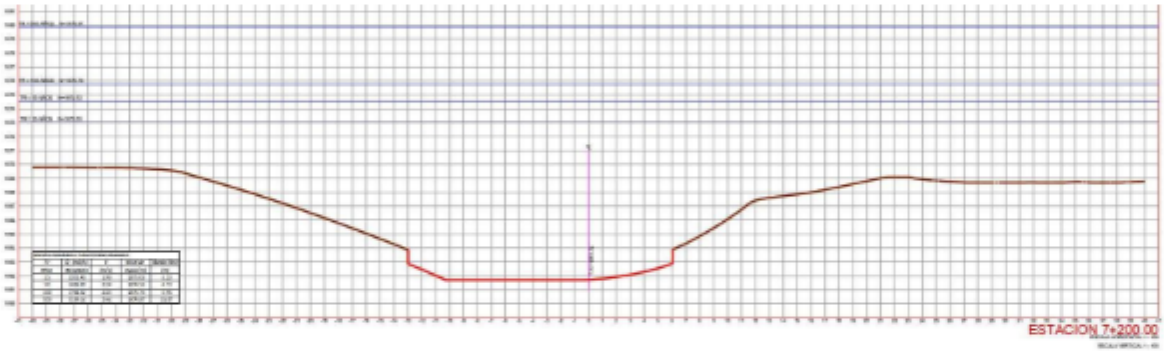


Figura 60. Resultados hidráulicos (terreno en estado dragado)

Resultados hidráulicos para la sección transversal KM 7+200

SECCIÓN HIDRÁULICA 7+200 ESTADO ACTUAL				
Tr	Q (m³/s)	V	Nivel de	Bordo libre
Años	Adoptado	(m/s)	Agua (m)	(m)
25	1031.40	1.11	1878.46	-8.66
50	1428.30	1.23	1881.29	-11.49
100	1784.32	1.32	1883.65	-13.85
500	3129.14	1.57	1891.71	-21.91

SECCIÓN HIDRÁULICA 7+200 ESTADO DRAGADO				
Tr	Q (m³/s)	V	Nivel de	Bordo libre
Años	Adoptado	(m/s)	Agua (m)	(m)
25	1031.40	1.99	1873.03	-3.23
50	1428.30	2.24	1874.53	-4.73
100	1784.32	2.43	1875.76	-5.96
500	3129.14	2.94	1879.87	-10.07

Los resultados completos del estudio hidráulico se presentan en 3 planos que se adjuntan a este reporte.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO HIDRÁULICO

En total se realizaron 640 análisis hidráulicos como el mostrado anteriormente. Los resultados se muestran en 3 planos que acompañan al presente.

Los resultados hidráulicos indican que la zona de estudio es vulnerable a inundaciones para todos los periodos de retorno estudiados 25, 50, 100 y 500 años.

Las zonas con mayores problemas de inundación se caracterizan por tener pendientes bajas (terrenos planos). Anexo al presente se encuentran los planos topográficos.

Se presenta una imagen satelital de la ubicación del Puente Gabino Santillán, el Puente

Dalila, así como el Río Tunal y el Arroyo Seco que se incorpora al Río Tunal.

Figura 61. Ubicación de la zona de estudio

El trabajo de topografía lo realizó la empresa TOPIN Técnicas Operativas de Ingeniería a cargo del Ing. Braulio Gallardo Rodríguez, quien realizó una Fotogrametría con Dron Mavic 2 Pro, basado en puntos de control terrestre en RTK ligados a la Red Geodésica Nacional Activa, con el apoyo del instrumento GPS Topográfico TOPCON HIPER V.

En el trabajo topográfico se establece un cadenamiento que inicia en el KM 0+000 justo al norte del Puente Gabino Santillán y termina en el KM 7+940 justo sur del Puente Dalila.

Como se aprecia en la Figura 31. Se incorpora el flujo del Arroyo Seco al Río tunal; dicho cruce ocurre en el KM 2+300. En las figuras siguientes se muestra el trabajo topográfico en planta.

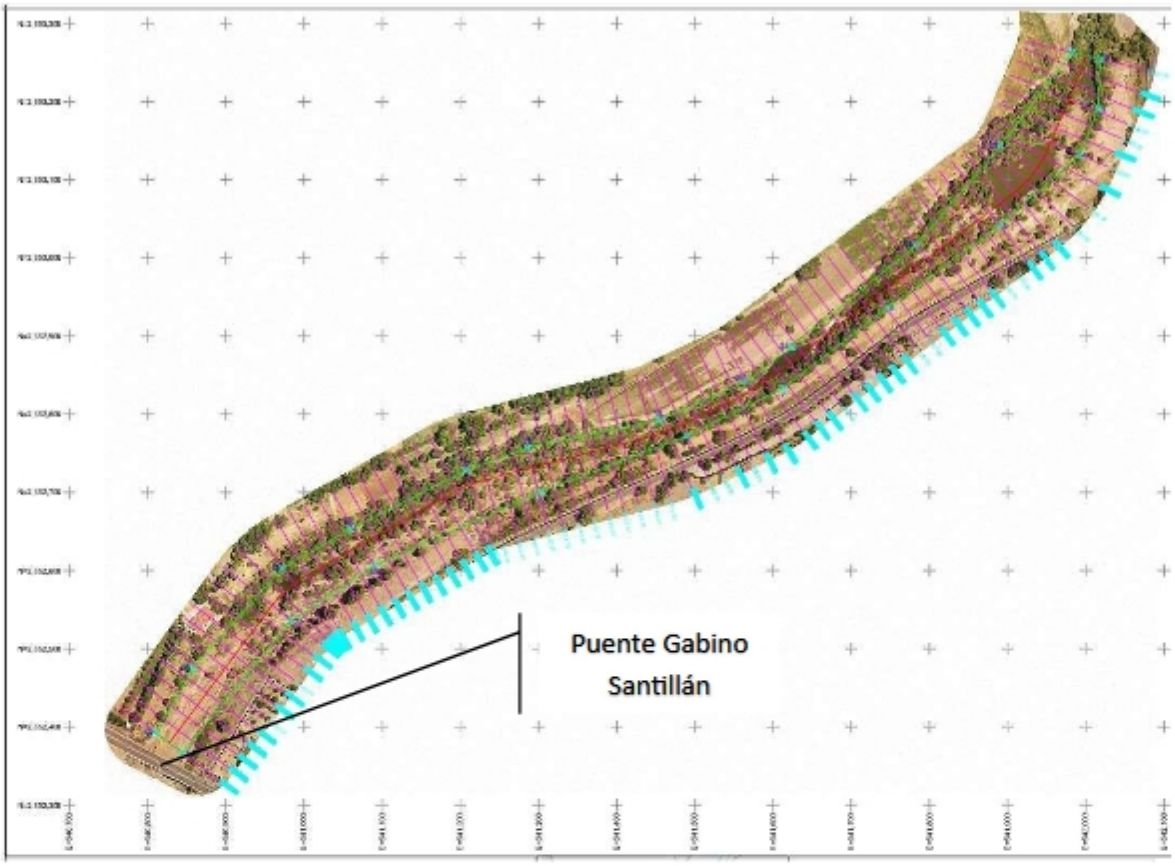


Figura 62. Planimetría Ortomosaico tramo KM 0+000 – KM 1+520

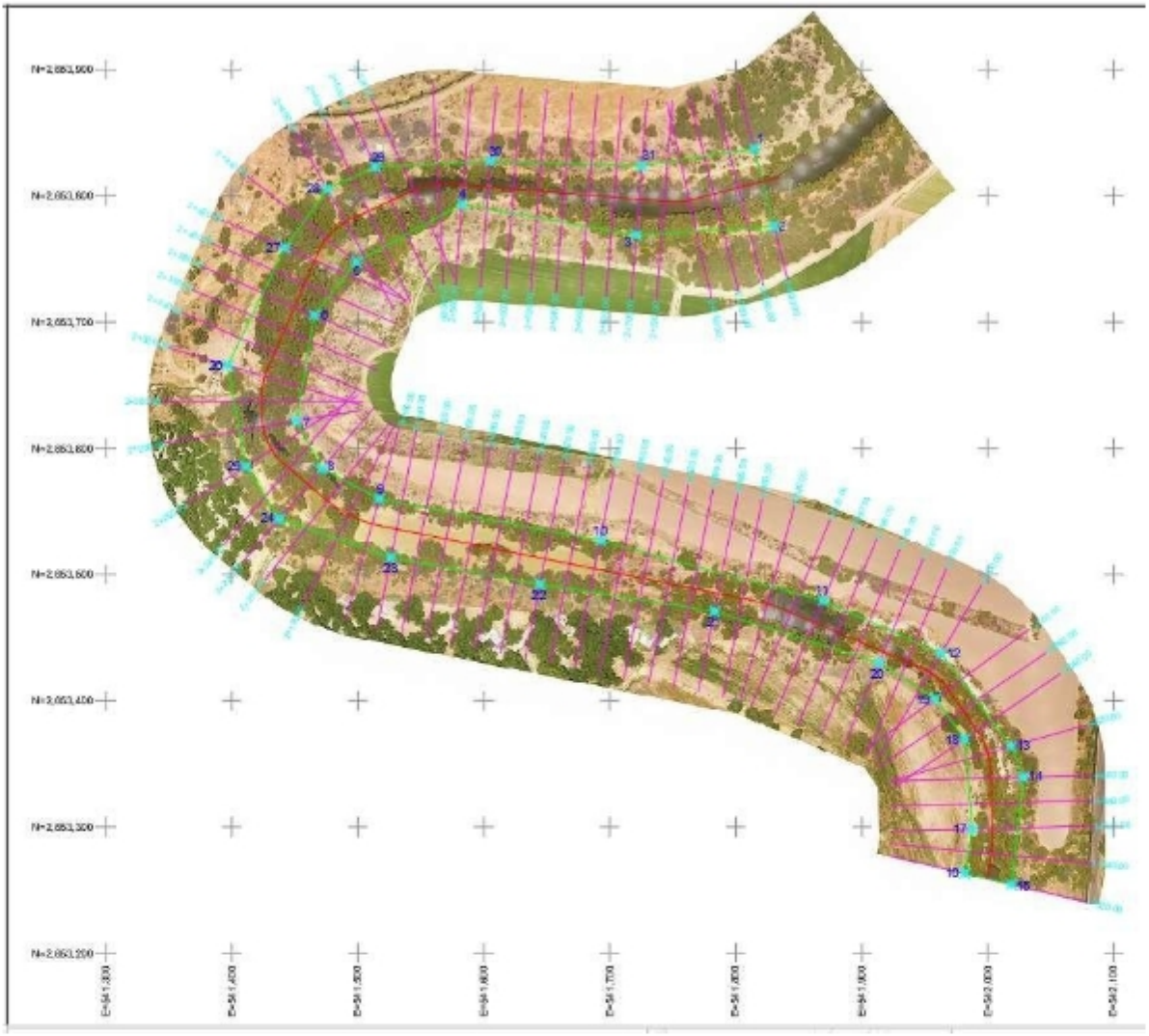


Figura 63. Planimetría Ortomosaico tramo KM 1+520 – KM 2+800

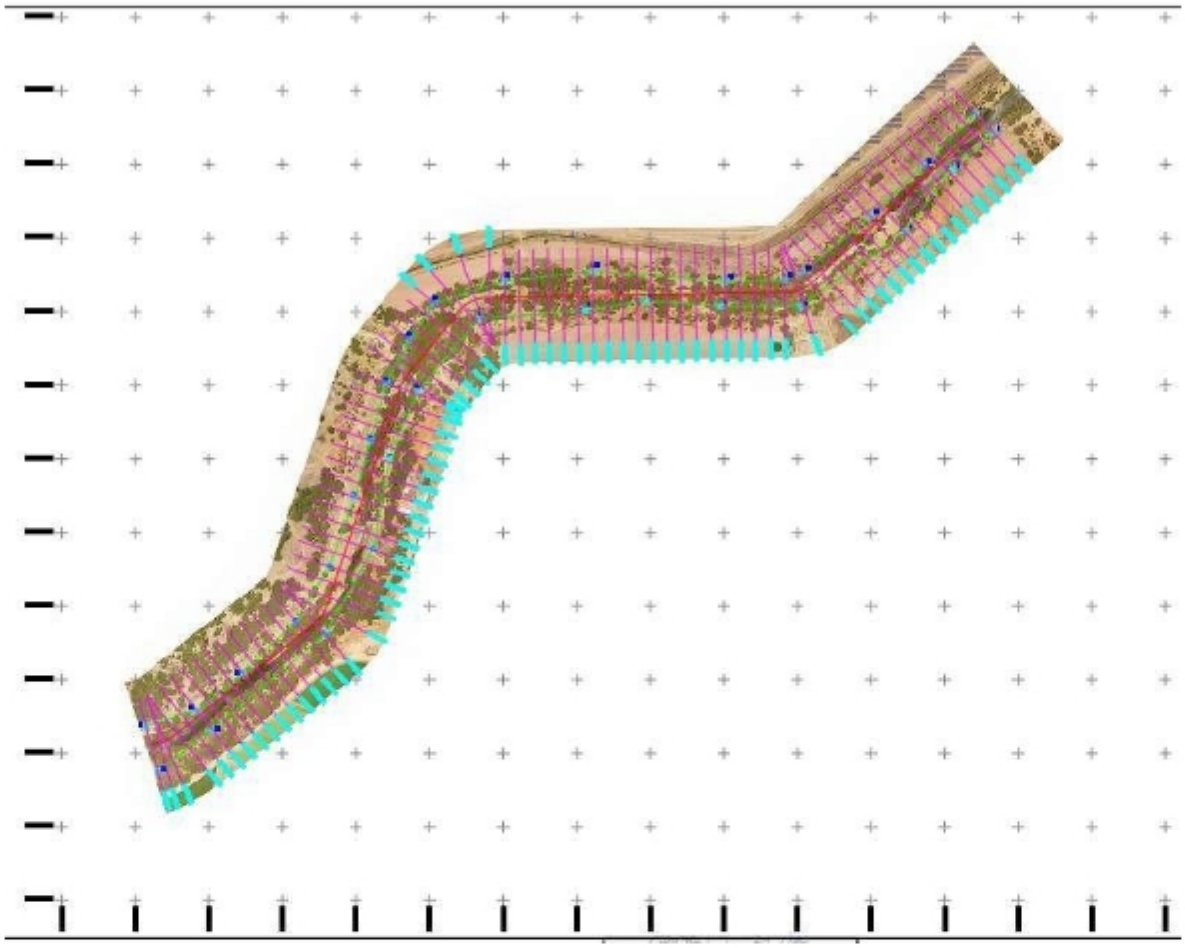


Figura 64. Planimetría Ortomosaico tramo KM 2+800 – KM 4+360

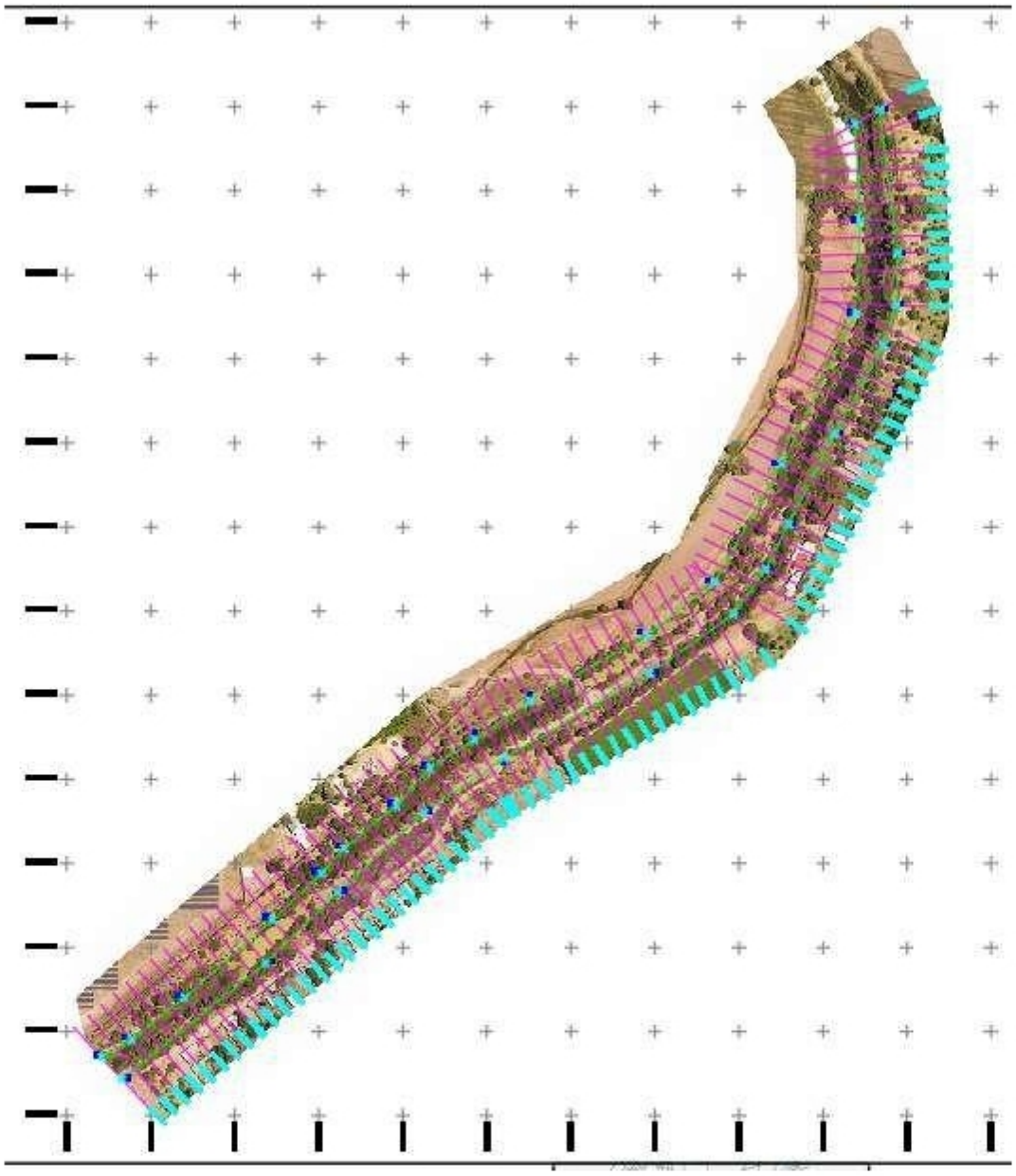


Figura 65. Planimetría Ortomosaico tramo KM 4+360 – KM 5+900

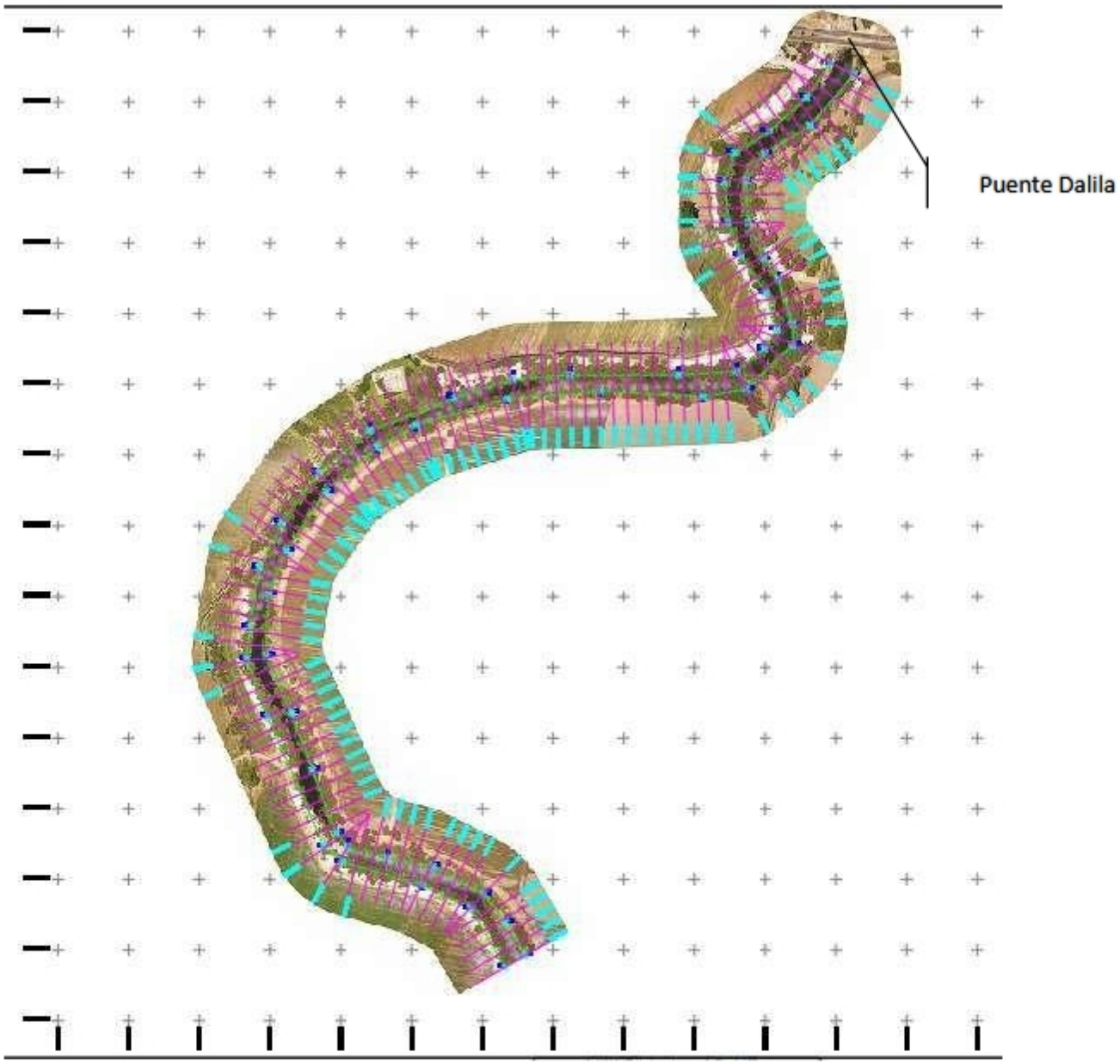


Figura 66. Planimetría Ortomosaico tramo KM 5+900 – KM 7+940

Adicionalmente a la planta topográfica, se presentan las secciones transversales del Río Tunal a cada 20 m. A continuación, se presentan las secciones transversales para cada tramo de cadenamiento

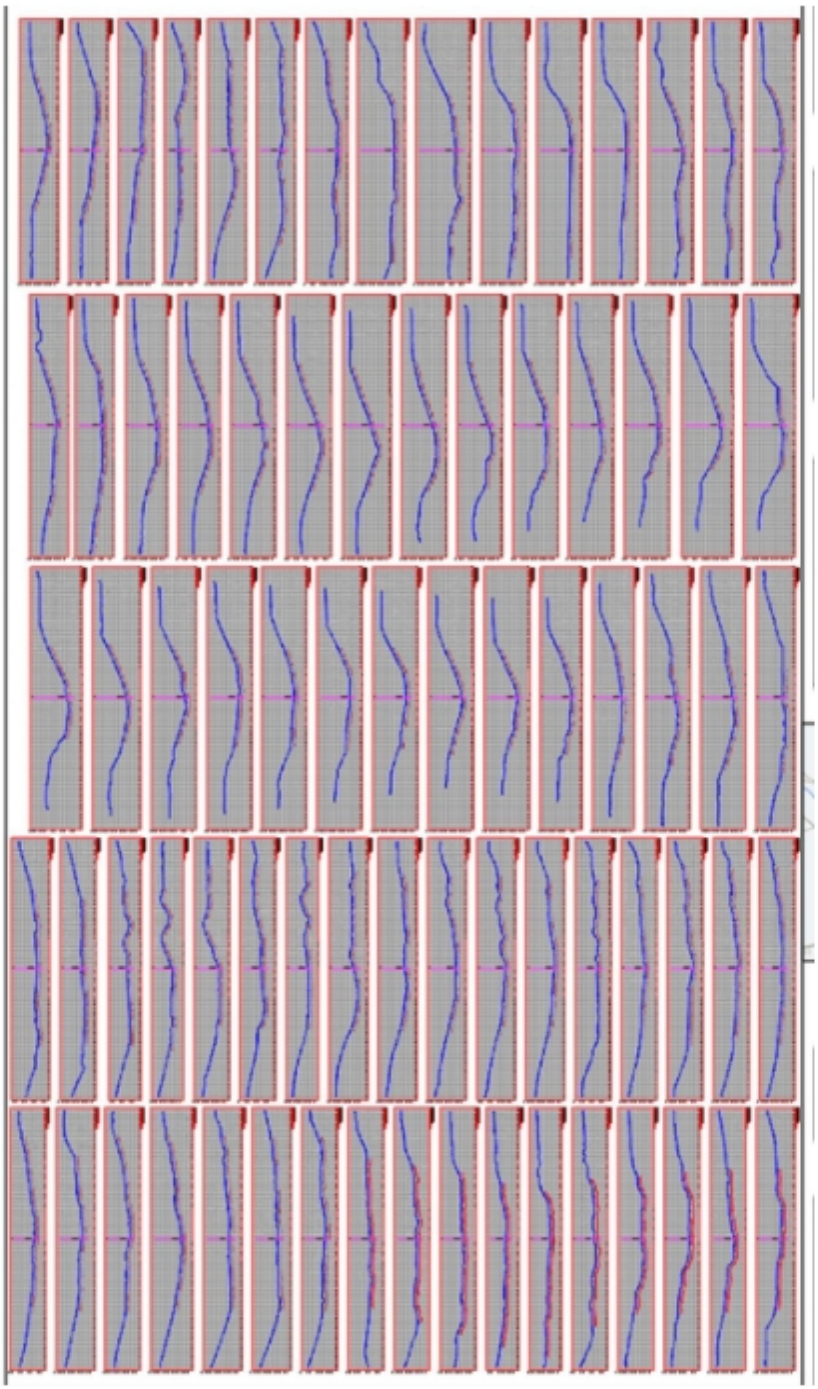


Figura 67. Secciones transversales tramo KM 0+000 – KM 1+520

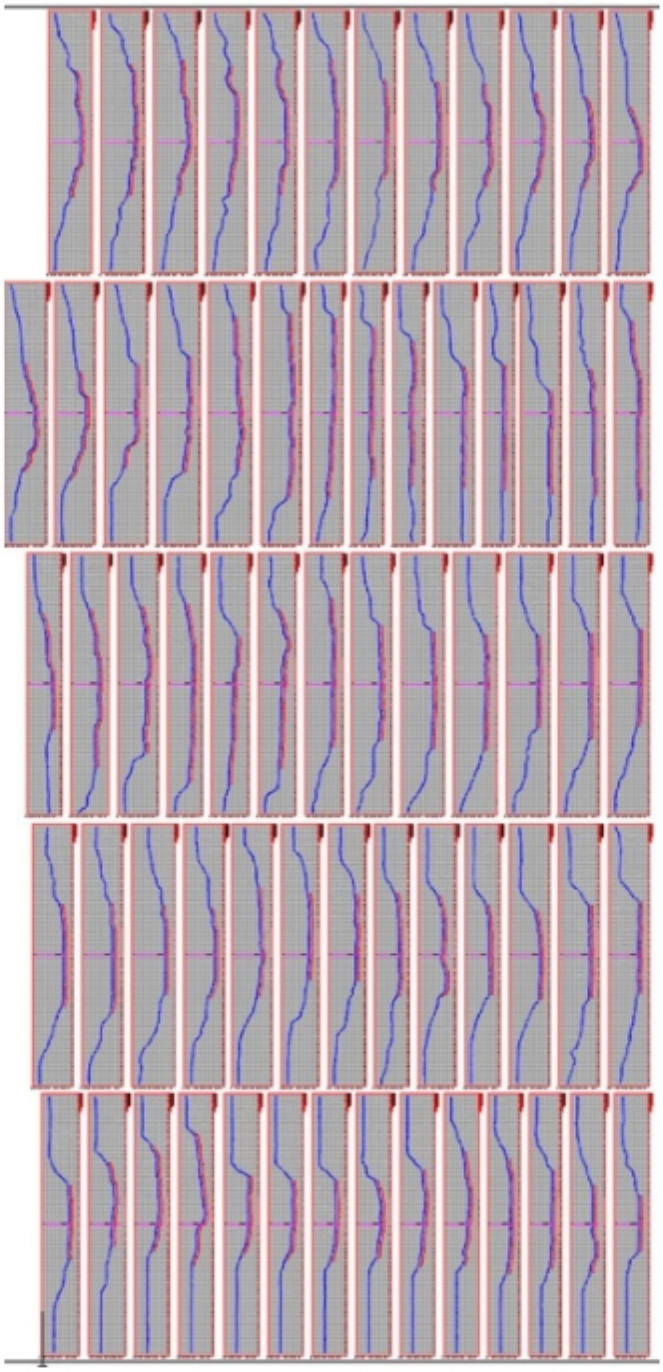


Figura 68. Secciones transversales tramo KM 1+520 – KM 2+813

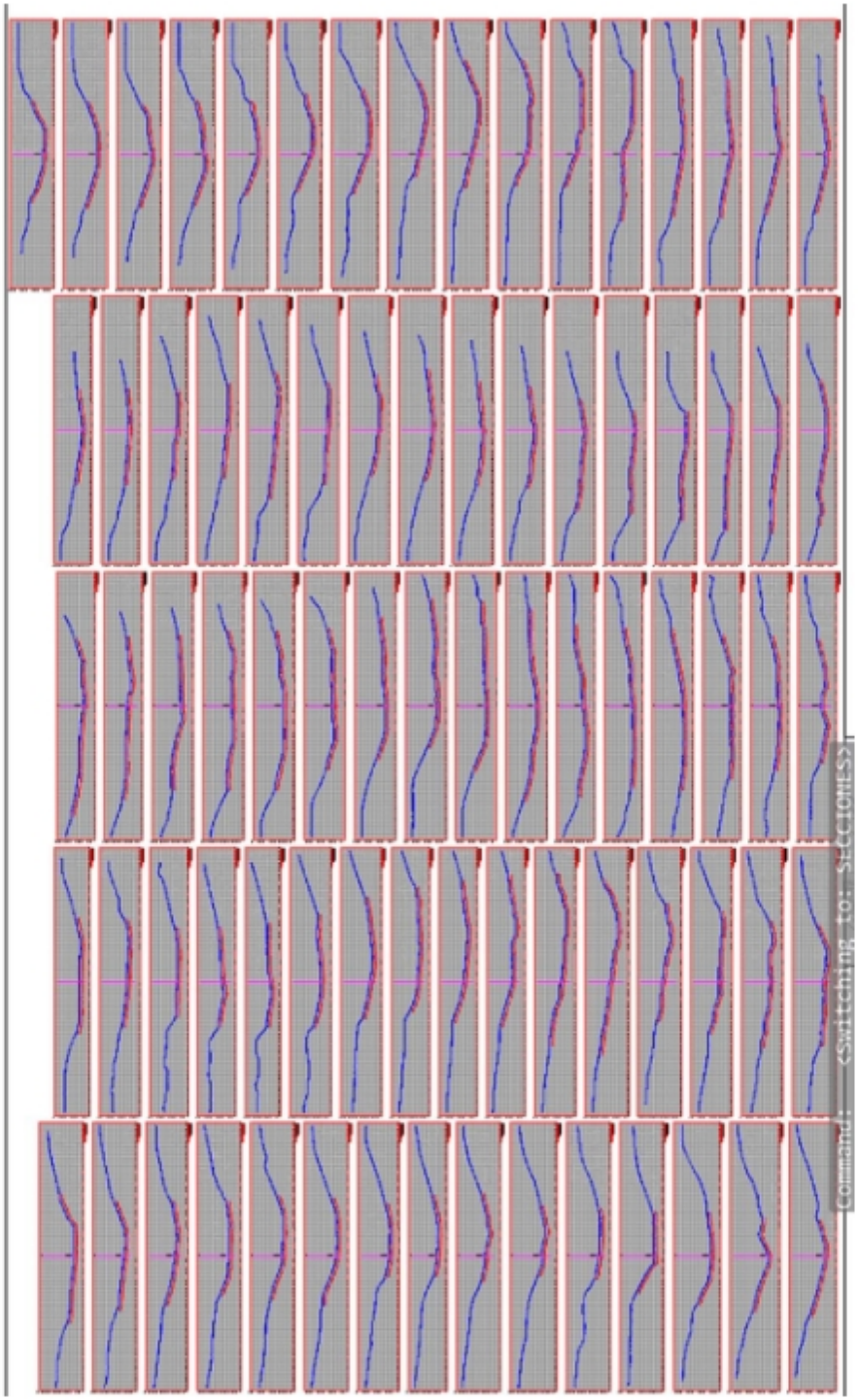


Figura 69. Secciones transversales tramo KM 2+813 – KM 4+360

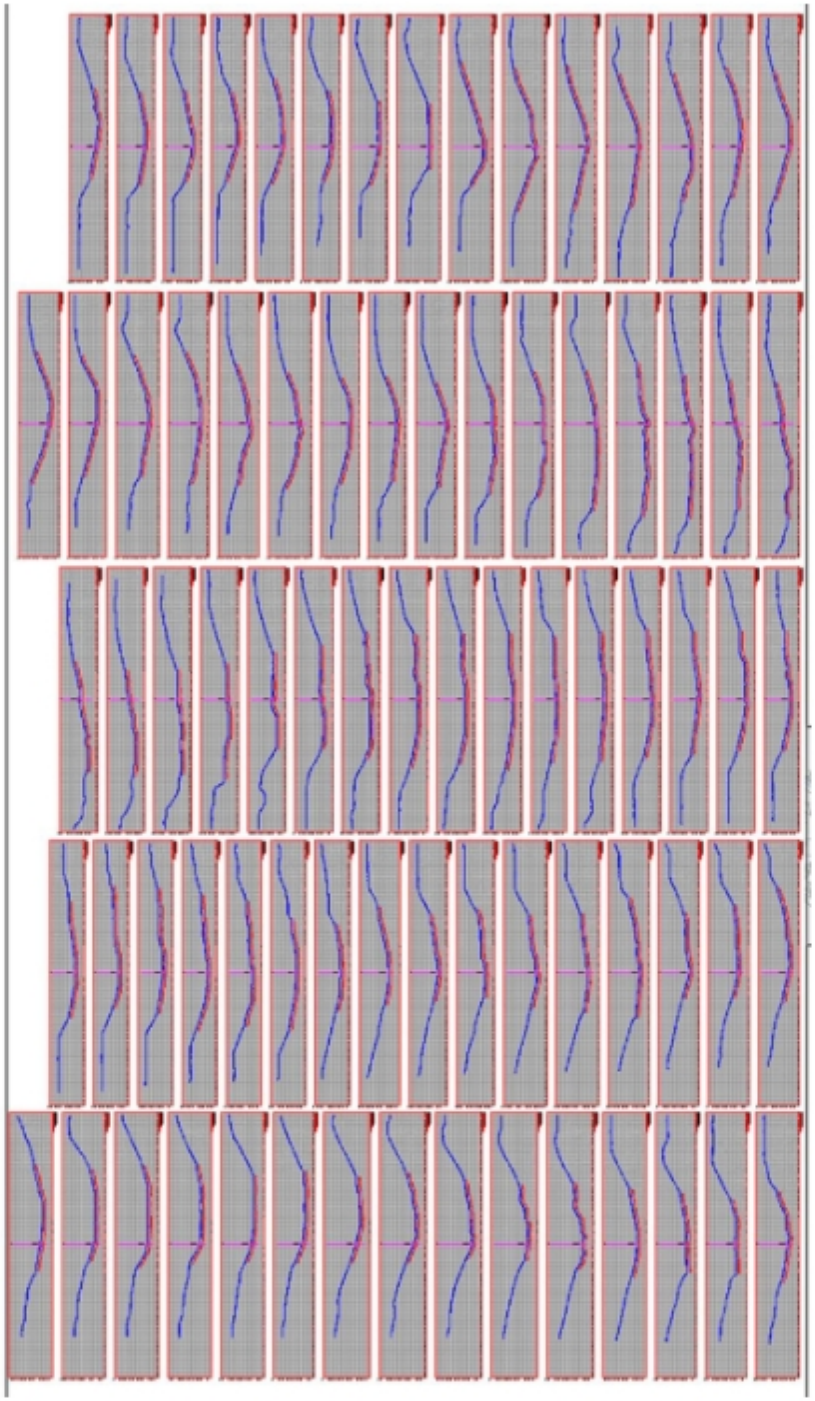


Figura 70. Secciones transversales tramo KM 4+360 – KM 5+900

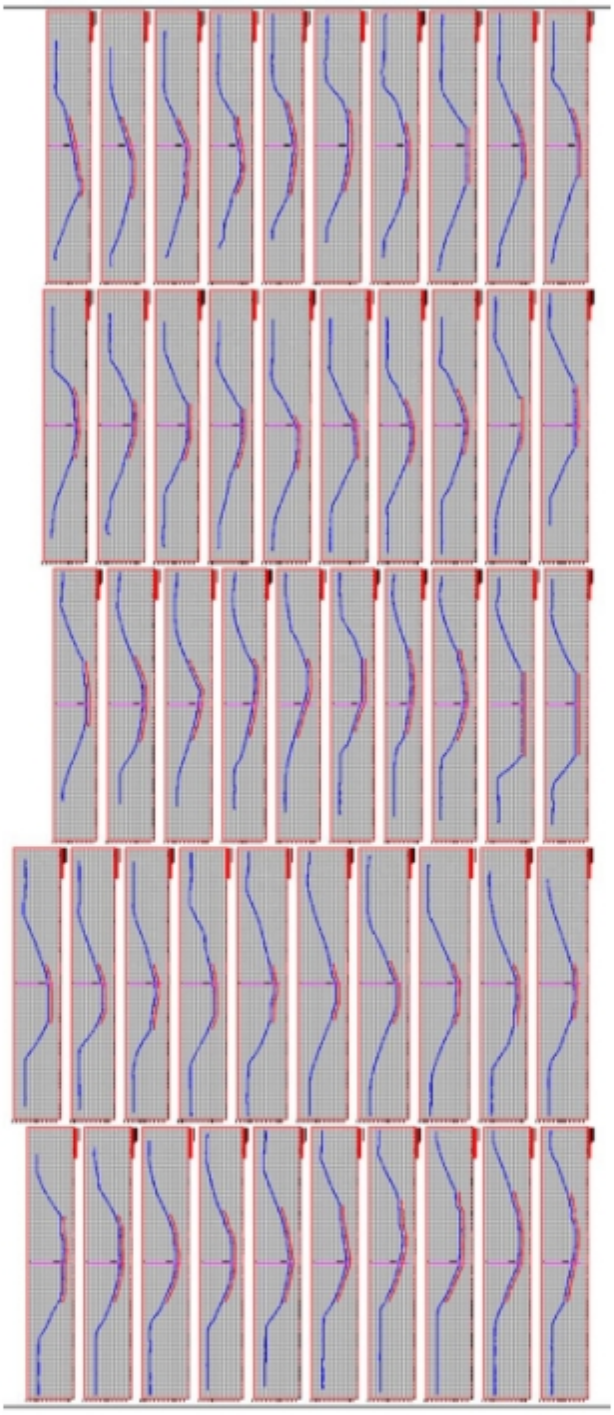


Figura 71. Secciones transversales tramo KM 5+900 – KM 6+880

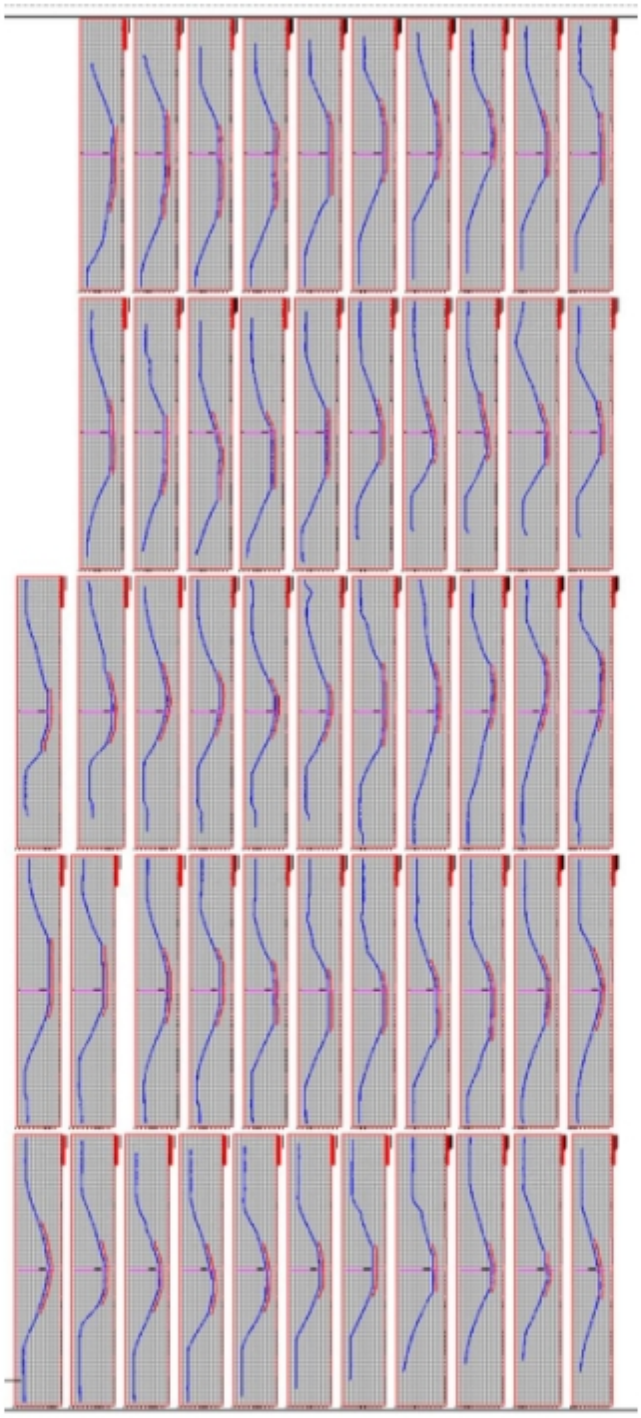


Figura 72. Secciones transversales tramo KM 6+900 – KM 7+940

Como se puede observar en las secciones transversales (Figuras 67 a la 72) se muestran dos líneas; la línea azul indica la elevación del terreno natural actual y la línea roja muestra la elevación de la sección de proyecto (dragado de 1.0 m de profundidad a partir del nivel de terreno natural).

La información completa se anexa al presente de forma digital.

Los resultados del Estudio hidrológico e hidráulico sobre el Río Tunal entre el Puente Gabino Santillán y el Puente Dalila, Durango, Dgo. arrojaron la siguiente información:

Los resultados hidráulicos indican que la zona de estudio es vulnerable a inundaciones para todos los periodos de retorno estudiados 25, 50, 100 y 500 años.

Las zonas con mayores problemas de inundación se caracterizan por tener pendientes bajas (terrenos planos).

Los resultados de los análisis hidráulicos indican que la zona de estudio es vulnerable a inundaciones para todos los periodos de retorno estudiados 25, 50, 100 y 500 años, ya que los resultados muestran que los niveles de agua se desbordan del cauce del Río Tunal.

Existe evidencia, por ejemplo, en el 2018, con las lluvias provocadas por el huracán Willa, la presa Guadalupe Victoria empezó a verter sin control cerca de 300 m^3/s además de los 200 m^3 que se estaban extrayendo por las compuertas. En total el gasto por el Río Tunal fue de 500 m^3/s equivalente a un periodo de retorno de 5 años. Este gasto produjo inundaciones en la zona de estudio, teniendo evidencia que algunas familias sobrevivieron al salir en lancha de sus casas. (Periódico la Jornada, 2018).

El desazolve contribuirá a que se mantenga el cauce natural del arroyo y permitirá mejor flujo del agua, por ende, ayudará a contrarrestar las inundaciones.

- **Paisaje**

Tal cómo se evalúo en el apartado anterior, el paisaje del área del proyecto se encuentra en la Clase B: Áreas de calidad media. Características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros

- **Vegetación**

El área de interés corresponde al lecho de río el cual se encuentra desprovisto de vegetación, en la época en que está seco que es la época donde se pretende realizar el aprovechamiento, cuando lleva agua aparecen pastos el rededor y se fomenta la aparición de fauna silvestre en el área. El levantamiento de información silvícola y dasométrica se efectúo a través de conteos directos sobre el área del proyecto considerando las áreas aledañas. Asimismo, con la finalidad de recabar información referente a la flora, fauna y aspectos socioculturales para una mejor determinación y caracterización de los mismos se recurrió a la literatura y a las capas de información geográfica.

Es importante mencionar que en los últimos años el crecimiento de la actividad agropecuaria y la urbanización han incidido en la disminución de la vegetación, y que las causas de degradación del suelo del país son por procesos de pérdida de la cubierta vegetal, al considerar la deforestación y el cambio de uso de suelo (SEMARNAT reporte 2000). Así mismo, uno de los principales factores de perturbación física a la vegetación son los efectos del clima tales como las bajas temperaturas y las sequías, etc. que pueden causar daños sobre la vegetación residual. El proyecto en análisis no contempla daños a la vegetación existente o aledaña, ni directa o indirectamente, ya que la extracción de los materiales pétreos se hará sobre los bancos limpios y visibles.

- **Aspectos socioeconómicos**

Se tendrá un impacto positivo con la creación de fuentes de empleo y derivado de esto se tendrá bienestar social.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En los últimos años se han desarrollado en varias partes del mundo, múltiples métodos para la estimación de posibles efectos medioambientales de una determinada alteración prevista, ya sea de una obra civil, la modificación de la cuenca hidrográfica o de un cauce; un aprovechamiento forestal; una forestación o cambios en el uso del suelo, la actividad minera y, en general, un cambio en la infraestructura, el uso o aprovechamiento previsto de un determinado espacio de interés medioambiental.

En la identificación de los impactos ambientales que causará las actividades por desarrollar, no requieren de obras de gran magnitud, ya que existe toda la infraestructura requerida, y solamente se desarrollará operación y mantenimiento. Se describe a continuación la identificación de impactos ambientales, y las medidas preventivas más significativas:

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La evaluación del impacto ambiental implica la identificación, predicción e interpretación de los impactos que un proyecto produciría en caso de ser ejecutado (Coneza, Fernández y Vitora, 1997). La identificación de impactos es principalmente la labor tendiente a detectar cuáles de las actividades asociadas al proyecto, producen alteraciones a las características de los factores o componentes y atributos ambientales, los cuales son específicos (Weitzenfeld, 2009). Una de las primeras actividades que se debe realizar en un estudio, es la identificación de impactos potenciales asociados en las diferentes fases de un proyecto y sus alternativas. La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) surge como una herramienta preventiva, buscando la forma de evitar o minimizar los efectos ambientales producto de cualquier actividad humana, sobre el medio natural y sobre las personas (Weitzenfeld, 2009).

La metodología utilizada, nos permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto y obtener una valoración de los mismos para poder determinar las medidas correctivas. Si bien es cierto que la actividad de extracción no puede llevarse a cabo sin cierto grado de perturbación ambiental, existe un amplio espectro entre las magnitudes de dichos impactos. Esta magnitud depende en gran medida del tipo de mineral a explotar y de las técnicas de explotación, En este caso particular se extraerá arena y grava.

Para la identificación de las acciones se inició con una revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, tales como fotos satelitales, mapas y situación legal, entre otros. Para esto se utilizó la cartografía digital temática de INEGI, para lo cual se utilizaron diferentes programas de cómputo (Arc Map 10.5, Google Earth, AutoCAD, Civil CAD y Excel) para analizar la información los resultados se presentan en el apartado anterior de diagnóstico ambiental. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas de campo para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental, para después complementar con información proporcionada por el promovente. La importancia de la correcta evaluación y estimación de los impactos radica

en que, a base a los resultados obtenidos, se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

Los efectos sobre el medio ambiente generados por el proyecto pueden ser de muy diversa índole, en general, la previsión de los mismos conlleva una considerable dosis de incertidumbre. La respuesta de los sistemas naturales a las alteraciones exteriores es poco previsible, dado que existen mecanismos homeostáticos y respuestas no lineales, que implican desviaciones de tipo cualitativo y cuantitativo difíciles de evaluar.

La Metodología para identificar y evaluar el impacto ambiental a utilizar en este caso es la matriz de identificación de impacto ambiental la cual es un instrumento ideal para lograr identificar las relaciones entre las acciones a desarrollar del proyecto y los factores del medio que podrían estar en riesgo por esta actividad, la valoración cuantitativa del nivel que es requerido para la evaluación del impacto. Lo que es importante es realizar un análisis de los indicadores de esta matriz, buscando la valoración correspondiente a cada aspecto, en un orden especial, considerando que los aspectos del medio no mencionados no presentan impacto alguno o el proyecto no logra adquirir dimensiones que podrían afectarlos.

Matriz de identificación de impacto ambiental

La Matriz interactiva de Leopold (1971) es un método universalmente empleado para realizar la evaluación del impacto ambiental que puede producir un determinado proyecto, tomando en consideración las actuaciones que se tienen previstas para llevarlo a cabo y sus repercusiones en los distintos factores ambientales considerados. Esta matriz sólo tiene sentido si está acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos, y de un programa de seguimiento y control.

A partir de la lista, las acciones y los componentes del ambiente se integraron en cuadros de doble entrada en una de las cuales se presentan las acciones del proyecto que son causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes afectados.

La finalidad del desarrollo de esta matriz es establecer las relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares del proyecto a partir de dos listas de chequeo que contiene una cantidad de acciones proyectadas y una variedad de factores ambientales susceptibles de verse modificados.

Cuadro 117. Clasificación de los impactos ambientales

Impacto	Existe Impacto
Adverso	El impacto provocado a los elementos del ambiente es negativo, afectando alguna o algunas de sus características.
Adverso No significativo	El impacto es apenas perceptible en el ambiente siendo puntual, momentáneo y observándose a corto plazo, con una intensidad reducida.
Adverso Moderadamente Significativo	El impacto al ambiente se presenta en a nivel local, siendo a corto o mediano plazo sus efectos, solo se manifiesta de manera temporal y con una intensidad moderada.
Adverso Significativo	El impacto al ambiente trasciende a nivel local, observándose sus efectos en el terreno regional, manteniéndose el impacto por un tiempo más largo que el anterior impacto (a mediano o largo plazo). Además, el impacto se presenta de una manera compleja, afectando no solo a un componente del ambiente, sino a varios y con una intensidad importante.
Benéfico	El impacto provocado por las acciones del proyecto es positivo hacia los elementos del ambiente.
Benéfico no Significativo	El impacto es positivo al ambiente, solo se representa a nivel puntual, siendo sus efectos momentáneos, observándose en un período de tiempo definido (impacto temporal). La intensidad es reducida.
Benéfico Moderadamente Significativo	El impacto al ambiente se presenta a nivel local, siendo a corto o mediano plazo sus efectos y solo se manifiesta de manera temporal, con una intensidad moderada.
Benéfico Significativo	La magnitud del impacto es mayor que la anterior condición, al ser los beneficios no solo locales, sino regionales y se observa el impacto en varios elementos del ambiente, con una intensidad importante.
Impacto Desconocido	Se observa una relación entre una acción y un elemento del ambiente, pero se desconoce el sentido del impacto (adverso o benéfico) y su magnitud (significativo o no significativo).

La Matriz de identificación de Impactos Ambientales generados, esta adecuada al proyecto de extracción de materiales pétreos, para su comercialización.

Cuadro 118. Matriz de Leopold para evaluación de Impactos ambientales

MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES												
Matriz de Leopold, para la identificación de Impactos Ambientales				Preparación del Sitio	Construcción		mantenimiento del área	Abandono de sitio	Valoración Cuantitativa		
Simbología: + Impacto Positivo o Benéfico - Impacto Negativo o Adverso Bajo o No Significativo.....(1) +/- Relativamente Bajo o Poco Significativo....(2) +/- Medio o Medianamente Significativo.....(3) +/- Relativamente Alto o Significativo.....(4) +/-				Limpieza y despalme	Extracción del material pétreo	transporte del material	mantenimiento del área	Abandono	Impacto Adverso	Impacto Benéfico	Total Impactos
MEDIO FISICO	Agua	Cuerpos de Agua	Caudal	2 (+)	3(+)	0	2 (+)	2 (-)	1	3	4
			Captación de agua	2(+)	3(+)	0	2(+)	2(-)	1	3	4
	Suelo	Superficie Terrestre	Erosión	2 (-)	2(-)	0	1 (-)	0	3	0	3
			Uso Potencial	1 (+)	3 (+)	0	1 (+)	1 (-)	1	3	4
			Geomorfología	1(-)	3(-)	0	0	3(-)	3	0	3
MEDIO BIOTICO	Biota	Flora	Vegetación aledaña	1(-)	2(-)	2(-)	0	0	3	0	3
			Especies en la NOM	0	0	0	0	0	0	0	0
		Fauna	Especies en la NOM	0	0	0	0	0	0	0	0
			Desplazamiento	2(-)	1(-)	1(-)	0	0	3	0	3
MEDIO SOCIOECONÓMICO			Empleo y Mano de Obra	2 (+)	3 (+)	2 (+)	1 (+)	2(-)	1	4	5

De las probables interacciones que pudieran representar algún impacto, se tomaron solo las de importancia el resto se consideraron no significativas, Como se observa en el cuadro anterior se analizaron 10 tipos de interacción en las diferentes etapas del proyecto, que representan impactos positivos y negativos. Con respecto a los impactos negativos, en su mayoría son moderados. Mientras que los impactos positivos van de bajos a moderados.

Con respecto a la importancia de los impactos se tiene que van de bajos a moderados la valoración asignada se presenta a continuación:

Cuadro 119. Importancia de los impactos

Medio	Indicador	Signo	intensidad	extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	importancia
Cuerpos de Agua	Caudal	+	2	1	4	2	2	2	4	4	1	2	29
	Captación de agua	+	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	18
Superficie Terrestre	Erosión	-	2	2	4	2	2	2	4	4	2	4	34
	Uso Potencial	+	2	1	4	2	2	4	4	2	2	2	30
	Geomorfología	-	2	2	4	2	2	2	4	4	2	4	34
Flora	Vegetación aledaña	-	1	1	4	2	2	1	1	1	2	4	22
Fauna	Desplazamiento	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	17
socioeconómico	Empleo y Mano de Obra	+	2	2	4	2	2	2	1	4	2	2	29

Dónde: IMPORTANCIA DEL IMPACTO (I).

Se calculó mediante la ecuación:

$$I = \pm(3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.

Crítico	70-100
Moderado	40-60
Bajo	13-30
Nulo	0
Positivo	+
Negativo	-

Cuadro 120. Criterios de evaluación:

indicador	Importancia del impacto	calificación
Naturaleza	Impacto benéfico Impacto perjudicial	+ -
Intensidad (I)	Baja Media Alta Muy alta total	1 2 4 8 12
Extensión (EX)	Puntual Parcial Extenso Total critica	1 2 4 8 12
Momento (MO)	Largo plazo Medio plazo Inmediato o corto plazo critico	1 2 4 De 5 a 8
Persistencia (PE)	Fugaz Temporal permanente	1 2 4
Reversibilidad (RV)	Corto Medio irreversible	1 2 4
Sinergia (SI)	Sin sinergia Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4
Acumulación (AC)	Simple Acumulativo	1 4
Efecto (FE)	Indirecto Directo	1 4
Periodicidad (PR)	Irregular Periódico Continuo	1 2 4
Recuperabilidad (MC)	De forma inmediata Mediano plazo Mitigable irrecuperable	1 2 4 8

Los impactos son considerados de bajos a moderados.

Descripción de impactos:

Cuadro 121. Descripción de impactos

Medio	Descripción del impacto	
Cuerpos de agua	Caudal	Al extraer el material se desazolvará el cuerpo del rio, aumentará la sección de desagüe del cauce, se reducirá la rugosidad para que el agua circule en mayor volumen tanto superficial como subterránea sin desbordarse, lo cual representa un impacto benéfico.
	Captación de agua	El desazolve o extracción de material favorecerá al cuerpo de agua en la captación de agua y por ende a la infiltración, el realizar el aprovechamiento en secciones dejará presas filtrantes las cuales captarán agua y sedimentos.
MEDIO FISICO	Morfología del cuerpo de agua	El aprovechamiento se efectuará en secciones y en bancos formando una especie de presas filtrantes a fin de no modificar la forma (morfología) creada por el propio río y los trabajos de suavización de taludes se irá realizando a la par con la extracción en cada sección. El rio como afluente de corrientes mayores en su larga trayectoria por su cauce, con el tiempo vuelve a su equilibrio natural.
	Uso Potencial	El beneficio que aporta el cuerpo de agua, se potencia con la extracción de material producto de la acumulación a través del tiempo por el arrastre de sedimentos, en una simbiosis positiva donde el cuerpo de agua se beneficiara por el desazolve y se obtendrá un beneficio económico por el aprovechamiento sustentable de los materiales pétreos.
	Erosión	Impacto es moderado. El volumen de suelo que será removido, corresponde a gravas y arenas que se han depositado en el lecho del rio sin afectar el suelo firme, se extraerá hasta cierta profundidad y en secciones dependiendo del levantamiento topográfico para evitar la erosión en el lecho tal como se presenta en los planos anexos al presente de las secciones, como se mencionó anteriormente la extracción se efectuará por secciones de tal forma que se formen presas y se realizará suavización de taludes con la finalidad de prevenir erosión.
Flora	Vegetación aledaña	Impacto poco significativo solo por depósito de partículas de polvo ya que el material tiene suficiente humedad para que el impacto no sea significativo.
Fauna	Desplazamiento	Impacto poco significativo. Debido a que no se afectará de alguna forma y en caso de aparición esporádica será ahuyentada del área no se permitirá: la caza, acoso o captura a las especies presentes, aunado a que la fauna está acostumbrada a la presencia humana, En los recorridos no se observó ni se tiene registro de alguna especie enlistada en la NOM dentro del área de interés.
Medio socioeconómico	Empleo y Mano de Obra	El impacto se considera positivo, ya que se creará una fuente de empleos temporales y fijos, directos e indirectos por la implementación del proyecto. El impacto se considera de bajo a moderado Basado en el hecho de que el proyecto generará 15 empleos directos y 10 indirectos.

V.1.1. Indicadores de impacto

Para el caso del proyecto, el indicador más importante de impacto es la afectación al suelo por la extracción de materiales pétreos que será objeto, no detectándose afectaciones a la cubierta vegetal y la fauna, dado que por la naturaleza de la conformación y estatus del lecho del río, el predio carece de vegetación y la fauna detectada se reduce al avistamiento de aves sobrevolando el sitio, sin ninguna comunidad animal que tenga por hábitat permanente el área de proyecto.

Selección y Descripción de los impactos significativos

Etapa de preparación.

No se consideran efectos ya que solo se marcará con estacas el sitio, sin modificar las condiciones de suelo ni agua.

Etapa de operación.

- Suelo: Modificación por extracción de materiales pétreos acumulados.
- Agua: No se tienen detectados.
- Atmósfera: por generación de partículas, polvos y humos.
- Factores de interés humano: la generación de ruido por parte de los camiones y vehículos y la mínima afectación al paisaje.
- Impacto positivo: generación de empleos para los pobladores de la región.

Etapa de abandono.

- Suelo: el cauce del río recibirá los escurrimientos nuevamente, materiales como grava, arena, limo arcilla, etc.

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto

Cuadro 122. Lista de indicadores de impacto

AGUA		
Balance Hídrico	Impacto	Observaciones
	moderado	En la extracción de materiales pétreos, y por su corta superficie, la naturaleza del proyecto y derivado de los datos obtenidos en el capítulo anterior se estima ocasione impactos potenciales poco significativos sobre la captación e infiltración del agua.
SUELO		
Erosión	moderado	Afectación moderada según la estimación de tasas de erosión para el área en el capítulo anterior.
Residuos sólidos	mínimo	Derivados de consumo humano, los cuales serán colectados en tambos y serán trasladados al basurero municipal de la ciudad de Durango. Se exhortará a los trabajadores a que utilicen servilletas de tela y cilindros para evitar generar residuos.
Material extraído	moderado	Se pretende extraer 277,520.34 m³de material pétreo acumulado en el lecho del rio. Derivado del análisis del capítulo anterior se tiene que la capacidad de recarga de sedimentos del rio permite que se vuelva azolvar por el ciclo natural del rio.
FLORA Y FAUNA		
Animales silvestres	Mínimo	La interacción de los trabajadores, el flujo vehicular es causantes de que se ahuyente la fauna de forma momentánea, resaltamos que la fauna presente en áreas aledañas se encuentra habituada a la presencia humana debido que le poblado más cercano se encuentra en los márgenes del rio
Flora	mínimo	Área desprovista de vegetación únicamente por acumulación de polvo en áreas aledañas, se prevendrá el impacto ya que el material a extraer tendrá suficiente humedad para minimizarlo.
INTERACCIONES SOCIALES		
Económico	Si	Representado con la generación de 15 empleos directos y 10 indirectos.
ABANDONO DEL SITIO		
Sitio	SI	Al terminar el proyecto se tendrán estabilizados los taludes, y se cumplirán cabalmente los requerimientos que marquen las leyes, normas y reglamentos correspondientes. Las aguas del rio como afluente de corrientes mayores en su larga trayectoria por su cauce, va recogiendo partículas en suspensión que se asientan, y que con el tiempo vuelven a su equilibrio natural.

V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1. Criterios

Para la evaluación de los impactos se utilizaron los criterios descritos por los autores para la metodología empleada, asimismo en base a los resultados de los análisis del diagnóstico ambiental y de la opinión consultada de expertos se determinó la valoración de cada uno de ellos.

Cuadro 123. Criterios para la clasificación de impactos:

Impacto	Existe Impacto
Adverso	El impacto provocado a los elementos del ambiente es negativo, afectando alguna o algunas de sus características.
Adverso No significativo	El impacto es apenas perceptible en el ambiente siendo puntual, momentáneo y observándose a corto plazo, con una intensidad reducida.
Adverso Moderadamente Significativo	El impacto al ambiente se presenta en a nivel local, siendo a corto o mediano plazo sus efectos, solo se manifiesta de manera temporal y con una intensidad moderada.
Adverso Significativo	El impacto al ambiente trasciende a nivel local, observándose sus efectos en el terreno regional, manteniéndose el impacto por un tiempo más largo que el anterior impacto (a mediano o largo plazo). Además, el impacto se presenta de una manera compleja, afectando no solo a un componente del ambiente, sino a varios y con una intensidad importante.
Benéfico	El impacto provocado por las acciones del proyecto es positivo hacia los elementos del ambiente.
Benéfico no Significativo	El impacto es positivo al ambiente, solo se representa a nivel puntual, siendo sus efectos momentáneos, observándose en un período de tiempo definido (impacto temporal). La intensidad es reducida.
Benéfico Moderadamente Significativo	El impacto al ambiente se presenta a nivel local, siendo a corto o mediano plazo sus efectos y solo se manifiesta de manera temporal, con una intensidad moderada.
Benéfico Significativo	La magnitud del impacto es mayor que la anterior condición, al ser los beneficios no solo locales, sino regionales y se observa el impacto en varios elementos del ambiente, con una intensidad importante.
Impacto Desconocido	Se observa una relación entre una acción y un elemento del ambiente, pero se desconoce el sentido del impacto (adverso o benéfico) y su magnitud (significativo o no significativo).

Cuadro 124. Criterios para la evaluación de impactos:

Indicador	Importancia del impacto	Calificación
Naturaleza	Impacto benéfico	+
	Impacto perjudicial	-
Intensidad (I)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	critica	12
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato o corto plazo	4
	critico	De 5 a 8
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto	1
	Medio	2
	irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergia	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (FE)	Indirecto	1
	Directo	4

Periodicidad (PR)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	De forma inmediata	1
	Mediano plazo	2
	Mitigable	4
	irrecuperable	8

V.1.3.2. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

La variedad de la metodología de evaluación es muy amplia, algunas de ellas derivan de ejercicios similares a los que se hacen en los estudios de ordenamiento ecológico del territorio, otras son específicas de los estudios de Impacto Ambiental. La disponibilidad de metodologías va desde las más simples, en las que se evalúan numéricamente el impacto global sin analizar los impactos intermedios, a aquellas más complejas en las que, a través de diferentes procesos de ponderación, se pretende llegar a una visión global de la magnitud del impacto ambiental.

Para este proyecto se adecuo la metodología y se seleccionó en base a la experiencia del equipo responsable de la elaboración del estudio considerando principalmente el grado de interacción o complejidad del proyecto o actividad bajo análisis y el nivel de incertidumbre que ofrece el modelo seleccionado.

Para este caso se utilizó la Matriz de Leopold Modificada, con la cual se pueden determinar las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sobre los cuales inciden, además se estima el grado de interacción, es decir, se determina de manera semicuantitativa la intensidad y magnitud de dicho efecto, en cada una de las etapas, en cada sector del ambiente (abiótico, biótico y socioeconómico). Esta evaluación permite visualizar globalmente el grado de impacto y el número de impactos presentes para cada sector de ambiente.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las actividades del presente proyecto, generan impactos ambientales directos o indirectos, que se pueden prevenir y cuando no es posible se aplican las medidas de mitigación o corrección, cuando se afecta algún factor ambiental, para evitar un impacto mayor.

En este capítulo se describirán en forma breve algunos de los impactos ambientales adversos identificados, las posibles medidas de mitigación. Entendiéndose que una medida de mitigación puede corresponder y contener diversos elementos para prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados por el proyecto.

Las medidas de mitigación propuestas contienen las siguientes características:

- Factible técnicamente
- Económica, de acuerdo a la magnitud de la operación
- Representa una alternativa viable para disminuir o compensar los impactos

Tipos de medidas

Los tipos de medidas se clasifican según su carácter preventivo, de control, mitigante, correctivo o de compensación y predictivas. En algunos casos resultará más de una condición y pueda ser discutible la clasificación de la medida; en todo caso, esto es importante para decidir la oportunidad de su aplicación, pues una de carácter preventivo tiene prioridad sobre la correctiva, y es frecuente que estas últimas sean las de mayor costo, evidentemente al cumplirse las preventivas existirán bajas probabilidades de ocurrencia del impacto.

Medidas propuestas

Las obras o actividades ambientales a realizar durante el desarrollo de la operación de extracción de materiales pétreos, pueden estar dirigidas a mitigar algunos impactos de diferentes componentes del ambiente. Las medidas se han ordenado en función de sus características comunes y según al tipo de acción a la que correspondan. Resultando las siguientes clases de acciones o medidas:

Normas y criterios técnicos de protección ambiental

Independiente de las leyes y normas ambientales vigentes en el país, se proponen una serie de criterios y especificaciones de protección ambiental. A fin de prevenir y reducir determinados impactos, en especial por la extracción de materiales pétreos.

Conservación de suelos y aguas

Son las acciones y obras encaminadas a prevenir la erosión del suelo y la captación del agua del rio. En estas acciones esta la realización en donde se extraen los materiales pétreos, de suavizar taludes y aprovechamiento por secciones de tal manera de formar presas filtrantes. Estas medidas, en conjunto, reducen el acarreo de sólidos en la zona, donde es fácil el

desgaste del suelo y contrarrestan problemas de erosión; también reducen las afectaciones a la infiltración y captación de agua.

Mejoramiento y mantenimiento del camino

La utilización de la vía de acceso ya existente al sitio de extracción de los materiales pétreos, representa una ventaja que evita mayores impactos por apertura de caminos nuevos, para lo cual se tomarán las medidas correctivas para mantenerlo bien conservado, incluyendo su riego programado para evitar la emisión de polvos (cabe resaltar que el material transportado será cubierto con lonas y tendrá suficiente humedad) y facilitar su flujo del tránsito pesado y vehicular en el desarrollo de la extracción de los materiales.

Manejo de desechos

Esta acción está destinada a facilitar el manejo adecuado de todos los desechos sólidos y líquidos que se generen por las actividades por desarrollar, como ya se mencionó los residuos serán colectados en tambos cuya disposición final será el basurero municipal.

Manejo y disposición de residuos líquidos no peligrosos:

La extracción de materiales pétreos, se requiere de la participación de aproximadamente de 15 trabajadores, éstos generarán líquidos residuales de origen doméstico, generalmente con alto contenido de materia orgánica. Para su recolección, tratamiento y disposición final se deben tomar en consideración la capacidad y operación de las instalaciones, características físico-naturales del área de operación, y de la legislación ambiental vigente. En la inteligencia que no deberán descargarse bajo ningún concepto o motivo afluentes líquidos de origen industrial o doméstico en el suelo o en los cauces o áreas adyacentes al rio. Se contratará una empresa que instalará un baño portátil para uso de los trabajadores y esta misma se encargará del manejo y disposición final de los residuos.

Disposición adecuada de residuos peligrosos:

Las sustancias químicas procederán generalmente del mantenimiento maquinaria pesada, los vehículos de transporte y camiones de carga, los cuales serán afinados y cambiados sus lubricantes, aditivos y grasas en talleres de la ciudad de Durango, nunca en el área.

Restauración de áreas abandonas:

Se entiende por áreas abandonadas, aquellas que fueron utilizadas como áreas auxiliares al término de su función en el proceso de la extracción de los materiales pétreos, la cual corresponden a los sitios donde se instalaron temporalmente, como el área de control y despacho, cribado, estacionamiento, servicios sanitarios, etc., las cuales una vez terminada la operación se dejarán en las mismas o en mejores condiciones que al inicio de los trabajos de extracción.

Cabe destacar que se acatarán irrestrictamente las recomendaciones de la CONAGUA con respecto a la profundidad de extracción y el seccionamiento, etc., a fin de evitar y/o controlar los escurrimientos que afecten a la flora y fauna que se localice sobre el rio la cual cabe

mencionar es muy escasa y que le pueda afectar el movimiento de materiales. Asimismo, la modificación del relieve se verá afectado de manera temporal ya que por efectos de la avenida del rio en temporada de lluvias se conseguirá rellenar los huecos producto de la extracción del material, sin embargo, con las recomendaciones de la CONAGUA se logrará recuperar la condición natural del relieve del rio. Asimismo, con la suavización de taludes a través de la superficie del lecho del rio afectada se espera propiciar las condiciones necesarias para la recuperación de los elementos bióticos alterados, así como el depósito de nuevo material pétreo en el lecho del río ocasionado por las fuertes avenidas pluviales que ocurren anualmente; lo cual podría contribuir a la recuperación del relieve batimétrico. Esto se interpreta como un impacto benéfico en esta unidad ambiental.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Cuadro 125. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente amb

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	a) IMPACTOS NEGATIVOS DETECTADOS	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LA MEDIDA	b)función de la medida	c) Ubicación de la medida
FÍSICO	Topografía	Pendiente	Posibles deslizamientos de los taludes del tajo. Cambio en la morfología del rio	Prevención	1. Diseñar los taludes por sección de acuerdo a la pendiente que presentaba al inicio del proyecto. 2. Estabilización de taludes	Conservar la morfología del cuerpo de agua	Se anexa plano con la ubicación de las secciones
FÍSICO	Topografía	Aprovechamiento por secciones	Cambio en la morfología del cuerpo de agua.	Prevención y mitigación	Como es un área considerable el aprovechamiento se realiza por secciones y en forma de trapecio para formar una especie de presas filtrantes a fin de evitar impactos severos y permitir que por la acción el ciclo natural del rio se vaya estabilizando, restaurando y recargando el área. Sin modificar su morfología.	Mantener la morfología del rio	Se anexa plano con la ubicación de las secciones
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento	Desplazamiento de fauna	Prevención	Capacitación del personal. Se colocarán carteles alusivos a la protección de la fauna	Prevención de impacto sobre la fauna	Área de influencia del proyecto
BIÓTICO	Fauna	Mortandad	Riesgo de muerte por aplastamiento y por caza	Prevención	1.- Capacitación del personal. Se capacitará al personal para manipular y reubicar especies encontradas dentro del sitio del proyecto y que presenten riesgo para ellas 2.- Se prohíbe el maltrato y caza de animales silvestres	Prevención de impacto sobre la fauna	Área de influencia del proyecto

FÍSICO	Suelo	Contaminación	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos	Prevención	1.- Capacitación al personal operativo para manejo adecuado de los residuos y confinamiento responsable 2.- Se colocaran letreros y depósitos en sitios estratégicos para los residuo sólidos urbanos 3.- Se definen sitios para el almacenamiento temporal de residuos de manejo especial (cartones, madera, plásticos, etc.) 4.- Recolección de residuos de manera semanal (basura) y de manera diaria los residuos de desechos de alimentos para su correcta disposición y evitando así la proliferación de fauna nociva 5.- Traslado constante de los residuos generados por los trabajadores hacia los lugares correctos para su disposición final (relleno sanitario más cercano a las zonas de estudio).	Prevención y manejo de residuos	Área de influencia del proyecto	
FÍSICO	Suelo	Compactación	Compactación de suelo fuera de las áreas autorizadas	Prevención	1.- Capacitación al personal operativo 2.- Restricción de áreas de operación vehicular 3.- Señalización	Prevención de impacto por compactación	Área de influencia del proyecto	
Abandono del sitio	Topografía	Pendiente y restauración por secciones	Cambio en la morfología del rio	Prevención y mitigación	1. Diseñar los taludes por sección de acuerdo a la pendiente que presentaba al inicio del proyecto 2. Estabilización de taludes. Este se realizará desde la operación del proyecto ya que en cada sección que se vaya aprovechando se estabilizará y suavizará de tal manera de mantener la morfología del cuerpo de agua y se acondicionará en forma de presa filtrante para que vaya recargándose anualmente por el ciclo natural del rio.	Conservar la morfología del cuerpo de agua	Se anexa plano con la ubicación de las secciones y del sitio del proyecto.	

VI.2. Impactos residuales

Los efectos residuales son los efectos netos que permanecen una vez que se han implementado las medidas de mitigación. En muchos casos las medidas mitigarán totalmente los potenciales efectos negativos, mientras que en otros las medidas de construcción y recuperación disminuirán o aminorarán la magnitud de los efectos, pero no los eliminarán por completo.

Por el tipo y magnitud de las actividades a desarrollar y el poco volumen de extracción de materiales pétreos, se considera que no habrá impactos residuales, cuyos efectos pudiesen permanecer en el ambiente. Sin embargo, entre los impactos residuales que pudieran ocasionarse por la implementación del proyecto se encuentran:

Agua. - Como resultado de la extracción del material se podría producir un impacto en la escorrentía, principalmente en la época de estiaje, por lo que se considera que producirá un impacto benéfico moderadamente significativo, debido a que las mismas condiciones de arrastre de material en el rio en periodo de lluvias, los bancos de donde se extraerá los materiales, se volverá a reponer mediante un proceso natural.

Suelo.- Durante el desarrollo del proyecto se generarán movimientos de tierra, para llevar a cabo cortes, nivelaciones y extracción, por lo que se implementarán medidas de control en los volúmenes de extracción, pendientes y cortes, la remoción de suelos favorece la erosión hídrica y eólica, por lo que se implementarán medidas de suavización de taludes y aprovechamiento en secciones para asegurar que las condiciones del área sean parecidas a las que originalmente se tenían.

Flora y Fauna. - Es importante resaltar que dentro del área de extracción no existen especies de flora y fauna que se encuentren listadas dentro de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010. En tanto que la flora y fauna acuática es casi inexistente por el azolvamiento del cauce, por lo cual contribuiría a mejorar la presencia de flora y fauna.

Paisaje. - Impacto visual, los huecos del área en donde se extrajo el material pétreo. Se volverán a rellenar por el arrastre de tierra en la temporada de lluvias y se manejarán siguiendo las recomendaciones de la CONAGUA.

Social y Económico. - El desarrollo del proyecto contempla la generación de empleos permanentes una vez que entre en operación la extracción del material pétreo. El proyecto contribuirá a satisfacer la creciente demanda generada por la industria de la construcción, lo que favorecerá al mejoramiento de los precios al existir una mayor competencia en el mercado Por otra parte, significa la disponibilidad de materiales de construcción (grava y arena) durante un período de 10 años.

Aunado a lo anterior y como medidas previsibles de seguridad en la mitigación de los impactos que se pudieran generar, se describen las condiciones específicas, requeridas en la Ley de Aguas Nacionales y que irrestrictamente serán observadas, señaladas y condicionadas en el título de concesión qué tenga a bien otorgar la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.).

CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS EN CAUCES, VASOS O ZONA FEDERAL:

Se considera obligatorio a:

- ✓ Ejecutar únicamente la explotación, uso o aprovechamiento en lo que autorice la concesión, para los fines solicitados.
- ✓ Extraer el material que se concesiona exclusivamente en el lugar que se señala, la autoridad, respetando sección y pendiente.
- ✓ Ejecutar las obras de defensa que le indique la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.), para la debida conservación del cauce, vaso, ribera o zona federal.
- ✓ Mantener las condiciones hidráulicas del cauce, vaso, ribera o zona federal en el tramo que comprende la concesión; asimismo, no tirar en ellos basura, desperdicios y otros productos nocivos a la salud o que propicien la contaminación del agua.
- ✓ No ejecutar excavaciones o trabajos que ocasionen perjuicios al cauce, vaso, ribera o zona federal, a las estructuras y obras existentes, régimen de la corriente o depósitos y a derechos de terceros.
- ✓ Cubrir, en su caso, los gastos de deslinde del área concesionada y no realizar algún tipo de construcción, sin permiso de la Comisión Nacional del Agua.
- ✓ Mantener en óptimas condiciones de higiene el área concesionada.
- ✓ Desocupar y entregar dentro del plazo establecido por la Comisión, el área de que se trata en los casos de terminación de la concesión.

Son causa de revocación de la concesión:

- ✓ Dar un uso distinto al bien concesionado, sin autorización de la Comisión Nacional del Agua, o realice actividades ilícitas dentro del mismo.
- ✓ Que se construya obras o instale maquinaria dentro del cauce.
- ✓ Que se realice actividades que puedan causar daño ecológico a la región o a la salud de las personas.
- ✓ Que con el aprovechamiento objeto de la concesión se originen perjuicios a obras existentes dentro o fuera del cauce o zona federal o bien se comprometa la seguridad pública, o se cause perjuicios a la Nación o a derechos a terceros.
- ✓ Que se termine el título de concesión por alguna de las causas previstas en la ley; y
- ✓ Que exista resolución judicial que lo de por terminado.

Condiciones específicas aplicables:

- ✓ Los productos de despalme (en su caso) se deberán reincorporar al cauce, reforzando el talud del mismo y dejando una pendiente natural; lo anterior con el propósito de conservar las condiciones naturales de la corriente, cabe mencionar que no se requerirá en el área propuesta.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

La descripción de los escenarios ambientales se realiza a partir de un cuadro comparativo por cada componente ambiental evaluado, haciendo un pronóstico con base en la descripción ambiental del sitio del proyecto, el diagnóstico ambiental, la evaluación de impactos y las medidas de manejo propuestas. El punto de partida del análisis son las condiciones presentes, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas y las esperadas después de la inserción del proyecto en el medio.

COMPONENTE	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	CON IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS
topografía	El rio aumentará su grado se azolvamiento, originando que el mismo, comience a cambiar su cauce y llegar a ocasionar un desborde en la temporada de lluvias.	Se realizarán las recomendaciones por parte de la CONAGUA para no modificar las condiciones del cauce del rio por la realización de las actividades de extracción del material pétreo. Se favorecerán acciones de retiro del azolve del cauce, incrementar la seguridad de terrenos productivos y de los propios habitantes del lugar. El sitio del proyecto se vislumbra como un área con mejores condiciones ambientales que las actuales, ya que se mejorarán las condiciones hidrodinámicas del rio limpiándose el lecho.	Al realizar el aprovechamiento por secciones se pretende disminuir los impactos, se realizará de tal forma que se respete la morfología inicial de la sección y quede en forma de trapecio lo cual generará una especie de presa filtrante que favorecerá la recarga de material y mantendrá las condiciones originales del cauce. Cabe mencionar que al término de aprovechamiento por sección antes de moverse a la siguiente se estabilizarán los taludes y se acondicionarán las pendientes por lo que el abandono del sitio se iniciará desde el aprovechamiento.
paisaje	Las modificaciones principales corresponden a las del entorno inmediato del sitio del proyecto, en donde se acabó con la vegetación natural de la zona, para convertir el área en tierras cultivables asignadas para el uso pecuario, en cuanto a la fauna el área no es un hábitat significativo para alguna especie.	De manera general el paisaje no sufrirá algún cambio significativo con la implementación del proyecto. No existe vegetación riparia que pudiera ser afectada. y en cuanto al componente ambiental fauna, no se pronostica que el proyecto pudiera tener algún impacto negativo, pues incluso en los reconocimientos y muestreos faunísticos que se pretendieron realizar, se determinó que la zona no juega un papel preponderante en el rol de los hábitos alimenticios o de anidación de alguna comunidad, posiblemente por la importante presencia humana del lugar y dentro del área se mantendrán las condiciones morfológicas del lecho y se mejorarán las condiciones hidrodinámicas del rio limpiándose el lecho.	El área se encuentra ya impactada y se cuenta con presencia humana.

socioeconómico	Con respecto al medio socioeconómico, no se generarían empleos para los pobladores de la región, no se percibirán los ingresos que se pudieran generar por la realización de la actividad, no habría derrama económica.	El proyecto contribuirá a satisfacer la creciente demanda generada por la industria de la construcción, lo que favorecerá al mejoramiento de los precios al existir una mayor competencia en el mercado Por otra parte, significa la disponibilidad de materiales de construcción (grava y arena) durante un período de 10 años. Se generarán fuentes de empleo y derrama económica en la región.	

La zona donde se ubica el proyecto mantiene una afectación por las actividades antropogénicas intensificadas en los últimos años, la tendencia de la zona es incrementar la actividad agropecuaria, explotación de los bancos de material establecer asentamientos humanos alrededor de la Ciudad de Durango, siendo estos agentes suficientes para generar disturbios y degradación ambiental, y no permitir el retorno de las condiciones originales de la comunidades biológicas típicas de la zona, esto significa que la zona, con proyecto o sin él, mantendrá en el futuro próximo, condiciones de afectación ambiental, sin embargo el proyecto ayudará a contrarrestar el elevado grado de marginación en el que se encuentra la zona y proveer de materia prima a la industria de la construcción, así como a ayudar a la limpieza del cauce del Rio Tunal, tan necesario para las actividades agrícolas de la región, es por ello la importancia de la ejecución del proyecto.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

Se anexa

VII.3 Conclusiones

El impulso al desarrollo regional y la superación de la pobreza son urgentes, entendiendo que la atención prioritaria a los grupos marginados es un imperativo ético y también condición fundamental para dar paso a una economía dinámica y sustentable para aprovechar al máximo el potencial productivo de la entidad.

El desarrollo del presente proyecto se facilita por su naturaleza, cuyo objetivo es efectuar un aprovechamiento sustentable, orientado a provocar el menor impacto posible al ambiente. Lo cual, es confirmado con el balance (Impacto - desarrollo) generado en la auto evaluación integral de la extracción de materiales pétreos, en donde se analizaron los beneficios que genera el proyecto y su importancia en la economía local, la influencia de su operación y en la modificación de los procesos naturales.

La extracción de materiales pétreos consiste solamente en aprovechar los materiales que de algún modo se han ido acumulando en el cauce del rio por la acción del tiempo, por lo que no habrá extracción de material geológico, es decir material que se ha formado por acción física, química y biológica.

El material extraído que será desechado se quedará en el mismo cauce del rio, al llevar a cabo la selección, con la acción de la criba vibratoria. La cantidad y la constancia de explotación estará dada por la presencia fenómenos meteorológicos de la región.

Los impactos adversos detectados son en su mayoría moderados y principalmente al factor suelo y captación de agua, han sido analizados para reducirlos con la implementación de medidas para su prevención y mitigación mediante la extracción sustentable en secciones con estabilización de taludes en cada sección. Con respecto a los impactos benéficos, se encuentran el dar impulso a la creación de nuevas fuentes de empleo y contribuir en una mejor distribución del ingreso económico entre las personas. Por lo que, los impactos benéficos identificados representan un beneficio para el desarrollo socioeconómico de las localidades cercanas, ya que generan empleos y un incremento en las actividades productivas.
En consecuencia, los objetivos de la política de seguridad y protección ambiental son:

1.- Proveer de un lugar de trabajo seguro y reducir todas aquellas posibles causas de accidentes que amenacen la seguridad de sus trabajadores, y que puedan ocasionar daños al ambiente dentro y fuera de la zona de este proyecto.

2.- Adoptar y cumplir con todas las normas de seguridad y protección ambiental emitidas por las autoridades locales, Estatales y Federales.

3.- Dado a sus bajas repercusiones al medio natural y los beneficios que se tendrán en la creación de fuentes de empleo, y en la contribución de obras requeridas, por el gobierno estatal, municipal, y particulares con este tipo de materiales, sin duda el proyecto es procedente.

Manifiesto bajo protesta de decir verdad, que la información que antecede es la correcta y verídica, misma que puede ser confirmada en cualquier momento por la autoridad correspondiente.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Glosario de términos

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.

c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.

d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, L., E. Vázquez, J. González, R. Jiménez, E. Muñoz et al. (coords.). 1998. Regiones prioritarias marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez et al. (coords.). 2000b. Regiones terrestres prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Arriaga, L., *et al*. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 433-457.

Bassols, A. 1987. Geografía económica de México. Editorial Trillas, México.

BIENESTAR, 2022. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022 Unidad de Planeación y Evaluación de Programas para el Desarrollo.https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699080/10_005_DGO_Durango.pdf.

Buckman, H. O. y Brady N.C. (1977). Naturaleza y propiedades de los suelos. Ed. Montaner y Simón, S.A. Barcelona.

Buenaver; O.M.T y Rodríguez; A.E.A. 2016. Determinación de la estabilidad de agregados del suelo en diferentes Agroecosistemas del Departamento Norte de Santander. Artículo de investigación Científica Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. PP 42-50.

Ciancaglini-Prosap. N. 2001. Instructivo R-001-Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. Tec. Hidr., Inestigador INTA EEA, San Juan. Textura de suelo- triangulo de texturas.

Collar, N. J. y P. Andrew. 1988. Birds to watch: the ICBP world check-list of threatened birds. Technical Publication 8, International Council for Bird Preservation, Cambridge, Gran Bretaña.

Collar, N. J., M. J. Crosby, y A. J. Stattersfield. 1994. Birds to Watch 2: The World List of Threatened Birds. BirdLife Conservation Series No. 4, BirdLife International, Cambridge, Gran Bretaña.

Conabio. 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1: 4 000 000. México.

Conabio. 2008. Distribución de manglares en México. Escala 1: 50 000. Extraído del proyecto DQ056: J. Acosta-Velázquez y M.T. Rodríguez-Zúñiga. 2007. Programa de monitoreo de los manglares de México a largo plazo: primera etapa. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Conabio, Conanp, tnc y Pronatura. 2007a. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-The Nature Conservancy-Programa México-Pronatura, A.C, México.

Conabio, Conanp, tnc, Pronatura y fcf, uanl. 2007b. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-The Nature Conservancy-Programa MéxicoPronatura, A.C.-Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

De Groot, R.S., M.A. Wilson y R.M. Boumans, 2002. A tipology for theclassification, description, and valuation of ecosy.

Diario Oficial de la Federación (DOF), 2013. ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas superficiales en las Cuencas Hidrológicas Laguna de Santiaguillo, La Tapona, Río La Sauceda, Río El Tunal, Río Santiago Bayacora, Río Durango, Río Poanas, Río Súchil, Río Graseros, Río San Pedro-Mezquital y Río San Pedro-Desembocadura de la Subregión Hidrológica Río San Pedro de la Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro.

ESI. (2015). Explotación de materiales de construcción del área denominadas "Zamora Jambue". Obtenido de

https://maezamorachinchipe.files.wordpress.com/2015/02/borrador-del-esi-c3a1rea-zamora-jambue.pdf.

Fernández; L.L.C. et al, 2016. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. Instituto Nacional del Petróleo. México D.F. Manual de Técnicas de Análisis de Suelos aplicadas a la remedición de sitios contaminados.

García; C.L.S. 2017. Manual de Metodologías de Campo para determinar Profundidad, Densidad Aparente, Materia Orgánica, Infiltración del Agua, Textura y Ph en el suelo.

GLOBE. 2005. Protocolo del PH del suelo-6.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. Guías para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, México. 89 p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. Guía para la interpretación cartográfica uso de suelo y vegetación: Escala 1:250,000:serie III. Aguascalientes, México. 74 p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2011. Diccionario de datos de uso de suelo y vegetación (vectorial). Geografía. Recursos Naturales. Uso de suelo y vegetación. Aspectos teóricos/metodológicos. Revisado en octubre de 2010 en: www. Inegi.org.mx.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) 2021. Aspectos Geográficos. Durango. Resumen https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/territorio/relieve.aspx?tema=me&e=10

Informe de Pobreza y Evaluación. 2023. Durango. Primera edición, diciembre de 2022.https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197834.pdf

Inundaciones por una presa desbordada en Durango. Periódico la Jornada, 25 de octubre de 2018. https://www.jornada.com.mx/2018/10/25/estados/033n3est

Isoyetas de intensidad - duración - periodo de retorno para la República Mexicana, Dirección General de Servicios Técnicos, Infraestructura, SCT (2015). https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/isoyetas/

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento.

Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable del 25 de febrero del 2003.

Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Minera.

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

Ley General de Vida Silvestre.

Ley Federal del Trabajo.

Lince-Salazar, L.A., Castro, A. F., & Castaño, W. A. (2020). Estabilidad de agregados de suelos de la zona cafetera colombiana. Revista Cenicafé, 71(2), 73-91.

Luccarelli, M. 1995. Lewis Mumford and the Ecological Region. The Politics of Planning. The Guilford Press, Londres.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular (MIA-P) del proyecto denominado "Encauzamiento y Desazolve del Río Tunal del Km. 2+340 al Km 4+820, Tramo Puente del Diablo a la Presa Derivadora Antonio Castillo, en el Municipio de Durango, Dgo.". PAG 82. http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/dgo/estudios/2010/10DU2010HD039.pdf

Manual SCT. "Procesamiento de Información". M-PRY-CAR-1-06-003

Manual SCT. "Análisis Hidrológicos". M-PRY-CAR-1-06-004

Manual SCT. "Análisis Hidráulicos". M-PRY-CAR-1-06-005

Montoya, R., Vía, M., Serrano, G. y García, J. C. 2002. SIG, paisaje y visibilidad en la Comarca Noreste de Segovia. X Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección. Valladolid, España.

Mu, L. 2004. Polygon characterization with the multiplicatively weighted Voronoi diagram. The Professional Geographer 56: 223-239.

Nemerow N. L. y A. Dasgupta. 1998. Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Ediciones Díaz de Santos S. A., Madrid España: 1-18.

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección Ambiental.

Norma SCT N-PRY-CAR-1-06-001 al 006. "Estudios Hidráulico – Hidrológico para puentes".

Olson, D.M., y E. Dinerstein. 1998. The global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. Conservation Biology 12: 502-515.

Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, G.V.N. Powell et al. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. BioScience 51: 933-938.

Panorama Minero del Estado de Durango. 2016.

Pellegrini; A. 2019. Curso edafología, Departamento de Ambiente y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. U. N. L. P. Textura y color del suelo.

Pellegrini; A. 2019. Curso edafología, Departamento de Ambiente y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. U. N. L. P. Tema 6. Estructura y Estabilidad estructural del Suelo.

Pérez López M. E., M. G. Vicencio de la Rosa y E. Medina Herrera. 2004. Calidad del agua en el río El tunal de Durango. III Congreso Internacional de Ciencias Ambientales, Universidad del Mar Campus Huatulco, Oax., México. 12 al 14 de mayo.

Pérez López M. E., Bursiaga-Siqueiros M. E., M. G. Vicencio de la Rosa., y E. Medina Herrera. 2004. Evaluación de la calidad del agua de la Cuenta Alta del Río El Tunal-Mazatlán.

Periódico la Jornada, 25 de octubre de 2018. https://www.jornada.com.mx/2018/10/25/estados/033n3est

Pierce, S.M., R.M. Cowling, A.T. Knight, A.T. Lombard, M. Rouget et al. 2005. Systematic conservation planning products for land-use planning: Interpretation for implementation. Biological Conservation 125: 441-458.

Pinot, R, H. (2000). Manual de Edafología. Ed.Computec. Chile.

Plaster, E. J. (2004). La ciencia del suelo y su manejo. Ed. Paraninfo. México

Porta, J., López-Acevedo, M. y Poch, R.M. (2008). Introducción a la Edafología (Uso y protección del suelo). Ed. Mundi tPrensa. Madrid.

Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía 2014. Para Victoria de Durango, Dgo. Comisión Nacional del Agua. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99854/PMPMS_Victoria_de_Durango_Dgo.pdf.

Programa de Desarrollo Urbano 2020. Programa ecológico. http://transparencia.municipiodurango.gob.mx/articulo66/II-D1/oct-dic/2020/programa_de_desarrollo_urbano_2025_programa_ecologico.pdf.

Rad. C. y López R. J. Práctica 1 Determinación del contenido de materia orgánica en el suelo. Facultad de Ciencias. Grupo de investigación en compostaje UBUCOMP. PP 1-7.

Ramírez, R. M. I. 2011. Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá. Recuperado el 2016, de http://www.bdigital.unal.edu.co/950/.

Rivera, J. H. (1999). Susceptibilidad y predicción de la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera central colombiana [Tesis de Doctorado], Universidad Nacional de Colombia.

Rubio; G. A. M. 2010 La Densidad Aparente en suelos forestales del Parque Natural Los Alcornacoles Sevilla. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica y Agrícola. Universidad de Sevilla.

Rzedowski, J. 1980. Vegetación de México. Limusa, México. Semarnap. 2000. Acuerdo por el cual se aprueba la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, 17 de agosto de 2000.

Schargel, R. y Delgado, F. (1990). Características y manejo de los suelos utilizados en la producción de carne en Venezuela. En Plasse, D., Peña de Borsotti, N., eds. VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. FCV-UCV, Maracay. pp. 187-220.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2008. Manual que establece los criterios técnicos para el aprovechamiento sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Árido y Semiárido. Subsecretaría de fomento y normatividad ambiental. Dirección General de Sector Primario y Recursos Naturales Renovables SEMARNAT-INIFAP. 107.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT 2012). Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional. Centro Logístico e Industrial de Durango Secretaria de Obras Públicas y comunicaciones del estado de Durango https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/dgo/estudios/2012/10DU2012V0002.pdf#page=279&zoom=100,109,188.

SGN y CGMENERÍA. 2011. Programa minero del Estado de Durango Pp. 2 y 24 http://www.sgm.gob.mx/pdfs/DURANGO.pdf.

Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas, SIATL, INEGI, 2024,

https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/

Unidad de Política Migratoria. 2020. Registro e Identidad de Personas. Diagnóstico de la Movilidad Humana en Durango. Secretaría de Gobernación. http://www.politicamigratoria.gob.mx/work/models/PoliticaMigratoria/CPM/foros_regionales/estados/norte/info_diag_F_norte/diag_Durango.pdf.

Vicencio de la Rosa M. G., M E. Pérez López y I. C. López González. 2004. Evaluación del efecto del agua de riego en el módulo III del Distrito de Riego 052 de Durango. III Congreso Internacional de Ciencias Ambientales, Universidad del Mar Campus Huatulco, Oax.México. 12 al 14 de mayo.

Vicencio de la Rosa M. G. 2013. Índice de la calidad del agua del cauce Río Tunal-Durango-Mezquital. https://www.semanticscholar.org/paper/INDICE-DE-LA-CALIDAD-DEL-

AGUA-DEL-CAUCE-DEL-RIO-Rosa Guadalupe/f94d61feaee90fd799d4c6e4f2adeedf81e4163d

X. ANEXOS