MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

**DIRECION GENERAL DE**
IMPACTO Y RIESGO
**AMBIENTAL**

# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

# PROYECTO:

# “LOMA DORADA”

# PROMOVENTE:

# “CASAS KAN” SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE

**ACUÑA, COAHUILA DE ZARAGOZA. ABRIL 2026**

Contenido

***I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE. ..... 10***

**I.1 Nombre del proyecto ..... 10**

**I.2 Nombre o Razón Social del Promovente ..... 10**

**I.3 Ubicación (dirección) del Promovente ..... 10**

**I.4 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal ..... 10**

**I.5 Duración del proyecto ..... 11**

***II. USO QUE SE LE PRETENDE DAR AL TERRENO. ..... 14***

**II.1 Objetivo del proyecto ..... 14**

**II.2 Naturaleza del proyecto ..... 14**

**II.3 Descripción del nuevo uso ..... 14**

II.3.1 Justificar poque los terrenos son apropiados al nuevo uso ..... 15

II.3.2 Inversión requerida para la realización del proyecto ..... 17

**II.4 El uso actual de la zona que se pretende desarrollar ..... 18**

**II.5 Programa general de trabajo ..... 20**

II.5.1 Preparación del sitio y urbanización ..... 20

II.5.2 Planes y/o programas para la rehabilitación, compensación y restitución ..... 25

***III. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA, SUBCUENCA Y MICROCUENCA, DONDE SE ENCUENTRA UBICADA LA SUPERFICIE SOLICITADA INCLUYENDO CLIMA, TIPOS DE SUELO, TOPOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOLOGÍA Y LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA POR TIPOS DE VEGETACIÓN Y COMPOSICIÓN DE GRUPOS FAUNÍSTICOS. ..... 28***

**III.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto ..... 28**

**III.2 Caracterización y análisis de la cuenca, subcuenca y microcuenca ..... 29**

III.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la Cuenca, subcuenca y Microcuenca 30

III.2.2 Medio físico. ..... 30

III.2.3 Medio biológico ..... 44

***IV. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, QUE INCLUYA CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA..... 105***

**IV.1 Clima..... 105**

**IV.2 Suelo..... 106**

**IV.3 Pendiente media..... 106**

**IV.4 La Hidrografía ..... 108**

IV.4.1 Escorrentías naturales superficiales cercanas al proyecto ..... 108

**IV.5 Flora..... 108**

**IV.6 Fauna ..... 126**

***V. UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES CON RELACIÓN A LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CUENCA, SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDROGRÁFICA, QUE PERMITA DETERMINAR EL GRADO DE AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES; ..... 150***

V.1.1 Modificación y pérdida del hábitat ..... 165
V.1.2 Aves migratorias ..... 165

***VI. UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL; 169***

**VI.1 Erosión ..... 169**

**VI.2 Regulación hidrológica ..... 178**

***VII. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS, POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO..... 184***

**VII.1 Volumen a remover por especie y tipo de vegetación presente en el área de CUSTF. ..... 197**

***VIII. PLAZO PROPUESTO Y LA PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO ..... 200***

**VIII.1 Plazo de ejecución del cambio de uso del suelo ..... 200**

**VIII.2 Forma de ejecución del cambio de uso del suelo en terrenos forestales ..... 201**

VIII.2.1 Actividades para el cambio de uso del suelo ..... 201

***IX. PROPUESTA DE PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA QUE PUDIERAN RESULTAR AFECTADAS Y SU ADAPTACIÓN AL NUEVO HÁBITAT, EN CASO DE AUTORIZARSE EL CAMBIO DE USO DE SUELO ..... 205***

***IX.1 Programa de rescate de flora ..... 205***

IX.1.1 Introducción ..... 205

***IX.1.2 Objetivos ..... 206***

***IX.1.2.1 General ..... 206***

***IX.1.2.2 Específicos ..... 206***

***IX.1.3 Metas ..... 206***

***IX.1.3.1 Materiales y Equipo. ..... 206***

***IX.1.4 Criterios de selección de especies/individuos a rescatar ..... 207***

***IX.1.5 Metodología para el rescate y reubicación de especies ..... 210***

***IX.1.6 Sitio de reubicación ..... 213***

***IX.1.7 Rescate ..... 216***

***IX.1.8 Evaluación del rescate y reubicación ..... 219***

*IX.2 Programa de rescate de Fauna.* ..... *222*
*IX.2.1 Introducción* ..... *222*
*IX.2.2 Antecedentes* ..... *223*
*IX.2.3 Objetivos* ..... *223*
*IX.2.3.1 Generales* ..... *223*
*IX.2.3.2 Específicos* ..... *224*
*IX.2.4 Componentes del Programa.* ..... *224*
*IX.2.5 Metas* ..... *225*
*IX.2.6 Metodología para el rescate y reubicación* ..... *226*
*IX.2.6.1 FASE PREVIA* ..... *227*
*IX.2.6.2 DE RESCATE* ..... *228*
*IX.2.6.2.1 Herpetofauna* ..... *229*
*IX.2.6.2.2 Mastofauna* ..... *231*
*IX.2.6.2.3 Aves* ..... *235*
*IX.2.6.2.4 Técnicas de Liberación.* ..... *237*
*IX.2.7 Lugares de acopio, albergue temporal y reproducción de especies.* ..... *238*
*IX.2.8 Localización de los sitios de reubicación* ..... *238*
*IX.2.9 Acciones a realizar para el mantenimiento y supervivencia* ..... *240*
*IX.2.10 Cronograma de actividades.* ..... *241*
*X. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 243*
**X.1 Identificación de impactos.** ..... **243**
X.1.1 Caracterización de los impactos ..... 243
X.1.2 Identificación de los componentes susceptibles de ser impactados ..... 244
*XI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN POR LA AFECTACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, EL SUELO, EL AGUA, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRES APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO* ..... *264*
**XI.1 Impactos residuales.** ..... **264**
**XI.2 Medidas de mitigación** ..... **265**
**XI.3 Pronóstico ambiental.** ..... **272**
**XI.4 Programa de manejo ambiental** ..... **277**
**XI.5 Seguimiento y control** ..... **288**

*XII. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto 289*

**XII.1 Regulación hidrológica ..... 290**

**XII.2 Protección del suelo ..... 295**

**XII.3 Captura de carbono ..... 310**

**XII.4 Paisaje ..... 312**

**XII.5 Diagnostico ambiental ..... 312**

*XIII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; ..... 313*

*XIV. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DEL PRESTADOR DE SERVICIOS FORESTALES QUE HAYA ELABORADO EL ESTUDIO, Y DEL QUE ESTARÁ A CARGO DE LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO ..... 328*

*XIV.1 AUTOR DEL ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES. ..... 328*

*XIV.1.1 Nombre ..... 328*

*XIV.1.2 Domicilio ..... 328*

*XIV.1.3 Número de inscripción en el Registro Forestal Nacional ..... 328*

*XIV.1.4 XV.1.4. Copia de su identificación oficial: ..... 329*

*XV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y ..... 331*

**XV.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET) ..... 331**

XV.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio ..... 331

XV.1.2 Programa de ordenamiento ecológico estatal ..... 335

XV.1.3 Local ..... 344

**XV.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. ..... 344**

**XV.3 Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. ..... 345**

**XV.4 NOM´s y NMX´s con las que el proyecto se vincula y cumple ..... 350**

*XVI. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES ..... 353*

**XVI.1 Bibliografía ..... 353**

**Tabla 1. Estación Climatológica 5085**.....32
**Tabla 2. Descripción de suelos**.....38
**Tabla 3. Categorías de los usos de suelo y vegetación identificadas en el polígono del SA.**.....45
**Tabla 4. Diversidad por clases botánicas en la microcuenca.**.....48
**Tabla 5. Coordenadas UTM Z14 de ubicación de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental**.....51
**Tabla 6. Índice de Valor de Importancia estrato Arboles en el Sistema ambiental**.....58
**Tabla 7. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo en el Sistema ambiental**.....58
**Tabla 8. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo en el Sistema ambiental**.....60
**Tabla 9. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato Arboles SA**.....62
**Tabla 10. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato arbustivo Sistema ambiental**.....62
**Tabla 11. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato herbáceo Sistema ambiental**.....63
**Tabla 12. Coordenadas geográficas y UTM de los transectos para el muestreo de fauna en la cuenca**.....68
**Tabla 13. Listado potencial de herpetofauna registrada para la unidad de análisis**.....71
**Tabla 14. Listado potencial de la avifauna de la cuenca**.....74
**Tabla 15. Listado potencial de la mastofauna de la cuenca.**.....85
**Tabla 16. Especies de herpetofauna registrada durante los transectos cuantitativos y cualitativos durante el trabajo de campo dentro de la cuenca**.....91
**Tabla 17. Parámetros bióticos de la herpetofauna en los sitios de muestreo cuantitativos de la cuenca San Fernando.**.....92
**Tabla 18. Índice de Diversidad**.....92
**Tabla 19. Especies de aves registradas durante los transectos cuantitativos y cualitativos**.....94
**Tabla 20. Parámetros bióticos de la avifauna en los sitios de muestreo de la cuenca**.....96
**Tabla 21. Índices de Diversidad de la avifauna en la cuenca**.....97
**Tabla 22. Parámetros bióticos de los mamíferos en la unidad de análisis subcuenca**.....99
**Tabla 23. Índice de diversidad de los mamíferos en la unidad de análisis cuenca.**.....99
**Tabla 24. Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro de la cuenca Río San Fernando.**.....100
**Tabla 25. Especies de fauna silvestre registrada durante los transectos y que se encuentran bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables, registrados en el área de estudio de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas.**.....100
**Tabla 26. Clasificación de pendientes**.....106
**Tabla 27. Diversidad por clases botánicas en la microcuenca.**.....110
**Tabla 28. Coordenadas UTM Z14 de ubicación de los sitios de muestreo en el Área de CUS.**.....113
**Tabla 29. Índice de Valor de Importancia estrato Arboles en el Área de CUS**.....120
**Tabla 30. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo en el Área de CUS**.....120
**Tabla 31. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo en el Área de CUS**.....121
**Tabla 32. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato Arboles Área de CUS**.....123

**Tabla 33. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato arbustivo Sistema ambiental** ..... 124
**Tabla 34. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato herbáceo Sistema ambiental** ..... 125
**Tabla 35. Coordenadas geográficas y UTM de los transectos para el muestreo de fauna en el área del proyecto** ..... 128
**Tabla 36. Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área de estudio.** ..... 137
**Tabla 37. Herpetofauna registrada en campo en cada uno de los transectos** ..... 138
**Tabla 38. Información cuantitativa de la herpetofauna registrada en campo** ..... 138
**Tabla 39. Índice de diversidad de herpetofauna** ..... 139
**Tabla 40. Abundancia de la avifauna registrada en campo en cada uno de los sitios de muestreo** ..... 141
**Tabla 41. Índice de diversidad de la avifauna dentro del área de estudio** ..... 143
**Tabla 42. Lista taxonómica de las especies de mamíferos registradas en el área del proyecto. Se muestra su categoría de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su endemismo.** ..... 145
**Tabla 43. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de mamíferos registrados durante el trabajo de campo** ..... 146
**Tabla 44. Índice de diversidad de mamíferos dentro del área de estudio** ..... 146
**Tabla 45. Aprovechamiento Cinegético de Aves y Mamíferos en el Estado de Coahuila** ..... 149
**Tabla 46. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia** ..... 152
**Tabla 47.Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia.** ..... 152
**Tabla 48. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia** ..... 153
**Tabla 49. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia** ..... 157
**Tabla 50. Comparativa de los índices de diversidad estimados.** ..... 162
**Tabla 51. Resultados de la prueba t de Hutchenson, p < 0.005 para el índice de diversidad de Shannon-Weaver** ..... 162
**Tabla 52. Resultados de la prueba t de Hutchenson, p < 0.005 para el índice de dominancia de Simpson** ..... 162
**Tabla 53. Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para las aves** 164
**Tabla 54. Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para los mamíferos** ..... 164
**Tabla 55. Tipo de vegetación para el análisis** ..... 169
**Tabla 56. Datos climatológicos de la estación PRESA DEL CENTENARIO (5085)** . 170
**Tabla 57. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad** ..... 171
**Tabla 58. Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX** ..... 172
**Tabla 59. Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP** ..... 172
**Tabla 60. Valores de la capa uso de suelo y vegetación para el cálculo de erosión** .... 173
**Tabla 61. Valores para la erosión hídrica** ..... 174

**Tabla 62. Cálculo de la erosión con vegetación** ..... 175
**Tabla 63. Cálculo de la erosión para la superficie del predio** ..... 175
**Tabla 64. Cálculo de la erosión para el proyecto** ..... 176
**Tabla 65. Cálculo de la erosión para la superficie de caminos después de su apertura.** ..... 176
**Tabla 66. Comparativo final de la erosión hídrica con proyecto y sin proyecto** ..... 177
**Tabla 67. Valores utilizados para el coeficiente de tipo de suelo** ..... 179
**Tabla 68. Valores utilizados para el coeficiente de pendiente** ..... 179
**Tabla 69. Valores utilizados para el coeficiente de uso de suelo** ..... 180
**Tabla 70. Coeficiente de infiltración** ..... 181
**Tabla 71. Cálculo de la infiltración potencial** ..... 182
**Tabla 72. Coeficiente de infiltración** ..... 182
**Tabla 73. Cálculo de la infiltración potencial** ..... 183
**Tabla 74. Superficie Muestreada en el área de CUSTF** ..... 185
**Tabla 75. Intensidad de muestreo en el CUSTF** ..... 186
**Tabla 76. Resultados de la estimación del tamaño de muestra** ..... 187
**Tabla 77. Resultados de la estimación de los sitios de muestreo** ..... 187
**Tabla 78. Coordenadas de los sitios de Muestreo** ..... 188
**Tabla 79. Modelos de volumen para las especies de Matorral Espinoso Tamaulipeco** ..... 195
**Tabla 80. Número de individuos, Área basal y volumen por especie por sitio de muestreo del Matorral Espinoso Tamaulipeco.** ..... 196
**Tabla 81. Número de individuos por especie por predio por tipo de vegetación en el estrato de herbáceas del Matorral Espinoso Tamaulipeco** ..... 196
**Tabla 82. Estimación de existencias volumétricas por especie y por tipo de vegetación del área de CUSTF en el estrato arbóreo del Matorral Espinoso Tamaulipeco.** ..... 197
**Tabla 83. Cronograma de trabajo para ejecutar el cambio de uso de suelo y aplicación de medidas de mitigación.** ..... 201
**Tabla 84. Materiales y herramientas requeridos** ..... 207
**Tabla 85. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia** ..... 209
**Tabla 86. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia** ..... 210
**Tabla 87. Coordenadas del sitio de reubicación** ..... 214
**Tabla 88. Técnicas de captura utilizadas para el rescate de fauna** ..... 235
**Tabla 89. Coordenadas del sitio de reubicación** ..... 240
**Tabla 90. Indicadores de Impactos Ambientales Potenciales.** ..... 244
**Tabla 91. Descripción de los impactos ambientales.** ..... 245
Tabla 92 Indicadores de impactos ambientales potenciales. ..... 247
**Tabla 93 Simbología de los Impactos** ..... 256
**Tabla 94 Resumen de impactos.** ..... 256
**Tabla 95. Resumen de impactos por grupo de factores** ..... 256
Tabla 96 Valoración de los impactos ambientales. ..... 257
**Tabla 97. Tabla. Valores utilizados para el coeficiente de tipo de suelo.** ..... 290
**Tabla 98. Valores utilizados para el coeficiente de pendiente.** ..... 291
***Tabla 99.*** Valores utilizados para el coeficiente de uso de suelo. ..... 291
**Tabla 100. Coeficiente de infiltración.** ..... 293

***Tabla 101.*** **Cálculo de la infiltración potencial.**.....293
***Tabla 102.*** Coeficiente de infiltración.....294
***Tabla 103.*** Cálculo de la infiltración potencial.....294
**Tabla 104. Datos climatológicos de la estación PRESA DEL CENTENARIO (5085)**296
**Tabla 105. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad**.....297
**Tabla 106. Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX**.....298
**Tabla 107. Valores para la erosión hídrica.**.....301
**Tabla 108. Cálculo de la erosión con vegetación.**.....301
**Tabla 108. Cálculo de la erosión para la superficie del predio**.....302
**Tabla 108.Cálculo de la erosión para el proyecto**.....303
**Tabla 108. Cálculo de la erosión para la superficie de caminos después de su apertura.**.....303
**Tabla 108. Comparativo final de la erosión hídrica con proyecto y sin proyecto**.....303
**Tabla 46. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**.....315
**Tabla 47.Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia.**.....315
**Tabla 48. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**.....316
**Tabla 49. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**.....320
**Tabla 50. Comparativa de los índices de diversidad estimados.**.....325
**Tabla 51. Resultados de la prueba t de Hutchenson, p < 0.005 para el índice de diversidad de Shannon-Weaver**.....325
**Tabla 52. Resultados de la prueba t de Hutchenson, p < 0.005 para el índice de dominancia de Simpson**.....325
**Tabla 53. Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para las aves**327
**Tabla 54. Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para los mamíferos**.....327

A continuación se integra el DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO de conformidad a lo establecido en el Artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y del artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

# I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE.

## I.1 Nombre del proyecto

**LOMA DORADA**

## I.2 Nombre o Razón Social del Promovente

**CASAS KAN SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE**

- CASAS KAN SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE. Se anexa la **Escritura Pública 131** del 05 de marzo de 2019 firmada por el Licenciado Héctor Guadalupe Carmon Martínez, Notario Público No. 6 en Ciudad de Acuña del Estado de Coahuila; en la que se hace constar la constitución de la sociedad mercantil Denominada **"CASAS KAN"** seguido de las palabras Sociedad Anónima de Capital Variable que formalizan el señor [redacted], la señora [redacted] y el señor Juan Carlos Ramos León.
  Se designa como Administrador Único al señor Lic. Francisco Javier Ramos Salas con todas las facultades legales y de representación a que se refiere el mismo documento.
- **Escritura Pública 88** del 16 de agosto de 2021, firmada por el Lic. Federico Alberto Garza Ramos, Titular de la Notaría Publica Número 78 en la que compareció el Arq. Juan Carlos Ramos León en su carácter de Delegado Especial de la sociedad Casas Kan S.A. de C.V. En ésta se establece otorgar poderes generales y especiales al **Sr. Juan Carlos Ramos León**.
- Se anexa identificación oficial **Juan Carlos Ramos León**.
- RFC: CKA190305H66 (SE ANEXA DOCUMENTACIÓN).

## I.3 Ubicación (dirección) del Promovente

[redacted]

## I.4 Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal

**87,428.77 m²** para cambio de uso de suelo de vegetación SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO de un predio de **100,860.600 m².**




**Figura 1. Polígono CUSTF**

## I.5 Duración del proyecto

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales es estimado para un total de **04 años**; en el que se consideran las actividades de urbanización y construcción de puente y viviendas. A continuación se desglosa el programa dentro de la tabla anexa del Programa de Obra (en 2 figuras para su correcta visualización):

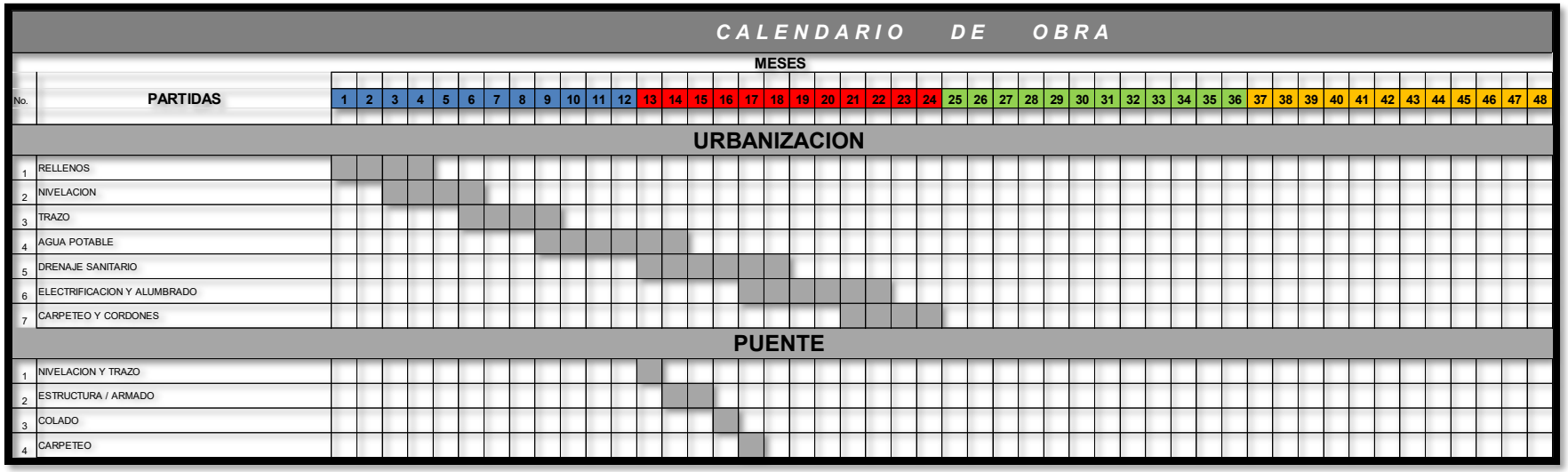



**Figura 2. Cronograma parte 1**

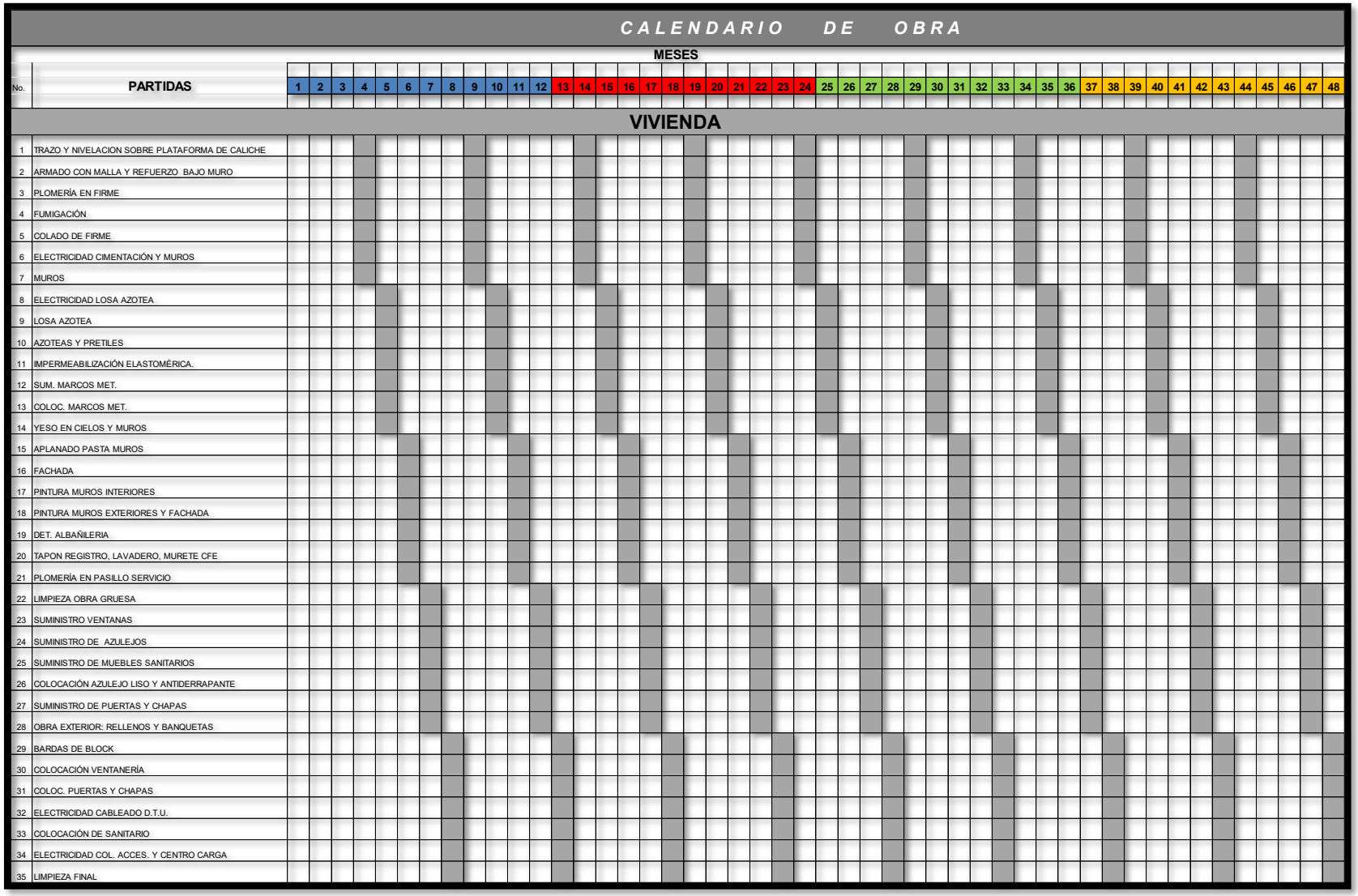



***Figura 3. Cronograma parte 2***

# II. USO QUE SE LE PRETENDE DAR AL TERRENO.

## II.1 Objetivo del proyecto

El proyecto pretende el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, con el objetivo de realizar la urbanización y construcción de un desarrollo inmobiliario, por lo que en este documento el objetivo es obtener la autorización para realizar el desmonte, despalme y urbanización de las hectáreas solicitadas para el CUSTF, así como la construcción de un puente en la zona federal del arroyo.

- Las actividades mencionadas en el presente estudio contemplan las de urbanización de un terreno de **10.08 hectáreas**, no obstante se solicita únicamente el Cambio de Uso de Suelo de **8.74 ha.**
- Asimismo se pretende la construcción de un puente sobre el arroyo EL Capitán que se encuentra al poniente del predio.
-

## II.2 Naturaleza del proyecto

El Proyecto "Loma Dorara" pretende la urbanización de un predio para 479 viviendas y un local comercial, así como la construcción de un puente en la zona federal del arroyo EL Capitán, el cual colinda con el proyecto, con el objetivo de poder comunicar de manera adecuada la zona del proyecto con el crecimiento urbano que actualmente existe en el municipio.

Para esto se cuenta con la **escritura No. 459** del 18 de julio de 2025, firmada por el Notario Público 6 del Distrito Notarial de Acuña, en el estado de Coahuila de Zaragoza, el Lic. Héctor Guadalupe Carmona Martínez en la que se estable el CONTRATO DE COMPRAVENTA DE UN INMUEBLE A PLAZOS Y CON RESERVA DE DOMINIO entre la sociedad mercantil "Ingeniería Eléctrica del Norte" S.A de C.V. como la parte Vendedora y por otra marte la sociedad mercantil denominada "CASAS KAN" S.A. de C.V. DEL INMUEBLE sin construcción ubicado en el POBLADO LAS CUEVAS IDENTIFICADO COMO POLÍGONO 1 LOTE 5C; en la Ciudad de Acuña, Coahuila con una superficie de **100,860.600 m$^2$.** (SE ANEXA DOCUMENTACIÓN).

## II.3 Descripción del nuevo uso

El proyecto contempla la urbanización de un predio de 100,860.6 m$^2$ para el desarrollo de 480 lotes (479 habitacionales y 1 comercial) en una superficie vendible de 52,741.83 m$^2$, es decir el 52.29% del predio; asimismo el resto del predio estará destinado de la siguiente manera: 39,413.93 m$^2$ de banquetas y vialidades (38.08%), 644.01 m$^2$ de vialidad de acceso (0.64) m$^2$ y 8,060.93 m$^2$ de área de cesión municipal (7.99%).

Para esto el proyecto cuenta con los siguientes oficios y viabilidades (SE ANEXA DOCUMENTACIÓN).:

1. Oficio emitido por el Ayuntamiento de Acuña en el que se Certifica el Acuerdo por el que se aprueba la solicitud por parte de Ingeniería Eléctrica del Norte S.A. de C.V. para el cambio de densidad de H2 a densidad H5, a través del oficio PM/SRA/0723/2025.
2. Licencia de uso de suelo emitida por la Dirección de Ordenamiento del Territorio del municipio de acuña del 12 de diciembre de 2025 a través del oficio DU/VU/0264/2025.

3. Viabilidad del Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento de Acuña, Coahuila del 20 de octubre de 2025 No. SIMASPROY-CGJLN-26-25.
4. Oficio de factibilidad para el servicio de energía eléctrica No PLOF-357-2025 del 16 de octubre de 2025 para el proyecto Loma Dorada.
5. Acuse de ingreso ante la CONAGUA del 13 de enero de 2026, para la delimitación de zona federal del arroyo El Capitán así como la autorización para el dimensionamiento del puente.

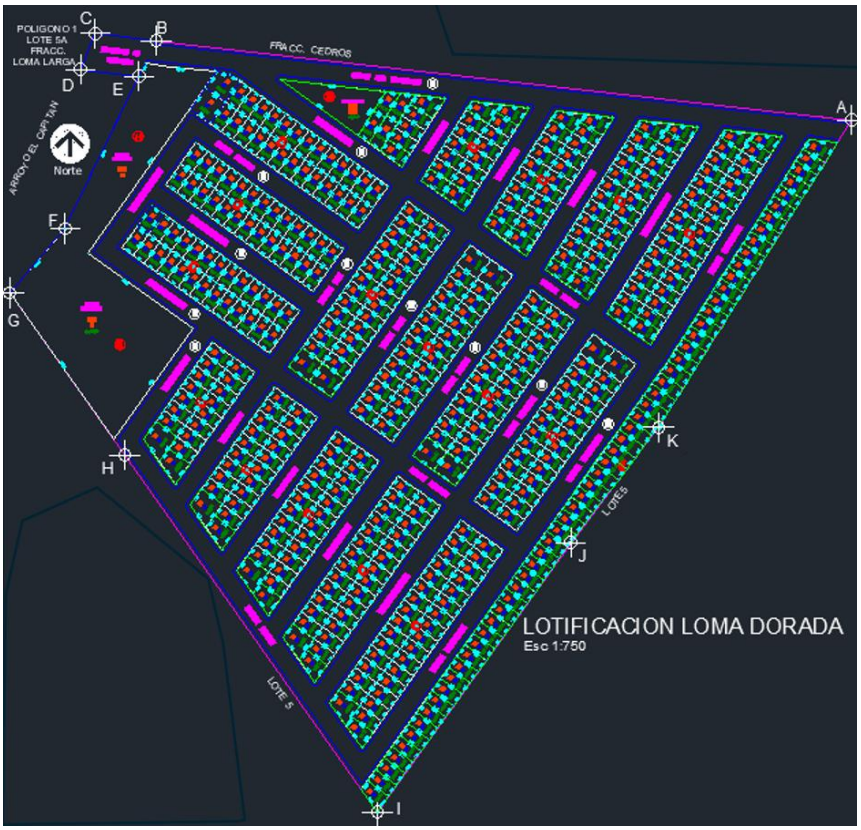



***Figura 4. Distribución de la urbanización***

## II.3.1 Justificar poque los terrenos son apropiados al nuevo uso

La selección del sitio se realiza con base en una serie de pasos estructurados, iniciando con los trabajos de reconocimiento. Las etapas sucesivas van desde la selección de áreas hasta la obtención de información. Para la selección del sitio se tomaron en cuenta varios criterios:

El predio se encuentra en un lugar que actualmente se encuentra en crecimiento para lo cual se han construido vialidades y servicios que cuentan con buenas condiciones lo cual permite conectar el predio a menos de 20 min en automóvil del centro de la ciudad.

El área que se pretende desarrollar no se encuentra dentro de ningún áreas natural protegida, de cualquier orden y de mantos acuíferos que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto. Actualmente el predio se encuentra rodeado por terrenos en urbanización al poniente y agrícolas al

oriente; mientras que al sur y norte se encuentra con predios con características similares a las del predio.

De acuerdo con las características del terreno y con el apoyo de los estudios técnicos correspondientes de la vegetación, fauna, suelos e hidrología, que se presentan más adelante y como anexos, estos arrojan resultados favorables para la viabilidad del presente proyecto.

El proyecto ha sido diseñado en forma interdisciplinaria proyectando la urbanización del desarrollo.

De igual manera el proyecto se ha adaptado al entorno natural y se ha dejado libre de construcción la zona federal del arroyo para la urbanización. Es importante destacar que a la par del presente trámite se esta gestionando la delimitación de Zona Federal del arroyo, así como la autorización para el dimensionamiento del puente con la CONAGUA (Se anexa acuse de ingreso del 13 de enero de 2026)

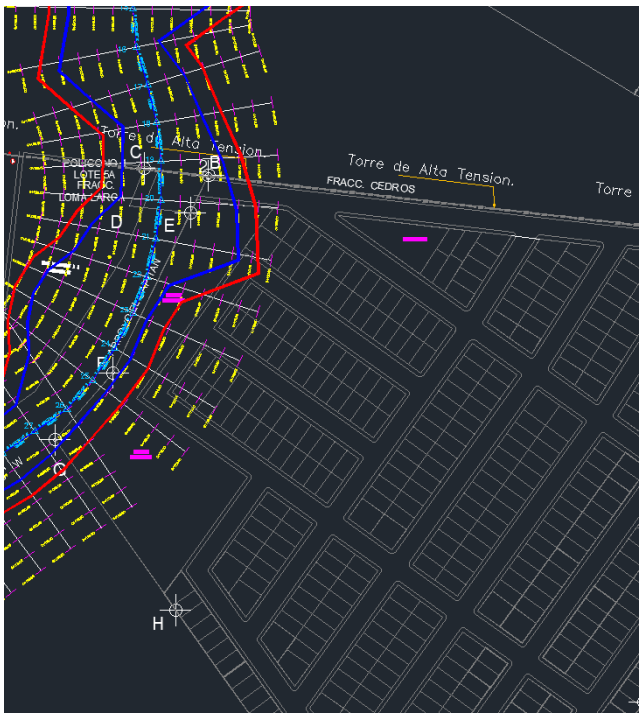



***Figura 5. Ubicación del predio y de la zona federal propuesta***

El diseño del puente se realizó con base en el estudio hidrológico anexo para el cual se realizaron las estimaciones de los caudales de escurrimiento para los periodos de para 10, 25, 50 100 y 500 años y mediante los métodos de la fórmula racional (SE ANEXA DOCUMENTACIÓN).

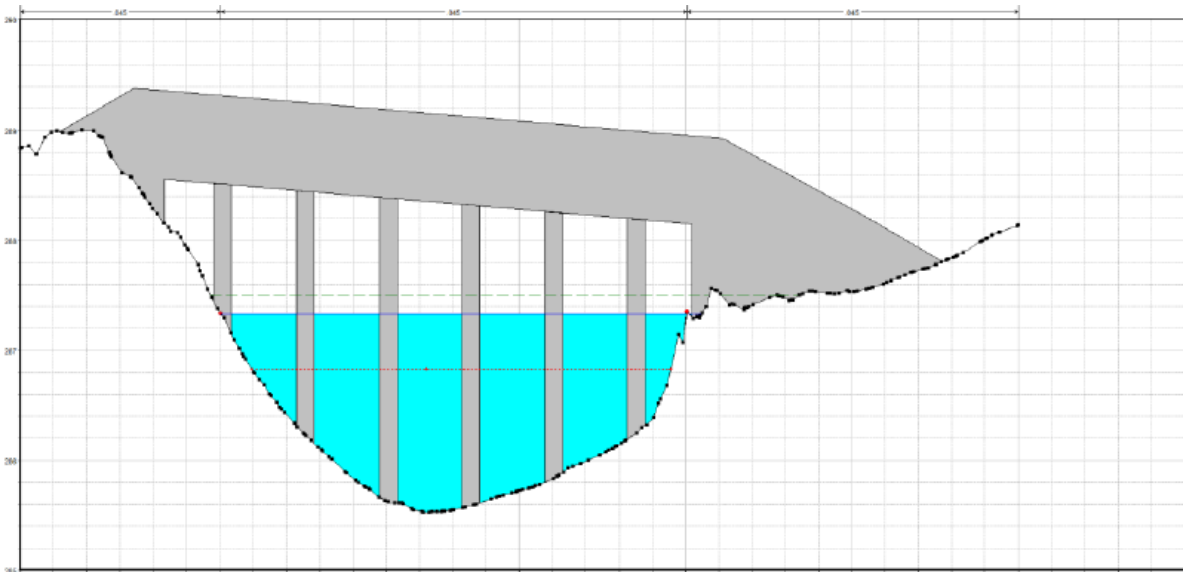


***Figura 6. Diseño transversal del puente con TR de 500 años***

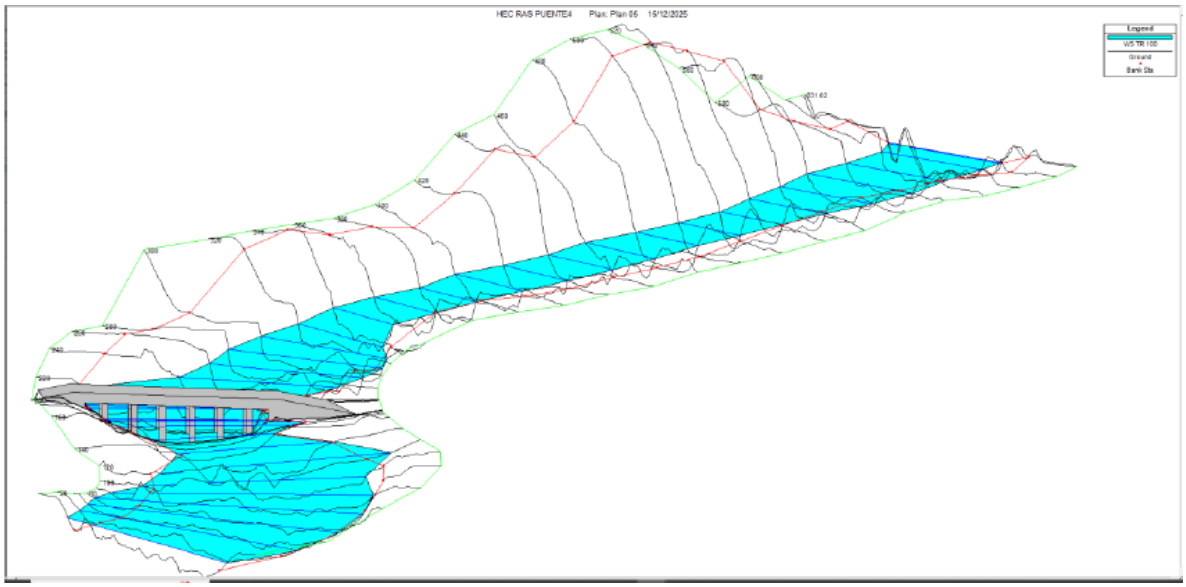


***Figura 7. Diseño transversal del puente con TR de 100 años***

## II.3.2 Inversión requerida para la realización del proyecto

Monto total de la inversión Incluyendo: Puente, Urbanización y vivienda:

**$163,167,647.00**

**(Ciento sesenta y tres millones ciento sesenta y siete mil seiscientos cuarenta y siete pesos)**

## II.4 El uso actual de la zona que se pretende desarrollar

Actualmente el predio no tiene un uso antropogénico directo, sin embargo el predio no se encuentra libre de impactos ya que cuenta con caminos peatonales y vehiculares rurales desde por lo menos el año 2010. La vialidad al norte del predio cuenta con una línea de alta tensión.




***Figura 8. Vista satelital de la zona del proyecto***

Esto se hace con base en lo permitido por la zonificación secundaria del PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO del municipio de Acuña:

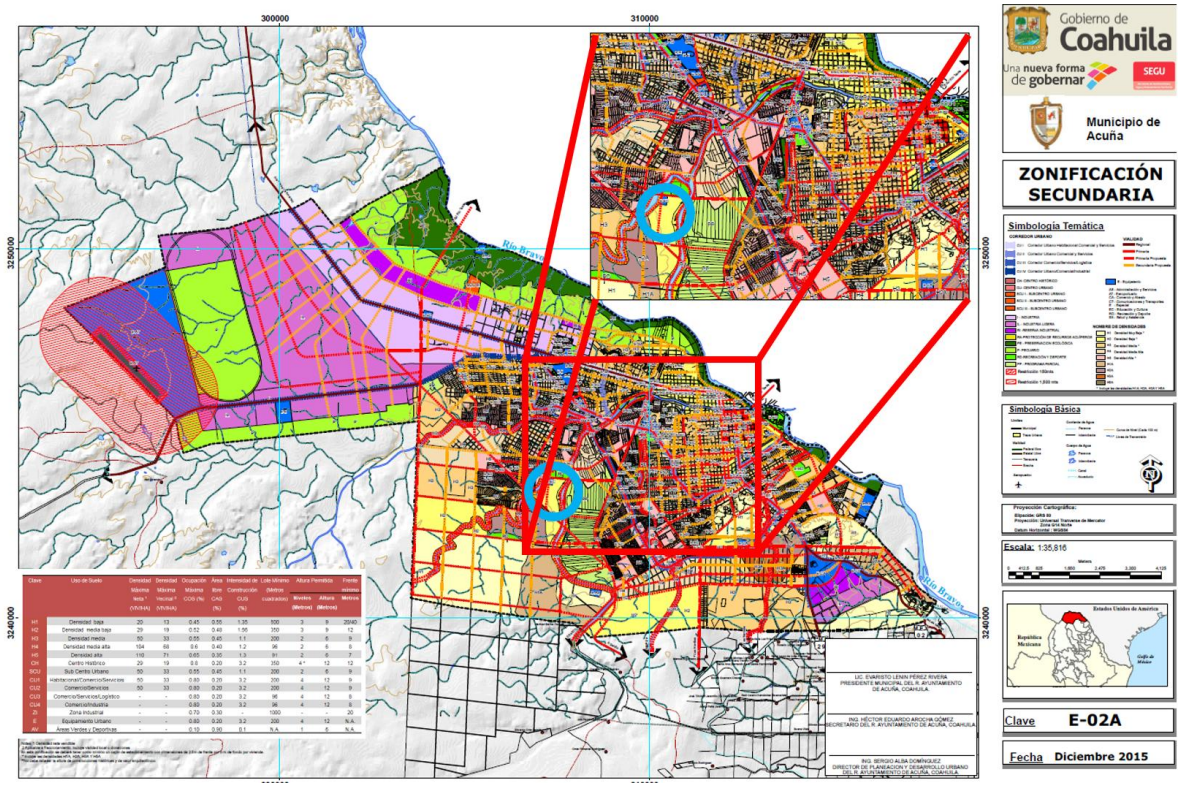



***Figura 9. Zonificación secundaria del municipio de Acuña***

En donde el predio se encuentra catalogado como:

- habitacional densidad baja (H2)
- Equipamiento Educación y cultura (E-EC)
- Protección de Recursos Acuíferos (RA)

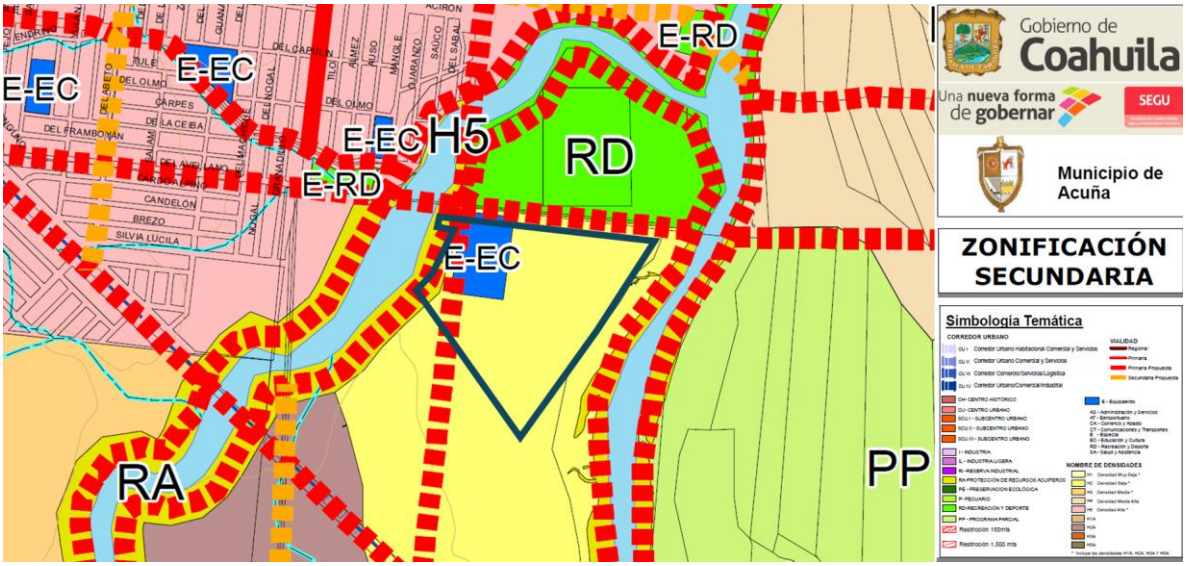



***Figura 10. Zonificación secundaria de la zona del predio***

# II.5 Programa general de trabajo

## II.5.1 Preparación del sitio y urbanización

El programa contempla el desarrollo del proyecto en **4 años.**

El producto del material de desmonte será transportado por un camión de volteo hasta el sitio de manejo temporal, donde será composteado previa trituración, para ser utilizado como mejorador de suelos en el mismo proyecto (lo que no pudiera ser utilizado en esto se dispondrá en un sitio de disposición final autorizado, de lo cual se obtendrá el manifiesto correspondiente por el contratista autorizado).

La remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en zona de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, será con el objeto de remover el material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Este residuo también tendrá el manejo antes descrito en términos de la normatividad.

Trabajos previos:

Visita de inspección: Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para determinar el tipo de equipo que se requiere de acuerdo con las características de la vegetación.

Delimitación de la zona de desmonte:

En el caso de vialidades, el desmonte se hará en el derecho de vía.

En canales y contra cunetas el desmonte se hará en la superficie limitada por las líneas trazadas a lo largo de éstas.

EL DESMONTE COMPRENDE:

- Derribo de sujetos forestales, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos con o sin raíces.
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte y su correcta disposición en sitios autorizados.

EQUIPO QUE SE UTILIZA PARA TRABAJOS DE DESMONTE

El equipo que se utiliza para el desmonte será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del contratista de Obra su selección.

EQUIPO QUE SE UTILIZA PARA TRABAJOS DE DESMONTE

Tractores equipados con cuchillas cortadoras pueden trabajar en cualquier tipo de terreno y cortar cualquier árbol al nivel del suelo.

Excavadoras de cadenas.

CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO DEL DESMONTE

De comprobará que se haya retirado de la zona de desmonte todo tipo de vegetación que exista o haya vuelto a crecer. Que no se hayan dañado árboles y arbustos que no sea necesario retirar. Que la disposición de los residuos del desmonte se haya realizado en la forma y sitio indicados que cuentan con autorización vigente.

DESPALME

Es la remoción del material superficial del terreno, después de realizado el Desmonte, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

Trabajos previos Visita de inspección:

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para determinar el tipo de equipo que se requiera de acuerdo con las características del material de despalme.

DESPALME

El material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, así como de los pisos, fondo de las excavaciones y taludes de los bancos al término de su explotación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación.

EQUIPOS PARA REALIZAR EL DESPALME

- Motoconformadora (material suelto).
- Retroexcavadora.
- Cargador frontal.
- Bulldozer

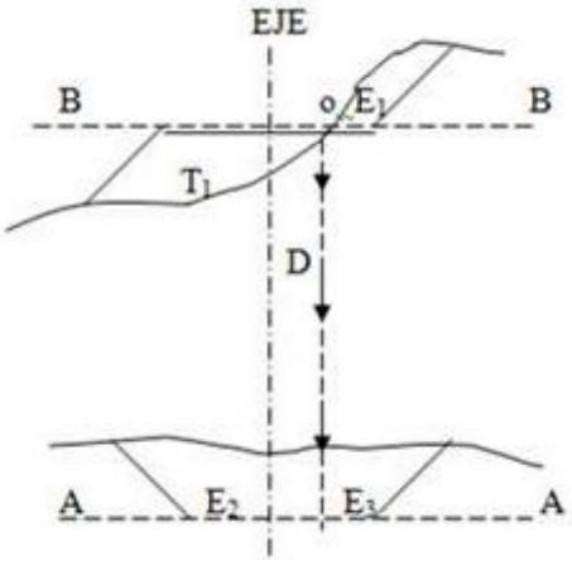
CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO DEL DESPALME

Para que el despalme se considere terminado se comprobará:

Que la disposición final del material producto del Despalme se haya realizado en la forma y sitio indicados en el Proyecto o aprobados por la secretaria.

CORTES

Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra de acuerdo con lo indicado en el proyecto.




Sección de corte y corte a media ladera

TRABAJOS PREVIOS

Desmonte. Previo al inicio de los trabajos, la zona por cortar estará debidamente desmontada.

Delimitación de la zona de corte una vez terminado el desmonte se delimitará la zona de corte mediante estacas en las líneas de ceros.

Despalme. Remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

Los cortes se ejecutarán de acuerdo con las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción.

Los cortes se ejecutarán de manera que se permita el drenaje natural del corte.

Los cortes se ejecutarán con el talud establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Los materiales producto del corte se utilizarán para construir terraplenes o arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes.

EQUIPO UTILIZADO.

El equipo que se utilice para la construcción de cortes será el adecuado para obtener la geometría y selección de los materiales especificados en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado.

EXCAVADORAS.

Autopropulsadas y reversibles sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque, para la excavación y carga de los materiales producto del corte.

COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL

Cuando se encuentre material de calidad inaceptable en el área de desplante del terraplén (terreno natural), el material será sustituido por otro de mejor calidad, para lo cual se abrirá una caja de la profundidad necesaria como parte del despalme. Se rellenarán los huecos resultantes de los trabajos de desmonte y despalme con material compactado, asimismo se compactará el terreno natural, en el área de desplante, en un espesor mínimo de veinte (20) centímetros y a una compactación similar a la del terreno natural.

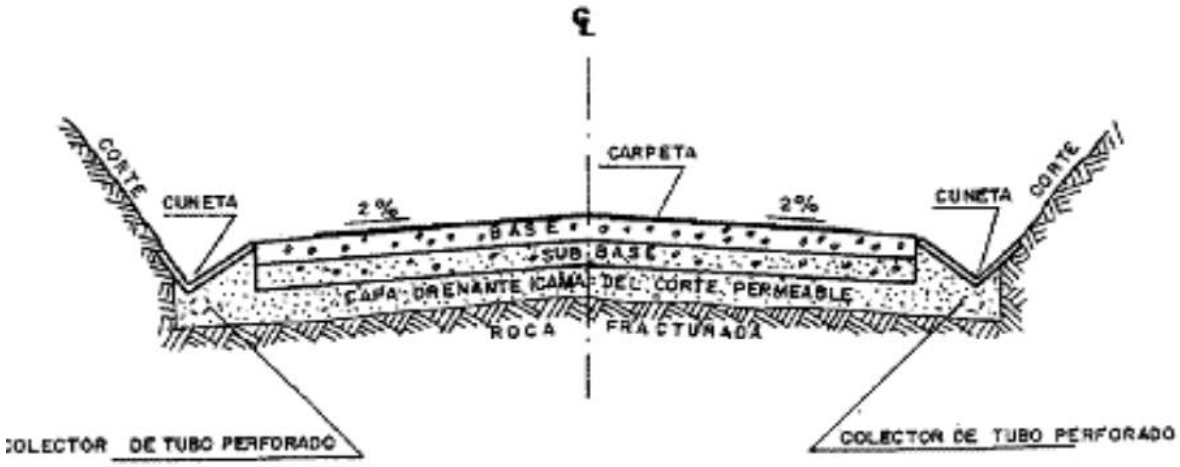
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO DE CORTE

Los materiales producto de los cortes se cargarán y transportarán al sitio de los trabajos en donde serán empleados.

Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco temporal habilitado del proyecto.

CAPAS DRENANTES

La capa drenante, es una capa construida con materiales granulares de una determinada granulometría, que subyace a la estructura del pavimento y permite el flujo del agua subterránea, evitando las presiones neutras.




EJECUCIÓN:

El material se extenderá en el ancho indicado del proyecto y se conformará hasta obtener un espesor uniforme.

Se extenderá con un equipo que sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto.

Cuando la capa drenante se coloque en varias etapas, la capa anterior deberá estará limpia antes de la colocación de la capa siguiente, retirando los materiales extraños o sueltos.

Se conformará un sobre ancho fuera del borde de 30cms y con el mismo espesor de la capa, para lograr la compactación del sobre ancho eficiente.

COMPACTACIÓN:

La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto.

Se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro de las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando al menos la mitad del ancho del cilindro compactador.

Debe evitarse el exceso de pasadas que pueda generar trituración de los agregados.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras estas no sean las adecuadas.

PAVIMENTACIÓN

Suministro y colocación de concreto hidráulico premezclado mr 35 resistencia normal en pavimentos con espesor de 16 cm, incluye: mano de obra, herramienta, equipo, almacenaje, materiales, preparación de la superficie, cimbrado, colado, vibrado, curado con membrana a base de agua, descimbrado, preparación de las juntas, acabado, limpieza.

Colocación de pórfido o similar, de 12 cm de espesor, asentado con mortero 1 : 5; incluye: suministro y colocación de piedra laja sangre de pichón o similar, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.

GUARNICIONES

Excavación en la caja por medios mecánicos en terreno tipo a hasta 40 cm

Afine de superficie de desplante de banquetas con tepetate y terreno natural, compactada al 90% prueba proctor, incluye; suministro de material, tendido, nivelación, compactación, herramienta y equipo mecánico p.u.o.t.

Banqueta de concreto premezclado, de 8 cm de espesor, acabado deslavado, incluye: suministro y colocación de concreto, vibrado, curado y mano de obra.

Guarniciones de concreto premezclado, en perfil trapezoidal y/o pecho de paloma en medidas variables, acabado escobillado, incluye suministro y colocación de concreto, vibrado, curado y mano de obra.

RED DE AGUA POTABLE

Trazo y nivelación

- Excavación de cepa en suelo tipo "a", a una profundidad de 0.20 a 1.20 m. incluye traspaleos, acarreos dentro del sitio.
- Plantilla de arena, en cama de 10 cm de espesor incluye: traslapeos, acarreos, maquinaria y mano de obra.

- Relleno de excavaciones a nivel con material seleccionado producto de excavación. Incluye: material, acarreos, maquinaria y mano de obra.
- Relleno de excavaciones a nivel con material banco, tepetate. Inc: material, acarreos, maquinaria y mano de obra.
- Suministro e instalación de tubería de diámetro variable
- Suministro e instalación de cajas de válvulas
- Instalación de toma domiciliaria, 1/2" de diam.

ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO

- Media tensión aérea
- Baja tensión subterránea
- Alumbrado público

OBRAS EN ZONA FEDERAL

Se realizará la construcción de un puente vehicular para conectar el proyecto con la vialidad al poniente del Fraccionamiento Loma Larga

### II.5.2 Planes y/o programas para la rehabilitación, compensación y restitución

Se desarrollarán TRES programas:

- Programa de conservación de suelo.

El proyecto de urbanización contempla el trazo de canales para el manejo de las escorrentías superficiales y el establecimiento de una cobertura vegetal para la protección de las zonas federales, para evitar la erosión de la zona.

- Programa de rescate de flora y fauna.

Se elaborará por especialistas en la materia, un programa de rescate de las especies de flora y fauna presentes en los frentes de trabajo y que sean susceptibles de ser rescatadas o reubicadas, que se aplicará en caso de que ser necesario, así como se instrumentará una campaña de información y capacitación ambiental para la colaboración de los trabajadores, indicándoles mediante el apoyo de materiales diversos como gráficos, las acciones a seguir para el manejo adecuado de las especies de flora y fauna, a fin de no provocar daño alguno. Es necesario recalcar que, al inicio de las actividades, con la presencia humana y el ruido de la maquinaria que será utilizada, la mayor parte de la fauna se desplazará hacia zonas que no serán intervenidas, así como a las áreas colindantes.

A continuación, se presentan las acciones que deberán conocer y seguir por el personal de la obra:

- Trabajar únicamente dentro del perímetro identificado para el Cambio de Uso de Suelo.
- Evitar la quema de vegetación o residuos, así como acciones que puedan provocar incendios.
- Previa apertura de los frentes de trabajo, se realizarán recorridos en busca de ejemplares a fin de ser reubicados.

- Detener la actividad manual o de maquinaria en caso de encontrar nidos o ejemplares en los frentes de trabajo, para que se aplique las técnicas más adecuadas para su, protección y ahuyentamiento a un sitio seguro.
- En caso de encontrar zonas de anidación, madrigueras, fauna herida o peligrosa, deberá notificar en forma inmediata para que lleven a cabo las acciones necesarias para su protección y reubicación.
- En cualquiera de los casos, la reinstalación de individuos se realizará tomando en cuenta la ubicación original.
- Por cada individuo reinstalado se levantará una ficha técnica la cual contendrá las características del ejemplar, así como del sitio donde fue localizado.

*Sitios de reubicación*

Las especies detectadas, deberán ser reubicadas en sitios semejantes al original, es decir, en condiciones similares de vegetación, suelo y agua, a fin de favorecer su óptimo desarrollo.

Durante esta reubicación se tratará, en todos los casos, que los sitios seleccionados se asemejen a los de procedencia.

- Programa de manejo y gestión integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligroso.

En las acciones de mantenimiento de la maquinaria, equipo y vehículos deberán realizarse fuera del proyecto en talleres autorizados. Los residuos que no son peligrosos se manejarán por el programa de manejo y gestión integral de residuos y se pondrán a su vez en contenedores clasificados que serán depositados en lugares autorizados por la autoridad local.

Se fomentará ante los contratistas, la afinaciónde la maquinaria periódicamente para disminuir el ruido y vibraciones ocasionado por éstas y estar dentro de la NOM-080-SEMARNAT-1994, así como también para mitigar las emisiones de gases a la atmósfera.

Los residuos sólidos urbanos generados por el personal que labore en la obra, tales como papel, metal, plástico y residuos orgánicos se colocarán contenedores clasificados en términos del programa en la materia y previamente ubicados en lugares estratégicos del área del proyecto especialmente en la zona de descanso de los trabajadores.

Se les dará mantenimiento a los caminos de ingresos al área del proyecto y se aplicarán riegos periódicos, principalmente en la época seca, para evitar emisiones de polvo a la atmósfera.

Para los trabajos de desmonte, la generacion de residuos solidos urbanos serán enviados a los sitios dispuestos por la autoridad; lo cual será es mínimo, calculándose un promedio aproximado de 0.37 kg de residuos generados por día por persona que labore en la realización del proyecto, ésta será colocada en contenedores con la leyenda "orgánicos, inorgánicos y sanitarios" conforme a la norma estatal en la materia y será retirado periódicamente por empresa autorizada.

Para los residuos generados por el mantenimiento de los equipos automotores, éstos se realizarán fuera del sitio, ya que en los alrededores del área del proyecto existen poblaciones cercanas como Jocotepec, donde se pueden efectuar estas acciones de mantenimiento.

Los residuos forestales producto del desmonte son considerados de manejo especial y serán utilizados para la generación de abonos orgánicos, en un sitio ya previsto en este proyecto. Estos abonos orgánicos serán utilizados en las acciones de reforestación

# III. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA, SUBCUENCA Y MICROCUENCA, DONDE SE ENCUENTRA UBICADA LA SUPERFICIE SOLICITADA INCLUYENDO CLIMA, TIPOS DE SUELO, TOPOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOLOGÍA Y LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA POR TIPOS DE VEGETACIÓN Y COMPOSICIÓN DE GRUPOS FAUNÍSTICOS.

## III.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

El proyecto se localiza dentro del poblado las cuevas, municipio de Acuña, Coahuila. Para identificar las microcuencas en las cuales se localiza el proyecto, se utilizó la información proporcionada por el Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas del INEGI (SIATL).

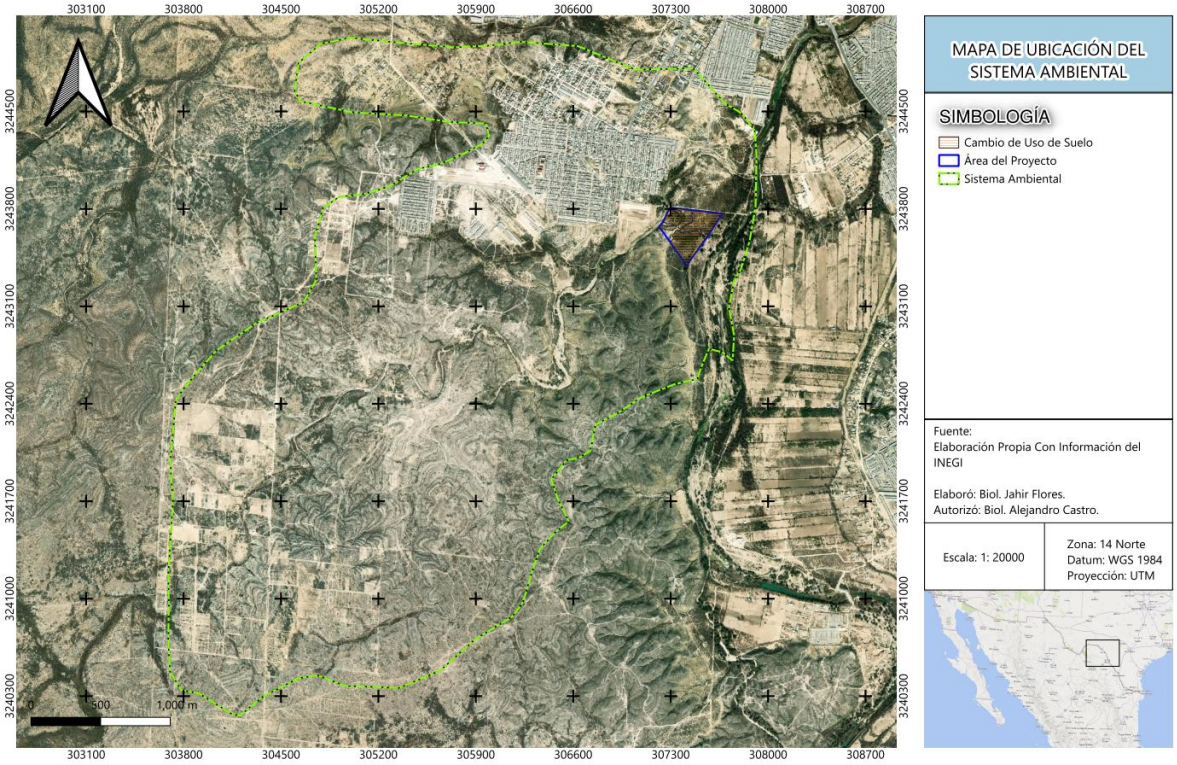



***Figura 11. Ubicación y delimitación del proyecto.***

A continuación, se presenta el mapa de ubicación y delimitación del área del proyecto, Además de esta información se consideró en la fracción oeste el uso de suelo y vegetación de INEGI, así como el ordenamiento estatal de Coahuila al igual que para los límites norte y sur, en la fracción este se

consideraron las barreras físicas (río y curvas de nivel) para establecer el polígono denominado como Sistema Ambiental (SA).

## III.2 Caracterización y análisis de la cuenca, subcuenca y microcuenca

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Proyecto se encuentra ubicado dentro del sistema hidrológico de la cuenca del "Río Bravo 9", perteneciente a la Región Hidrológica RH24 "Bravo-Conchos". Esta cuenca hidrográfica cuenta con una extensión de 3,045.20 km², las cuales son unidades integrales donde sus parteaguas están delimitadas por los procesos geomorfológicos de la superficie terrestre. Es un sistema de escorrentía, conformada por una corriente principal y sus tributarios.

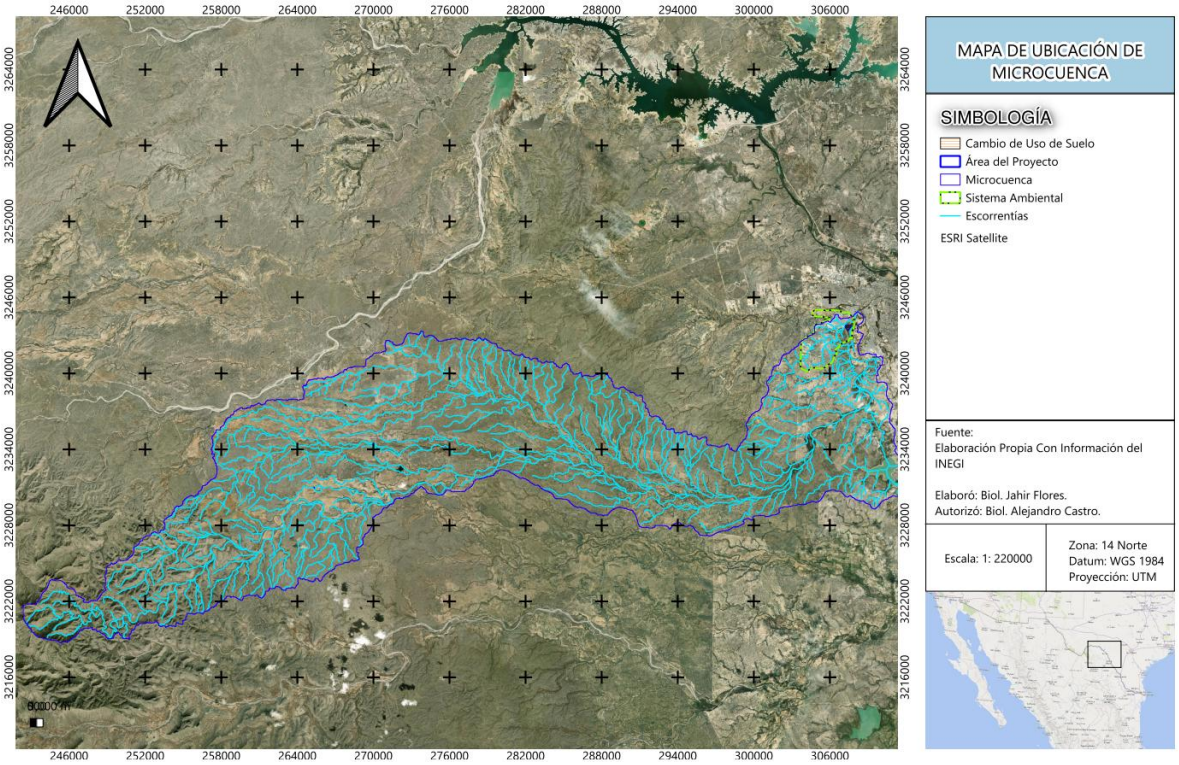



***Figura 12. Microcuencas donde se ubica el proyecto***

Para la delimitación y descripción del Sistema Ambiental, no sólo se consideró la microcuenca, si no que se incluyeron factores como la topografía, el ordenamiento ecológico del estado de Coahuila, el uso de suelo y vegetación, así como, las barreras físicas (carretera) para la conformación del Sistema Ambiental, el cual cuenta con un área de **1,292** hectáreas.

### III.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la Cuenca, subcuenca y Microcuenca

La descripción general del medio ambiente físico del Sistema Ambiental (SA) en el área donde se propone desarrollar el proyecto, se efectuó mediante la revisión de la bibliografía técnica y la cartografía oficial generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

El paisaje en el SA donde se sitúa el proyecto refleja el estado o situación del territorio en un momento determinado, así como el lugar que ocupan y la forma de como participan y se relacionan los elementos que lo componen, además el grado de intervención de cada uno en los procesos que son claves en el funcionamiento de un territorio. En la zona se observa que el paisaje ha sido poco fragmentado, ya que en términos generales se observa una continuidad en las condiciones de los ecosistemas que se encuentran dentro del SA, siendo este cubierto principalmente por **vegetación SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO.**

La calidad paisajística del SA se puede considerar de categorías media-alta, ya que podemos observar diferentes grados de perturbación y fragmentación del paisaje, se cuenta con algunas superficies con urbanización. Sin embargo, a partir del análisis espacial del SA en las zonas de vegetación natural existen singularidades paisajísticas de alto valor y elementos sobresalientes de carácter científico, mas no así de carácter cultural o histórico.

### III.2.2 Medio físico.

**Clima**

El Clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado. El clima es el resultado de la interacción de varios factores que influyen directamente en sus características. De acuerdo con la clasificación hecha por Vladimir Köppen, adaptada por García E. y CONABIO, 2008, para las condiciones de la República Mexicana, el tipo de clima dominante en el Sistema Ambiental es:

**BSo (hw') (x')**:

El clima BS0hw(x') se clasifica como un clima semiárido, muy cálido, con una temperatura media anual mayor a 22°C. Este clima presenta un régimen de lluvias escasas durante todo el año, con más del 18% de lluvias invernales. Además, se caracteriza por un periodo de canícula que ocurre en julio y se extiende hasta finales de septiembre, cuando hay mayor evapotranspiración.

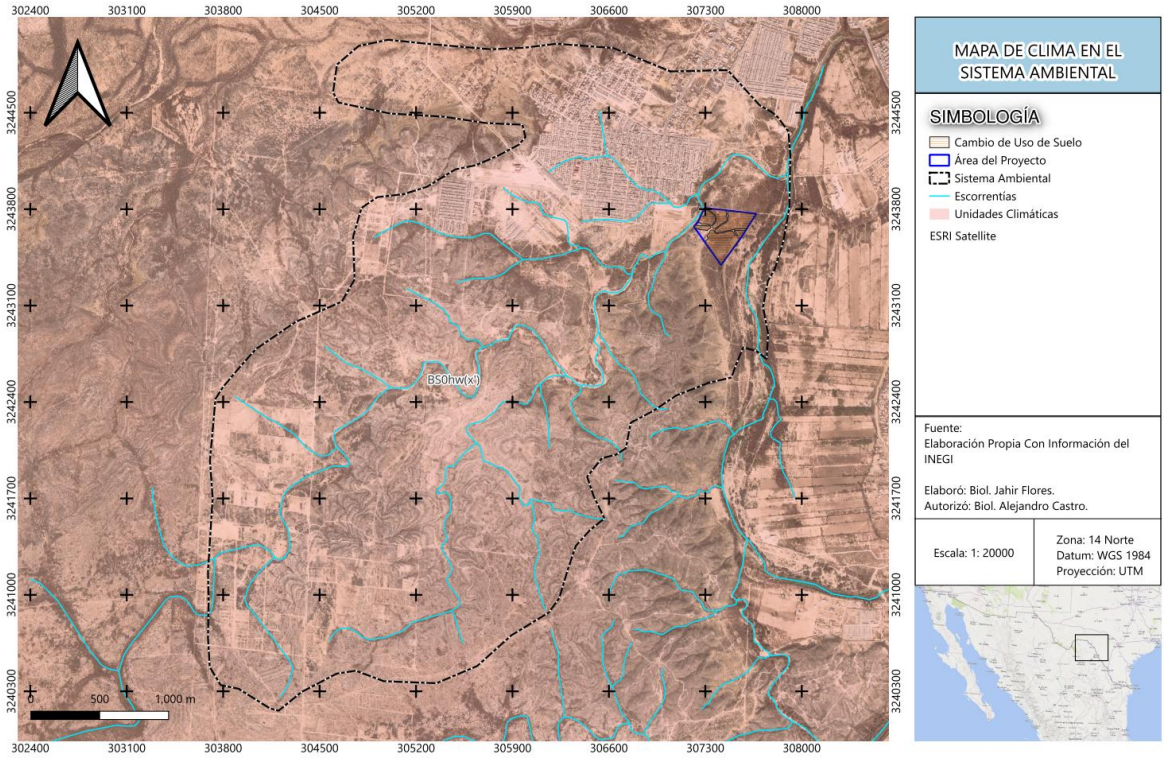



***Figura 13. Clima en el SA***

Se determinó utilizar la estación climatológica 5085 ya que es la más cercana que se encuentra activa y con condiciones similares al terreno, se encuentra a una distancia de 10 km al sureste del Área de Proyecto.

**Tabla 1. Estación Climatológica 5085**

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TEMPERATURA MÁXIMA | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| NORMAL | | 22.2 | 25.3 | 28.8 | 32.8 | 35.5 | 38.4 | 38.9 | 39.3 | 36.1 | 31.7 | 26.4 | 22 | 31.4 |
| MÁXIMA MENSUAL | | 30.5 | 38.9 | 37.4 | 41 | 44.7 | 46.7 | 48.1 | 48.8 | 45.4 | 41.8 | 38 | 30.5 | |
| AÑO DE MÁXIMA | | 1998 | 1999 | 1999 | 1998 | 1999 | 2014 | 2014 | 2014 | 1999 | 2014 | 1999 | 1999 | |
| MÁXIMA DIARIA | | 39 | 45 | 46 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 49 | 44 | 42 | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA MÍNIMA | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 4.5 | 6.6 | 10.4 | 14.1 | 18.4 | 21.5 | 22.4 | 22.4 | 19.4 | 14.8 | 8.9 | 4.6 | 14 |
| MÍNIMA MENSUAL | | 1.7 | 2.9 | 3.4 | 6.6 | 5.6 | 6.7 | 11.7 | 12.4 | 10.8 | 10.7 | 3.7 | 1.4 | |
| AÑO DE MÍNIMA | | 2015 | 1992 | 1992 | 1992 | 1991 | 1997 | 1997 | 1992 | 1991 | 1992 | 1991 | 2015 | |
| MÍNIMA DIARIA | -7 | -11 | -3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 9 | 1 | 1 | -5 | -8 | | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA MEDIA | | | | | | | | | | | | | |

| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NORMAL | | 13.4 | 16 | 19.6 | 23.5 | 26.9 | 29.9 | 30.6 | 30.9 | 27.8 | 23.2 | 17.7 | 13.3 | 22.7 |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| PRECIPITACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 21.2 | 16.8 | 31.8 | 39.1 | 68.8 | 59.2 | 42.4 | 48.6 | 78.7 | 52.1 | 25.9 | 19.6 | 504.2 |
| MÁXIMA MENSUAL | | 72.5 | 104 | 101 | 142 | 241 | 238.5 | 198 | 298 | 322 | 190 | 141 | 83 | |
| AÑO DE MÁXIMA | | 2010 | 1992 | 1997 | 2010 | 2015 | 1999 | 1992 | 2016 | 2018 | 2018 | 2014 | 1991 | |
| MÁXIMA DIARIA | | 60 | 80 | 67 | 124 | 136 | 130 | 100 | 190 | 192 | 108 | 57 | 48 | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| EVAPORACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 86.7 | 100.4 | 140.8 | 158.9 | 172.6 | 212.6 | 227.8 | 220 | 168.4 | 142.7 | 104.4 | 87.6 | 1822.9 |
| AÑOS CON DATOS | | 26 | 28 | 27 | 26 | 27 | 25 | 26 | 28 | 28 | 28 | 28 | 29 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA | | | | | | | | | | | | | | |

| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NORMAL | | 2.8 | 2 | 3.2 | 3.3 | 4.5 | 3.2 | 2.8 | 2.7 | 4.2 | 3.8 | 2.6 | 2.7 | 37.8 |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | |

Para el periodo 1991-2020, la temperatura media anual registrada por la estación climatológica es de 22.7 °C; con una temperatura máxima anual de 30.9°C y una temperatura mínima anual 13.3°C, una precipitación media anual de 504.2 mm.

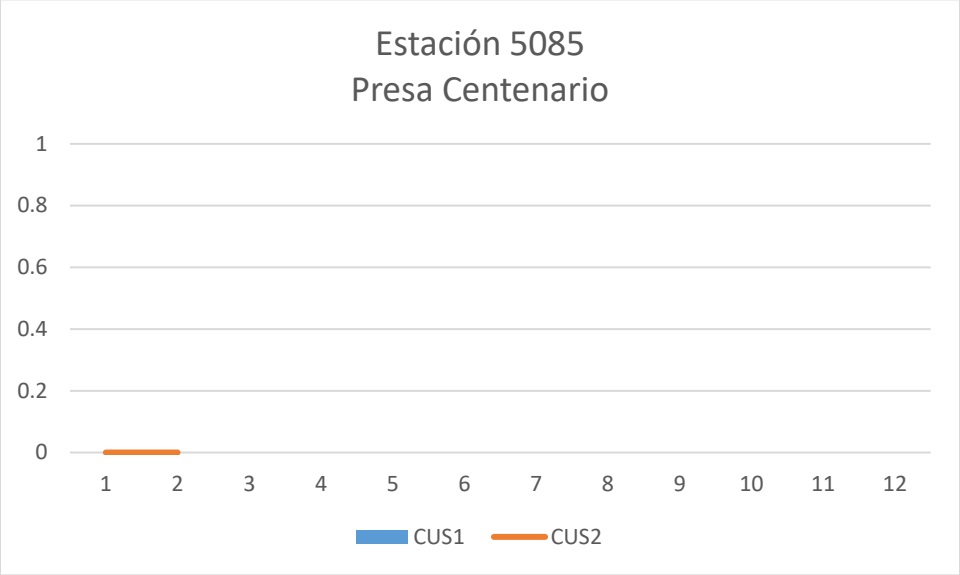



**Figura 14. Normales climatológicas reportadas**

**Geología y geomorfología**

La geología del SA en su totalidad está conformada por roca de clase sedimentario, Aluvial, Caliza y caliza-lutita esto de acuerdo con el conjunto vectorial de la carta Geológica H14-7 editada por el INEGI.

Existen diversos criterios para clasificar una roca, como la ocurrencia, el tamaño de grano, la textura y estructura, el contenido mineral o la composición química. Las rocas sedimentarias (del latín *sedimentum*, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Aluvial

Es un suelo sedimentario que se ha formado a partir de material transportado por corrientes de agua. Aunque generalmente se consideran de origen fluvial, las corrientes de agua que transportan el sedimento pueden provenir también de la lluvia o de las marismas.

Caliza

La caliza es una roca sedimentaria compuesta principalmente por carbonato de calcio ($CaCO3$), generalmente en forma de calcita y aragonito. Su origen es principalmente bioquímico-orgánico en

ambientes marinos someros, aunque también puede formarse por precipitación química en ambientes continentales. La caliza puede contener trazas de otros minerales, lo que puede modificar su color y propiedades.

Lutita

La lutita es una roca sedimentaria clástica compuesta principalmente por partículas de tamaño muy fino, como arcilla y limo. Se forma a partir de la acumulación de sedimentos en cuerpos de agua tranquilos, como lagos y mares poco profundos. Con el tiempo, la presión y la compactación de las capas de sedimentos resultan en la formación de la lutita. Esta roca es conocida por su textura laminada y puede contener minerales como caolinita, clorita y cuarzo.

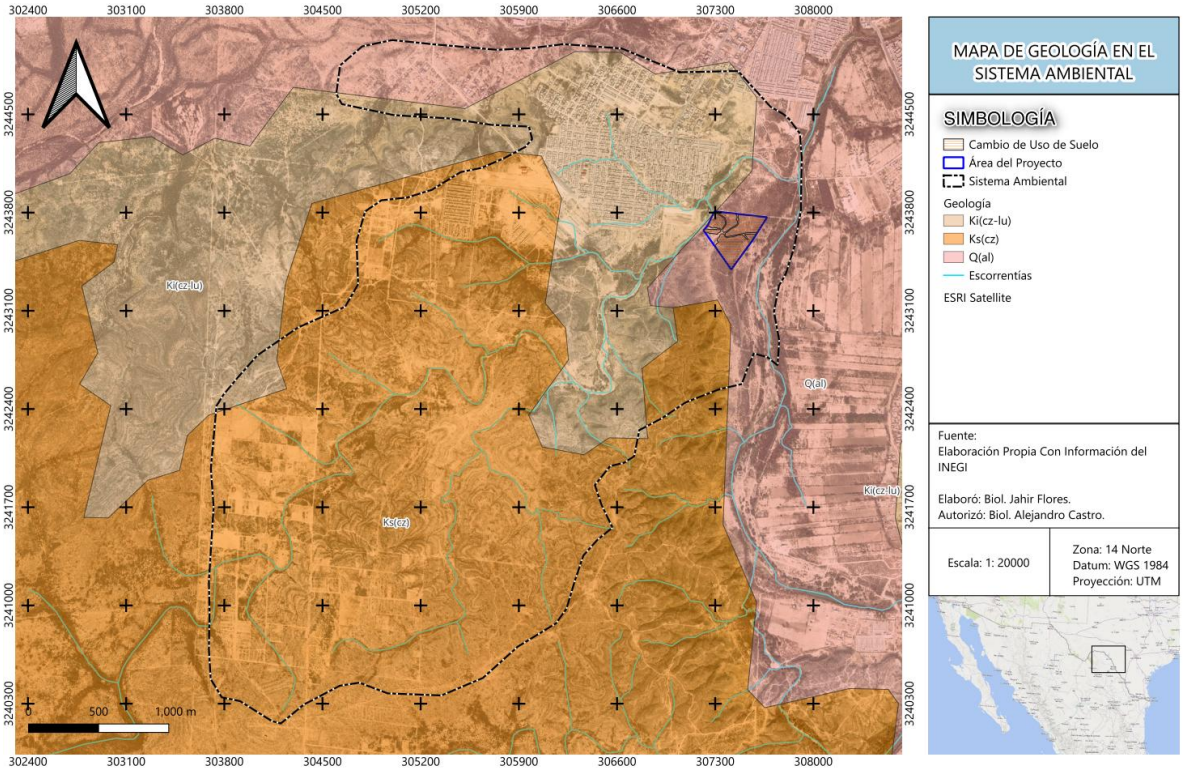



**Figura 15. Geología del SA**

**Susceptibilidad de la zona**

México se localiza entre cinco placas tectónicas que lo caracterizan como una zona de constante actividad sísmica. La costa del Pacífico mexicano, ubicada sobre la subducción de las placas de Cocos y norteamericana, demanda especial atención por la frecuencia e intensidad de los sismos que en ella se generan al deslizarse y friccionarse dichas placas. Su impacto, tanto social como económico, ha sido objeto de diversas investigaciones realizadas alrededor del mundo y bajo diversos enfoques (Barrientos-Ávila et al., 2007).

La mayoría de los sismos iguales o mayores a 4.5 grados Richter localizados en la República Mexicana se ubican en la superficie de contacto entre las placas tectónicas norteamericana y de Cocos, zona de subducción y geológicamente de alta peligrosidad sísmica; no obstante, se observan algunos

eventos en el centro del país como resultado de movimientos interplaca que afectan directamente a esta zona. De los registros con que cuenta la base del SSN de sismos mayores a 6.4 grados Richter, más de 75% se localizan en las costas de los estados de Jalisco, Michoacán de Ocampo, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, así como en las costas de Guatemala. Las entidades que registraron el mayor número en el periodo de observación son Guerrero y Oaxaca, pues 57% de los eventos ocurridos en la costa mexicana del Pacífico presentaron epicentros en dichas regiones (Barrientos-Ávila et al., 2007).

Es importante señalar que el terreno donde se localiza el SA está ubicado dentro de una zona con poca actividad tectónica. También, según la división de zonas sísmicas del Servicio Sismológico Nacional, que son un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo, el área de estudio se encuentra en la zona A, la cual nos indica que es un sitio en el que la ocurrencia de estos es muy escasa y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.




**Figura 16. Regionalización sísmica de la zona central y occidental de México. Con base en el Servicio Sismológico Nacional (2007)**

**Topoformas**

En el SA podemos encontrar un sistema de topoformas, el que se extiende por toda la superficie es el sistema de sierra alta compleja.

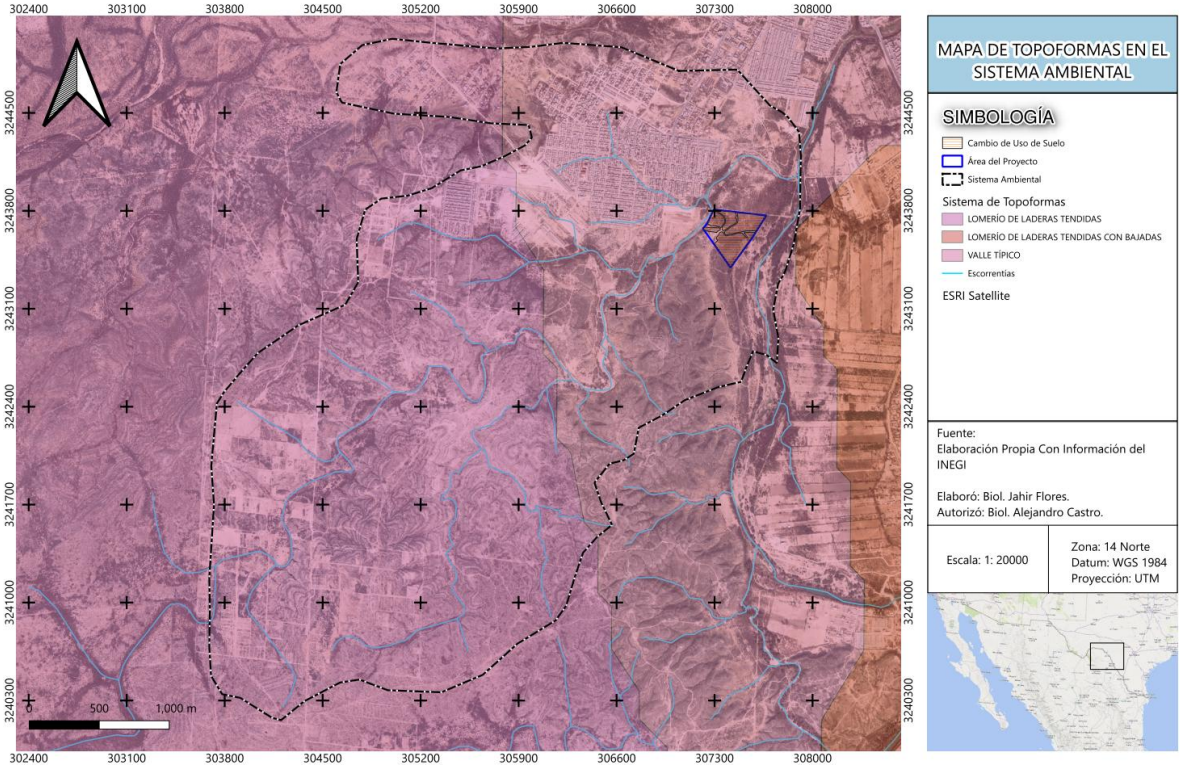



**Figura 17. Sistema de topoformas dentro del SA**

### Edafología

Existen tres tipos de suelo dentro del SA, los cuales corresponden a Calcisol, Vertisol y Leptosol. A continuación, se describen los tipos de suelo dentro del sistema.

**Tabla 2. Descripción de suelos**

| Tipos de suelo en el SA | |
|---|---|
| **Calcisol** | Suelos con más del 15% de carbonato de calcio en por lo menos una capa de 15 cm de espesor, además de presentar una capa cementada (petrocálcico). Muchos cultivos en Calcisoles tienen éxito si son fertilizados demás con nitrógeno, fósforo, hierro y zinc. Es uno de los grupos de suelo más extendidos en el país. Están situados principalmente en zonas áridas de origen sedimentario (calizas, lutitas-areniscas y conglomerados) en los estados de Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí. Pueden ser altamente productivos bajo una amplia variedad de cultivos si son irrigados, drenados (para prevenir la salinización) y fertilizados. |
| **Vertisol** | Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación-sequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener |

| | |
|---|---|
| | especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastante estables frente a la erosión y tienen buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas. Se encuentran frecuentemente en las zonas agrícolas de regadío del país, como los bajíos de Michoacán, Guanajuato y Campeche, la región de Chapala, la depresión de Tepalcatepec y las fértiles llanuras costeras de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz, así como en llanuras intermontanas de San Luis Potosí y Tamaulipas. |
| **Leptosol** | Un leptosol es un suelo extremadamente delgado, somero y pedregoso, generalmente con roca dura cerca de la superficie, característico de zonas montañosas y planicies calizas. |

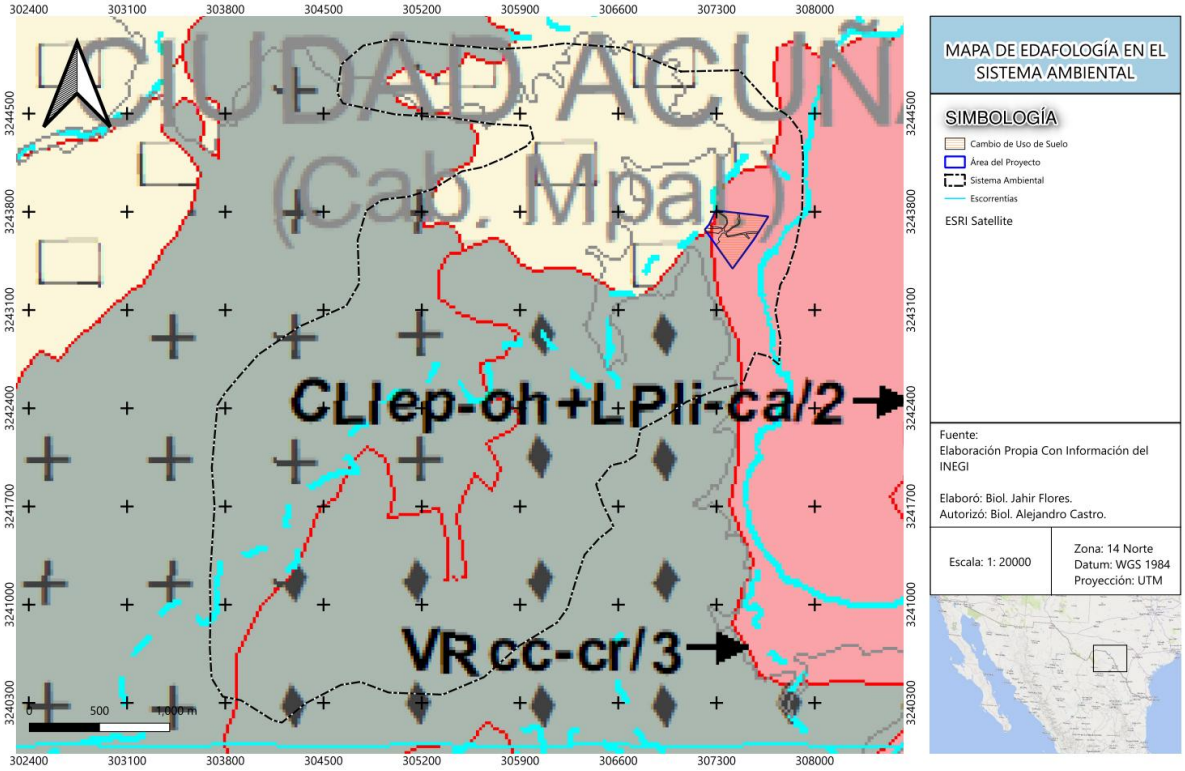



**Figura 18. Edafología presente dentro del SA**

## Hidrología

### Hidrología subterránea

Los Estados Unidos Mexicanos cuentan con 653 acuíferos, siendo un acuífero: "Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo" (SEMARNAT, 2012).

De acuerdo con información de la Capa Vectorial de Acuíferos a escala 1:250,000 (CONAGUA, 2023), el SA del proyecto se ubica en el acuífero con clave 0522 "Presa de la amistad". El acuífero Presa la Amistad pertenece a la Región Hidrológica Administrativa VI "Río Bravo" y al Consejo de Cuenca "Río

Bravo", en su territorio completo no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea.

El área total, se encuentra sujeta a las disposiciones del "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el DOF el 5 de abril de 2013, a través del cual en dicha porción del acuífero, no se permite la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua, quien la otorgará conforme a lo establecido por la Ley de Aguas Nacionales, ni se permite el incremento de volúmenes autorizados o registrados previamente por la autoridad, sin la autorización previa de la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

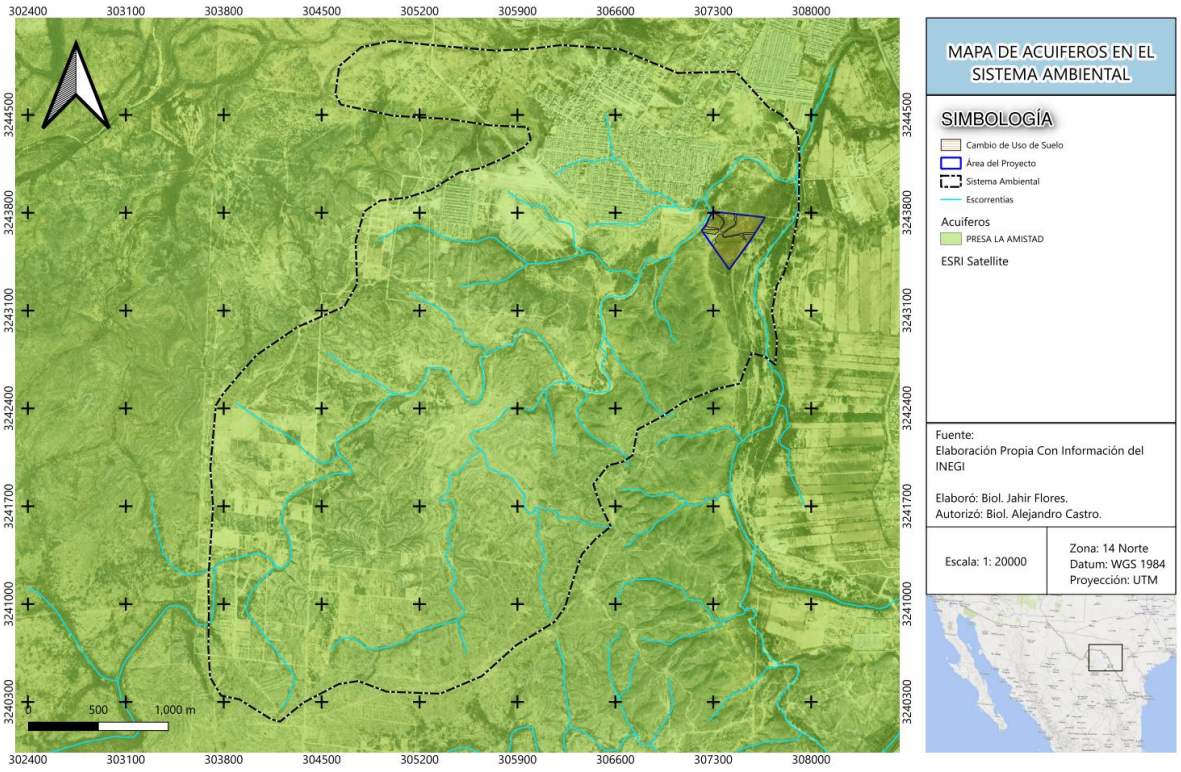



**Figura 19. Ubicación del acuífero**

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4. El principal uso del agua subterránea es el público urbano. En el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna. No se ha constituido hasta la fecha ningún Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se

obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas.

$$DMA = R – DNC – VEAS$$

$$DMA = 20.2 – 10.8 – 2.279577$$

$$DMA = 7.120423 \text{ hm3 anuales}$$

El resultado indica que existe un volumen anual disponible de 7,120,423 m3 anuales para otorgar nuevas concesiones.

Dentro del SA se localiza en un área libre de veda y la unidad geohidrológica presente es; principalmente MATERIAL CONSOLIDADO CON RENDIMIENTO MEDIO 10 - 40 LPS, MATERIAL CONSOLIDADO CON RENDIMIENTO BAJO < 10 LPS y MATERIAL NO CONSOLIDADO CON RENDIMIENTO MEDIO 10 - 40 LPS.

El proyecto no contempla el desarrollo de actividades que de alguna manera pudieran contaminar escorrentías o cuerpos de agua subterráneos a causa del manejo de residuos o sustancias de manejo especial o peligrosos.

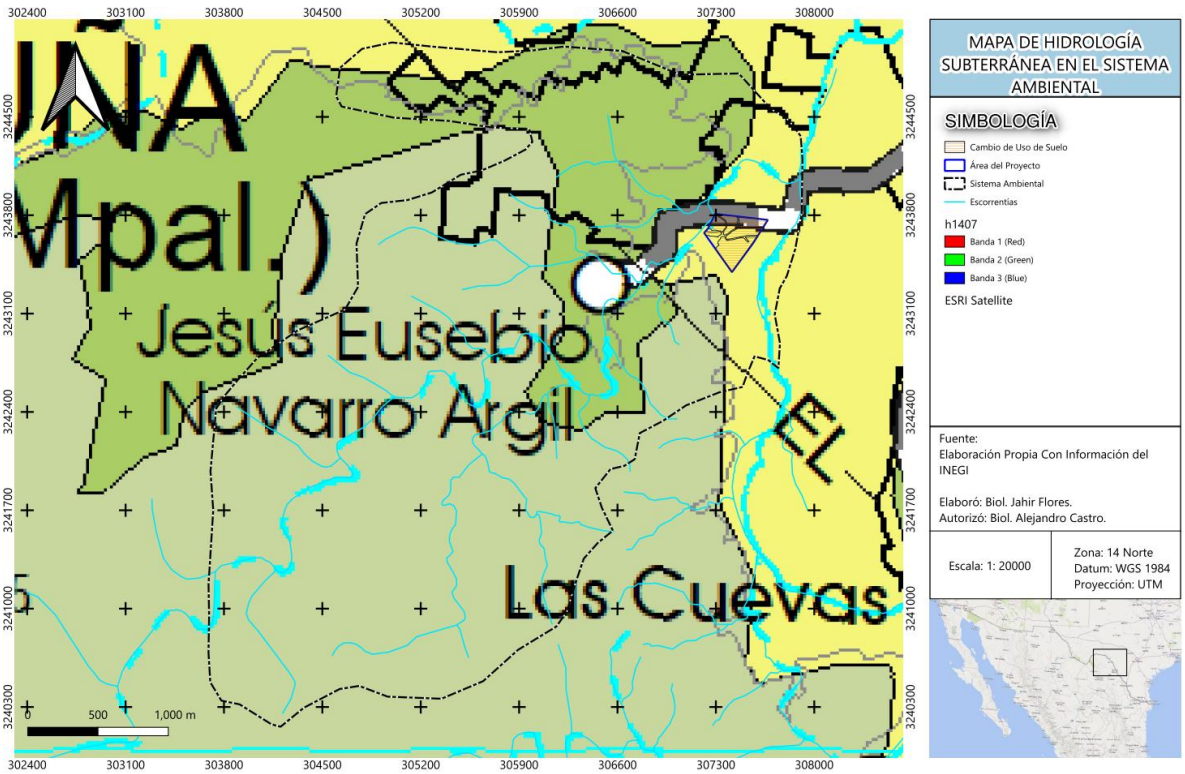



**Figura 20. Hidrología subterránea presente en el SA**

**Hidrología superficial**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) una Región hidrológica es un área delimitada por una divisoria que agrupa por lo menos dos cuencas hidrológicas, cuyas aguas

fluyen a un cauce principal. La cobertura nacional asciende a 37 divisiones, las cuales se denotan por el prefijo "RH" y los números del "01" al "37".

Se utilizó la información de la Red Hidrográfica del INEGI, escala 1:50,000, para analizar la ubicación hidrológica del SAR. Los resultados indican que el área de estudio se encuentra en la Región Hidrológica No. RH24 Bravo-Conchos, localizada en el Norte del país, cuyo principal cauce y, frontera entre Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos, es el Río Bravo, mismo que desemboca hasta el Golfo de México.




**Figura 21. Regiones hidrológicas**

Asimismo, esta Región Hidrológica presenta dividida en "Subregiones": Alto Bravo, Seis Tributarios, Medio Bravo y Bajo Bravo, tal como se aprecia en la siguiente Figura:

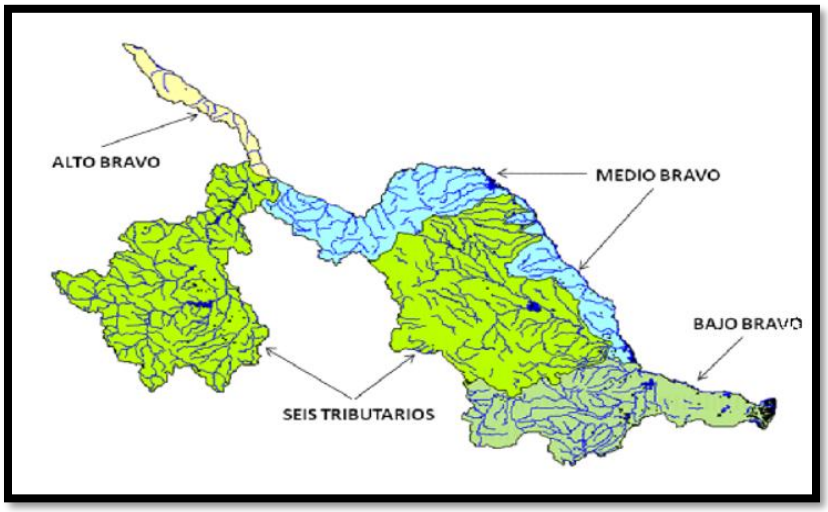



**Figura 22. Subregiones**

Por su parte, el SA del proyecto incide en la cuenca "***R.Bravo-Piedras Negras***" y en la subcuenca: R. Bravo-A. de las Vacas (RH24Fd).

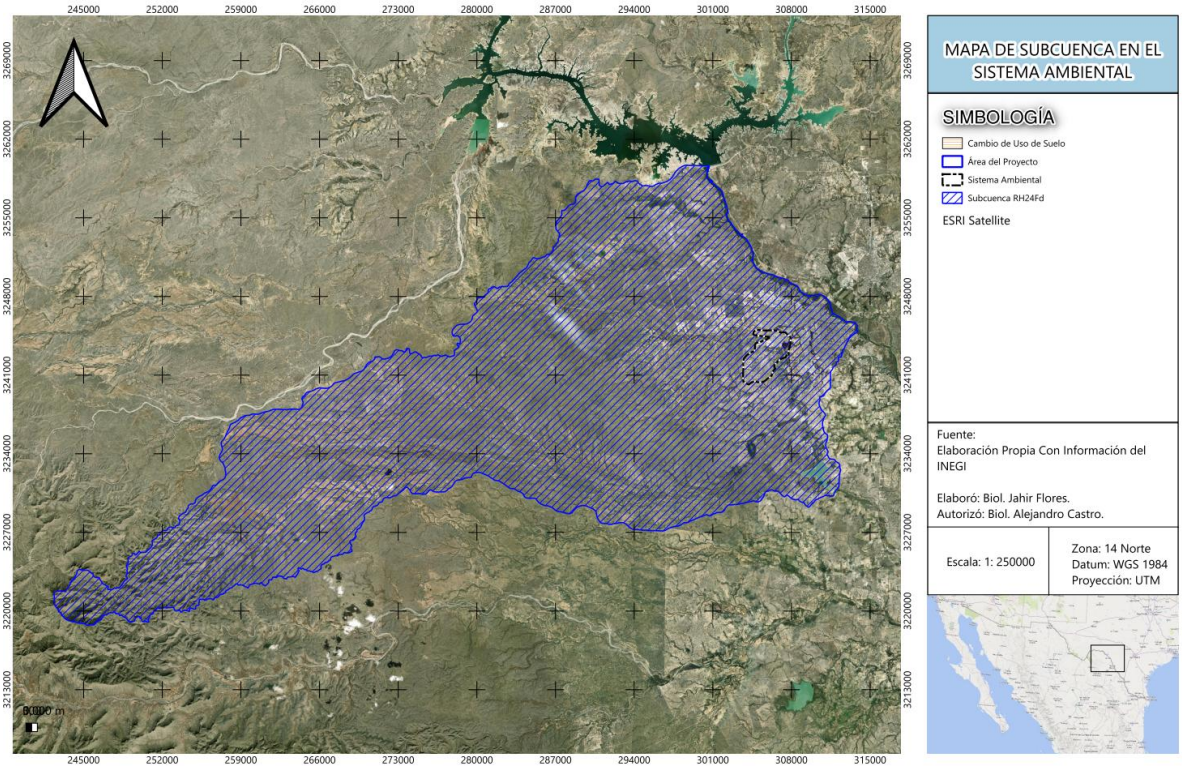



**Figura 23. Subcuenca R. Bravo-A. de las Vacas (RH24Fd)**

Dentro del SA se localizan diversas escorrentías, siendo de principal importancia el arroyo denominado como "El Capitán" el cual pasa cerca del límite Oeste del Área del Proyecto, esta escorrentía se origina al oeste del proyecto y desemboca en el río principal de la microcuenca en la que incide el proyecto, este arroyo es denominado "Arroyo las Vacas" y se encuentra al este del proyecto.

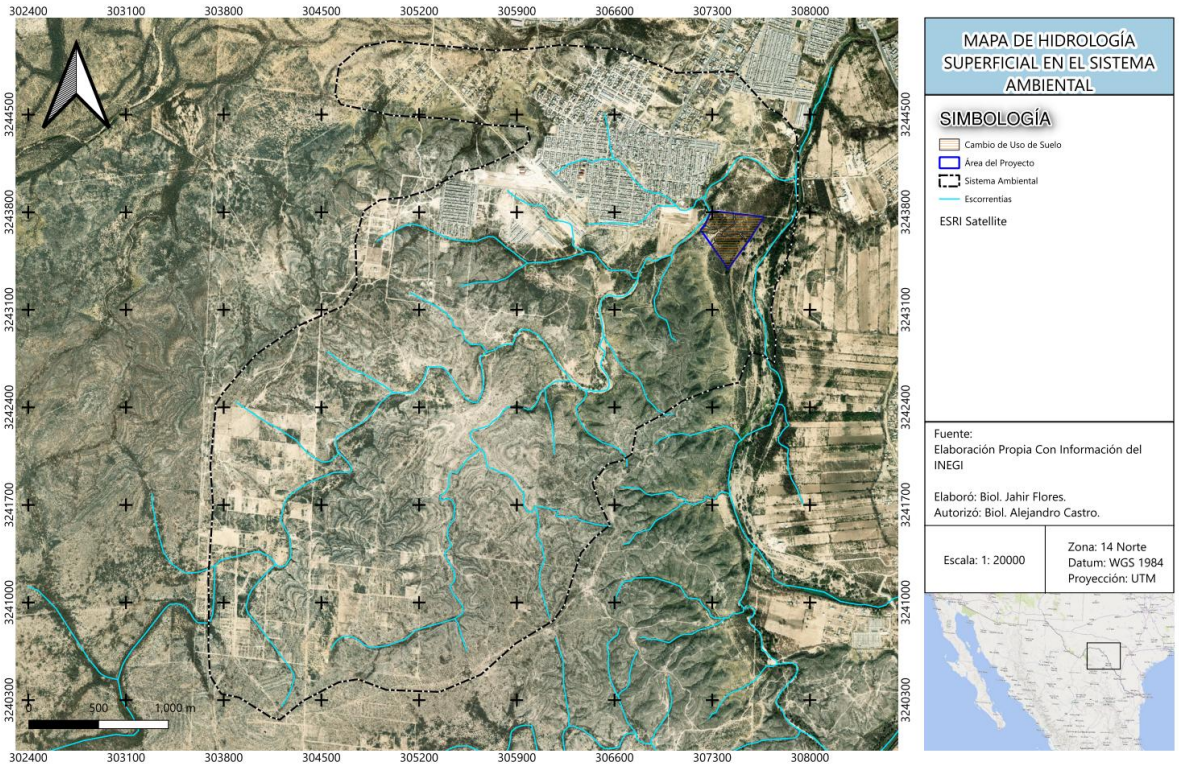



**Figura 24. Hidrología superficial del SA**

## III.2.3 Medio biológico

### *III.2.3.1 Flora Microcuenca (microcuenca).*

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se localiza en la provincia florística Tamaulipeca, dentro de la región xerofítica mexicana (CONABIO). Esta zona se distingue por sus ambientes semiáridos y áridos, donde predomina el matorral espinoso, diversos tipos de bosques y pastizales. Al ser un área de transición entre las regiones neártica y neotropical, el SA posee una notable riqueza biológica favorecida por la convergencia de especies de ambos reinos, que se adaptan a su clima predominantemente seco.

Delimitación geográfica y análisis cualitativo de los tipos de vegetación identificados en el SA.

El término vegetación se entiende a la expresión fisonómica y estructural de la comunidad vegetal de un determinado sitio ante las condiciones que imperan en el ambiente, lo cual incluye un conjunto de factores físicos, químicos y biológicos. Así, la vegetación es resultado del arreglo espacial, tanto vertical como horizontal, que encuentran las especies de plantas que cohabitan en un lugar al repartirse los recursos disponibles en la comunidad, lo que involucra el suelo y sus nutrientes, el agua y la luz disponibles. En otros términos, podemos decir que la vegetación es el producto de un conjunto de procesos tanto ecológicos como evolutivos que ocurren en la comunidad y que, a su vez, determina las condiciones ambientales que imperan en un sitio y tiempo determinado (Durán y García en Durán y Méndez (eds) 2010).

La vegetación del SA se compone de matorrales de estructura baja a media. Su clasificación se basó en la Serie VII del Conjunto de Datos de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, que agrupa las clases

según sus afinidades ecológicas, fisonómicas, florísticas, climáticas, edáficas, geológicas y topográficas. En esta zona predomina el matorral espinoso, diversos tipos de vegetación predominados por la región biogeográfica neártica (INEGI, 2021).

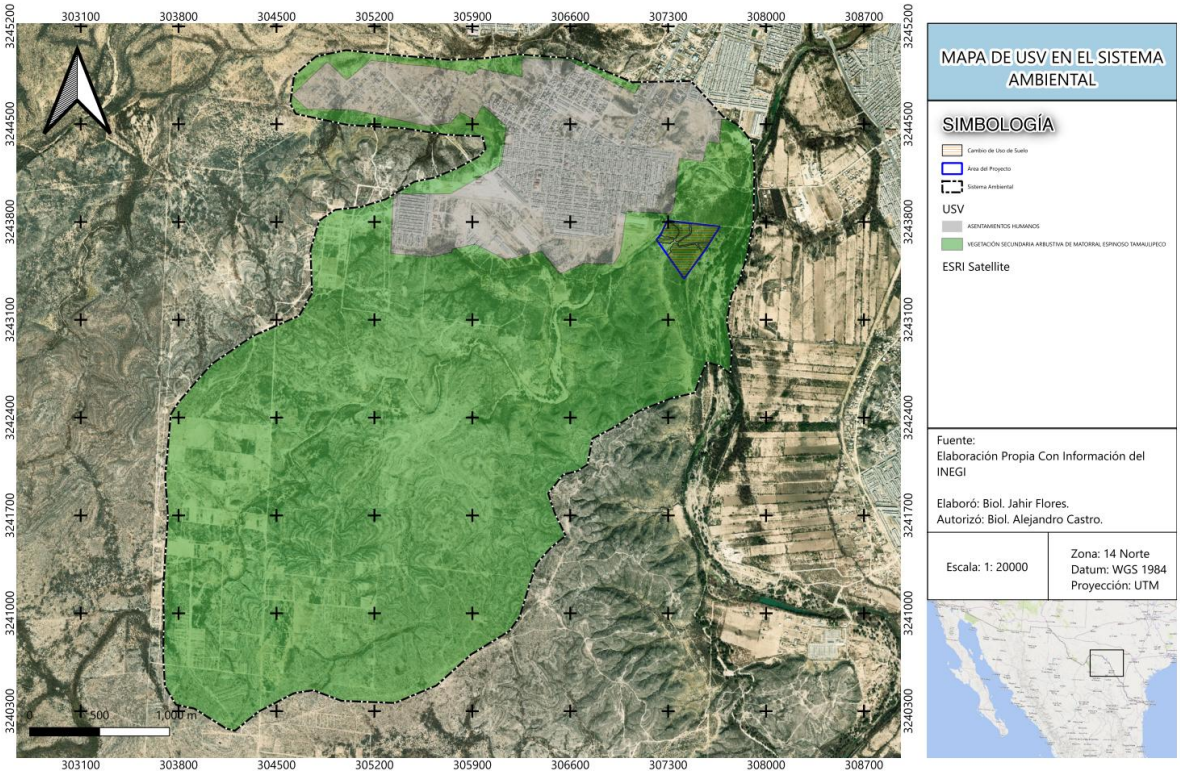



**Figura 25. Uso de suelo y vegetación del SAR**

Con fundamento en lo anterior, dentro del polígono del SA para el proyecto, se identificaron dos categorías de uso del suelo y vegetación (**Figura 25**). Estas se distribuyen en las categorías de asentamientos humanos, y vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco.

Los componentes predominantes en el área es el Matorral Espinoso Tamaulipeco y presentes tanto en su forma primaria como en vegetación secundaria arbustiva. Asimismo, se localizaron áreas desprovistas de vegetación. El desglose detallado de estas categorías, conforme a la Serie VII del INEGI (2021), se presenta en la **Tabla 3**.

**Tabla 3. Categorías de los usos de suelo y vegetación identificadas en el polígono del SA.**

| Uso de Suelo o Tipos de vegetación | Clave | USV (Has) | Porcentaje |
|---|---|---|---|
| ASENTAMIENTOS HUMANOS | AH | 253 | 19.5% |
| VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO | VSAMET | 1,039 | 80.5% |
| Total | | 1,292 | 100 |

Análisis cuantitativo de los tipos de vegetación identificados en el SA.

La superficie total del SA comprende **1,292 hectáreas**. Para identificar los tipos de vegetación dominantes o de mayor distribución en el polígono, se calculó la superficie de cada categoría y su representatividad porcentual respecto al área total. En la **Tabla 3** se detallan las extensiones y porcentajes de los usos del suelo y tipos de vegetación identificados, conforme a la cartografía de **la Serie VII del INEGI.**

De acuerdo con lo anterior, el tipo de vegetación mejor representado en el SA corresponde al Matorral Espinoso Tamaulipeco con un 80.5% (1,039 Ha) de la superficie total del sistema ambiental; En lo que respecta a los usos de suelo existentes en el SA, los asentamientos humanos ocupan el 19.5% (253Ha) restantes.

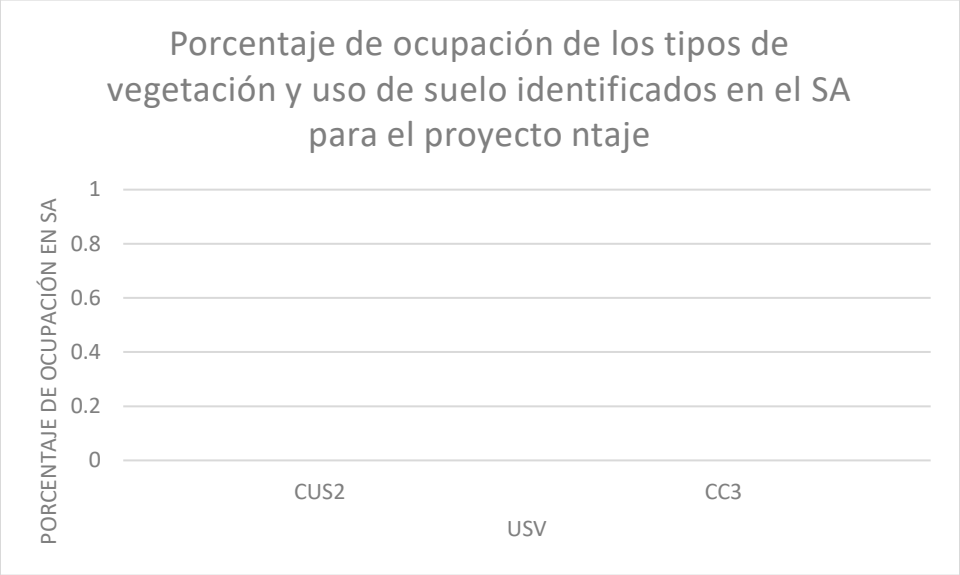



**Figura 26. Porcentajes de los usos de suelo y tipos de vegetación identificados en el SA**

A continuación, se presenta la descripción de los tipos de vegetación existentes en el SA, de acuerdo con los criterios de la "Guía para la interpretación de Cartografía, Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000 Serie VII 2021 del INEGI.

**Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)**

El Matorral Espinoso Tamaulipeco es una comunidad vegetal del noreste de México caracterizada por arbustos altos y árboles bajos, comúnmente con estructura espinosa y caducifolia, caducifolios una gran parte del año o áfilas (sin hojas). El Matorral Espinoso Tamaulipeco es una comunidad vegetal del noreste de México caracterizada por arbustos altos y árboles bajos, comúnmente con estructura espinosa y caducifolia. Su distribución se localiza en la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica, en donde se presentan algunas sierras de laderas tendidas y en su mayoría llanura con lomeríos, en altitudes empezando desde el noreste del estado de Tamaulipas que van de los 100 a 200 m, siguiendo esta franja hacia el noreste del estado de Nuevo León se continúa en este mismo parámetro y en el noreste del estado de Coahuila de Zaragoza se llega a desarrollar en altitudes que van de los 200 a los 600 m. Este tipo de vegetación se establece en climas BS1 (h') hx' y BS0 (h') hx' que corresponden a los del tipo semisecos cálidos y muy cálidos con lluvias en verano y escasas a lo largo del año y en donde la

temperatura máxima es de 40 °C y la mínima de -2 °C. La precipitación media anual fluctúa entre 500 y 700 milímetros.

Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2 m de altura, las principales especies son: *Acacia spp*. (Gavia, Huizache), *Cercidium spp*. (Palo verde), *Leucophyllum spp* (Cenizo), *Neltuma spp.* (Mezquite), *Castela erecta* (Amargoso), *Condalia spp*. (Abrojos), etcétera. En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o foliolos pequeños y con la presencia de espinas laterales.

Usos de Suelo

Debido a su proximidad con la mancha urbana, el SA se define como un entorno altamente intervenido, donde la vegetación nativa ha sido desplazada por sistemas manejados que responden a una dinámica de aprovechamiento humano constante. En este contexto, destacan las actividades relacionadas con asentamientos humanos, esto debido a la cercanía del proyecto con la Cd. De Acuña.

**Florística del Sistema Ambiental**

Composición florística a existente en el polígono definido como SA.

Metodología

El trabajo se desarrolló en dos vertientes: trabajo de gabinete y trabajo de campo:

**Trabajo de gabinete.** Esta fase consistió en una exhaustiva revisión de fuentes bibliográficas, estudios florísticos regionales y bases de datos especializadas. Se consultaron instrumentos normativos y de conservación como la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Modificación 2019), los apéndices de la CITES y la Lista Roja de la UICN, contrastándolos con los registros obtenidos directamente en campo. Dicha documentación proporcionó el respaldo técnico necesario para determinar la identidad taxonómica, el estatus de protección y la importancia ecológica de las especies localizadas en el área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). Finalmente, las actividades de gabinete incluyeron la integración del documento, la elaboración de listados florísticos, el procesamiento de imágenes, tablas, cartografía y demás insumos requeridos para consolidar el presente estudio.

De acuerdo con la revisión de Villarreal y Valdés (1992-93), el estado de Coahuila comprende seis tipos de vegetación y doce comunidades vegetales. Su riqueza florística integra 147 familias, 923 géneros y 3,039 especies; al sumar los 168 taxones intraespecíficos, el total asciende a 3,207 ejemplares (Villarreal, 2001). Las familias con mayor diversidad son Asteraceae (491 especies), Poaceae (316), Fabaceae (206), Cactaceae (148) y Euphorbiaceae (102). En cuanto al municipio de Acuña, la vegetación destaca por la presencia de arbóreas como el mezquite (*Neltuma glandulosa*), *Vachellia farnesiana* (huizache) y creciendo de manera aislada Qu*ercus fusiformis* (encino) y *Yucca treculiana*; arbustivas como, *Aloysia gratissima, Calliandra conferta, Senegalia greggii, Colubrina texensis, Condalia viridis, Celtis pallida* (granjeno) y *Leucophillum frutescens* (cenizo); además de cactáceas como *Opuntia lindheimeri* (nopal), *O. leptocaulis* (tasajillo), entre otras.

De las especies registradas para el Sistema Ambiental se identificaron el 25.17% de las familias, 11.70 % de los géneros y 3.36% de las hierbas en relación con las especies reportadas para el estado

de Coahuila. Estos hallazgos derivan de los muestreos ejecutados en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), comunidad vegetal donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, de las seis reportadas originalmente por Villarreal y Valdés (1992-93) para la entidad.

En el área estudiada del SA correspondiente al Matorral Espinoso Tamaulipeco se identificó 108 especies, 95 géneros incluidas en 37 familias; como se puede apreciar en la siguiente gráfica

Para la obtención del número total de familias, géneros y especies que se encontraron en el SA, en el entendido de que el listado de esta superficie surge a partir de revisión de literatura, recorridos directos en la zona, así como la ejecución de muestreos en campo. en la Tabla IV-2 se presenta la diversidad de la vegetación potencial localizada en el SAR, donde se obtuvo la presencia de 108 especies de 95 géneros plantas vasculares incluidas en 37 familias botánicas (ver Tabla 4 y Figura 27).

La lista general de la flora registrada durante los trabajos se presenta mas adelante del presente documento, en donde también se señala la relación con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (modificación. 2019), la CITES y la lista Roja de la UICN.

**Tabla 4. Diversidad por clases botánicas en la microcuenca.**

| Clase | Familias | Géneros | Especies |
|---|---|---|---|
| Magnoliopsida | 33 | 79 | 89 |
| Liliopsida | 4 | 16 | 19 |
| Total | 37 | 95 | 108 |

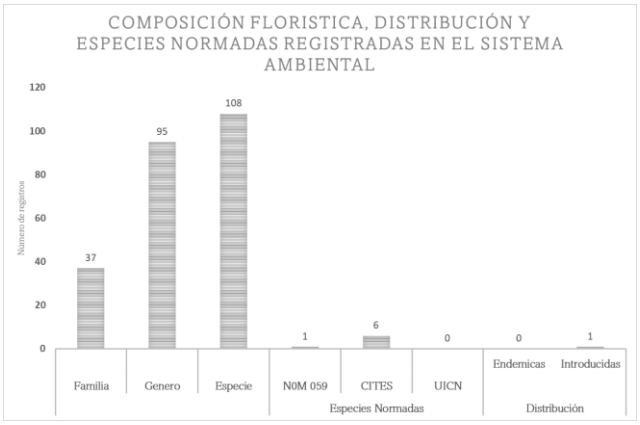



**Figura 27. Composición florística y protección en el SAR**

Las familias o grupos más diversos fueron Poaceae, Fabaceae, Asteraceae, y Cactáceae, solo entre estas cuatro familias suman 49 especies, cabe mencionar que dichas familias de plantas son las mismas que no con poca frecuencia se presentan como dominantes en otras superficies (**Figura 28**).

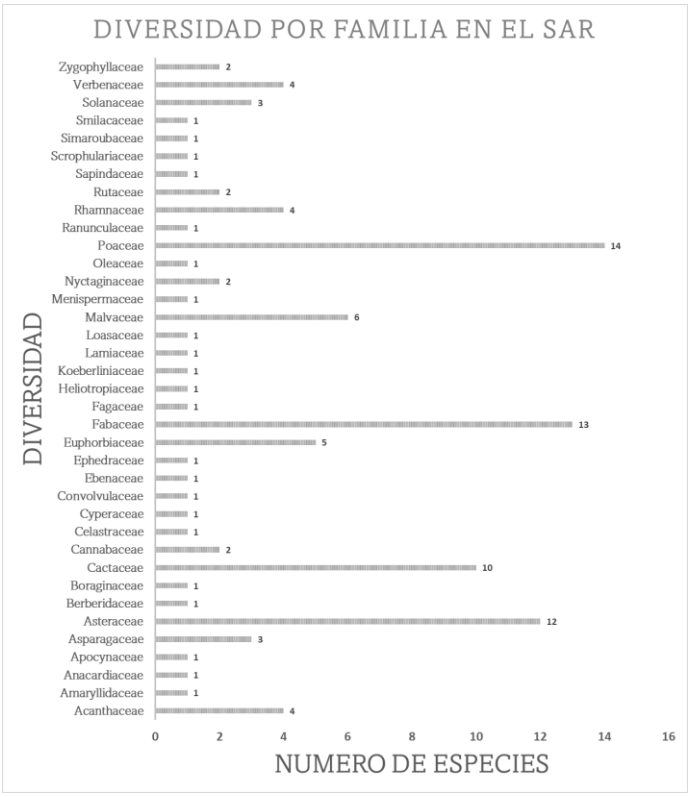



**Figura 28. Diversidad de especies por familia en el SAR, las barras grises representan el número de especies por familia**

En el caso de la diversidad por forma biológica, el grupo más heterogéneo fue el estrato herbáceo, donde se obtuvo un total de 66 especies, seguido del estrato arbustivo con 33 taxa y por último el estrato arbóreo con 69 especies (**Figura 29**).




**Figura 29. Diversidad por forma biológica**

Caracterización de la vegetación del sistema ambiental (SA) y Área del Proyecto (AP) sujeto a Cambio de Uso de Suelo (CUS).

Análisis cualitativo de la flora existente en el SA

**Trabajo de campo:** Una parte importante de esta etapa fue el registro de los individuos en campo, así como la ejecución de muestreos.

Muestreo

Para los análisis y determinación de la flora en el SA del proyecto, se diseñó un muestreo denominado: Parcelas circulares de puntos anidados. La **Figura 30** indica que los muestreos se ejecutarán sistemáticamente, de manera circular en sitios de dimensiones fijas para cada estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo), donde, en el círculo principal con un radio de 12.62 m, donde con rumbo en el sentido que giran las manecillas del reloj se registran solo los individuos arbóreos (color azul) de los cuales se mide el diámetro normal del tronco y altura de cada individuo, esto equivale a 500 $m^2$ de superficie muestreada. Dentro del mismo se realizan en parcelas anidadas cuatro muestreos solo para el estrato arbustivo (color rojo) de los cuales se mide la altura y cobertura de cada individuo, con un r= 3 m, que equivale a 28.27 $m^2$ de superficie muestreada, dentro de cada círculo de muestreo arbustivo (rojo), se registran anidados cuatro muestreos del estrato herbáceo (color verde) de los cuales se mide la cobertura en porcentaje de cada individuo, con un r= 1 m, con el que obtiene una superficie muestreada total de 1.54 $m^2$ . Para el polígono del SA se realizaron muestreos en 8 Unidades o sitios de muestreo circulares.

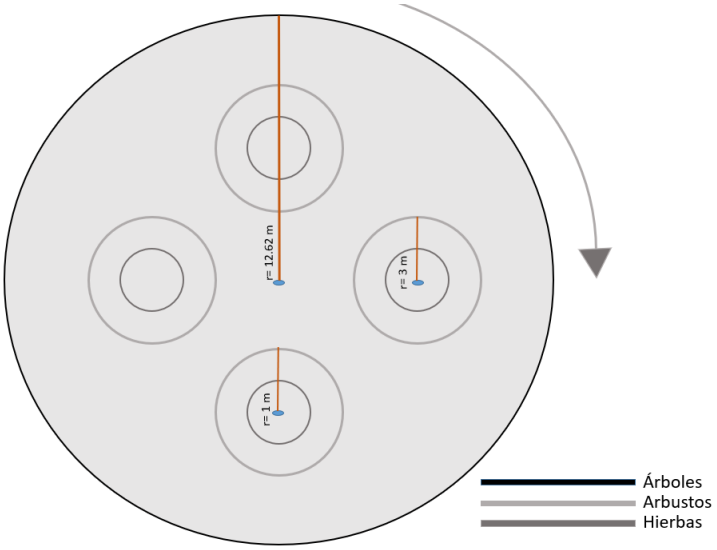



**Figura 30. Diagrama del muestreo ejecutado en campo**

Dado que la vegetación en el área del proyecto y su respectivo SA se define por una composición florística, estructura y diversidad específicas (Magurran, 1989; Neumann y Starlinger, 2001), se diseñó un levantamiento orientado a caracterizar el estado actual de estos elementos para proyecto. Cabe precisar que el objetivo del estudio es realizar un inventario base de la flora y estructura existentes, y no un monitoreo de tendencias de cambio en la biodiversidad a largo plazo.

**El muestreo se realizó del 11 al 14 de febrero 2026**. Esta temporalidad coincide con la persistencia de lluvias escasas y humedad residual en el suelo, condiciones que aún permiten el registro de una representativa riqueza biológica. Lo anterior facilita la identificación de especies herbáceas y anuales que emergen tras los periodos de mayor disponibilidad hídrica, cumpliendo así con las recomendaciones técnicas internacionales para la elaboración de inventarios de biodiversidad (SEMARNAT; CONAFOR; FMCN).

Para el Sistema ambiental fueron realizados 8 muestreos para el estrato arbóreo y para los estratos arbustivo y herbáceo (32 subparcelas para cada uno de estos dos últimos) (ver **Tabla 5** y Anexo IV. BD Veg SAR). Es importante puntualizar que tanto en el Sistema ambiental como en la del proyecto los muestreos se realizaron en la vegetación secundaria Matorral Espinoso Tamaulipeco, tipo de vegetación correspondiente con el que será intervenido como parte del cambio de uso de suelo pretendido, esto con el fin de realizar la comparativa entre las comunidades vegetales similares localizadas dentro y fuera del área de Cambio de uso de suelo.

**Tabla 5. Coordenadas UTM Z14 de ubicación de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental**

| Coordenadas UTM Z14 | | | |
|---|---|---|---|
| UM | X | Y | Alt. |
| 1 | 307730.6705 | 3243702.03 | 288 |
| 2 | 307705.5709 | 3243859.04 | 288 |
| 3 | 307511.5613 | 3243866.21 | 287 |
| 4 | 307690.2541 | 3243566.13 | 287 |
| 5 | 307190.1813 | 3243570.55 | 288 |
| 6 | 307304.766 | 3243399.86 | 290 |
| 7 | 307606.3207 | 3243932.99 | 289 |
| 8 | 307320.1067 | 3243869.89 | 289 |

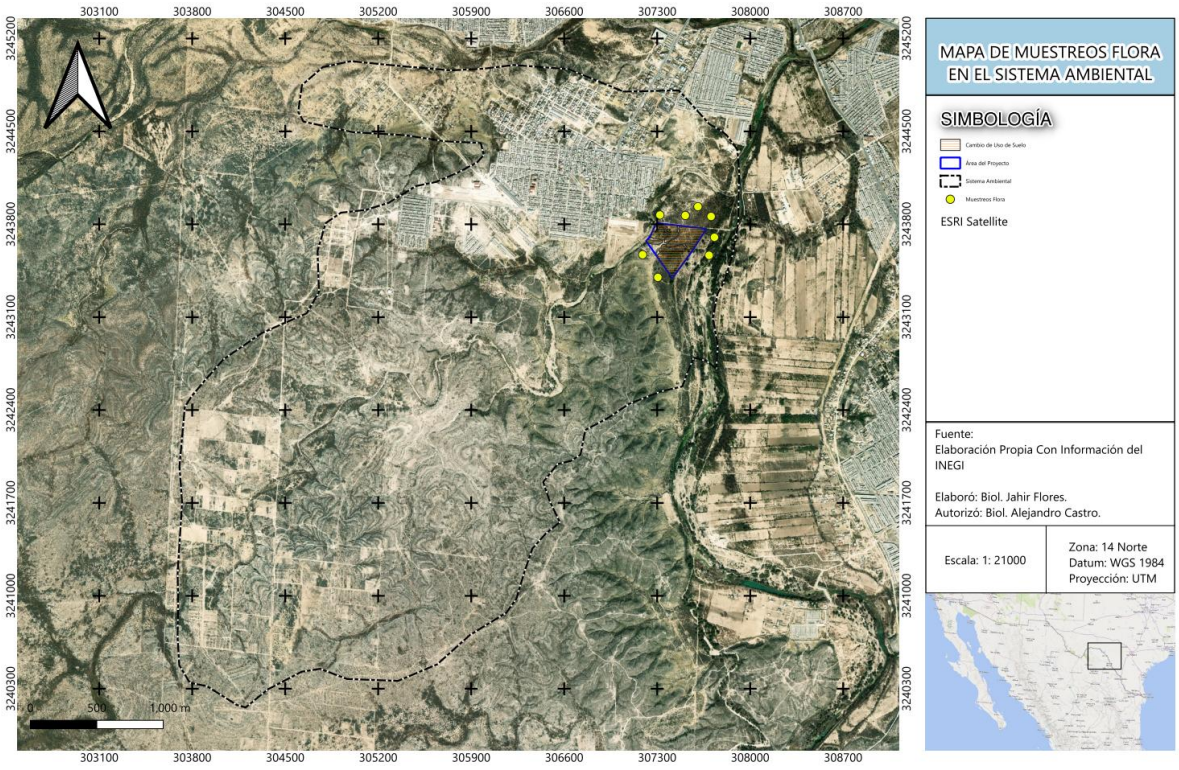



**Figura 31. Muestreos de vegetación en el SA**

Los datos recogidos en campo se vaciaron en bases de datos de la cuales se generaron las memorias de cálculo, para su posterior análisis estadístico y análisis ecológicos mediante los Índices de diversidad, así como la Abundancia, Densidad y Frecuencia relativas mediante el índice de Valor de Importancia. Se presentan en Anexos las memorias de cálculo de los muestreos de la vegetación del Sistema ambiental, coordenadas de sitios de muestreo, así como planos generados para este punto (ver **Figura 32**, Anexo IV. BD Veg SAR, Anexo IV. Div Veg SA, Anexo Mapa de Muestreos en el Sistema Ambiental).

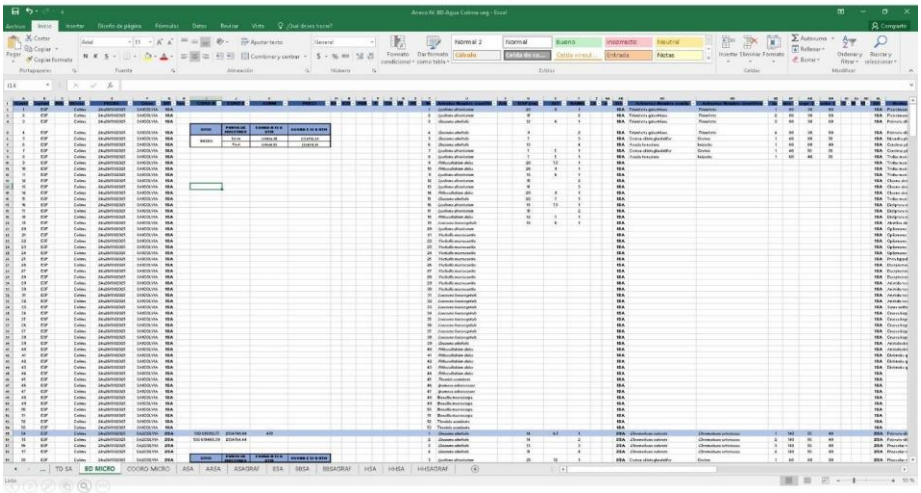


**Figura 32. Ejemplo de la Base de datos de los datos recogidos en campo con los muestreos ejecutados en el Sistema ambiental**

**Composición y estructura de la vegetación que conforma la cobertura vegetal del SA y AP.**

Para la determinación de la composición de especies, se realizaron recorridos en el área del Sistema Ambiental y sus áreas aledañas a fin de corroborar en campo lo analizado en la literatura de la región, la obtención de datos cuantitativos sobre la composición y estructura de la comunidad vegetal presente, así como, del SA delimitado se utilizó 8 Unidades o sitios de Muestreo (UM) y 8 para el área del CUS.

Para determinar la completitud y confiabilidad de los muestreos, se utilizó estimadores no paramétricos para analizar la eficiencia del muestreo realizado para la obtención del inventario obtenido (Walther y Morand 1998), de igual manera se calculó la riqueza de especies esperadas (basada en el número acumulado de muestras), es decir, si se registraron todas las especies posibles de observar:

Para estimar la riqueza de especies, se emplean métodos no paramétricos como Chao 1 y el ACE (Abundance-based Coverage Estimator). De acuerdo con Chao et al. (2005), los estimadores clásicos (Chao 1, Chao 2, Jack-knife o Bootstrap) fundamentan su cálculo en las especies raras. En datos de abundancia, estas se definen como aquellas con un solo individuo (*singletons*) o dos (*doubletons*); mientras que, en datos de incidencia, se consideran aquellas presentes en una (*uniques*) o dos unidades de muestreo (*duplicates*). Por su parte, el estimador ACE refina este análisis al integrar información de todas las especies con diez individuos o menos en la muestra (Chao et al., 1993). Puntualmente para el caso del análisis realizado para este proyecto se trabajó con los estimadores Chao 1 y Bootstrap.

**Curva de Acumulación de especies**

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo, y en cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas, siendo que al principio las especies registradas las más comunes en un área o tipo de vegetación determinado, por lo que el número de especies al inventario se incrementa rápidamente; por lo que la pendiente de la curva comienza siendo elevada y a medida que continúa con el muestreo las especies raras harán crecer el inventario hasta el momento que la curva llegue a la asíntota, por lo que teóricamente se ha registrado la totalidad de especies o que se pueden encontrar en la zona estudiada acorde al método utilizado y durante el tiempo en el que se llevaron a cabo dichos muestreos.

Para elaborar la curva de acumulación de especies muestreados al azar que va en un rango de 1 a N (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cóbar, 2011), se utilizó el programa este análisis estadístico EstimateS v.9.0.1, con un intervalo del 95%, siendo un método estadístico que proporciona un rango de valores para estimar un parámetro de población con un cierto nivel de probabilidad , considerando que este rango se construye sumando y restando un margen de error a la estimación puntual acorde a la variabilidad de los datos, todos estos análisis se realizaron para el total de especies, así como, por tipo de vegetación existente en el SA y el Área de CUS. Con la información obtenida, se elaboraron gráficos comparativos entre las especies observadas con respecto los límites inferior o superior registrado, al igual que la completitud conforme a los estimadores de Chao 1 y Bootstrap.

Para comprobar si el muestreo fue representativo y el tamaño de muestra fue el indicado, se aplicó una curva de acumulación de especies para cada uno de los tres estratos (árboles, arbustos y herbáceas) por tipo de vegetación utilizando el software EstimateS 9.1 (Colwell 2013). En esta curva se representa mediante gráficas la aparición de especies conforme a los muestreos; lo anterior es posible de acuerdo al incremento de los individuos. La gráfica podría representar dos situaciones: Cuando la curva no alcanza la asíntota (**Figura 33**), representa que el muestreo es insuficiente y se requieren incrementar el número de éstos, porque están apareciendo nuevos individuos de especie distinta. Por otro lado, cuando la curva se estabiliza indica todo lo contrario, es decir, que no es necesario realizar más muestreos (**Figura 34**).

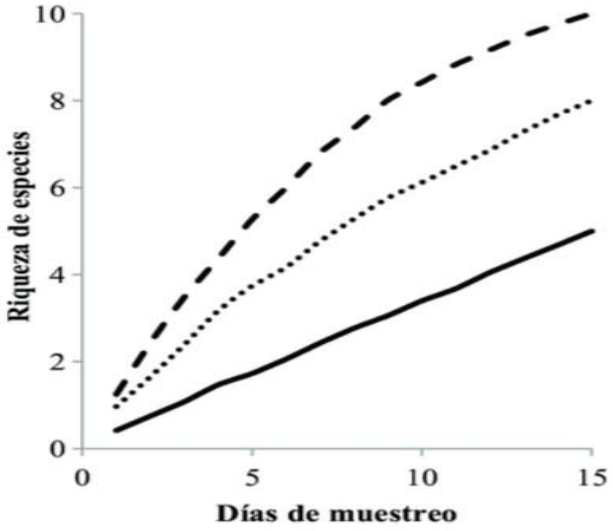



**Figura 33. Ejemplo de una cuerva de acumulación de especies para un muestreo donde la curva no muestra una tendencia asintótica**

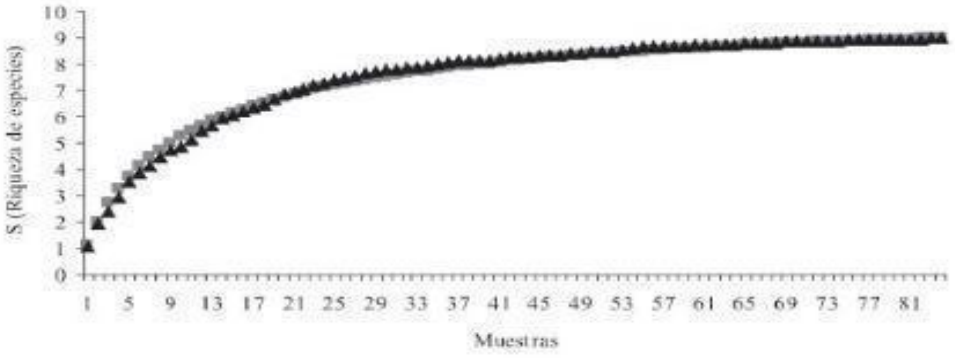



**Figura 34. Gráfico de la curva de acumulación de especies para un muestreo suficiente**

**Estrato arbóreo**

Para el caso del estrato arbóreo, utilizando el paquete estadístico EstimateS 9.1, los datos fueron aleatorizados 1,000 veces para que la curva de acumulación fuera más digerible. En este caso en 8 muestreos ejecutados se obtuvieron **4 especies arbóreas** de las cuales no se registraron casos de

especies catalogadas como *singletons* (con un solo registro en los muestreos) o como *doubletons* (con sólo dos individuos en los muestreos realizados). Mediante los modelos estadísticos de predicción Bootstrap y Chao 1 estimaron la aparición de al menos una especie más con la aplicación de más intensidad de muestreo.

Como ya se hizo mención, para el análisis de la diversidad arbórea de la vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco en el SA se analizaron 8 sitios de muestreo, derivado de esto la curva de acumulación de especies obtenida sugiere que el muestreo es suficiente para llevar a cabo una evaluación confiable de la diversidad de especies arbóreas tal y como muestra el **Figura 35**, donde es evidente que la curva se estabilizó.

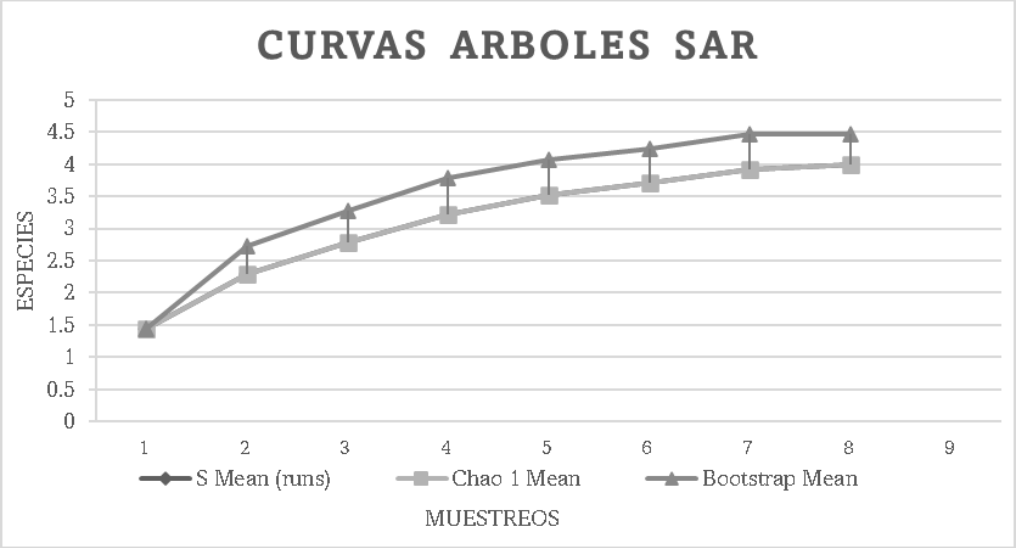



**Figura 35. Curvas de acumulación de especies del estrato arbóreo en donde se muestra la relación entre el número de especies y el tamaño de la muestra obtenida en la unidad de análisis SA**

Como bien se aprecia el estimador Bootstrap al actuar como el más riguroso pronosticó la aparición de una especie más con la implementación de más muestreos, sin embargo, en el presente muestreo fue posible la obtención de cerca del 89.48% de lo vaticinado, aunado a esto la estabilización de la curva de acumulación de especies confirman que nuestro muestreo se considera adecuado (ver Anexo IV. BD Veg SA y Anexo IV Div Veg SA).

**Estrato arbustivo**

En el caso del estrato arbustivo se realizaron 8 muestreos (32 subparcelas), mediante los cuales se obtuvieron 11 especies de las que no se registraron casos de especies catalogadas como *singletons* (con un solo registro en los muestreos) o como *doubletons* (con sólo dos individuos en los muestreos realizados). De este análisis, de acuerdo con la curva de acumulación de especies mostrada en el **Figura 36** sugiere que el muestreo es adecuado para llevar a cabo una evaluación confiable de la diversidad de especies del estrato arbustivo donde es evidente que la curva alcanza la asíntota.

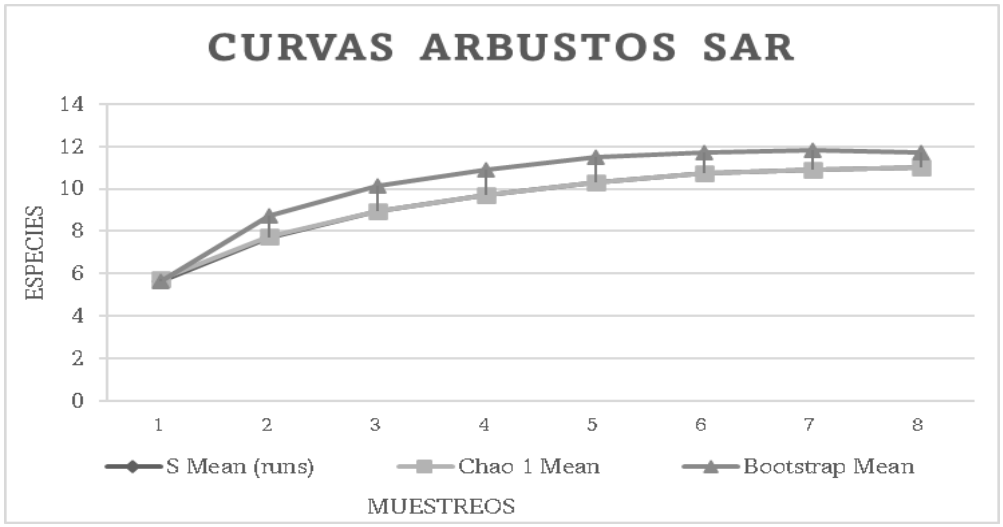



**Figura 36. Curvas de acumulación de especies del estrato arbustivo en donde se muestra la relación entre el número de especies y el tamaño de la muestra ejecutado en la unidad de análisis SA**

Los estimadores Bootstrap y Chao 1 pronosticaron la aparición de solo una especie más en el caso de realizar más muestreos, por lo que considerando las especies obtenidas (10) en el presente muestreo, se obtuvo poco más del 94% de predicho por tales estimadores, por lo tanto, se asevera que nuestro muestreo fue aplicado correctamente (ver Anexo IV. BD Veg SAR y Anexo IV Div Veg SAR).

**Estrato herbáceo**

En cuanto a las herbáceas, siguiendo la metodología de muestreo aplicada, al igual que el estrato arbustivo se realizaron 8 muestreos (32 subparcelas), mediante los que se obtuvieron 29 especies de las cuales, ninguna fue catalogadas como *singletons* (especies con sólo un individuo en todas las muestras) o *doubletons* (con sólo dos individuos en los muestreos realizados). La curva de acumulación de especies del **Figura 37** sugiere al igual que en los otros dos estratos que el muestreo es suficiente para llevar a cabo una evaluación confiable de la diversidad de este estrato donde es evidente que la curva alcanza la asíntota.

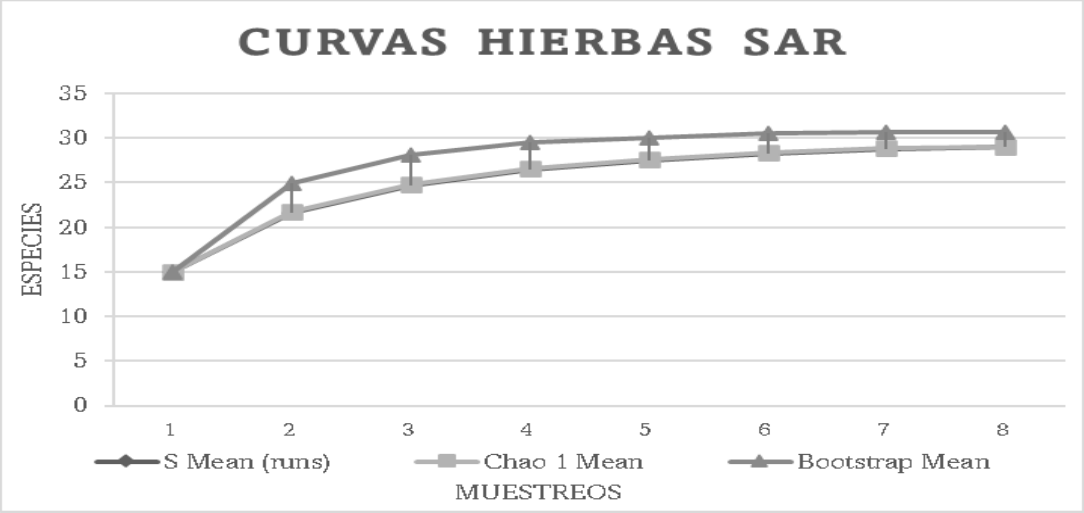



**Figura 37. Curvas de acumulación de especies del estrato herbáceo en donde se muestra la relación entre el número de especies y el tamaño de la muestra dentro del SA**

Aunque el estimador Bootstrap que actúa como el más riguroso pronosticó la existencia de dos especies más con la ejecución de más muestreos, se considera que la aplicación del muestreo fue adecuada, toda vez que se obtuvo un 94.67 % de las especies pronosticadas (ver Anexo IV. BD Veg SAR y Anexo IV Div Veg SAR).

**Índice de valor de importancia IVI**

Para una determinación objetiva de la estructura florística, es imperativo realizar mediciones y definir indicadores que cuantifiquen la abundancia, tamaño y distribución espacial de los individuos (Acosta et al., 2006), estimando las contribuciones por forma de vida mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual integra la abundancia, frecuencia y dominancia relativas en una función aditiva que supera la capacidad caracterizadora de cualquier parámetro individual (Mostacedo y Fredericksen, 2000); en este proceso, mientras las especies arbóreas y arbustivas se evalúan mediante abundancias absolutas, diámetros y alturas promedio, las herbáceas se analizan a través del porcentaje de cobertura, permitiendo que el IVI ofrezca una visión integral de la representatividad ecológica de cada taxón en la comunidad, metodología que se mantiene vigente en estudios contemporáneos de ecología de comunidades y monitoreo de biodiversidad para evaluar la resiliencia y composición ante el cambio climático (Chazdon, 2014; Magurran, 2021).

**IVI Sistema ambiental**

**Estrato arbóreo**

En la **Tabla 6** y **Figura 38** se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies arbóreas localizadas dentro del Sistema ambiental, con base en los valores expuestos en dicha tabla se concluye que la repartición de las especies en el sistema muestra la clara dominancia de *Neltuma glandulosa* con el 57.78 % del valor del IVI, lo que indica que la estructura del sistema está fuertemente centralizada en una sola especie, (mezquite), la cual ejerce el control ecológico principal sobre el área. No obstante, sí se considera que con el trabajo de campo se obtuvo el registro de 4 especies, se evidencia que esta situación es típica de zonas con estrés ambiental severo provocado por sequías extremas, suelos salinos o principalmente de áreas con un alto grado de

perturbación antropogénica entre las que destaca áreas cultivo, zonas sobrepastoreadas o áreas intervenidas derivadas de obras (ver Anexo IV. Div Veg SA).

**Tabla 6. Índice de Valor de Importancia estrato Arboles en el Sistema ambiental**

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| Neltuma glandulosa (Torr.) Britton & Rose | 37 | 61.67 | 50.00 | 61.7 | 57.78 |
| Quercus fusiformis Small | 7 | 11.67 | 16.67 | 11.7 | 13.33 |
| Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn. | 13 | 21.67 | 25.00 | 21.7 | 22.78 |
| Yucca treculiana Carrière | 3 | 5.00 | 8.33 | 5.0 | 6.11 |
| Total | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 |

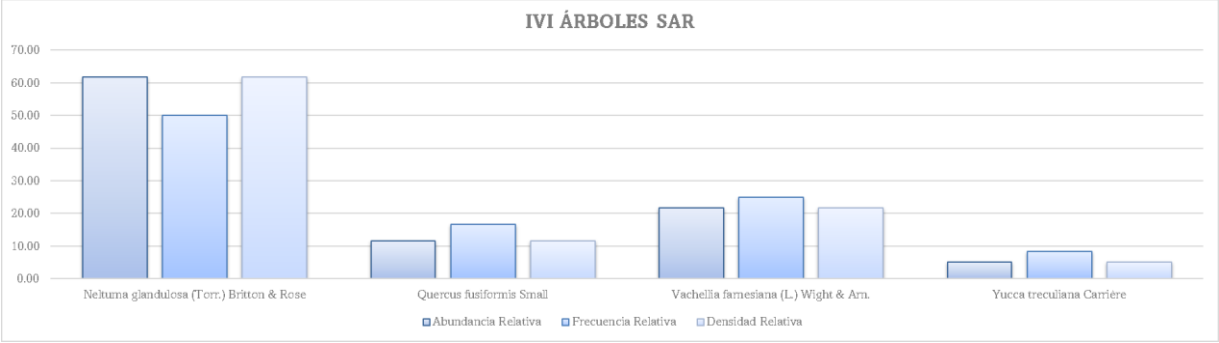



**Figura 38. Índice de Valor de Importancia estrato Arbóreo en el SAR**

**Estrato arbustivo**

La **Figura 39** y **Tabla 7**presenta el IVI de las especies arbustivas localizadas en el SAR, los valores mostrados en esta tabla manifiestan la dominancia de especies (*Aloysia gratissima, Castela erecta, Leucophyllum frutescens* y *Celtis pallid*a), dichas especies representan el 73.72% del total, lo que se entiende en el mismo sentido del estrato arbóreo, es decir la existencia de una estrés ambiental severo provocado por la perturbación antropogénica y en consecuencia la comunidad de arbustos está severamente simplificada y condicionada por la intervención localizada en la zona (ver Anexo IV. Div Veg SAR).

**Tabla 7. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo en el Sistema ambiental**

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) Tronc. | 156 | 26.13 | 15.91 | 26.1 | 22.72 |
| Berberis trifoliolata Moric. | 3 | 0.50 | 2.27 | 0.5 | 1.09 |
| Calliandra conferta Benth. | 34 | 5.70 | 6.82 | 5.7 | 6.07 |
| Castela erecta Turpin | 109 | 18.26 | 18.18 | 18.3 | 18.23 |

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| Celtis pallida Torr. | 97 | 16.25 | 13.64 | 16.2 | 15.38 |
| Colubrina texensis (Torr. & A. Gray) A. Gray | 25 | 4.19 | 4.55 | 4.2 | 4.31 |
| Condalia viridis I.M. Johnst. | 4 | 0.67 | 4.55 | 0.7 | 1.96 |
| Koeberlinia spinosa Zucc. | 6 | 1.01 | 4.55 | 1.0 | 2.19 |
| Leucophyllum frutescens (Berland.) I.M. Johnst. | 115 | 19.26 | 13.64 | 19.3 | 17.39 |
| Parkinsonia texana (A. Gray) S. Watson | 21 | 3.52 | 6.82 | 3.5 | 4.62 |
| Senegalia greggii (A.Gray) Britton & Rose | 27 | 4.52 | 9.09 | 4.5 | 6.05 |
| Total | 597 | 100 | 100 | 100 | 100 |

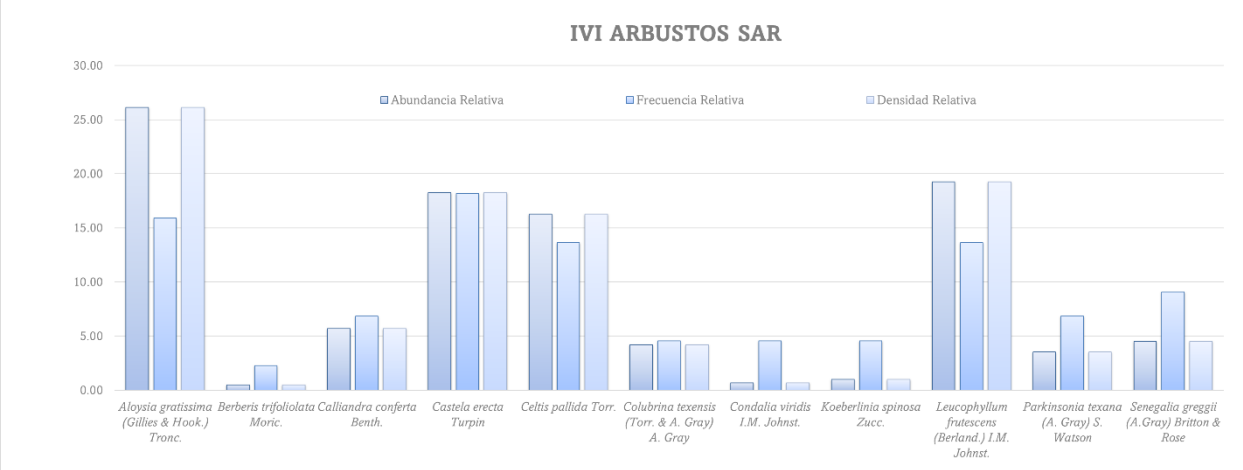



**Figura 39. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo en el SA**

**Estrato herbáceo**

En la **Tabla 8** y **Figura 40** se presenta el Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato herbáceo obtenido para el SA, de este análisis las especies con los valores de IVI más altos fueron donde tres especies (*Aristida adscensionis, Bothriochloa barbinodis* y *Tiquilia canescens*) representan el 28.01 % de la totalidad, de este valor, sí se considera que se obtuvo el registro de 29 especies, se evidencia una dominancia ecológica concentrada, en 3 especies, es decir, que apenas el 10% de la riqueza total de especies define la estructura y el funcionamiento del ecosistema. Los datos reflejan probablemente una comunidad adaptada a condiciones de aridez o estrés ambiental (ver Anexo IV. Div Veg SA).

**Tabla 8. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo en el Sistema ambiental**

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| Allowissadula holosericea (Scheele) D.M. Bates | 23 | 3.29 | 3.42 | 3.3 | 3.33 |
| Aristida adscensionis L. | 86 | 12.30 | 6.84 | 12.3 | 10.48 |
| Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter | 72 | 10.30 | 6.84 | 10.3 | 9.15 |
| Cevallia sinuata Lag. | 30 | 4.29 | 3.42 | 4.3 | 4.00 |
| Clematis drummondii Torr. & A. Gray | 17 | 2.43 | 2.56 | 2.4 | 2.48 |
| Cylindropuntia leptocaulis (DC.) F.M. Knuth | 14 | 2.00 | 5.13 | 2.0 | 3.04 |
| Cyperus ochraceus Vahl | 10 | 1.43 | 1.71 | 1.4 | 1.52 |
| Dalea capitata S. Watson | 15 | 2.15 | 4.27 | 2.1 | 2.86 |
| Desmanthus velutinus Scheele | 36 | 5.15 | 4.27 | 5.2 | 4.86 |
| Desmodium retinens Schltdl. | 18 | 2.58 | 4.27 | 2.6 | 3.14 |
| Dichanthium annulatum (Forssk.) Stapf | 38 | 5.44 | 2.56 | 5.4 | 4.48 |
| Echinocereus enneacanthus var. carnosus Quehl | 9 | 1.29 | 3.42 | 1.3 | 2.00 |
| Escobaria emskoetteriana (Quehl) Borg | 3 | 0.43 | 0.85 | 0.4 | 0.57 |
| Glandularia bipinnatifida Nutt. | 9 | 1.29 | 0.85 | 1.3 | 1.14 |
| Grusonia scottii (Engelm.) H. Rob | 10 | 1.43 | 3.42 | 1.4 | 2.09 |
| Helianthus annuus L. | 8 | 1.14 | 1.71 | 1.1 | 1.33 |
| Justicia pilosella (Nees) Hilsenb. | 20 | 2.86 | 4.27 | 2.9 | 3.33 |
| Mammillaria heyderi Muehlenpf. | 4 | 0.57 | 0.85 | 0.6 | 0.67 |
| Melampodium leucanthum Torr. & A.Gray | 42 | 6.01 | 3.42 | 6.0 | 5.15 |
| Nyctaginia capitata Choisy | 5 | 0.72 | 1.71 | 0.7 | 1.05 |
| Opuntia atrispina Griffiths | 14 | 2.00 | 5.13 | 2.0 | 3.04 |
| Solanum elaeagnifolium Cav. | 19 | 2.72 | 4.27 | 2.7 | 3.24 |
| Sphaeralcea angustifolia (Cav.) G.Don | 11 | 1.57 | 1.71 | 1.6 | 1.62 |
| Thelocactus setispinus (Engelm.) E.F. Anderson | 4 | 0.57 | 2.56 | 0.6 | 1.24 |
| Thymophylla micropoides (DC.) Strother | 27 | 3.86 | 3.42 | 3.9 | 3.71 |
| Thymophylla pentachaeta (DC.) Small | 24 | 3.43 | 1.71 | 3.4 | 2.86 |
| Tiquilia canescens (DC.) A.T.Richardson | 67 | 9.59 | 5.98 | 9.6 | 8.38 |
| Wedelia hispida Kunth | 51 | 7.30 | 5.98 | 7.3 | 6.86 |
| Zephyranthes chlorosolen (Herb.) D.Dietr. | 13 | 1.86 | 3.42 | 1.9 | 2.38 |
| Total | 699 | 100 | 100 | 100 | 100 |

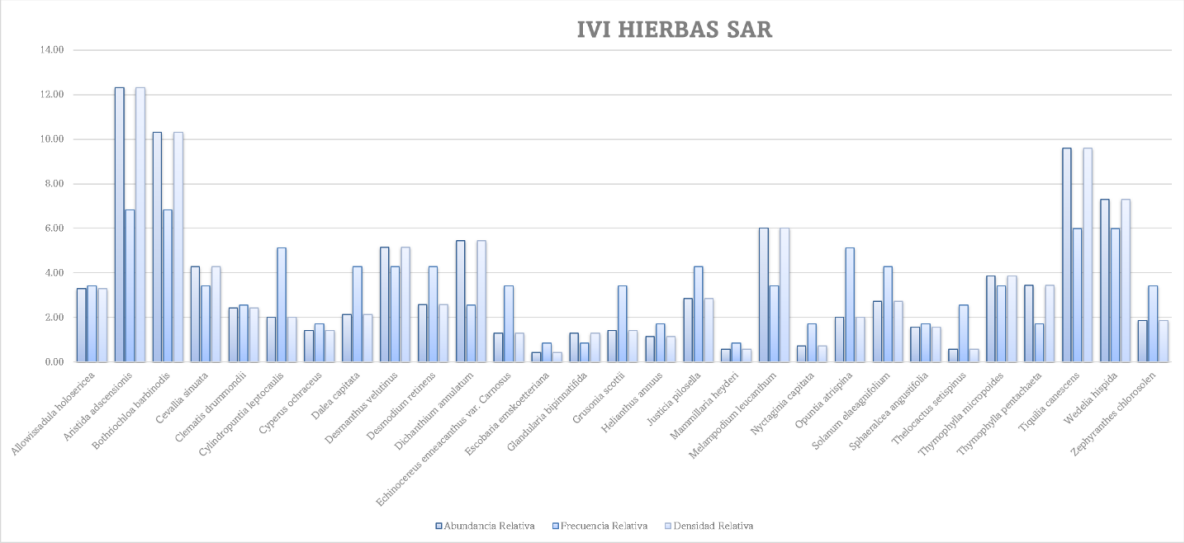



**Figura 40. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo en el Sistema ambiental**

**Diversidad**

La diversidad vegetal se evaluó con el índice de Shannon Wienner (H') mediante la fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} \quad pi\ log_e pi$$

En donde: S = # de especies (riqueza)

pi = abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la Xi especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

Riqueza

El análisis de la diversidad vegetal por forma de vida se evaluó con la estimación de la riqueza de especies (número total de especies), diversidad de Shannon (H'), dominancia de Simpson (D), Equitatividad de Pielou (J') y abundancia (A) representada por el número total de individuos por área muestreada, o en su caso, por el porcentaje de cobertura.

Diversidad y equitatividad

Con base al índice de ShannonWeinner (H') se calculó la diversidad tomando en consideración la riqueza y abundancia de las especies de acuerdo al estrato, como se presenta en la **Tabla 9**, **Tabla 10** y **Tabla 11**.

El índice de Shannon nos indica que los valores varían de 0.5-5, aunque su valor normal es de entre 2-3. Estos valores nos indican la diversidad de un ecosistema, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con altos valores

evidentemente son los bosques tropicales y arrecifes de coral y los de menor diversidad son las zonas desérticas.

Estrato arbóreo

Para la superficie del Área de la unidad de análisis SA se registraron 4 especies con 60 individuos, de estas, la especie dominante fue *Neltuma glandulosa* (mezquite) con 37 individuos siendo así el 0.298 de H del total y presentando un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 57.78 % (ver **Tabla 9**). En esta superficie se estimó un índice de diversidad de árboles de H'=1.0299 siendo un valor interpretado como bajo y un índice de equidad de J'=0.7429 interpretado como moderado- alto, lo que indica que la estructura de la comunidad arbórea la domina una sola especie (*Neltuma glandulosa*).

**Tabla 9. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato Arboles SA**

| | Arboles | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon por especie |
| 1 | *Neltuma glandulosa* (Torr.) Britton & Rose | 37 | 0.62 | -0.4834 | -0.2981 |
| 2 | *Quercus fusiformis Small* | 7 | 0.12 | -2.1484 | -0.2507 |
| 3 | *Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.* | 13 | 0.22 | -1.5294 | -0.3314 |
| 4 | *Yucca treculiana Carrière* | 3 | 0.05 | -2.9957 | -0.1498 |
| | TOTAL | 60 | | | -1.029919357 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | Riqueza S= | 4 | | | |
| | Resultado: H' = | 1.029919357 | | | |
| | Resultado: J' = | 0.742929774 | | | |

Ver los Índices de diversidad de las especies arbóreas registradas en los muestreos del área de estudio en el Anexo IV. Div Veg SAR.

Estrato arbustivo

Para el muestreo del estrato arbustivo en el SA se estimó registraron 11 especies con una abundancia de 597 individuos. En cuanto al índice de diversidad se obtuvo un H'=1.934 entendido como un valor de diversidad bajo. La especie con los valores más altos de diversidad fue *Aloysia gratissima* con 0.350 mientras que la que obtuvo el valor más bajo fue *Berberis trifoliolata* con 0.026. El índice de equidad obtenido fue de J'=0.81entendido como moderado alto. Los datos reflejan que la estructura esta soportada sobre pocas especies lo cual se da en comunidades con un importante disturbio.

**Tabla 10. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato arbustivo Sistema ambiental**

| | Arbustos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon por especie |
| 1 | *Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) Tronc.* | 156 | 0.2613 | -1.3421 | -0.3507 |
| 2 | *Berberis trifoliolata Moric.* | 3 | 0.0050 | -5.2933 | -0.0266 |
| 3 | *Calliandra conferta Benth.* | 34 | 0.0570 | -2.8656 | -0.1632 |
| 4 | *Castela erecta Turpin* | 109 | 0.1826 | -1.7006 | -0.3105 |
| 5 | *Celtis pallida Torr.* | 97 | 0.1625 | -1.8172 | -0.2953 |
| 6 | *Colubrina texensis (Torr. & A. Gray) A. Gray* | 25 | 0.0419 | -3.1730 | -0.1329 |
| 7 | *Condalia viridis I.M. Johnst.* | 4 | 0.0067 | -5.0056 | -0.0335 |
| 8 | *Koeberlinia spinosa Zucc.* | 6 | 0.0101 | -4.6002 | -0.0462 |
| 9 | *Leucophyllum frutescens (Berland.) I.M. Johnst.* | 115 | 0.1926 | -1.6470 | -0.3173 |
| 10 | *Parkinsonia texana (A. Gray) S. Watson* | 21 | 0.0352 | -3.3474 | -0.1177 |
| 11 | *Senegalia greggii (A.Gray) Britton & Rose* | 27 | 0.0452 | -3.0961 | -0.1400 |
| | *TOTAL* | 597 | | | -1.9339 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | *Riqueza S=* | 11 | | | |
| | *Resultado: H' =* | 1.933908894 | | | |
| | *Resultado: J' =* | 0.806502651 | | | |

Ver los Índices de diversidad de las especies arbustivas registradas en los muestreos del SAR en el Anexo IV. Div Veg SA.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registraron 699 individuos en 29 especies. De éstas, la especie dominante fue *Aristida adscensionis* con 86 individuos representando el 0.2578 de H y presentando un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 10.48 %. En este estrato ninguna especie se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el muestreo del estrato herbáceo en el Área de proyecto se estimó un índice de diversidad de H'=3.042 considerado como un valor de diversidad alto, por otro lado, el índice de equidad de J'=0.9034 lo que indica que la comunidad herbácea en los sitios de muestreo tiende a la homogeneidad.

**Tabla 11. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato herbáceo Sistema ambiental**

| | Herbáceas | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon por especie |
| 1 | *Allowissadula holosericea* | 23 | 0.03290 | -3.41416 | -0.11234 |
| 2 | *Aristida adscensionis* | 86 | 0.12303 | -2.09530 | -0.25779 |
| 3 | *Bothriochloa barbinodis* | 72 | 0.10300 | -2.27298 | -0.23413 |
| 4 | *Cevallia sinuata* | 30 | 0.04292 | -3.14845 | -0.13513 |
| 5 | *Clematis drummondii* | 17 | 0.02432 | -3.71644 | -0.09039 |
| 6 | *Cylindropuntia leptocaulis (DC.) F.M. Knuth* | 14 | 0.02003 | -3.91059 | -0.07832 |
| 7 | *Cyperus ochraceus* | 10 | 0.01431 | -4.24707 | -0.06076 |
| 8 | *Dalea capitata* | 15 | 0.02146 | -3.84160 | -0.08244 |
| 9 | *Desmanthus velutinus* | 36 | 0.05150 | -2.96613 | -0.15276 |
| 10 | *Desmodium retinens* | 18 | 0.02575 | -3.65928 | -0.09423 |
| 11 | *Dichanthium annulatum* | 38 | 0.05436 | -2.91206 | -0.15831 |
| 12 | *Echinocereus enneacanthus var. Carnosus* | 9 | 0.01288 | -4.35243 | -0.05604 |
| 13 | *Escobaria emskoetteriana* | 3 | 0.00429 | -5.45104 | -0.02340 |
| 14 | *Glandularia bipinnatifida* | 9 | 0.01288 | -4.35243 | -0.05604 |
| 15 | *Grusonia scottii* | 10 | 0.01431 | -4.24707 | -0.06076 |
| 16 | *Helianthus annuus* | 8 | 0.01144 | -4.47021 | -0.05116 |
| 17 | *Justicia pilosella* | 20 | 0.02861 | -3.55392 | -0.10169 |
| 18 | *Mammillaria heyderi* | 4 | 0.00572 | -5.16336 | -0.02955 |
| 19 | *Melampodium leucanthum* | 42 | 0.06009 | -2.81198 | -0.16896 |
| 20 | *Nyctaginia capitata* | 5 | 0.00715 | -4.94021 | -0.03534 |
| 21 | *Opuntia atrispina* | 14 | 0.02003 | -3.91059 | -0.07832 |
| 22 | *Solanum elaeagnifolium* | 19 | 0.02718 | -3.60521 | -0.09800 |
| 23 | *Sphaeralcea angustifolia* | 11 | 0.01574 | -4.15176 | -0.06534 |
| 24 | *Thelocactus setispinus* | 4 | 0.00572 | -5.16336 | -0.02955 |
| 25 | *Thymophylla micropoides* | 27 | 0.03863 | -3.25381 | -0.12568 |
| 26 | *Thymophylla pentachaeta* | 24 | 0.03433 | -3.37160 | -0.11576 |
| 27 | *Tiquilia canescens* | 67 | 0.09585 | -2.34496 | -0.22477 |
| 28 | *Wedelia hispida* | 51 | 0.07296 | -2.61783 | -0.19100 |
| 29 | *Zephyranthes chlorosolen* | 13 | 0.01860 | -3.98470 | -0.07411 |
| | | 699 | | | -3.042042578 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | *Riqueza S=* | 29 | | | |
| | *Resultado: H' =* | 3.042042578 | | | |
| | *Resultado: J' =* | 0.903408174 | | | |

Ver los Índices de diversidad de las especies herbáceas registradas en los muestreos del área de estudio en el Anexo IV. Div Veg SAR.

**Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la CITEA o la lista Roja de la UICN.**

Las especies en riesgo son aquellas cuyas poblaciones han disminuido debido a factores antropogénicos como la fragmentación del hábitat, la sobreexplotación, la interacción con especies invasoras o la contaminación; en este contexto, la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (Modificación, 2019) clasifica la vulnerabilidad en México bajo cuatro categorías: probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr). Complementariamente, el país cuenta con un **Comité de Seguimiento de la CITES** que, apoyado por autoridades internacionales, ONG e instituciones académicas, regula el comercio transfronterizo mediante tres apéndices: el Apéndice I para especies en peligro de extinción, el II para aquellas cuyo comercio debe controlarse para evitar dicha amenaza, y el III para especies protegidas en al menos un país que solicita apoyo para su control comercial. Finalmente, la creación de un **comité mexicano vinculado a la UICN** funge como un espacio de cooperación y alianzas estratégicas para redimensionar las acciones en favor de la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad a nivel global.

### *III.2.3.2 Fauna Microcuenca (microcuenca).*

El área de estudio se localiza en la Región Florística Xerofitica Mexicana y dentro de la Provincia Florística Planicie costera del Noreste (Rzedowski, 1978), (**Figura 41**). Esta provincia ocupa la mayor parte del estado de Nuevo León y Tamaulipas y se extiende hasta el norte de San Luis Potosí y Veracruz en la región natural subhúmeda extratropical alta (**Figura 42**).

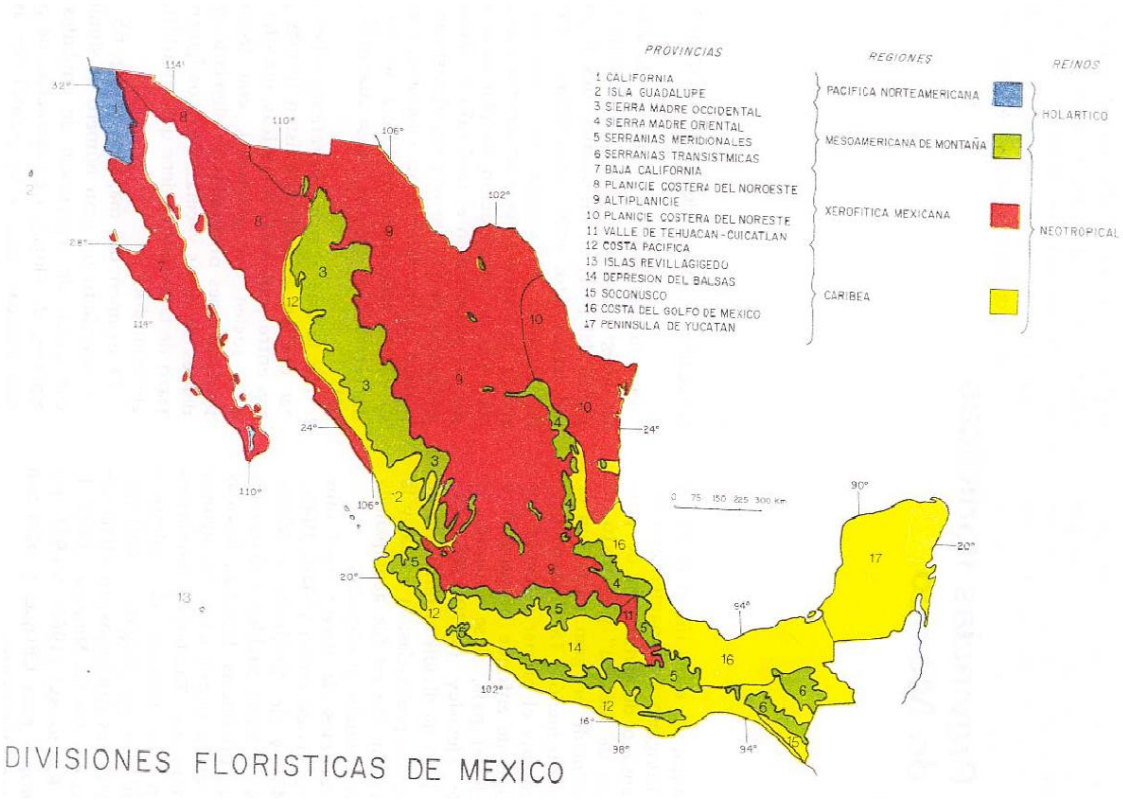



**Figura 41. Regiones florísticas de México (Rzedowski, 2006)**

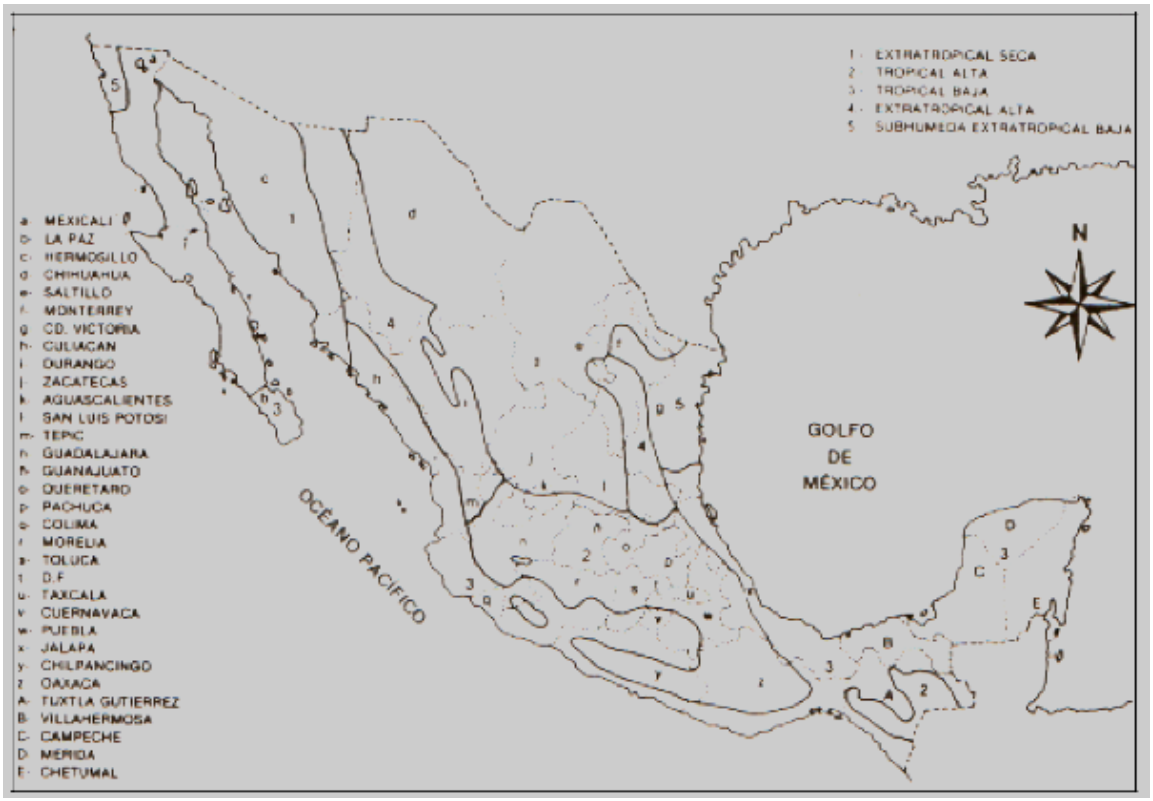



**Figura 42. Regiones Naturales de México (Álvarez y de Lachica, 1991)**

Es importante aclarar que la información que se presenta en el presente estudio hace referencia al área de estudio, de la cual se describe el proceso de delimitación de la misma. Al respecto cabe mencionar que dicha área de estudio no fue a partir de toda la subcuenca, ya que la delimitación que se consideró fue específicamente en el área del proyecto y zonas aledañas y representativas a la misma, cuya información es el objeto del estudio, con la finalidad de poder definir y evaluar de manera precisa y objetiva los posibles efectos que se pudieran presentar por el desarrollo del proyecto.

Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (op. cit).

En este apartado se describe los métodos utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización de la fauna silvestre existente en la unidad de análisis subcuenca Drenaje Caracol, misma que consistió en la observación directa de los cuatro grupos de vertebrados terrestres principales (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), y la compilación de un listado de las especies observadas y potenciales. Sin embargo, con el trabajo de campo realizado no se puede aseverar que se tiene un inventario completo de la fauna de vertebrados de la zona, pero se tiene la suficiente información para establecer una caracterización general de la fauna existente en el área de estudio.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Los métodos utilizados para la búsqueda de información y muestreo de fauna se llevaron a cabo en dos etapas, las cuales de describen a continuación:

**PRIMERA ETAPA:** se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio para integrar un listado potencial y para conocer el estado que tienen las poblaciones que allí se distribuyen. La estimación de la riqueza faunística contenida dentro de la cuenca, fue hecha con base en las bases de datos que se han realizado por parte de CONABIO y en literatura especializada como guías de campo. Como fuente, se utilizó la base de datos disponible en el portal de CONABIO: http://geoportal.conabio.gob.mx/. Además, para las aves también se utilizó la base de datos "AverAves" (eBird) de CONABIO (https://ebird.org/explore). Y para el caso de los mamíferos también se utilizó el trabajo de Arita, H. T. y G. Rodríguez. 2004. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos de América del Norte. Instituto de Ecología, UNAM. Base de datos SNIB-Conabio proyecto Q068. México, D.F. **Colaboradores:** Don E. Wilson. Smithsonian Institution, Washington, D.C., Estados Unidos; Pilar Rodríguez, Gabriela Guerrero, Luis Bernardo Vázquez. Laboratorio de Macroecología, Instituto de Ecología, UNAM, en su portal interactivo http://conabioweb.conabio.gob.mx/website/mamiferos/viewer.htm. Para el filtrado de los resultados se seleccionó el centroide X: -99.25, Y:25.28086.

**SEGUNDA ETAPA (MUESTREO DE CAMPO):** Para la obtención cuantitativa y cualitativa de información de la fauna en campo se realizaron muestreos y observaciones de fauna en áreas representativas de la cuenca solo en los tipos de vegetación a afectar y aledaños al área del proyecto, esto es, en los sitios donde se realizaron los muestreos de vegetación y en los caminos de traslado a los sitios y que se ubican dentro de la cuenca. Se realizaron 14 transectos para la detección y registro cuantitativo de fauna. Además, se realizaron transectos casuales para la búsqueda de especies de fauna no registradas durante los muestreos cuantitativos.

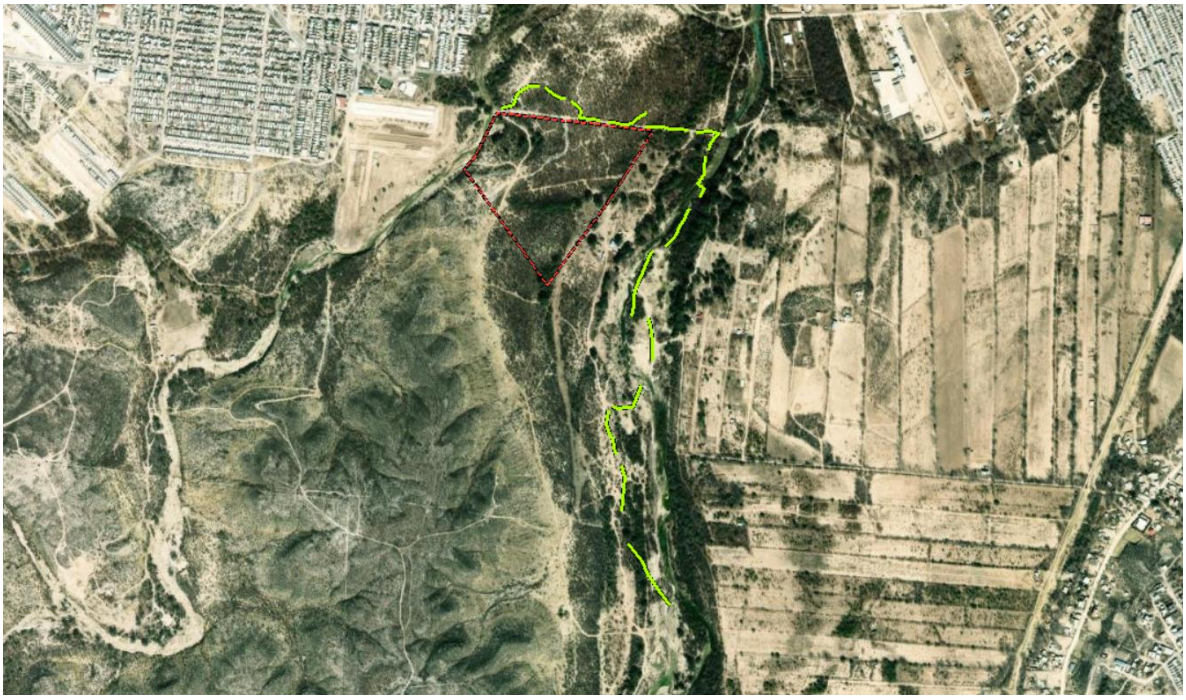


**Figura 43. Transectos de muestreo para el registro de fauna en cuenca. Se muestran los transectos para el registro cuantitativo y los recorridos casuales.**

**Tabla 12. Coordenadas geográficas y UTM de los transectos para el muestreo de fauna en la cuenca**

| ID | TRANSECTO | DISTANCIA | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| 0 | T1 | 118.520648 | 307305.304 | 3243822.62 |
| 1 | | | 307335.996 | 3243830.03 |
| 2 | | | 307344.462 | 3243856.49 |
| 3 | | | 307373.037 | 3243874.48 |
| 4 | | | 307398.437 | 3243874.48 |
| 5 | T2 | 60.5051813 | 307411.137 | 3243873.42 |
| 6 | | | 307421.721 | 3243862.84 |
| 7 | | | 307433.362 | 3243853.31 |
| 8 | | | 307450.286 | 3243845.3 |
| 9 | | | 307461.937 | 3243846.96 |
| 10 | T3 | 101.084795 | 307472.521 | 3243837.44 |
| 11 | | | 307485.221 | 3243830.03 |
| 12 | | | 307495.804 | 3243816.27 |
| 13 | | | 307494.746 | 3243798.28 |
| 14 | | | 307523.321 | 3243795.1 |
| 15 | | | 307545.546 | 3243794.05 |
| 16 | T4 | 101.502171 | 307563.008 | 3243786.77 |
| 17 | | | 307575.576 | 3243786.77 |

| ID | TRANSECTO | DISTANCIA | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| 18 | | | 307596.081 | 3243783.46 |
| 19 | | | 307610.634 | 3243783.46 |
| 20 | | | 307623.863 | 3243788.75 |
| 21 | | | 307633.785 | 3243797.35 |
| 22 | | | 307655.613 | 3243811.91 |
| 23 | T5 | 104.15262 | 307652.967 | 3243776.85 |
| 24 | | | 307672.149 | 3243776.85 |
| 25 | | | 307693.978 | 3243776.85 |
| 26 | | | 307711.175 | 3243771.56 |
| 27 | | | 307734.327 | 3243770.89 |
| 28 | | | 307756.155 | 3243768.25 |
| 29 | T6 | 105.554182 | 307775.337 | 3243764.94 |
| 30 | | | 307807.749 | 3243766.26 |
| 31 | | | 307828.915 | 3243760.97 |
| 32 | | | 307817.67 | 3243749.73 |
| 33 | | | 307805.764 | 3243731.21 |
| 34 | | | 307803.78 | 3243717.98 |
| 35 | T7 | 114.870858 | 307795.181 | 3243706.73 |
| 36 | | | 307792.535 | 3243676.97 |
| 37 | | | 307793.196 | 3243662.42 |
| 38 | | | 307776.66 | 3243638.6 |
| 39 | | | 307791.874 | 3243628.02 |
| 40 | | | 307783.275 | 3243607.51 |
| 41 | | | 307783.275 | 3243606.85 |
| 42 | T8 | 109.494753 | 307758.801 | 3243581.72 |
| 43 | | | 307750.863 | 3243568.49 |
| 44 | | | 307744.248 | 3243554.6 |
| 45 | | | 307734.327 | 3243538.72 |
| 46 | | | 307723.082 | 3243515.57 |
| 47 | | | 307700.592 | 3243489.77 |
| 48 | T9 | 168.910975 | 307672.149 | 3243477.21 |
| 49 | | | 307664.212 | 3243470.59 |
| 50 | | | 307652.306 | 3243446.12 |
| 51 | | | 307642.384 | 3243419 |
| 52 | | | 307627.832 | 3243390.56 |
| 53 | | | 307623.201 | 3243370.05 |
| 54 | | | 307623.201 | 3243345.58 |
| 55 | | | 307617.91 | 3243321.1 |
| 56 | T10 | 103.321422 | 307658.259 | 3243315.81 |
| 57 | | | 307664.212 | 3243299.94 |
| 58 | | | 307668.842 | 3243260.25 |
| 59 | | | 307669.504 | 3243251.65 |

| ID | TRANSECTO | DISTANCIA | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| 60 | | | 307667.519 | 3243227.84 |
| 61 | | | 307667.519 | 3243213.95 |
| 62 | T11 | 107.065689 | 307641.061 | 3243156.4 |
| 63 | | | 307631.139 | 3243127.96 |
| 64 | | | 307621.878 | 3243101.5 |
| 65 | | | 307609.311 | 3243102.16 |
| 66 | | | 307582.852 | 3243100.84 |
| 67 | | | 307573.592 | 3243104.14 |
| 68 | T12 | 121.40526 | 307562.347 | 3243094.88 |
| 69 | | | 307561.024 | 3243075.7 |
| 70 | | | 307557.717 | 3243059.16 |
| 71 | | | 307564.331 | 3243039.32 |
| 72 | | | 307573.592 | 3243025.43 |
| 73 | | | 307577.561 | 3242994.34 |
| 74 | | | 307577.561 | 3242999.63 |
| 75 | | | 307582.191 | 3242989.58 |
| 76 | T13 | 111.259995 | 307595.42 | 3242961.43 |
| 77 | | | 307601.77 | 3242933.91 |
| 78 | | | 307597.537 | 3242880.99 |
| 79 | | | 307593.303 | 3242851.36 |
| 80 | T14 | 180.453148 | 307610.237 | 3242773.04 |
| 81 | | | 307641.987 | 3242734.94 |
| 82 | | | 307658.92 | 3242698.96 |
| 83 | | | 307684.32 | 3242660.86 |
| 84 | | | 307711.837 | 3242624.88 |

**Herpetofauna**

**Primera etapa:** En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la herpetofauna de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar. Se utilizó la información disponible en la CONABIO, así como la información contenida en The Reptile Database (http://www.reptile-database.org/), así como otras publicaciones como:

- Nevarez, Manuel & Lazcano, David & García-Padilla, Elí & Mata-Silva, Vicente & Johnson, Jerry & Wilson, Larry. (2016). The herpetofauna of Nuevo León, Mexico: composition, distribution, and conservation. 3. 558-638.
- CONABIO. 2020. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Registros de ejemplares. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado de especies de herpetofauna potenciales para el área en la que se localiza el proyecto, los cuales se presentan a continuación. Dentro del área de

estudio habitan potencialmente 12 especies de anfibios y 43 especies de reptiles, de las cuales 8 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, 5 amenazadas y 3 en Protección especial. Así mismo, 8 especies son endémicas a México y dos consideradas exóticas.

**Tabla 13. Listado potencial de herpetofauna registrada para la unidad de análisis**

| Clase | Orden | Familia | Especie | NOM-059 | Endémicas |
|---|---|---|---|---|---|
| Amphibia | Anura | Bufonidae | *Anaxyrus debilis* | | |
| Amphibia | Anura | Bufonidae | *Anaxyrus punctatus* | | |
| Amphibia | Anura | Bufonidae | *Incilius nebulifer* | | |
| Amphibia | Anura | Bufonidae | *Rhinella horribilis* | | |
| Amphibia | Anura | Eleutherodactylidae | *Eleutherodactylus cystignathoides* | | |
| Amphibia | Anura | Eleutherodactylidae | *Eleutherodactylus longipes* | | End |
| Amphibia | Anura | Leptodactylidae | *Leptodactylus fragilis* | | |
| Amphibia | Anura | Microhylidae | *Gastrophryne olivacea* | | |
| Amphibia | Anura | Microhylidae | *Hypopachus variolosus* | | |
| Amphibia | Anura | Ranidae | *Lithobates berlandieri* | | |
| Amphibia | Anura | Rhinophrynidae | *Rhinophrynus dorsalis* | | |
| Amphibia | Anura | Scaphiopodidae | *Scaphiopus couchii* | | |
| Reptilia | Squamata | Gekkonidae | *Hemidactylus turcicus* | | |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | *Cophosaurus texanus* | (A) | |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | *Phrynosoma cornutum* | | |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus cyanogenys* | | End |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus grammicus* | (Pr) | |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus marmoratus* | | |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus olivaceus* | | |
| Reptilia | Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus parvus* | | End |
| Reptilia | Squamata | Scincidae | *Plestiodon obsoletus* | | End |
| Reptilia | Squamata | Scincidae | *Plestiodon tetragrammus* | | |
| Reptilia | Squamata | Teiidae | *Aspidoscelis gularis* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Arizona elegans* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Drymarchon melanurus* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Drymobius margaritiferus* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Ficimia streckeri* | | |

| Clase | Orden | Familia | Especie | NOM-059 | Endémicas |
|---|---|---|---|---|---|
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Lampropeltis triangulum* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Masticophis flagellum* | (A) | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Masticophis schotti* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Opheodrys aestivus* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Pantherophis emoryi* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Pituophis catenifer* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Rhinocheilus lecontei* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Salvadora grahamiae* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Tantilla atriceps* | | |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | *Tantilla nigriceps* | | End |
| Reptilia | Squamata | Dipsadidae | *Coniophanes imperialis* | | |
| Reptilia | Squamata | Dipsadidae | *Heterodon kennerlyi* | | |
| Reptilia | Squamata | Dipsadidae | *Leptodeira septentrionalis* | | |
| Reptilia | Squamata | Leptotyphlopidae | *Rena dulcis* | | |
| Reptilia | Squamata | Leptotyphlopidae | *Rena myopica* | | End |
| Reptilia | Squamata | Natricidae | *Nerodia erythrogaster* | | |
| Reptilia | Squamata | Natricidae | *Nerodia rhombifer* | | |
| Reptilia | Squamata | Natricidae | *Storeria dekayi* | | End |
| Reptilia | Squamata | Natricidae | *Thamnophis marcianus* | (A) | |
| Reptilia | Squamata | Natricidae | *Thamnophis proximus* | (A) | |
| Reptilia | Squamata | Typhlopidae | *Indotyphlops braminus* | | Exo |
| Reptilia | Squamata | Viperidae | *Crotalus atrox* | (Pr) | |
| Reptilia | Testudines | Emydidae | *Trachemys scripta* | | Exo |
| Reptilia | Testudines | Emydidae | *Trachemys venusta* | | |
| Reptilia | Testudines | Kinosternidae | *Kinosternon flavescens* | | |
| Reptilia | Testudines | Kinosternidae | *Kinosternon integrum* | | End |
| Reptilia | Testudines | Testudinidae | *Gopherus berlandieri* | (A) | |
| Reptilia | Testudines | Trionychidae | *Apalone spinifera* | (Pr) | |

**Segunda etapa:** Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo en el cual se utilizó el método de transecto de ancho fijo para la búsqueda intensiva tratando de abarcar la mayor área posible. Se

realizaron 14 transectos, con una longitud de 250 m con un ancho de 3 m a cada lado (**Figura 45**). Los muestreos se realizaron durante el día, entre las 8:00 y las 18:00 hrs. Cada transecto se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada micro hábitat potencial dónde localizar a la herpetofauna. Se revisaron todos los microhábitats posibles: en el suelo, bajo y sobre rocas, removiendo hojarasca, bajo y sobre troncos caídos, árboles, orillas de cuerpos de agua, raíces y cercados.

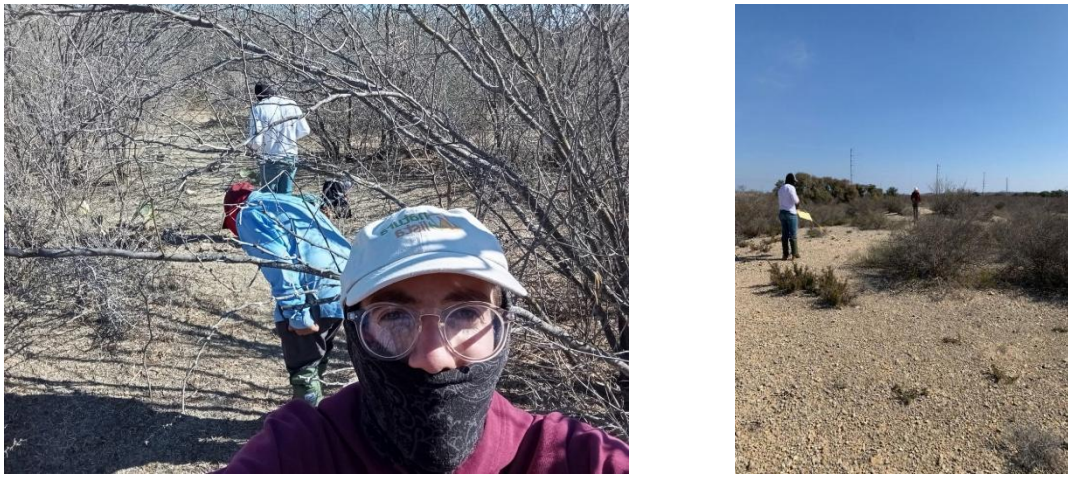


**Figura 44. Biólogos durante la búsqueda de herpetofauna durante los transectos**

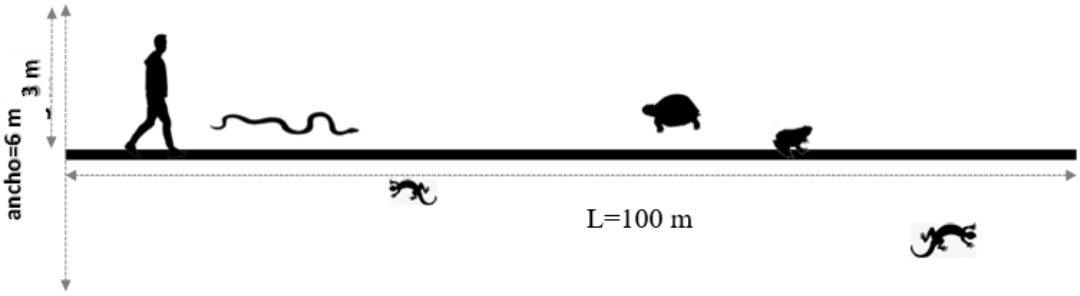



**Figura 45. Transecto de ancho fijo para el muestreo de la herpetofauna**

La determinación específica de los individuos se realizó utilizando las claves para anfibios y reptiles de Casas Andreu y McCoy (1979), así como las guías de anfibios y reptiles del Este y Centro de América de Conant y Collins (1998) y del Oeste de Stebbins (1985), así como de Lemos Espinal y Smith (2009), además de las fichas para cada especie publicadas en el Catálogo de Anfibios y Reptiles Americanos, editado por la Society for the Study of Amphibians and Reptiles (SSAR).Los sitios de muestreo para la herpetofauna se presentan en el **Figura 43** y sus respectivas coordenadas se presentan en la **Tabla 13**.

**Avifauna**

**Primera etapa**: Dentro de la cuenca, habitan potencialmente 345 especies de aves pertenecientes a 23 órdenes, y 62 familias (CONABIO). De las cuales 40 especies se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; 7 En peligro de extinción, 9 Amenazadas y 24 en protección especial. Así mismo 8 especies son consideradas endémicas, 9 cuasiendemicas y 7 semiendémicas, es decir, especies endémicas a un país o a una región durante una época del año.

**Tabla 14. Listado potencial de la avifauna de la cuenca**

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Accipitriformes | Accipitridae | *Accipiter cooperii* | gavilán de Cooper | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Accipiter striatus* | gavilán pecho canela, gavilán pecho rufo | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Aquila chrysaetos* | águila real | | A |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo brachyurus* | aguililla cola corta | | |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo jamaicensis* | aguililla cola roja | | |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo lineatus* | aguililla pecho rojo | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo plagiatus* | aguililla gris | | |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo platypterus* | aguililla alas anchas | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo regalis* | aguililla real | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo swainsoni* | aguililla de Swainson | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteogallus anthracinus* | aguililla negra menor | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Chondrohierax uncinatus* | gavilán pico de gancho | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Circus hudsonius* | gavilán rastrero | | |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Elanoides forficatus* | milano tijereta | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Elanus leucurus* | milano cola blanca | | |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Geranoaetus albicaudatus* | aguililla cola blanca | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Ictinia mississippiensis* | milano de Mississippi | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Parabuteo unicinctus* | aguililla rojinegra | | Pr |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Rupornis magnirostris* | aguililla caminera | | |
| Accipitriformes | Pandionidae | *Pandion haliaetus* | águila pescadora, gavilán pescador | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Aix sponsa* | pato arcoíris | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas acuta* | pato golondrino | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas crecca* | cerceta alas verdes | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas diazi* | pato mexicano | | A |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas fulvigula* | pato tejano | | A |
| Anseriformes | Anatidae | *Anas platyrhynchos* | pato de collar | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Anser albifrons* | ganso careto mayor | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Anser caerulescens* | ganso blanco | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Aythya affinis* | pato boludo menor | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Aythya americana* | pato cabeza roja | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Aythya collaris* | pato pico anillado | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Aythya valisineria* | pato coacoxtle | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Branta canadensis* | ganso canadiense, ganso canadiense mayor | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Bucephala albeola* | pato monja | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Cairina moschata* | pato real | | P |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Anseriformes | Anatidae | *Dendrocygna autumnalis* | pijije ala blanca, pijije alas blancas | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Dendrocygna bicolor* | pijije canelo | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Mareca americana* | pato chalcuán | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Mareca strepera* | pato friso | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Mergus serrator* | mergo copetón | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Oxyura jamaicensis* | pato tepalcate | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Spatula clypeata* | pato cucharón norteño | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Spatula cyanoptera* | cerceta canela | | |
| Anseriformes | Anatidae | *Spatula discors* | cerceta alas azules | | |
| Apodiformes | Apodidae | *Aeronautes saxatalis* | vencejo pecho blanco | | |
| Apodiformes | Apodidae | *Chaetura pelagica* | vencejo de chimenea | | |
| Apodiformes | Trochilidae | *Amazilia yucatanensis* | colibrí vientre canelo, colibrí yucateco | CE | |
| Apodiformes | Trochilidae | *Calothorax lucifer* | colibrí lucifer | SE | |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Antrostomus carolinensis* | tapacamino de Carolina, tapacaminos de carolina | | |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Antrostomus salvini* | tapacamino ticuer, tapacaminos ticurú | E | |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Antrostomus vociferus* | tapacaminos cuerporruín norteño | | |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Chordeiles acutipennis* | chotacabras menor | | |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Chordeiles minor* | chotacabras zumbón | | |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Nyctidromus albicollis* | chotacabras pauraque | | |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Phalaenoptilus nuttallii* | tapacamino tevíi, tapacaminos pandeagua | | |
| Cathartiformes | Cathartidae | *Cathartes aura* | zopilote aura | | |
| Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | zopilote común | | |
| Charadriiformes | Charadriidae | *Charadrius semipalmatus* | chorlo semipalmeado | | |
| Charadriiformes | Charadriidae | *Charadrius vociferus* | chorlo tildío | | |
| Charadriiformes | Charadriidae | *Pluvialis dominica* | chorlo dominico, chorlo dorado americano | | |
| Charadriiformes | Charadriidae | *Pluvialis squatarola* | chorlo gris | | |
| Charadriiformes | Haematopodidae | *Haematopus palliatus* | ostrero americano | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Chroicocephalus philadelphia* | gaviota de Bonaparte | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Gelochelidon nilotica* | charrán pico grueso | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Hydroprogne caspia* | charrán caspia, charrán del caspio | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Larus argentatus* | gaviota plateada | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Larus delawarensis* | gaviota pico anillado | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Leucophaeus atricilla* | gaviota reidora | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Leucophaeus pipixcan* | gaviota de Franklin | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Rynchops niger* | rayador americano | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Sterna forsteri* | charrán de Forster | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Sterna hirundo* | charrán común | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Sterna maxima* | charrán real | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Sterna nilotica* | charrán pico grueso | | |
| Charadriiformes | Laridae | *Sternula antillarum* | charrán mínimo | | Pr |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Charadriiformes | Laridae | *Thalasseus maximus* | charrán real | | |
| Charadriiformes | Recurvirostridae | *Himantopus mexicanus* | candelero americano, monjita americana | | |
| Charadriiformes | Recurvirostridae | *Recurvirostra americana* | avoceta americana | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Actitis macularius* | playero alzacolita | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Arenaria interpres* | vuelvepiedras rojizo | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Bartramia longicauda* | zarapito ganga | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris alba* | playero blanco | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris bairdii* | playero de Baird | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris canutus* | playero canuto, playero rojo | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris himantopus* | playero zancón | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris mauri* | playero occidental | | A |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris melanotos* | playero pectoral | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris minutilla* | playero chichicuilote, playero diminuto | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris pusilla* | playero semipalmeado | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Calidris subruficollis* | playero leonado, playero ocre | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Catoptrophorus semipalmatus* | playero pihuiuí | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Gallinago delicata* | agachona común, agachona norteamericana | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Limnodromus griseus* | costurero pico corto | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Limnodromus scolopaceus* | costurero pico largo | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Numenius americanus* | zarapito pico largo | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Numenius phaeopus* | zarapito trinador | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Phalaropus tricolor* | falaropo pico largo | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Tringa flavipes* | patamarilla menor | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Tringa melanoleuca* | patamarilla mayor | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Tringa semipalmata* | playero pihuiuí | | |
| Charadriiformes | Scolopacidae | *Tringa solitaria* | playero solitario | | |
| Ciconiiformes | Ciconiidae | *Mycteria americana* | cigüeña americana | | Pr |
| Columbiformes | Columbidae | *Columba livia* | paloma doméstica | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Columbina inca* | tórtola cola larga, tortolita cola larga | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Columbina passerina* | tórtola coquita, tortolita pico rojo | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Columbina talpacoti* | tórtola rojiza, tortolita canela | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Geotrygon montana* | paloma canela, paloma-perdiz rojiza | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxi* | paloma arroyera | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Patagioenas flavirostris* | paloma morada | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Streptopelia decaocto* | paloma de collar turca, tórtola de collar | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Streptopelia roseogrisea* | paloma de collar africana | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Zenaida asiatica* | paloma alas blancas | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Columbiformes | Columbidae | *Zenaida macroura* | huilota común, paloma huilota | | |
| Coraciiformes | Alcedinidae | *Chloroceryle americana* | martín pescador verde | | |
| Coraciiformes | Alcedinidae | *Megaceryle alcyon* | martín pescador norteño | | |
| Coraciiformes | Alcedinidae | *Megaceryle torquata* | martín pescador de collar | | |
| Coraciiformes | Momotidae | *Momotus coeruliceps* | momoto corona azul | E | |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Coccyzus americanus* | cuclillo pico amarillo | | |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Crotophaga sulcirostris* | garrapatero pijuy | | |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Geococcyx californianus* | correcaminos norteño | | |
| Falconiformes | Falconidae | *Caracara cheriway* | caracara quebrantahuesos | | |
| Falconiformes | Falconidae | *Caracara plancus* | caracara quebrantahuesos | | |
| Falconiformes | Falconidae | *Falco columbarius* | halcón esmerejón | | |
| Falconiformes | Falconidae | *Falco peregrinus* | halcón peregrino | | Pr |
| Falconiformes | Falconidae | *Falco rufigularis* | halcón enano, halcón murcielaguero | | |
| Falconiformes | Falconidae | *Micrastur semitorquatus* | halcón selvático de collar | | Pr |
| Galliformes | Cracidae | *Ortalis vetula* | chachalaca oriental, chachalaca vetula | | |
| Galliformes | Odontophoridae | *Callipepla squamata* | codorniz escamosa | | |
| Galliformes | Odontophoridae | *Colinus virginianus* | codorniz cotuí | | |
| Galliformes | Odontophoridae | *Cyrtonyx montezumae* | codorniz de Moctezuma | | Pr |
| Galliformes | Phasianidae | *Meleagris gallopavo* | guajolote norteño | | |
| Gaviiformes | Gaviidae | *Gavia immer* | colimbo común, colimbo mayor | | |
| Gruiformes | Gruidae | *Antigone canadensis* | grulla gris | | Pr |
| Gruiformes | Rallidae | *Fulica americana* | gallareta americana | | |
| Gruiformes | Rallidae | *Gallinula galeata* | gallineta frente roja | | |
| Gruiformes | Rallidae | *Porzana carolina* | polluela sora | | |
| Gruiformes | Rallidae | *Rallus limicola* | rascón cara gris, rascón limícola | | A |
| Nyctibiiformes | Nyctibiidae | *Nyctibius jamaicensis* | pájaro estaca, pájaro estaca norteño | | |
| Passeriformes | Alaudidae | *Eremophila alpestris* | alondra cornuda | | |
| Passeriformes | Bombycillidae | *Bombycilla cedrorum* | ampelis chinito, chinito | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Cardinalis* | cardenal rojo | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Cardinalis sinuatus* | cardenal desértico, cardenal pardo | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Passerina caerulea* | picogordo azul | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Passerina ciris* | colorín sietecolores | | Pr |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Passerina cyanea* | colorín azul | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Passerina versicolor* | colorín morado | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Pheucticus ludovicianus* | picogordo degollado, picogordo pecho rosa | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Piranga flava* | piranga encinera, tangara encinera | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Piranga ludoviciana* | piranga capucha roja, tangara capucha roja | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | Cardinalidae | *Piranga olivacea* | piranga escarlata, tangara escarlata | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Piranga rubra* | piranga roja, tangara roja | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Spiza americana* | arrocero americano | | |
| Passeriformes | Corvidae | *Calocitta colliei* | urraca cara negra, urraca-hermosa cara negra | E | |
| Passeriformes | Corvidae | *Corvus corax* | cuervo común | | |
| Passeriformes | Corvidae | *Corvus cryptoleucus* | cuervo llanero | | |
| Passeriformes | Corvidae | *Corvus imparatus* | cuervo tamaulipeco | CE | |
| Passeriformes | Corvidae | *Cyanocorax yncas* | chara verde | | |
| Passeriformes | Corvidae | *Psilorhinus morio* | chara papán, chara pea | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Euphonia affinis* | eufonia garganta negra | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Euphonia elegantissima* | eufonia capucha azul, eufonia gorra azul | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Euphonia godmani* | eufonia garganta negra | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Euphonia hirundinacea* | eufonia garganta amarilla | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Haemorhous mexicanus* | pinzón mexicano | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Loxia curvirostra* | picotuerto rojo | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Spinus psaltria* | jilguerito dominico, jilguero dominico | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Spinus tristis* | jilguerito canario, jilguero canario | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Hirundo rustica* | golondrina tijereta | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Petrochelidon fulva* | golondrina pueblera | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Petrochelidon pyrrhonota* | golondrina risquera | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Progne chalybea* | golondrina acerada, golondrina pecho gris | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Progne subis* | golondrina azulnegra | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Riparia* | golondrina ribereña | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Stelgidopteryx serripennis* | golondrina alas aserradas | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Tachycineta bicolor* | golondrina bicolor | | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Tachycineta thalassina* | golondrina verdemar | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Agelaius phoeniceus* | tordo sargento | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Dives* | tordo cantor | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus bullockii* | bolsero calandria, calandria cejas naranjas | SE | |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus cucullatus* | bolsero encapuchado, calandria dorso negro menor | SE | |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus galbula* | bolsero de Baltimore, calandria de Baltimore | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus graduacauda* | bolsero cabeza negra, calandria capucha negra | CE | |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus gularis* | bolsero de Altamira, calandria dorso negro mayor | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus wagleri* | bolsero de Wagler, calandria de Wagler | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Molothrus aeneus* | tordo ojos rojos | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Molothrus ater* | tordo cabeza café | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | Icteridae | *Psarocolius montezuma* | oropéndola de Moctezuma | | Pr |
| Passeriformes | Icteridae | *Quiscalus mexicanus* | zanate mayor | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Sturnella magna* | pradero tortillaconchile | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Sturnella neglecta* | pradero del oeste, pradero occidental | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Xanthocephalus* | tordo cabeza amarilla | | |
| Passeriformes | Icteriidae | *Icteria virens* | buscabreña, chipe grande | | |
| Passeriformes | Icteriidae | *Icteria virens auricollis* | buscabreña | | |
| Passeriformes | Laniidae | *Lanius ludovicianus* | alcaudón verdugo, verdugo americano | | |
| Passeriformes | Mimidae | *Dumetella carolinensis* | maullador gris | | |
| Passeriformes | Mimidae | *Mimus polyglottos* | centzontle norteño | | |
| Passeriformes | Mimidae | *Toxostoma crissale* | cuicacoche crisal | | |
| Passeriformes | Mimidae | *Toxostoma curvirostre* | cuicacoche pico curvo | | |
| Passeriformes | Mimidae | *Toxostoma longirostre* | cuicacoche pico largo | CE | |
| Passeriformes | Motacillidae | *Anthus rubescens* | bisbita de agua, bisbita norteamericana | | |
| Passeriformes | Motacillidae | *Anthus spragueii* | bisbita llanera | | |
| Passeriformes | Paridae | *Baeolophus atricristatus* | carbonero cresta negra | | |
| Passeriformes | Paridae | *Baeolophus wollweberi* | carbonero embridado | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Basileuterus culicivorus* | chipe cejas negras, chipe corona dorada | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Basileuterus rufifrons* | chipe gorra canela, chipe gorra rufa | CE | |
| Passeriformes | Parulidae | *Cardellina canadensis* | chipe de collar | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Cardellina pusilla* | chipe corona negra | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Geothlypis flavovelata* | mascarita de Altamira | E | P |
| Passeriformes | Parulidae | *Geothlypis nelsoni* | mascarita matorralera | E | |
| Passeriformes | Parulidae | *Geothlypis philadelphia* | chipe de pechera, chipe enlutado | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Geothlypis poliocephala* | mascarita pico grueso | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Geothlypis tolmiei* | chipe de Tolmie, chipe lores negros | | A |
| Passeriformes | Parulidae | *Geothlypis trichas* | mascarita común | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Leiothlypis celata* | chipe corona naranja, chipe oliváceo | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Leiothlypis peregrina* | chipe peregrino | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Leiothlypis ruficapilla* | chipe cabeza gris, chipe de coronilla | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Mniotilta varia* | chipe trepador | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Parkesia motacilla* | chipe arroyero | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Parkesia noveboracensis* | chipe charquero | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga americana* | chipe pecho manchado, parula norteña | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga cerulea* | chipe celeste, chipe cerúleo | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga chrysoparia* | chipe cachetes amarillos, chipe mejilla dorada | | P |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga dominica* | chipe garganta amarilla | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga occidentalis* | chipe cabeza amarilla | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga pensylvanica* | chipe flancos castaños | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga petechia* | chipe amarillo | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga pitiayumi* | chipe tropical | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga ruticilla* | chipe flameante, pavito migratorio | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga tigrina* | chipe atigrado | | |
| Passeriformes | Parulidae | *Vermivora cyanoptera* | chipe ala azul, chipe alas azules | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Aimophila ruficeps* | zacatonero corona canela, zacatonero corona rufa | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Ammodramus savannarum* | gorrión chapulín | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Amphispiza bilineata* | zacatonero garganta negra | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Arremonops rufivirgatus* | rascador oliváceo | CE | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Atlapetes pileatus* | atlapetes gorra rufa, rascador gorra canela | E | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Calamospiza melanocorys* | gorrión alas blancas | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Chondestes grammacus* | gorrión arlequín | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Melospiza lincolnii* | gorrión de Lincoln | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Melozone fusca* | rascador viejita, toquí pardo | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Passerculus sandwichensis* | gorrión sabanero | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Peucaea botterii* | zacatonero de Botteri | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Peucaea cassinii* | zacatonero de Cassin | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Pipilo chlorurus* | rascador cola verde, toquí cola verde | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Pipilo erythrophthalmus* | toquí pinto | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Pipilo maculatus* | rascador moteado, toquí moteado | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Spizella atrogularis* | gorrión barba negra | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Spizella breweri* | gorrión de Brewer | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Spizella pallida* | gorrión pálido | SE | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Spizella passerina* | gorrión cejas blancas | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Spizella pusilla* | gorrión llanero, gorrión pusila | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Zonotrichia leucophrys* | gorrión corona blanca | | |
| Passeriformes | Passeridae | *Passer domesticus* | gorrión casero, gorrión doméstico | | |
| Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila caerulea* | perlita azulgris | | |
| Passeriformes | Ptiliogonatidae | *Phainopepla nitens* | capulinero negro | | |
| Passeriformes | Regulidae | *Regulus calendula* | reyezuelo de rojo, reyezuelo matraquita | | |
| Passeriformes | Remizidae | *Auriparus flaviceps* | baloncillo | | |
| Passeriformes | Sturnidae | *Sturnus vulgaris* | estornino pinto | | |
| Passeriformes | Thraupidae | *Saltator atriceps* | picurero cabeza negra, saltador cabeza negra | | |
| Passeriformes | Thraupidae | *Sporophila morelleti* | semillero de collar | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | Thraupidae | *Sporophila torqueola* | semillero de collar, semillero rabadilla canela | E | |
| Passeriformes | Thraupidae | *Thraupis episcopus* | tangara azulgris | | |
| Passeriformes | Thraupidae | *Tiaris olivaceus* | semillero oliváceo | | |
| Passeriformes | Tityridae | *Pachyramphus aglaiae* | cabezón degollado, mosquero-cabezón degollado | | |
| Passeriformes | Tityridae | *Pachyramphus major* | cabezón mexicano, mosquero-cabezón mexicano | | |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus brunneicapillus* | matraca del desierto | | |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Cistothorus palustris* | chivirín pantanero, saltapared pantanero | | |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Salpinctes obsoletus* | chivirín saltarroca, saltapared de rocas | | |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Thryothorus ludovicianus* | chivirín de Carolina, saltapared de carolina | | |
| Passeriformes | Turdidae | *Turdus grayi* | mirlo café, mirlo pardo | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Camptostoma imberbe* | mosquero lampiño | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Contopus virens* | papamoscas del este, pibí oriental | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Empidonax affinis* | mosquero pinero, papamoscas pinero | CE | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Empidonax flaviventris* | mosquero vientre amarillo, papamoscas vientre amarillo | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Empidonax hammondii* | mosquero de Hammond, papamoscas de Hammond | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Empidonax minimus* | mosquero mímimo, papamoscas chico | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Empidonax oberholseri* | mosquero oscuro, papamoscas matorralero | SE | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Empidonax traillii* | mosquero saucero, papamoscas saucero | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Megarynchus pitangua* | Luis pico grueso | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiarchus cinerascens* | papamoscas cenizo | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiarchus crinitus* | papamoscas viajero | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiarchus tuberculifer* | papamoscas triste | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiarchus tyrannulus* | papamoscas gritón, papamoscas tirano | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiodynastes luteiventris* | papamoscas atigrado, papamoscas rayado común | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiozetetes similis* | Luis gregario, luisito común | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Pitangus sulphuratus* | Luis bienteveo | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Pyrocephalus rubinus* | mosquero cardenal, papamoscas cardenalito | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis nigricans* | papamoscas negro | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis phoebe* | papamoscas fibí | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis saya* | papamoscas llanero | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis saya* | papamoscas llanero | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus couchii* | tirano cuír, tirano silbador | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus forficatus* | tirano tijereta rosado | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus melancholicus* | tirano melancólico, tirano pirirí, tirano tropical | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus* | tirano dorso negro | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus verticalis* | tirano pálido | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Tyrannus vociferans* | tirano chibiú, tirano gritón | SE | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo bellii* | vireo de Bell | | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo cassinii* | vireo de Cassin | SE | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo flavifrons* | vireo garganta amarilla | | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo flavoviridis* | vireo verdeamarillo | | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo gilvus* | vireo gorjeador | | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo griseus* | vireo ojos blancos | | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo olivaceus* | vireo ojos rojos | | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo solitarius* | vireo anteojillo | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Ardea alba* | garza blanca | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Ardea herodias* | garza morena | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Bubulcus ibis* | garza ganadera | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Butorides virescens* | garceta verde, garcita verde | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Egretta caerulea* | garceta azul, garza azul | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Egretta rufescens* | garceta rojiza, garza rojiza | | P |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Egretta thula* | garceta pie-dorado, garza dedos dorados | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Egretta tricolor* | garceta tricolor, garza tricolor | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Nyctanassa violacea* | garza nocturna corona clara, pedrete corona clara | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Nycticorax* | garza nocturna corona negra, pedrete corona negra | | |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Tigrisoma mexicanum* | garza tigre mexicana | | Pr |
| Pelecaniformes | Pelecanidae | *Pelecanus erythrorhynchos* | pelícano blanco, pelícano blanco americano | | |
| Pelecaniformes | Pelecanidae | *Pelecanus occidentalis* | pelícano café, pelícano pardo | | |
| Pelecaniformes | Threskiornithidae | *Eudocimus albus* | ibis blanco | | |
| Pelecaniformes | Threskiornithidae | *Platalea ajaja* | espátula rosada | | |
| Pelecaniformes | Threskiornithidae | *Plegadis chihi* | ibis cara blanca, ibis ojos rojos | | |
| Piciformes | Picidae | *Dryobates scalaris* | carpintero mexicano | | |
| Piciformes | Picidae | *Dryocopus lineatus* | carpintero lineado | | |
| Piciformes | Picidae | *Melanerpes aurifrons* | carpintero cheje | | |
| Piciformes | Picidae | *Melanerpes formicivorus* | carpintero bellotero | | |
| Piciformes | Picidae | *Sphyrapicus thyroideus* | carpintero elegante, chupasavia oscuro | | |
| Piciformes | Picidae | *Sphyrapicus varius* | carpintero moteado, chupasavia maculado | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | ENDEMISMO | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|---|
| Podicipediformes | Podicipedidae | *Podiceps nigricollis* | zambullidor orejón | | |
| Podicipediformes | Podicipedidae | *Podilymbus podiceps* | zambullidor pico grueso | | |
| Podicipediformes | Podicipedidae | *Tachybaptus dominicus* | zambullidor menor | | Pr |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Amazona autumnalis* | loro cachetes amarillos | | A |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Amazona oratrix* | loro cabeza amarilla | CE | P |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Amazona viridigenalis* | loro tamaulipeco | CE | P |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Pionus senilis* | loro corona blanca | | A |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Psittacara holochlorus* | perico mexicano | | A |
| Psittaciformes | Psittacidae | *Rhynchopsitta terrisi* | cotorra serrana oriental | E | P |
| Strigiformes | Strigidae | *Asio otus* | búho cara café, búho cara canela | | |
| Strigiformes | Strigidae | *Athene cunicularia* | tecolote llanero | | |
| Strigiformes | Strigidae | *Bubo virginianus* | búho cornudo | | |
| Strigiformes | Strigidae | *Glaucidium brasilianum* | tecolote bajeño | | |
| Strigiformes | Strigidae | *Megascops asio* | tecolote del este, tecolote oriental | | Pr |
| Strigiformes | Strigidae | *Megascops trichopsis* | tecolote rítmico | | |
| Strigiformes | Tytonidae | *Tyto alba* | lechuza de campanario | | |
| Suliformes | Anhingidae | *Anhinga* | anhinga americana | | |
| Suliformes | Phalacrocoracidae | *Phalacrocorax auritus* | cormorán orejón, cormorán orejudo | | |
| Suliformes | Phalacrocoracidae | *Phalacrocorax brasilianus* | cormorán neotropical, cormorán oliváceo | | |
| Tinamiformes | Tinamidae | *Crypturellus cinnamomeus* | tinamú canelo | | Pr |

**NOTA: Se muestra la categoría de endemismo y el régimen de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A= amenazada, P= en peligro de extinción, Pr= protección especial, E=Endémico, CE= Cuasiendémico, SE= Semiendémico.**

**Segunda Etapa:** El muestreo de la avifauna consistió en transectos de ancho fijo (*fixed width strip transects*; Bibby et al, 2000). Se realizaron 14 transectos de 250 metros de largo por 25 m a cada lado cubriendo asi una superficie de 17.5 ha. Un transecto implica viajar a través de una ruta registrando las aves ya sea por canto, llamado o por observacion directa dentro de la franja de registro establecida. (250 m x 50 m). El recorrido del transecto debe ser a una velocidad constante y no mayor a 3 km/hr. Sin embargo, el método permite realizar paradas para identificar a los individuos de las especies más sigilosas. Este método, a diferencia de los puntos de conteo es más práctico en hábitats abiertos como el matorral submontano ya que se disminuye la probabilidad de reconteo de individuos dentro de un mismo sitio de muestreo (Sutherland et al, 2004).



**Figura 46. Biólogo durante el registro de aves durante los transectos en cuenca**

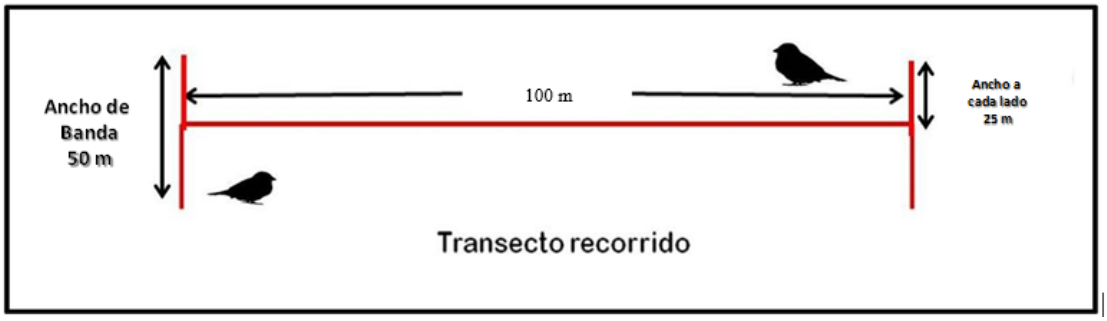



**Figura 47. Representación gráfica del transecto en banda de ancho fijo para el muestreo de aves**

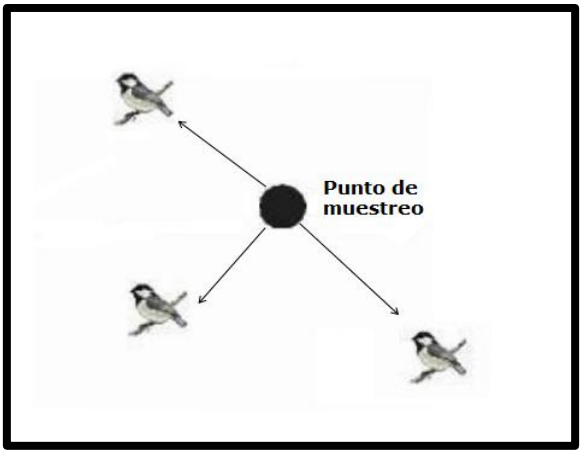



**Figura 48. Registro de las aves tomando en cuenta una distancia aproximada de 25 m entre el observador y el espécimen.**

**Determinación taxonómica de las especies**

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000) y la aplicación Merlin (v2.1; 654-2021.01) para Android. La nomenclatura científica y el arreglo

sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 62 (Chesser *et al.,* 2021). Los nombres comunes en español fueron de acuerdo a lo sugerido por Escalante *et al*. (1995). Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010). Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por González-García y Gómez de Silva Garza (2004): **E** para especies endémicas (especies que se restringen a una región geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar), **CE** para especies cuasiendémicas (especies cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor a 35,000 $km^2$), y **SE** para especies semiendémicas (especies endémicas a un país o a una región durante una época del año), estas categorías de endemismos aplican exclusivamente a la ornitofauna.

Mamíferos

**Primera Etapa**: De acuerdo a la revisión bibliográfica, en el área de estudio habitan potencialmente 77 especies de mamíferos, distribuidos en 20 familias taxonómicas. De las cuales ninguna especie se considera bajo alguna categoría de riesgo de conservación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, 5 especies se consideran endémicas para el país.

**Tabla 15. Listado potencial de la mastofauna de la cuenca.**

| Orden | Familia | Especie | Endémicas | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|
| Artiodactyla | Cervidae | *Odocoileus virginianus* | | |
| Artiodactyla | Cervidae | *Odocoileus virginianus miquihuanensis* | | |
| Artiodactyla | Suidae | *Sus scrofa* | exótica | |
| Artiodactyla | Tayassuidae | *Tayassu tajacu* | | |
| Carnivora | Canidae | *Canis latrans* | | |
| Carnivora | Canidae | *Urocyon cinereoargenteus* | | |
| Carnivora | Canidae | *Urocyon cinereoargenteus scottii* | | |
| Carnivora | Felidae | *Lynx rufus* | | |
| Carnivora | Mephitidae | *Spilogale putorius* | | |
| Carnivora | Mustelidae | *Mustela frenata* | | |
| Carnivora | Procyonidae | *Bassariscus astutus* | | |
| Carnivora | Procyonidae | *Bassariscus astutus flavus* | | |
| Carnivora | Procyonidae | *Nasua narica* | | |
| Carnivora | Procyonidae | *Nasua narica molaris* | | |
| Carnivora | Procyonidae | *Procyon lotor* | | |
| Chiroptera | Molossidae | *Tadarida brasiliensis mexicana* | | |

| Orden | Familia | Especie | Endémicas | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|
| Chiroptera | Natalidae | *Natalus mexicanus* | End | |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus* | | |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Desmodus rotundus murinus* | | |
| Chiroptera | Phyllostomidae | *Sturnira lilium* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Antrozous pallidus* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Lasiurus blossevillii teliotis* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Lasiurus cinereus* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Lasiurus ega* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Myotis auriculus* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Myotis auriculus* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Myotis californicus* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Myotis velifer* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Myotis velifer incautus* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Nycticeius humeralis* | | |
| Chiroptera | Vespertilionidae | *Nycticeius humeralis mexicanus* | | |
| Cingulata | Dasypodidae | *Dasypus novemcinctus* | | |
| Cingulata | Dasypodidae | *Dasypus novemcinctus mexicanus* | | |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Didelphis virginiana* | | |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Didelphis virginiana californica* | | |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Philander opossum* | | |
| Didelphimorphia | Didelphidae | *Philander opossum fuscogriseus* | | |
| Lagomorpha | Leporidae | *Lepus californicus* | | |
| Lagomorpha | Leporidae | *Lepus californicus melanotis* | | |
| Lagomorpha | Leporidae | *Sylvilagus floridanus* | | |
| Lagomorpha | Leporidae | *Sylvilagus floridanus chapmani* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Baiomys taylori* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Baiomys taylori* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Neotoma mexicana* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Neotoma micropus* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Neotoma micropus* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Onychomys leucogaster* | | |

| Orden | Familia | Especie | Endémicas | NOM-059 |
|---|---|---|---|---|
| Rodentia | Cricetidae | *Onychomys leucogaster longipes* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Oryzomys couesi aquaticus* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Peromyscus boylii* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Peromyscus leucopus* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Peromyscus leucopus texanus* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Peromyscus levipes* | End | |
| Rodentia | Cricetidae | *Peromyscus levipes ambiguus* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Peromyscus pectoralis* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Peromyscus pectoralis laceianus* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Reithrodontomys fulvescens* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Reithrodontomys fulvescens intermedius* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Sigmodon hispidus* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Sigmodon hispidus berlandieri* | | |
| Rodentia | Cricetidae | *Sigmodon mascotensis* | End | |
| Rodentia | Geomyidae | *Cratogeomys castanops* | | |
| Rodentia | Heteromyidae | *Chaetodipus hispidus* | | |
| Rodentia | Heteromyidae | *Chaetodipus hispidus* | | |
| Rodentia | Heteromyidae | *Heteromys irroratus* | | |
| Rodentia | Heteromyidae | *Heteromys irroratus texensis* | | |
| Rodentia | Heteromyidae | *Perognathus flavescens* | | |
| Rodentia | Muridae | *Rattus* | Exotica | |
| Rodentia | Sciuridae | *Ictidomys mexicanus* | End | |
| Rodentia | Sciuridae | *Ictidomys parvidens* | | |
| Rodentia | Sciuridae | *Otospermophilus variegatus* | | |
| Rodentia | Sciuridae | *Otospermophilus variegatus couchii* | | |
| Rodentia | Sciuridae | *Sciurus alleni* | End | |
| Rodentia | Sciuridae | *Sciurus aureogaster* | | |
| Rodentia | Sciuridae | *Sciurus aureogaster* | | |
| Rodentia | Sciuridae | *Sciurus deppei* | | |

**NOTA: Se muestra la categoría de endemismo y el régimen de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010. A= amenazada, P= en peligro de extinción, Pr= protección especial, E=Endémico, CE= Cuasiendémico, SE= Semiendémico.**

**Segunda Etapa:** El muestreo de mamíferos empleado se enfocó principalmente en la búsqueda huellas y rastros, así como en la observación directa de individuos.

Búsqueda de huellas y rastros

Se realizaron 14 transectos a pie tierra a lo largo de brechas y veredas a través del tipo de vegetación para la zona, a saber: matorral submontano. En cada transecto se abarcó una longitud de al menos 100 m por 6 m de ancho en los que se buscaron evidencias de la presencia de cualquier especie de mamífero, como: avistamientos, madrigueras, huellas, excretas o signos de su presencia. Los sitios elegidos en cada caso obedecieron en primer término a la representatividad del tipo de vegetación en el sistema ambiental y en segundo término al terreno que permita la permanencia de huellas, excretas, letrinas, cadáveres o pelos de guarda, siguiendo las recomendaciones de Aranda (2000). Las unidades muéstrales para el análisis estadístico son precisamente, los transectos mencionados.

Determinación taxonómica de las especies

Las especies de mamíferos se identificaron mediante el uso de guías de campo in situ y mediante la contrastación de medidas externas y características de los individuos colectados, según bibliografía pertinente, a saber: Villa y Cervantes (2002), Ceballos y Miranda (2000), Hall (1981).

**MODELOS Y ECUACIONES UTILIZADOS PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS BIÓTICOS DE LOS GRUPOS FAUNÍSTICOS.**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

<table>
<tr><td colspan="2">Abundancia y Abundancia relativa</td></tr>
<tr><td>Abundancia: Número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).<br><br>Abundancia relativa: Porcentaje de individuos de cada especie en relación al total que conforman la comunidad o subcomunidad.</td><td>Formula:<br>$$Ab.rel = \frac{ni}{N}(100)$$<br>*ni*= número de individuos de la *i estima* especie<br><br>N= Número de individuos de todas las especies</td></tr>
<tr><td colspan="2">Frecuencia y Frecuencia relativa</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Frecuencia: Número de veces que aparece una especie en el total de los sitios de muestreo.<br><br>Frecuencia relativa: Relación porcentual entre la frecuencia y la suma de todas las frecuencias de todas las especies.</td><td>Formula:<br><br>$f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}.$<br><br>ni= Número de sitios de muestreo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ocurrencia relativa</td></tr>
<tr><td>Ocurrencia: Número de sitios de muestreo donde aparece una especie dada.<br><br>Ocurrencia relativa (%) se interpreta como la proporción de los sitios de muestreo en la que se registró una especie dada.</td><td>Formula:<br>$\%\ de\ ocurrencia = \frac{fi}{Z}(100)$<br><br>fi= número de sitios de muestreo donde se registró la i-esima especie<br><br>Z= número de sitios de muestreo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Índice de diversidad de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949).</td></tr>
<tr><td>La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo, el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (H').<br><br>El índice H´ contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). En este sentido, el índice nos indica la diversidad de un ecosistema, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con los valores más altos de diversidad son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los de menor diversidad son las zonas desérticas.</td><td>Formula:<br><br>$H' = -\sum_{i=1}^{S} \quad pi\ Ln\ pi$<br><br>S =número de especies (riqueza de especies).<br><br>Pi= abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la $X_i$ especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).<br><br>Ln= logaritmo natural</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Índice de equidad de Pielou (Pielou, 1975; Moreno, 2001).</td></tr>
<tr><td>Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.</td><td>Formula:<br>$$J = \frac{H}{H_{max}}$$<br>$H$= diversidad<br>$H_{max}$= diversidad máxima<br>$H_{max}$ = ln(S)<br>*Ln*= logaritmo natural<br>*S* = número de especies</td></tr>
<tr><td colspan="2">Índice de Dominancia de Simpson</td></tr>
<tr><td>Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat.</td><td>$$\lambda = \Sigma pi^{\,2}$$<br>Donde:<br>• $\lambda$ es el índice de dominancia<br>• pi es la abundancia proporcional de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Índice de Valor de Importancia (I.V.I)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Formulado por Curtis & McIntosh (1951), es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque el valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Especies prioritarias</td></tr>
</table>

Para verificar el estatus de conservación de las especies registradas se utilizó el criterio de la **NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010)** y especies endémicas.

**RESULTADOS DE LOS MUESTREOS DE CAMPO PARA LA UNIDAD DE ANÁLISIS**

**HERPETOFAUNA**

La riqueza específica (S) registrada de la cuenca fue de 6 especie de reptiles, de las cuales una (*Masticophis flagellum*) se encuentra sujeta a protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las especies registradas no se identificaron especies endémicas de México. Adicionalmente, durante los recorridos casuales para la búsqueda de especies se detectaron 13 especies de las cuales, 7 especies no se registraron durante los transectos realizados en cuenca. En estos transectos, se registraron 4 especies adicionales protegidas (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 16. Especies de herpetofauna registrada durante los transectos cuantitativos y cualitativos durante el trabajo de campo dentro de la cuenca**

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | NOM-059 | ENDEMICA | MUESTREO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | CUANTITATIVO | CUALITATIVO |
| Anura | Bufonidae | *Anaxyrus punctatus* | Sapo Puntos Rojos | | | | x |
| Anura | Hylidae | *Smilisca baudini* | Rana Arborícola Mexicana | | | | x |
| Anura | Leptodactylidae | *Eleutherodactylus cystignathoides* | Ranita Chirriadora del Río Bravo | | | | x |
| Anura | Ranidae | *Lithobates berlandieri* | Rana Leopardo | Pr | | | x |
| Squamata | Phrynosomatidae | *Cophosaurus texanus* | Lagartija Sorda mayor | | | x | |
| Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus cyanogenys* | Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos | | | x | |
| Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus olivaceus* | Lagartija Espinosa del Noreste | | | x | |
| Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus variabilis* | Lagartija Espinosa Vientre Rosado | | | x | |
| Squamata | Teiidae | *Aspidoscelis gularis* | Huico pinto del Noreste | | | x | |
| Squamata | Colubridae | *Masticophis flagellum* | Chicotera | A | | x | |
| Testudines | Emydidae | *Trachemys scripta* | Tortuga Gravada | Pr | | | x |
| Testudines | Testudinidae | *Gopherus berlandieri* | Tortuga del Desierto de Tamaulipa | Pr | | | x |
| Testudines | Trionychidae | *Apalone spinifera* | Tortuga de Concha Blanda | Pr | | | x |

**NOTA: Se muestra su categoría de endemismo y prioridad de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010. P= En peligro de extinción, A=amenazada, Pr= Protección**

**Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad faunística de la herpetofauna en la subcuenca**

**FRECUENCIA, ABUNDANCIA ABSOLUTA Y ABUNDANCIA RELATIVA**

Durante los transectos cuantitativos, se registraron 6 especies de reptiles con un total de 32 individuos, la especies con mayor abundancia es la lagartija sorda mayor (*Cophosaurus texanus*) con

23 individuos registrados y una densidad de 10.95 individuos por hectárea, además de ser la especie con el índice de valor de importancia más alto con 221.3, es la especie encontrada con mayor frecuencia en los sitios de muestreo (14 sitios de muestreo), el valor de dominancia (índice de dominancia de Simpson) es de 0.53 lo cual nos indica que en la comunidad de herpetofauna está dominada por una especie en gran medida a la población.

**Tabla 17. Parámetros bióticos de la herpetofauna en los sitios de muestreo cuantitativos de la cuenca San Fernando.**

| ESPECIE | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | D. Relativa | Pi | Dominancia | D. Relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cophosaurus texanus* | 23 | 71.9 | 9 | 52.9 | 64.3 | 10.952 | 71.9 | 0.719 | 0.51660 | 96.5 | 221.3 |
| *Sceloporus cyanogenys* | 2 | 6.3 | 2 | 11.8 | 14.3 | 0.952 | 6.3 | 0.063 | 0.00391 | 0.7 | 18.7 |
| *Sceloporus olivaceus* | 1 | 3.1 | 1 | 5.9 | 7.1 | 0.476 | 3.1 | 0.031 | 0.00098 | 0.2 | 9.2 |
| *Sceloporus variabilis* | 3 | 9.4 | 2 | 11.8 | 14.3 | 1.429 | 9.4 | 0.094 | 0.00879 | 1.6 | 22.8 |
| *Aspidoscelis gularis* | 2 | 6.3 | 2 | 11.8 | 14.3 | 0.952 | 6.3 | 0.063 | 0.00391 | 0.7 | 18.7 |
| *Masticophis flagellum* | 1 | 3.1 | 1 | 5.9 | 7.1 | 0.476 | 3.1 | 0.031 | 0.00098 | 0.2 | 9.2 |
| Total | 32 | 100.0 | 17.0 | 100.0 | | 15.238 | 100.0 | 1.000 | 0.53516 | 100.0 | 300.0 |

**DIVERSIDAD**

Para la comunidad de herpetofauna se estimó un índice de diversidad de H´= 1.022 y un índice de equidad de J´= 0.57. De acuerdo a lo establecido para el índice de diversidad de Shannon, por lo general los valores varía entre 0.5 y 5, siendo los bosques tropicales y arrecifes de coral los valores más altos de diversidad, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los valores del índice de equidad van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

En conclusión y basándonos en el índice de diversidad y equidad estimados, la comunidad de herpetofauna presenta una diversidad baja y tiende a ser heterogénea, es decir existe una diferencia marcada en la abundancia de las especies que la conforman.

**Tabla 18. Índice de Diversidad**

| Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| *Cophosaurus texanus* | 23 | 0.719 | 0.330 | 0.237 |
| *Sceloporus cyanogenys* | 2 | 0.063 | 2.773 | 0.173 |
| *Sceloporus olivaceus* | 1 | 0.031 | 3.466 | 0.108 |
| *Sceloporus variabilis* | 3 | 0.094 | 2.367 | 0.222 |
| *Aspidoscelis gularis* | 2 | 0.063 | 2.773 | 0.173 |
| *Masticophis flagellum* | 1 | 0.031 | 3.466 | 0.108 |

| Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| TOTAL | 32 | | | 1.022 |
| | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| Riqueza S= | 6 | | | |
| Resultado: H' = | 1.022 | | | |
| Resultado: J' = | 0.571 | | | |

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (\ln Pi)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

H'= 1.0225 lnS= 1.7918 J= 0.57065

Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

**AVES**

**Unidad de Análisis:** En los sitios de muestreo dentro de la cuenca se registraron 203 individuos de 38 especies de aves, pertenecientes a 6 órdenes y 19 familias. De estas especies, ninguna de ellas se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así también, ninguna de ellas es considerada endémica, no obstante 1 especies es semiendémica y 1 cuasiendémica. Adicionalmente, durante los recorridos casuales para la búsqueda de especies se detectaron 52 especies de las cuales, 14 especies no se registraron durante los transectos realizados en cuenca. En estos transectos, se registró una especie amenazada y una cuasiendémica.

De los 203 individuos registrados las especie con mayor número de registros fue el Zenzontle (*Mimus polyglottos*) con 26 registros y una abundancia relativa del 12.8%, asi también, fue la que la única especie que se registró en todos los transectos de muestreo con un porcentaje de ocurrencia

del 100%. La información correspondiente a los parámetros poblacionales se presenta a continuación.

**Tabla 19. Especies de aves registradas durante los transectos cuantitativos y cualitativos**

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | NOM-059 | ENDEMICA | MUESTREO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | CUANTITATIVO | CUALITATIVO |
| Accipitriformes | Accipitridae | *Buteo plagiatus* | aguililla gris | | | | x |
| Anatiformes | Anatidae | *Anas diazi* | pato mexicano | A | | | x |
| Anatiformes | Anatidae | *Dendrocygna autumnalis* | pijije ala blanca, pijije alas blancas | | | | x |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae | *Chordelies acutipennis* | chotacabras menor | | | | x |
| Cathartiformes | Cathartidae | *Cathartes aura* | zopilote aura | | | x | |
| Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | zopilote común | | | x | |
| Charadriformes | Charadridae | *Charadrius vociferans* | chorlo tildío | | | | x |
| columbiformes | Columbidae | *Columbina passerina* | tórtola coquita, tortolita pico rojo | | | x | |
| columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxii* | paloma arroyera | | | x | |
| columbiformes | Columbidae | *Zenaida asiatica* | paloma alas blancas | | | x | |
| columbiformes | Columbidae | *Zenaida macroura* | huilota común, paloma huilota | | | x | |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Coccyzus americanus* | cuclillo pico amarillo | | | x | |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Geococcyx californianus* | correcaminos norteño | | | x | |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Piaya cayana* | cuclillo canela | | | x | |
| Falconiformes | Falconidae | *Caracara plancus* | caracara quebrantahuesos | | | x | |
| Galliformes | Cracidae | *Ortalis vetula* | chachalaca oriental, chachalaca vetula | | | | x |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Cardinalis* | cardenal rojo | | | x | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Passerina caerulea* | picogordo azul | | | | x |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Passerina versicolor* | colorín morado | | | | x |
| Passeriformes | Corvidae | *Corvus cryptoleucus* | cuervo llanero | | | x | |
| Passeriformes | Corvidae | *Cyancorax yncas* | chara verde | | | x | |
| Passeriformes | Corvidae | *Psilorhinus morio* | chara papán, chara pea | | | x | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Spinus psaltria* | jilguerito dominico, jilguero dominico | | | x | |
| Passeriformes | Hirundinidae | *Stelgydopteryx serripennis* | golondrina alas aserradas | | | x | |
| Passeriformes | Icteridae | *Agelaius phoeniceus* | tordo sargento | | | x | |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus cucullatus* | bolsero encapuchado, calandria dorso negro menor | | SE | x | |
| Passeriformes | Icteridae | *Molothrus aeneus* | tordo ojos rojos | | | x | |
| Passeriformes | Icteridae | *Molothrus ater* | tordo cabeza café | | | x | |
| Passeriformes | Mimidae | *Mimus polyglottos* | centzontle norteño | | | x | |
| Passeriformes | Mimidae | *Toxostoma curvirostre* | cuicacoche pico curvo | | | | x |
| Passeriformes | Mimidae | *Toxoxtoma longirostre* | cuicacoche pico largo | | CE | | x |
| Passeriformes | Paridae | *Baelophus atricristatus* | carbonero cresta negra | | | x | |
| Passeriformes | Parulidae | *Basileuterus rufifrons* | chipe gorra canela, chipe gorra rufa | | CE | x | |
| Passeriformes | Parulidae | *Icteria virens* | buscabreña, chipe grande | | | x | |
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga pitiayumi* | chipe tropical | | | x | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | NOM-059 | ENDEMICA | MUESTREO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | CUANTITATIVO | CUALITATIVO |
| Passeriformes | Passerellidae | *Amphispiza bilineata* | zacatonero garganta negra | | | x | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Peucaea botterii* | zacatonero de Botteri | | | x | |
| Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila caerulea* | perlita azulgris | | | x | |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Campylorhynchus brunneicapillus* | matraca del desierto | | | x | |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Catherpes mexicanus* | Chivirin barranqueño | | | | x |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Thryomanes bewickii* | chivirin ceja blanca | | | x | |
| Passeriformes | Troglodytidae | *Thryothorus ludovicianus* | chivirín de Carolina, saltapared de carolina | | | x | |
| Passeriformes | Turdidae | *Turdus grayi* | mirlo café, mirlo pardo | | | x | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Camptostoma imberbe* | mosquero lampiño | | | x | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiarchus tyrannulus* | papamoscas gritón, papamoscas tirano | | | x | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis nigricans* | papamoscas negro | | | x | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo flavoviridis* | vireo verdeamarillo | | | x | |
| Passeriformes | Vireonidae | *Vireo griseus* | vireo ojos blancos | | | | x |
| Pelecaniformes | Ardeidae | *Egretta caerulea* | garceta azul, garza azul | | | | x |
| Piciformes | Picidae | *Dryobates scalaris* | carpintero mexicano | | | x | |
| Piciformes | Picidae | *Melanerpes aurifrons* | carpintero cheje | | | x | |
| Suliformes | Phalacrocoracidae | *Phalacrocorax brasilianus* | cormorán neotropical, cormorán oliváceo | | | | x |

**NOTA: Se muestra su categoría de endemismo y estatus según la NOM-059-SEMARNAT-2010, SE: Semiendémica, CE= Cuasiéndemica.**

**Análisis de la riqueza, abundancia y diversidad de la avifauna en la unidad de análisis en estudio**

**Unidad de análisis: Cuenca**

ABUNDANCIA

La especie que presentó una mayor abundancia absoluta en la cuenca fue*: Mimus polyglottos* (Cenzontle norteño) con 26 individuos registrados, (tabla III.69).

FRECUENCIA

La especie que se detectó con mayor frecuencia en la cuenca fue: *Mimus polyglottos* (Cenzontle norteño), con un 10.9%.

% DE OCURRENCIA

Las especies que más frecuentemente fueron registradas dentro de los sitios de muestreo fueron: *Mimus polyglottos* (Cenzontle norteño), con un 100%, seguida de *Zenaida macroura* con 78.6, *Zenaida asiatica* y *Columbina passerina* con 57.1% y *Cardinalis* con 50%. El resto de las especies con un registro menor al 43%

DENSIDAD

La densidad total de aves registradas fue de 11.6 ind/ha.

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)

Las especies con un IVI más alto fueron *Mimus polyglottos* (Cenzontle norteño), con un valor de 56, seguida de *Zenaida macroura* con 30.7, *Columbina passerina* con 24.4% y Z*enaida asiatica* con 22.5 (**Tabla 20**).

**Tabla 20. Parámetros bióticos de la avifauna en los sitios de muestreo de la cuenca**

| ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | D. Relativa | Pi | Dominacia | D. Relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Agelaius phoeniceus* | | | 3 | 1.5 | 1 | 0.8 | 7.1 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 2.7 |
| *Amphispiza bilineata* | | | 2 | 1.0 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.7 |
| *Baelophus atricristatus* | | | 4 | 2.0 | 1 | 0.8 | 7.1 | 0.229 | 2.0 | 0.020 | 0.00039 | 0.8 | 3.5 |
| *Basileuterus rufifrons* | | CE | 5 | 2.5 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.286 | 2.5 | 0.025 | 0.00061 | 1.2 | 5.2 |
| *Camptostoma imberbe* | | | 2 | 1.0 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.7 |
| *Campylorhynchus brunneicapillus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 3.5 |
| *Caracara plancus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 3.5 |
| *Cardinalis cardinalis* | | | 10 | 4.9 | 7 | 5.4 | 50.0 | 0.571 | 4.9 | 0.049 | 0.00243 | 4.8 | 15.1 |
| *Cathartes aura* | | | 5 | 2.5 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.286 | 2.5 | 0.025 | 0.00061 | 1.2 | 5.2 |
| *Coccyzus americanus* | | | 3 | 1.5 | 3 | 2.3 | 21.4 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 4.2 |
| *Columbina passerina* | | | 15 | 7.4 | 8 | 6.2 | 57.1 | 0.857 | 7.4 | 0.074 | 0.00546 | 10.8 | 24.4 |
| *Coragyps atratus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 3.5 |
| *Corvus cryptoleucus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 3.5 |
| *Cyancorax yncas* | | | 2 | 1.0 | 1 | 0.8 | 7.1 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.0 |
| *Dryobates scalaris* | | | 3 | 1.5 | 3 | 2.3 | 21.4 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 4.2 |
| *Geococcyx californianus* | | | 2 | 1.0 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.7 |
| *Icteria virens* | | | 1 | 0.5 | 1 | 0.8 | 7.1 | 0.057 | 0.5 | 0.005 | 0.00002 | 0.0 | 1.3 |
| *Icterus cucullatus* | | SE | 10 | 4.9 | 6 | 4.7 | 42.9 | 0.571 | 4.9 | 0.049 | 0.00243 | 4.8 | 14.4 |
| *Leptotila verreauxii* | | | 5 | 2.5 | 4 | 3.1 | 28.6 | 0.286 | 2.5 | 0.025 | 0.00061 | 1.2 | 6.8 |
| *Melanerpes aurifrons* | | | 3 | 1.5 | 3 | 2.3 | 21.4 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 4.2 |
| *Mimus polyglottos* | | | 26 | 12.8 | 14 | 10.9 | 100.0 | 1.486 | 12.8 | 0.128 | 0.01640 | 32.3 | 56.0 |
| *Molothrus aeneus* | | | 6 | 3.0 | 4 | 3.1 | 28.6 | 0.343 | 3.0 | 0.030 | 0.00087 | 1.7 | 7.8 |
| *Molothrus ater* | | | 8 | 3.9 | 5 | 3.9 | 35.7 | 0.457 | 3.9 | 0.039 | 0.00155 | 3.1 | 10.9 |
| *Myiarchus tyrannulus* | | | 6 | 3.0 | 4 | 3.1 | 28.6 | 0.343 | 3.0 | 0.030 | 0.00087 | 1.7 | 7.8 |
| *Peucaea botterii* | | | 2 | 1.0 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.7 |
| *Piaya cayana* | | | 2 | 1.0 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.7 |
| *Polioptila caerulea* | | | 3 | 1.5 | 3 | 2.3 | 21.4 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 4.2 |
| *Psilorhinus morio* | | | 2 | 1.0 | 1 | 0.8 | 7.1 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.0 |
| *Sayornis nigricans* | | | 5 | 2.5 | 3 | 2.3 | 21.4 | 0.286 | 2.5 | 0.025 | 0.00061 | 1.2 | 6.0 |
| *Setophaga pitiayumi* | | | 2 | 1.0 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.7 |
| *Spinus psaltria* | | | 10 | 4.9 | 4 | 3.1 | 28.6 | 0.571 | 4.9 | 0.049 | 0.00243 | 4.8 | 12.8 |
| *Stelgydopteryx serripennis* | | | 2 | 1.0 | 1 | 0.8 | 7.1 | 0.114 | 1.0 | 0.010 | 0.00010 | 0.2 | 2.0 |
| *Thryomanes bewickii* | | | 4 | 2.0 | 3 | 2.3 | 21.4 | 0.229 | 2.0 | 0.020 | 0.00039 | 0.8 | 5.1 |
| *Thryothorus ludovicianus* | | | 3 | 1.5 | 3 | 2.3 | 21.4 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 4.2 |
| *Turdus grayi* | | | 1 | 0.5 | 1 | 0.8 | 7.1 | 0.057 | 0.5 | 0.005 | 0.00002 | 0.0 | 1.3 |
| *Vireo flavoviridis* | | | 3 | 1.5 | 2 | 1.6 | 14.3 | 0.171 | 1.5 | 0.015 | 0.00022 | 0.4 | 3.5 |
| *Zenaida asiatica* | | | 14 | 6.9 | 8 | 6.2 | 57.1 | 0.800 | 6.9 | 0.069 | 0.00476 | 9.4 | 22.5 |
| *Zenaida macroura* | | | 17 | 8.4 | 11 | 8.5 | 78.6 | 0.971 | 8.4 | 0.084 | 0.00701 | 13.8 | 30.7 |
| *TOTAL* | | | 203 | 100.0 | 129.0 | 100.0 | | 11.600 | 100.0 | 1.000 | 0.05074 | 100.0 | 300.0 |

DIVERSIDAD

El índice de Diversidad de Shannon-Weaver calculado para la avifauna de la cuenca es de 3.29. El cálculo de la diversidad máxima esperada es 3.63 para los resultados obtenidos (S=38), lo que puede interpretarse finalmente como un índice de diversidad de la avifauna alto para la zona. El índice de equidad de Pielou (0.90) muestra que el valor calculado de la equitatividad se encuentra en su rango medio alto **Tabla 21**.

**Tabla 21. Índices de Diversidad de la avifauna en la cuenca**

| ESPECIE | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| *Agelaius phoeniceus* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Amphispiza bilineata* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Baelophus atricristatus* | 4 | 0.020 | 3.927 | 0.077 |
| *Basileuterus rufifrons* | 5 | 0.025 | 3.704 | 0.091 |
| *Camptostoma imberbe* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Campylorhynchus brunneicapillus* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Caracara plancus* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Cardinalis cardinalis* | 10 | 0.049 | 3.011 | 0.148 |
| *Cathartes aura* | 5 | 0.025 | 3.704 | 0.091 |
| *Coccyzus americanus* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Columbina passerina* | 15 | 0.074 | 2.605 | 0.192 |
| *Coragyps atratus* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Corvus cryptoleucus* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Cyancorax yncas* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Dryobates scalaris* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Geococcyx californianus* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Icetrus cucullatus* | 10 | 0.049 | 3.011 | 0.148 |
| *Icteria virens* | 1 | 0.005 | 5.313 | 0.026 |
| *Leptotila verreauxii* | 5 | 0.025 | 3.704 | 0.091 |
| *Melanerpes aurifrons* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Mimus polyglottos* | 26 | 0.128 | 2.055 | 0.263 |
| *Molothrus aeneus* | 6 | 0.030 | 3.521 | 0.104 |
| *Molothrus ater* | 8 | 0.039 | 3.234 | 0.127 |
| *Myiarchus tyrannulus* | 6 | 0.030 | 3.521 | 0.104 |
| *Peucaea botterii* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Piaya cayana* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Polioptila caerulea* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Psilorhinus morio* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Sayornis nigricans* | 5 | 0.025 | 3.704 | 0.091 |
| *Setophaga pitiayumi* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Spinus psaltria* | 10 | 0.049 | 3.011 | 0.148 |
| *Stelgydopteryx serripennis* | 2 | 0.010 | 4.620 | 0.046 |
| *Thryomanes bewickii* | 4 | 0.020 | 3.927 | 0.077 |
| *Thryothorus ludovicianus* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |

| ESPECIE | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| *Turdus grayi* | 1 | 0.005 | 5.313 | 0.026 |
| *Vireo flavoviridis* | 3 | 0.015 | 4.215 | 0.062 |
| *Zenaida asiatica* | 14 | 0.069 | 2.674 | 0.184 |
| *Zenaida macroura* | 17 | 0.084 | 2.480 | 0.208 |
| TOTAL | 203 | | | 3.295 |
| | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| Riqueza S= | 38 | | | |
| Resultado: H' = | 3.295 | | | |
| Resultado: J' = | 0.906 | | | |

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (\ln Pi)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

H'= 3.2951 J= 0.90586

lnS= 3.6376

Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendria si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

**MAMÍFEROS**

Unidad de análisis cuenca

Se registraron 10 especies de mamífero con un total de 58 registros, los organismos más abundantes fueron la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el conejo de florida (*Sylvilagus floridanus*). Con 18 y 12 inidividuos respectivamente, la zorra gris conforma una densidad de 8.5 individuos por hectárea, además de ser la especie con el índice de valor de importancia más alto con 110.3, es de las especies encontrada con mayor frecuencia en los sitios de muestreo (9 sitios de muestreo), el

valor de dominancia (índice de dominancia de Simpson) es de 0.17 lo cual nos indica que en la comunidad de mastofauna no existe una especie que domine en gran medida a la población.

**Tabla 22. Parámetros bióticos de los mamíferos en la unidad de análisis subcuenca**

| ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | De % Ocurrencia | Densidad | D. Relativa | Pi | Dominacia | D. Relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Odocoileus virginianus* | | | 4 | 6.9 | 3 | 8.1 | 21.4 | 1.905 | 6.9 | 0.069 | 0.00476 | 2.7 | 17.7 |
| *Pecari tajacu* | | | 6 | 10.3 | 4 | 10.8 | 28.6 | 2.857 | 10.3 | 0.103 | 0.01070 | 6.1 | 27.3 |
| *Canis latrans* | | | 5 | 8.6 | 4 | 10.8 | 28.6 | 2.381 | 8.6 | 0.086 | 0.00743 | 4.2 | 23.7 |
| *Urocyon cinereoargenteus* | | | 18 | 31.0 | 9 | 24.3 | 64.3 | 8.571 | 31.0 | 0.310 | 0.09631 | 54.9 | 110.3 |
| *Bassariscus astutus* | | | 1 | 1.7 | 1 | 2.7 | 7.1 | 0.476 | 1.7 | 0.017 | 0.00030 | 0.2 | 4.6 |
| *Nasua narica* | | | 3 | 5.2 | 3 | 8.1 | 21.4 | 1.429 | 5.2 | 0.052 | 0.00268 | 1.5 | 14.8 |
| *Procyon lotor* | | | 1 | 1.7 | 1 | 2.7 | 7.1 | 0.476 | 1.7 | 0.017 | 0.00030 | 0.2 | 4.6 |
| *Lepus californicus* | | | 5 | 8.6 | 3 | 8.1 | 21.4 | 2.381 | 8.6 | 0.086 | 0.00743 | 4.2 | 21.0 |
| *Sylvilagus floridanus* | | | 12 | 20.7 | 7 | 18.9 | 50.0 | 5.714 | 20.7 | 0.207 | 0.04281 | 24.4 | 64.0 |
| *Otospermophilus variegatus* | | | 3 | 5.2 | 2 | 5.4 | 14.3 | 1.429 | 5.2 | 0.052 | 0.00268 | 1.5 | 12.1 |
| Total | | | 58 | 100.0 | 37.0 | 100.0 | | 27.619 | 100.0 | 1.000 | 0.17539 | 100.0 | 300.0 |

Para la comunidad de mamíferos se estimó un índice de diversidad de H´= 1.977, y un índice de equidad de J´= 0.859; De acuerdo a lo establecido para el índice de diversidad de Shannon, por lo general los valores varía entre 0.5 y 5, siendo los bosques tropicales y arrecifes de coral los valores más altos de diversidad, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los valores del índice de equidad van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

**Tabla 23. Índice de diversidad de los mamíferos en la unidad de análisis cuenca.**

| Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| *Odocoileus virginianus* | 4 | 0.069 | 2.674 | 0.184 |
| *Pecari tajacu* | 6 | 0.103 | 2.269 | 0.235 |
| *Canis latrans* | 5 | 0.086 | 2.451 | 0.211 |
| *Urocyon cinereoargenteus* | 18 | 0.310 | 1.170 | 0.363 |
| *Bassariscus astutus* | 1 | 0.017 | 4.060 | 0.070 |
| *Nasua narica* | 3 | 0.052 | 2.962 | 0.153 |
| *Procyon lotor* | 1 | 0.017 | 4.060 | 0.070 |
| *Lepus californicus* | 5 | 0.086 | 2.451 | 0.211 |
| *Sylvilagus floridanus* | 12 | 0.207 | 1.576 | 0.326 |
| *Otospermophilus variegatus* | 3 | 0.052 | 2.962 | 0.153 |
| TOTAL | 58 | | | 1.977 |
| | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| Riqueza S= | 10 | | | |

| Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| Resultado: H' = | 1.977 | | | |
| Resultado: J' = | 0.859 | | | |

No se registraron especies endémicas o en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**RESUMEN DE LA RIQUEZA, FRECUENCIA Y DIVERSIDAD FAUNÍSTICA DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS CUENCA.**

En términos de riqueza y diversidad, se registraron **54 especies** de fauna silvestre durante los muestreos. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 38, así mismo con el índice de diversidad más alta fue de las aves con H´=3.29. Se registraron 6 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Tabla 24**).

**Tabla 24. Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro de la cuenca Río San Fernando.**

| Grupo | S | H´ | $H´_{max}$ | J' | NOM-059 | End. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Herpetofauna | 6 | 1.02 | 1.79 | 0.57 | 5* | 0 |
| Avifauna | 38 | 3.29 | 3.63 | 0.90 | 1* | 0 |
| Mastofauna | 10 | 1.97 | 2.30 | 0.859 | 0 | 0 |
| Total | 54 | | | | 6* | 0 |

*incluyendo las 4 especies de herpetofauna y una de aves registradas en los transectos casuales.

**ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN REGISTRADAS DENTRO DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS CUENCA**

Dentro de la cuenca se obtuvo el registro de 6 especies con estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 25. Especies de fauna silvestre registrada durante los transectos y que se encuentran bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables, registrados en el área de estudio de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas.**

| GRUPO | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | Endemismo | NOM 059 |
|---|---|---|---|---|
| REPTILES | *Masticophis flagellum* | Culebra chirrionera roja | | A |
| REPTILES | *Lithobates berlandieri** | Rana Leopardo | | Pr |
| REPTILES | *Trachemys scripta** | Tortuga Gravada | | Pr |
| REPTILES | *Gopherus berlandieri** | Tortuga del Desierto de Tamaulipa | | Pr |
| REPTILES | *Apalone spinifera** | Tortuga de Concha Blanda | | Pr |
| AVES | *Anas diazi** | Pato mexicano | | A |

*especies registradas en los transectos cualitativos (casuales)

**CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES**

La diversidad alfa medida únicamente como el número de especies de una comunidad (riqueza específica) es la forma más sencilla de evaluar la diversidad puntual y provee de información suficiente sobre la expresión de procesos ecológicos e históricos. La desventaja de utilizar la riqueza específica como medida de biodiversidad es que el número de especies depende del tamaño de la muestra, es decir, al aumentar el esfuerzo de muestreo, es probable que se detecte un mayor número de especies.

Una forma de evaluar la diversidad alfa a partir de inventarios obtenidos con diferente esfuerzo de muestreo es mediante curvas de acumulación. Este tipo de curva la definiríamos como una gráfica del número acumulado de especies en función de alguna medida del esfuerzo aplicado para obtener esa muestra (Hayek y Buzas, 1997). Existen diversos modelos matemáticos que pueden ajustarse para describir las curvas de acumulación y extrapolar su tendencia. Estos modelos pueden ser asintóticos si la probabilidad de añadir nuevas especies a la lista eventualmente alcanza cero, o no asintóticos si esta probabilidad nunca alcanza cero (Soberón y Llorente, 1993).

Los modelos de acumulación permiten:

1) Estimar el número de especies que potencialmente capturables con cierto método en un área.

2) Evaluar que tan completos han sido los inventarios en registrar todas las especies esperables

3) Comparar la riqueza específica entre inventarios realizados con diferente esfuerzo de muestreo.

4) Estimar el esfuerzo mínimo requerido para registrar un porcentaje deseado del número total de especies potenciales en un área y con ello establecer normas generales para áreas equivalentes que permitan ahorrar tiempo y costos.

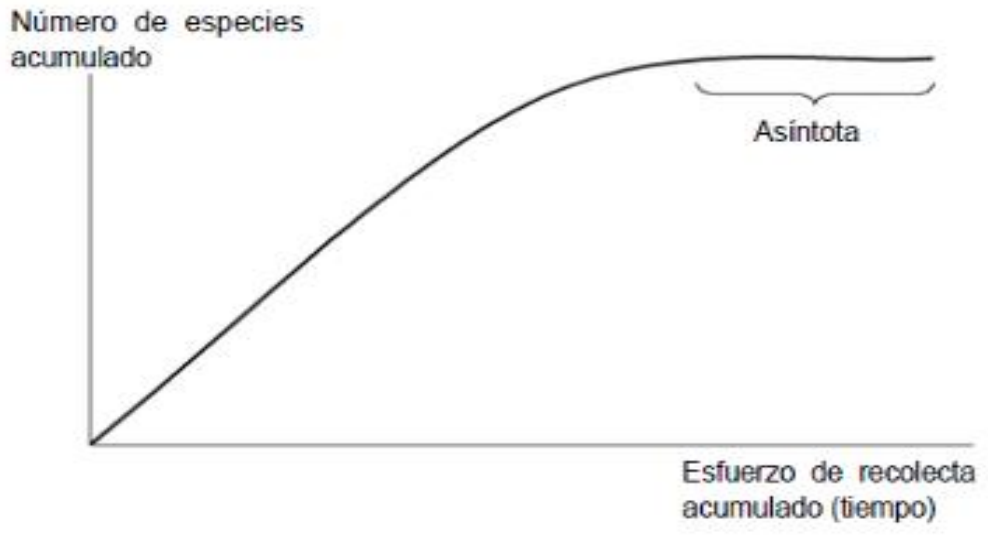



**Figura 49. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se ha registrado todas las especies (asíntota) (Tomado de Escalante Espinosa, 2003).**

Métodos no paramétricos para la estimación de la riqueza específica

Son un conjunto de estimadores no paramétricos en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajusta a un modelo determinado (Smith y van Belle, 1984; Colwell y Coddington, 1994; Palmer, 1990). Requieren solamente datos de presencia ausencia.

Jacknife de primer orden

$$Jack\ 1 = S + L\ (m1/\ m)$$

Donde:

m= número de muestras

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden 1/m (Palmer, 1990; Krebs, 1989). Es posible calcular la varianza de este estimador (Colwell y Coddington, 1994).

Bootsrap

$$Bootstrap = S + \mathbf{\Sigma\ (1pj)}^{n}$$

Este estimador de riqueza de especies se basa en $p_j$, la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Palmer, 1990; Krebs, 1989). Al parecer, es menos preciso que los anteriores (Palmer, 1990; Colwell y Coddington, 1994).

A continuación, se presentan las curvas por grupo faunístico.

**HERPETOFAUNA**

Durante los muestreos se registraron 6 especies, la curva de acumulación de especies observadas presentó una asíntota. Los modelos no paramétricos estiman que en el área de estudio ocurran entre 6.23 (bootstrap) y 6 especies (Jack-Knife 1). Por lo que el presente estudio ha alcanzado más del 90% de la riqueza estimada en representación de la superficie del área del proyecto, por lo que con el esfuerzo de muestreo se ha obtenido una importante completitud de la composición de la fauna en la superficie del proyecto.

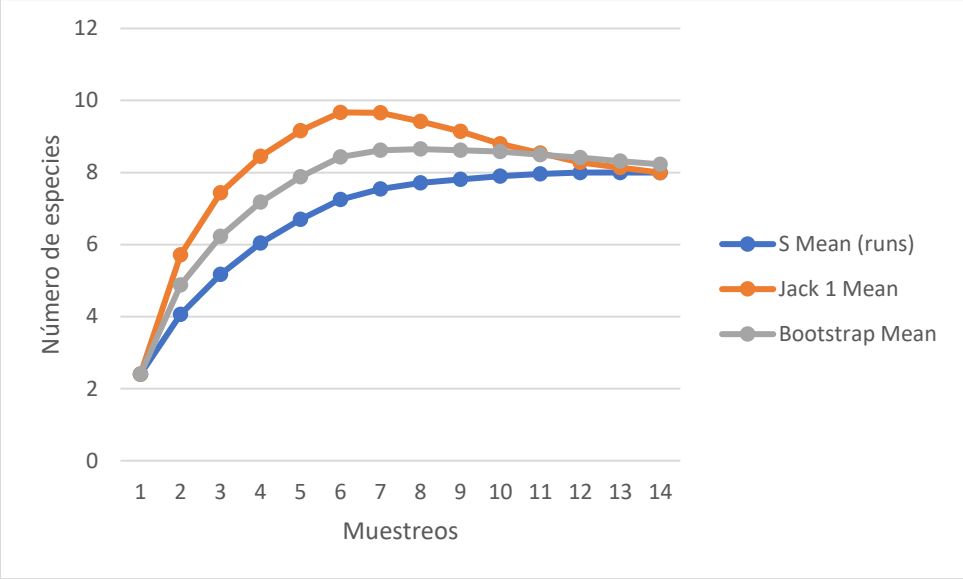



**Figura 50. Curva de acumulación de especies de la herpetofauna en los sitios de muestreo.**

**AVES**

Durante los muestreos mediante el método de transecto en banda se registraron 38 especies, la curva de acumulación de especies observadas presentó una asíntota. Los modelos no paramétricos estiman que en el área de estudio ocurran entre 42.2 (bootstrap) y 44.5 especies (Jack-Knife 1). Por lo que el presente estudio ha alcanzado entre el 85-90% de la riqueza estimada para la zona muestreada dentro de la cuenca San Fernando, por lo que con el esfuerzo de muestreo se ha obtenido una importante completitud de la composición de las comunidades de aves de la cuenca.

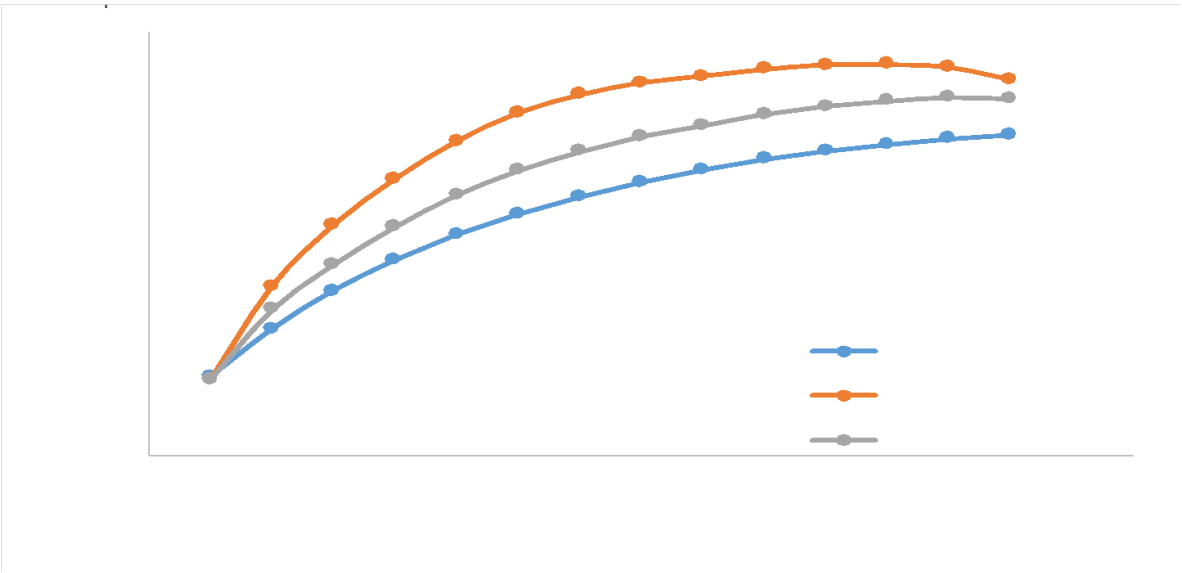


**Figura 51. Curva de acumulación de especies de la avifauna en los sitios de muestreo.**

**MAMÍFEROS**

Durante los muestreos se registraron 10 especies, la curva de acumulación de especies observadas presentó una asíntota. Los modelos no paramétricos estiman que en el área de estudio ocurran entre 10.14 (bootstrap) y 10 especies (Jack-Knife 1). Por lo que el presente estudio ha alcanzado más del 90% de la riqueza estimada en representación de la superficie del área del proyecto, por lo que con el esfuerzo de muestreo se ha obtenido una importante completitud de la composición de la fauna en la superficie del proyecto.

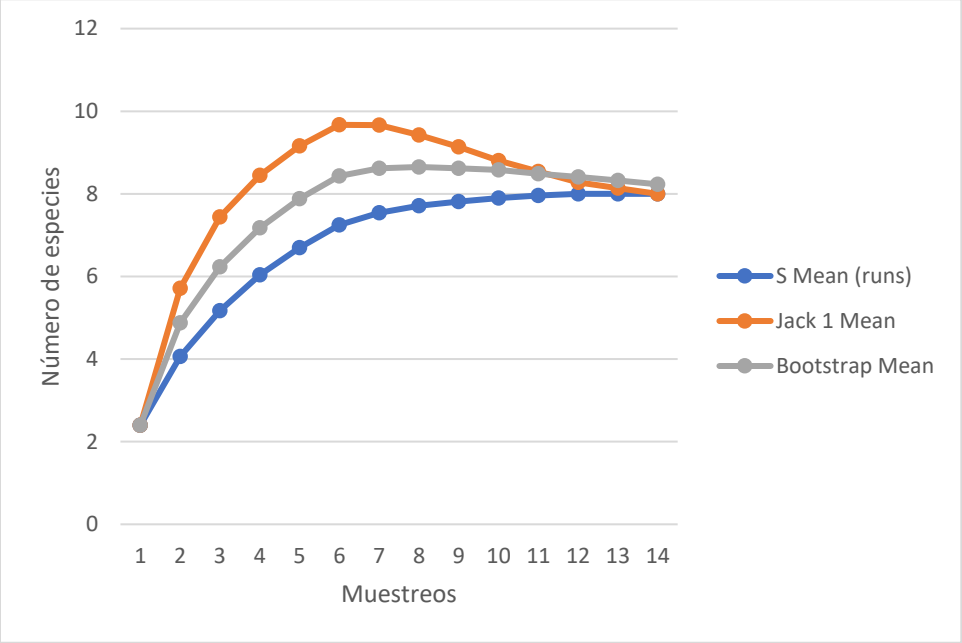



**Figura 52. Curva de acumulación de especies de la mastofauna en los sitios de muestreo**

# IV. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, QUE INCLUYA CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA.

## IV.1 Clima

El tipo de clima dentro de la superficie del proyecto es BS0hw(x'), se clasifica como un clima semiárido, muy cálido, con una temperatura media anual mayor a 22°C. Este clima presenta un régimen de lluvias escasas durante todo el año, con más del 18% de lluvias invernales. Además, se caracteriza por un periodo de canícula que ocurre en julio y se extiende hasta finales de septiembre, cuando hay mayor evapotranspiración.

Para tener una representación cuantitativa de la información climática, se seleccionó la estación climatológica 5085 (Presa Centenario ya que es la más cercana que se encuentra activa y con condiciones similares al terreno, se encuentra a una distancia de 10 km al sureste del Área de Proyecto.

Se seleccionaron las normales climatológicas para el periodo 1991-2010, la temperatura media anual registrada por la estación climatológica es de 22.7 °C; con una temperatura máxima anual de 30.9°C y una temperatura mínima anual 13.3°C, una precipitación media anual de 504.2 mm.

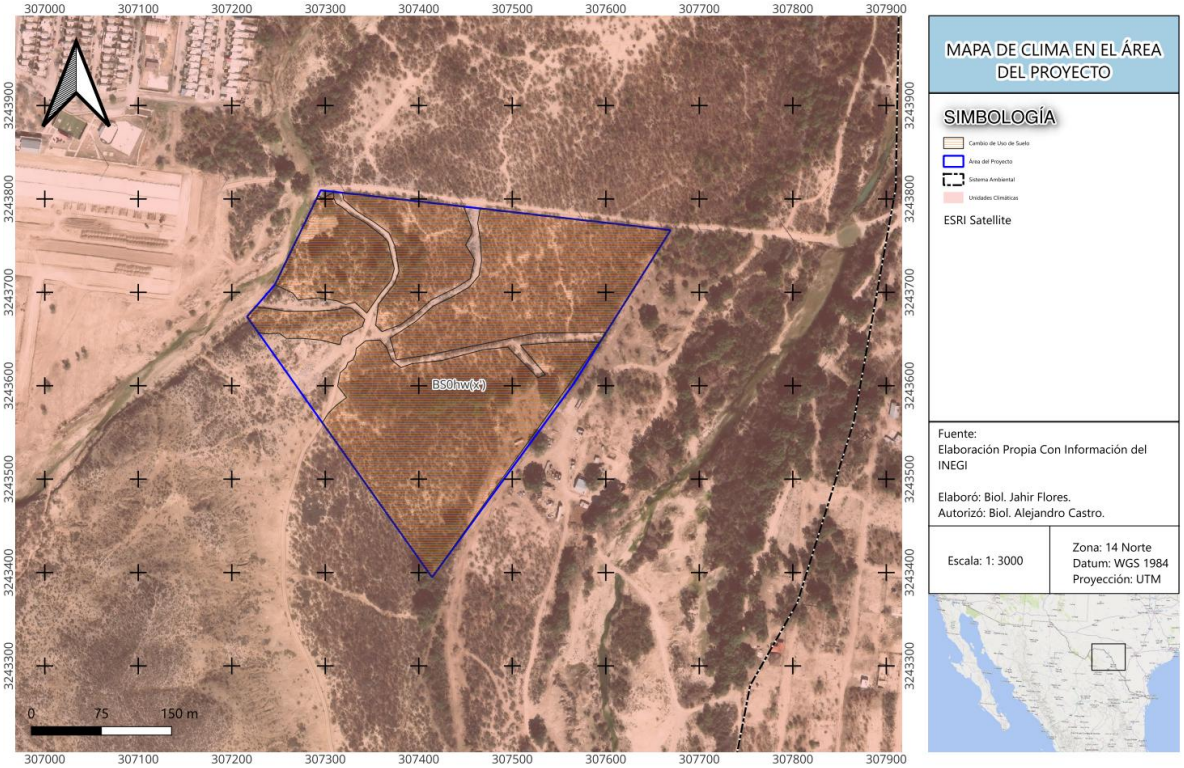



**Figura 53. Del clima en el área del proyecto**

## IV.2 Suelo

El tipo de suelo presente en el área del proyecto es Vertisol (Vr), Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación-sequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastante estables frente a la erosión y tienen buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas. Se encuentran frecuentemente en las zonas agrícolas de regadío del país, como los bajíos de Michoacán, Guanajuato y Campeche, la región de Chapala, la depresión de Tepalcatepec y las fértiles llanuras costeras de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz, así como en llanuras Inter montañas de San Luis Potosí y Tamaulipas.

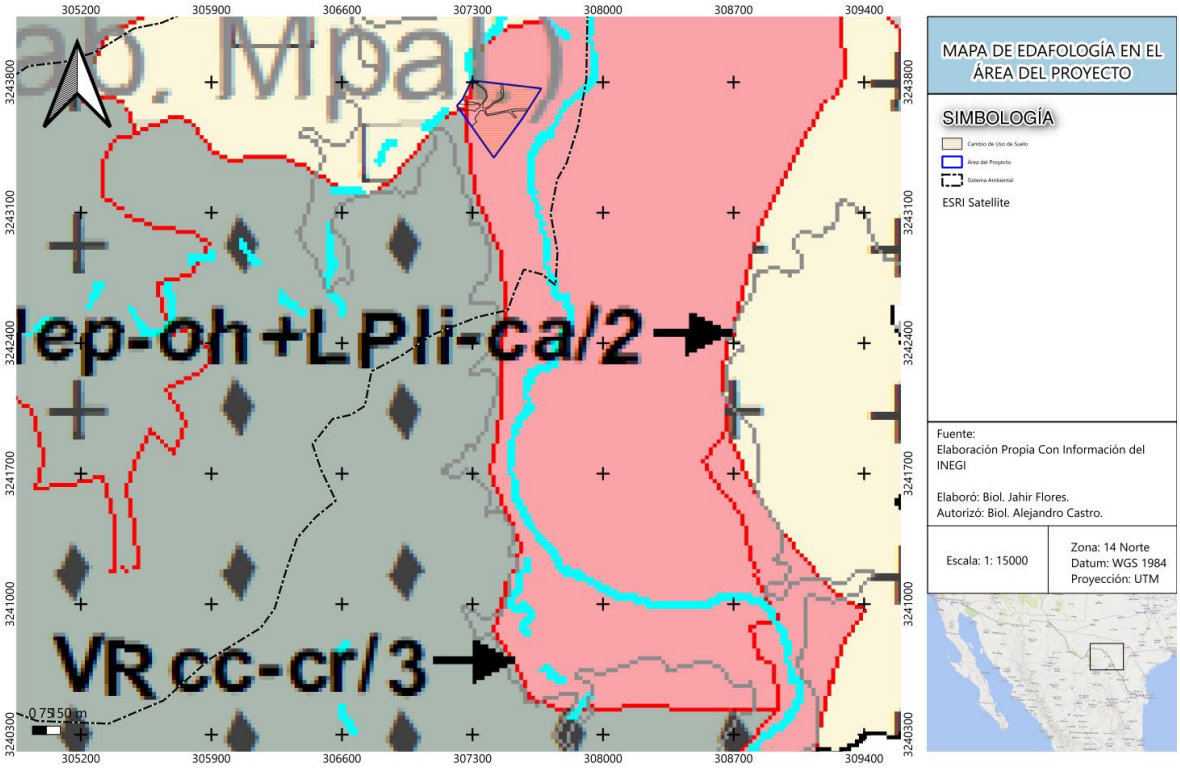



**Figura 54. Del suelo en el área del proyecto**

## IV.3 Pendiente media

Para determinar la pendiente media del terreno se utilizó un sistema de información geográfica (Qgis) utilizando como base un modelo digital de elevación del Continuo de Elevaciones Mexicanas (CEM), una vez obtenido se utilizaron herramientas de análisis espacial para obtener la pendiente en porcentajes, delimitado al Sistema Ambiental de interés, una vez obtenida la pendiente se realizó una reclasificación de los valores para determinar el tipo de pendiente, a continuación se muestra la tabla utilizada:

**Tabla 26. Clasificación de pendientes**

| Porcentaje de Pendiente | Categoría |
|---|---|

| | |
|---|---|
| **<1%** | Planas con muy poca pendiente |
| **1 -8%** | Planas a Suavemente onduladas |
| **9-20%** | Suavemente onduladas a Fuertemente ondulada |
| **21-30%** | Fuertemente ondulada |
| **>31%** | Escarpados |

La pendiente media para el Sistema Ambiental es de 5.5%, es decir una pendiente plana a suavemente ondulada.

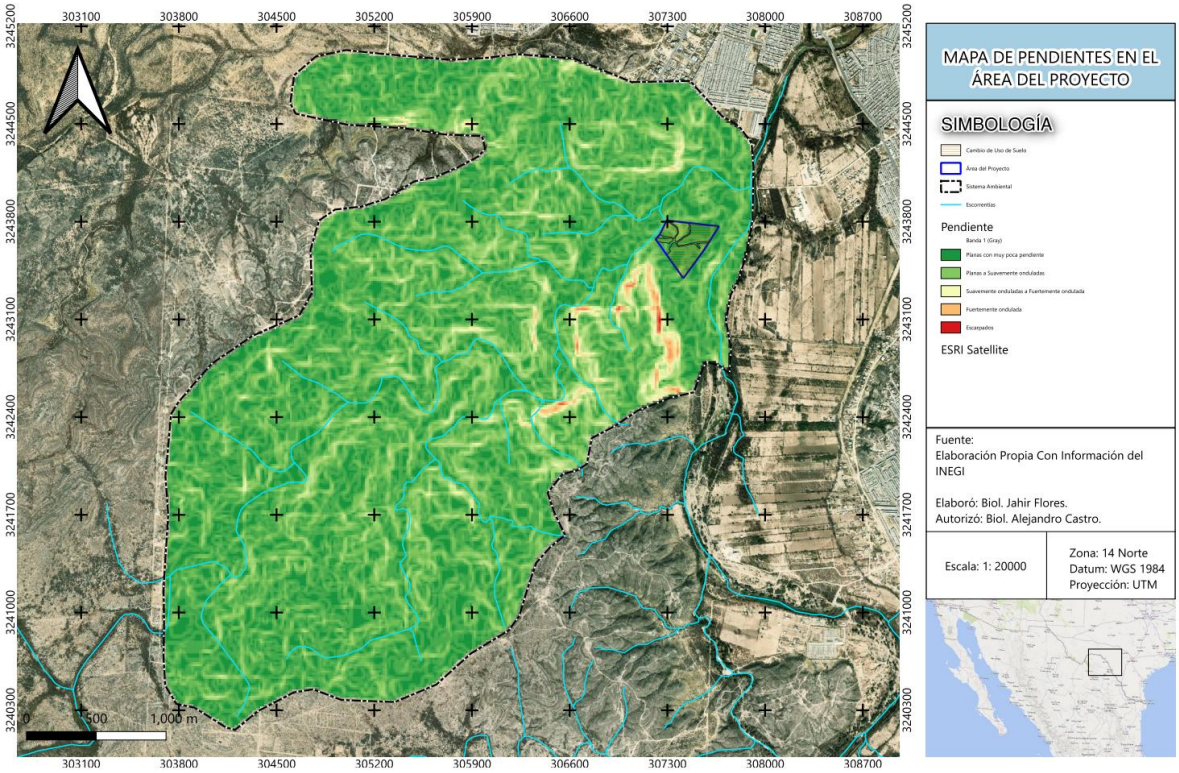



**Figura 55. Pendientes dentro del SA donde se localiza el proyecto**

Para estimar la pendiente media del terreno del Área del Proyecto se realizó el mismo procedimiento mencionado anteriormente, en este análisis se obtuvo una pendiente media de 3% lo que corresponde a pendiente plana a suavemente ondulada, esto responde totalmente a las características del terreno y su entorno que tienen más hacia las planicies.

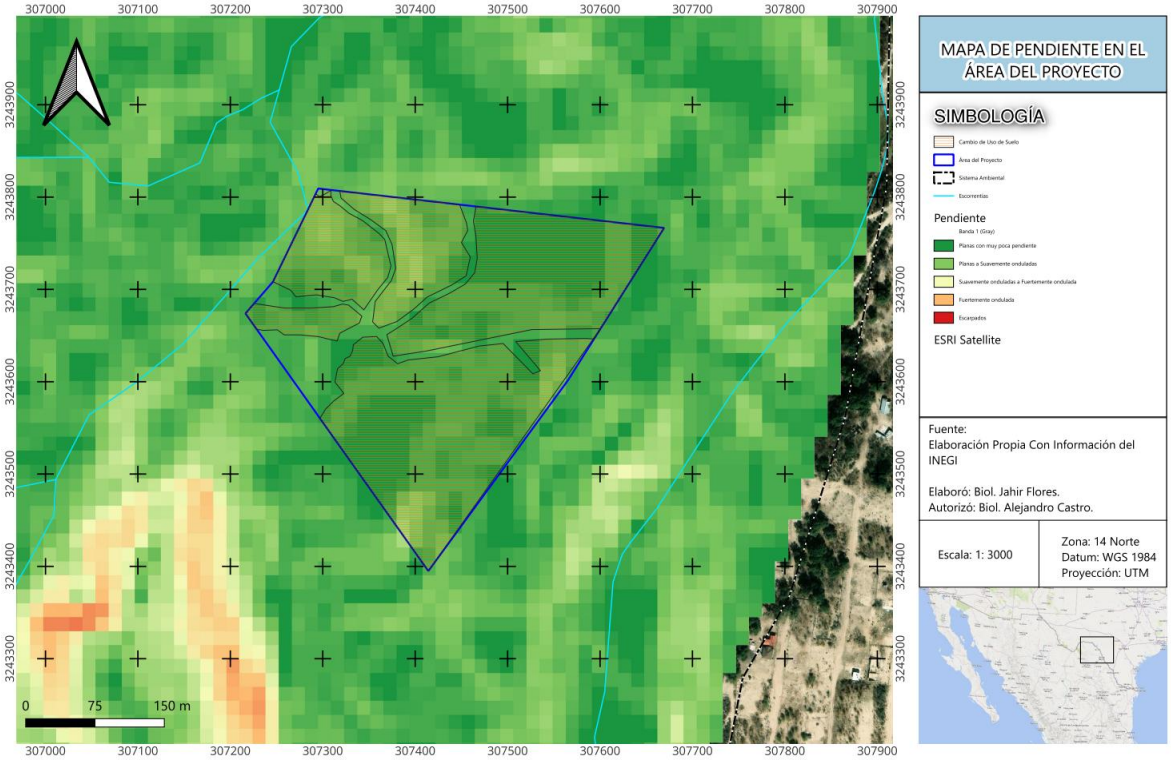



**Figura 56. Pendientes dentro del área donde se localiza el proyecto**

## IV.4 La Hidrografía

### IV.4.1 Escorrentías naturales superficiales cercanas al proyecto

Identificación de escorrentías y mantos acuíferos cercanos al área del proyecto.

Para la identificación de escorrentías y mantos acuíferos cercanos al área del proyecto, se utilizó la información de las capas disponibles en el portal del INEGI para la carta topográfica H14C34. Sin embargo, no se identificaron escorrentías dentro del Área del Proyecto, sin embargo, se identifican dos relevantes, siendo de principal importancia el arroyo denominado como "El Capitán" el cual pasa cerca del límite Oeste del Área del Proyecto, esta escorrentía se origina al oeste del proyecto y desemboca en el río principal de la microcuenca en la que incide el proyecto, este arroyo es denominado "Arroyo las Vacas" y se encuentra al este del proyecto

El área del proyecto se localiza dentro de la cuenca "***R.Bravo-Piedras Negras***" y en la subcuenca: R. Bravo-A. de las Vacas (RH24Fd).

## IV.5 Flora

Tipos de vegetación del área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUS)

El sitio del proyecto (CUSTF) o área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) se localiza en la parte noroeste de la cabecera municipal de Colima, en la Sierra madre del Sur, en su interface con el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre Occidental Colima se considera como una región interesante para hacer estudios florísticos (Padilla Velarde, et al., 2000), se caracteriza por presentar una topografía muy compleja. De manera general para los municipios de Comala o Villa de Álvarez existen rezagos en cuanto al conocimiento de la real cuantía de especies de flora (Dávila y Sosa, 1994).

El cambio de uso de suelo es un factor determinante para la permanencia o sanidad de las especies en el sistema, por lo tanto, en este apartado se proporcionarán ideas para describir el estado ambiental que guarda la vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco (CUSTF), sin olvidar las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas que como resultado de este análisis se identifiquen como sensibles al cambio de uso de suelo.

La carta topográfica de INEGI, escala 1 50 000 indica que el trayecto del área del proyecto está conformado por un uso de suelo con Agricultura de temporal anua, vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco, no obstante, igual que para el Sistema ambiental y mediante recorridos directos en el sitio el tipo de vegetación existente dentro del área de proyecto (CUSTF) es la vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco (ver Figura 35).

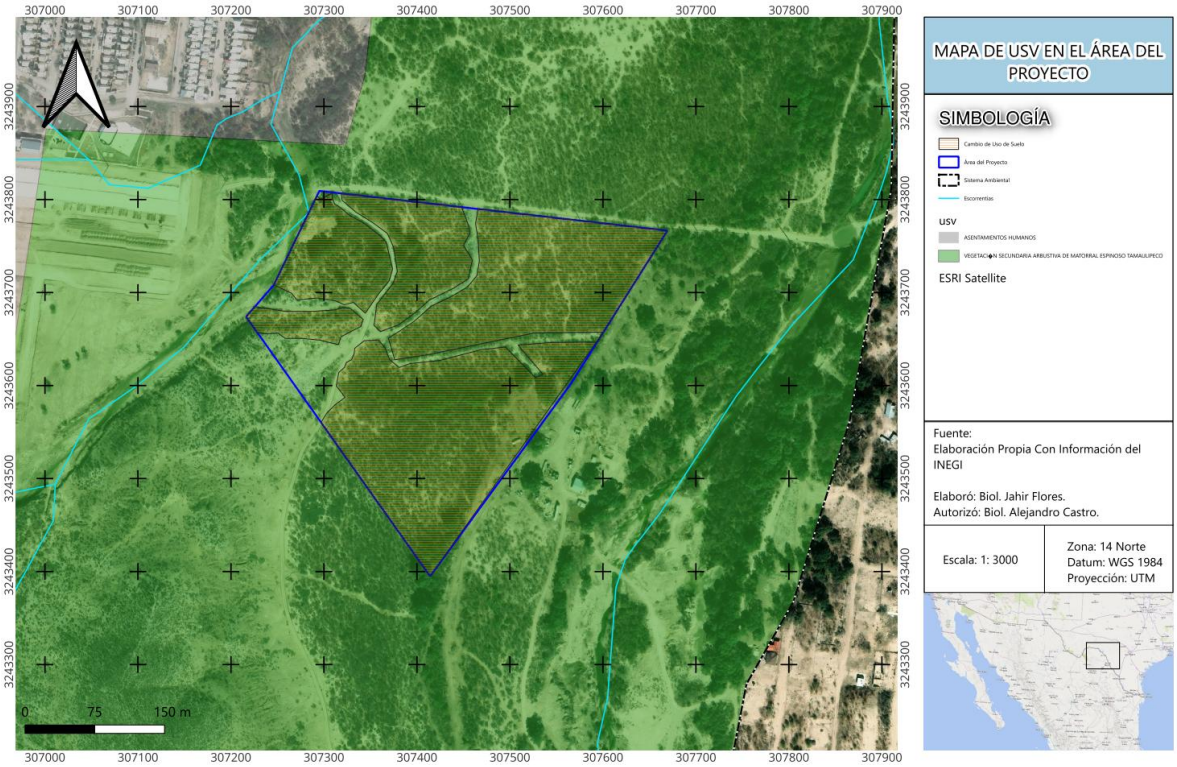



**Figura 57. Vegetación del área de proyecto (CUS) según la carta INEGI. En la superficie del área de Cambio de uso de suelo se registró Vegetación secundaria Matorral Espinoso Tamaulipeco**

Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)

El Matorral Espinoso Tamaulipeco es una comunidad vegetal del noreste de México caracterizada por arbustos altos y árboles bajos, comúnmente con estructura espinosa y caducifolia, caducifolios una gran parte del año o áfilas (sin hojas). El Matorral Espinoso Tamaulipeco es una comunidad vegetal del noreste de México caracterizada por arbustos altos y árboles bajos, comúnmente con estructura espinosa y caducifolia. Su distribución se localiza en la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica, en donde se presentan algunas sierras de laderas tendidas y en su mayoría llanura con lomeríos, en altitudes empezando desde el noreste del estado de Tamaulipas que van de los 100 a 200 m, siguiendo esta franja hacia el noreste del estado de Nuevo León se continúa en este mismo parámetro y en el noreste del estado de Coahuila de Zaragoza se llega a desarrollar en altitudes que van de los 200 a los 600 m. Este tipo de vegetación se establece en climas BS1 (h') hx' y BS0 (h') hx' que corresponden a los del tipo semisecos cálidos y muy cálidos con lluvias en verano y escasas a lo largo del año y en donde la temperatura máxima es de 40 °C y la mínima de -2 °C. La precipitación media anual fluctúa entre 500 y 700 milímetros.

Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2 m de altura, las principales especies son: *Acacia spp*. (Gavia, Huizache), *Cercidium spp*. (Palo verde), *Leucophyllum spp* (Cenizo), *Neltuma spp.* (Mezquite), *Castela erecta* (Amargoso), *Condalia spp*. (Abrojos), etcétera. En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o foliolos pequeños y con la presencia de espinas laterales.

Florística del Área del Proyecto

Composición florística a existente en el polígono del Área de proyecto (CUS).

De las especies registradas durante la ejecución de los muestreos en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) para el Área de CUS se obtuvo el 11.56% de las familias, 3.25% de los géneros y 0.93% de las hierbas en relación con las especies reportadas para el estado de Coahuila por Villarreal y Valdés (1992-93) para la entidad.

En la **Tabla 27**se presenta la diversidad de la vegetación potencial localizada en el Área de CUS, donde se obtuvo la presencia de 30 especies de 30 géneros plantas vasculares incluidas en 17 familias botánicas (**Figura 58**). La lista general de la flora más adelante donde también se señala la relación con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (modificación. 2019), la CITES y la lista Roja de la UICN.

**Tabla 27. Diversidad por clases botánicas en la microcuenca.**

| Clase | Familias | Géneros | Especies |
|---|---|---|---|
| Magnoliopsida | 14 | 26 | 26 |
| Liliopsida | 3 | 4 | 4 |
| Total | 17 | 30 | 30 |

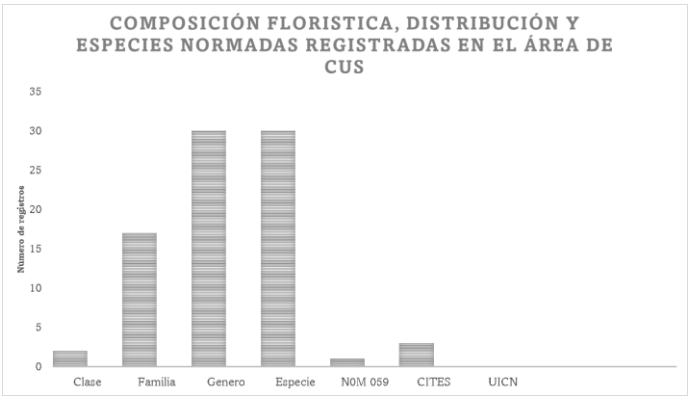



**Figura 58. Composición florística y protección en el Área de CUS**

Las familias o grupos más diversos fueron Fabaceae, Cactaceae, Asteraceae y Poaceae solo entre estas cuatro familias suman 17 especies de las 30 en total registradas. El resto de las familias cuentan con solo una especie (**Figura 59**).

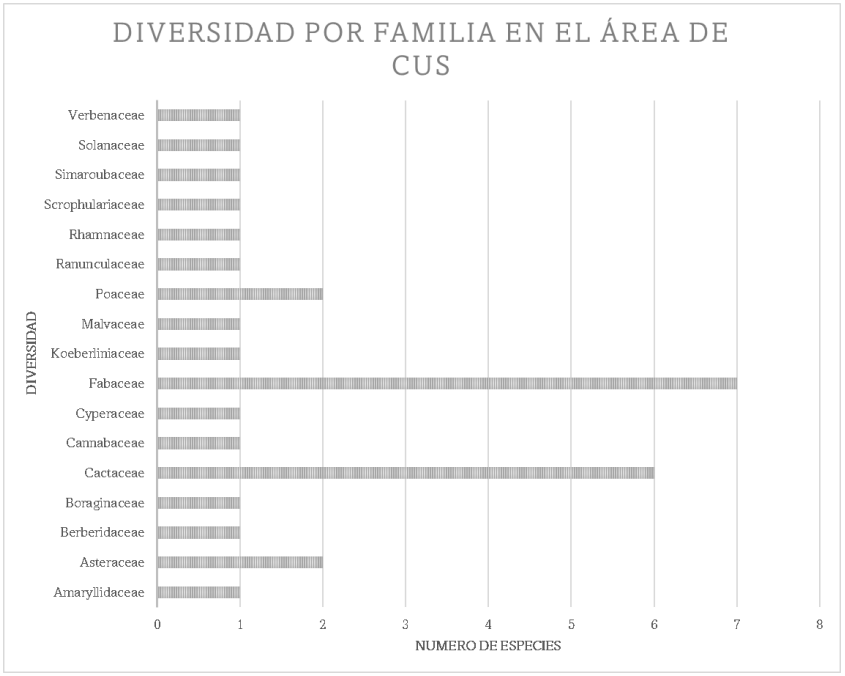



**Figura 59. Diversidad de especies por familia en el Área de CUS, las barras grises representan el número de especies por familia.**

En el caso de la diversidad por forma biológica, el grupo más heterogéneo fue el estrato herbáceo, donde se obtuvo un total de 18 especies, seguido del estrato arbustivo con 10 taxa y por último el estrato arbóreo con 2 especies (**Figura 60**).

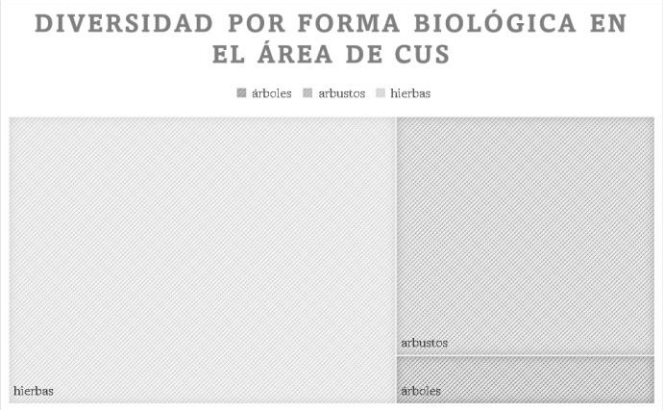



**Figura 60. Diversidad por forma biológica**

Caracterización de la vegetación del sistema ambiental (SA) y Área del Proyecto (AP) sujeto a Cambio de Uso de Suelo (CUS).

Análisis cualitativo de la flora existente en el Área de CUS

**Trabajo de campo:** Una parte importante de esta etapa fue el registro de los individuos en campo, así como la ejecución de muestreos.

Muestreo

Para los análisis y determinación de la flora en el Área de CUS del proyecto, se diseñó un muestreo denominado: Parcelas circulares de puntos anidados. La **Figura 61** indica que los muestreos se ejecutarán sistemáticamente, de manera circular en sitios de dimensiones fijas para cada estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo), donde, en el círculo principal con un radio de 12.62 m, donde con rumbo en el sentido que giran las manecillas del reloj se registran solo los individuos arbóreos (color azul) de los cuales se mide el diámetro normal del tronco y altura de cada individuo, esto equivale a 500 $m^2$ de superficie muestreada. Dentro del mismo se realizan en parcelas anidadas cuatro muestreos solo para el estrato arbustivo (color rojo) de los cuales se mide la altura y cobertura de cada individuo, con un r= 3 m, que equivale a 28.27 $m^2$ de superficie muestreada, dentro de cada círculo de muestreo arbustivo (rojo), se registran anidados cuatro muestreos del estrato herbáceo (color verde) de los cuales se mide la cobertura en porcentaje de cada individuo, con un r= 1 m, con el que obtiene una superficie muestreada total de 1.54 $m^2$ . Para el polígono del Área de CUS se realizaron muestreos en 8 Unidades o sitios de muestreo circulares.

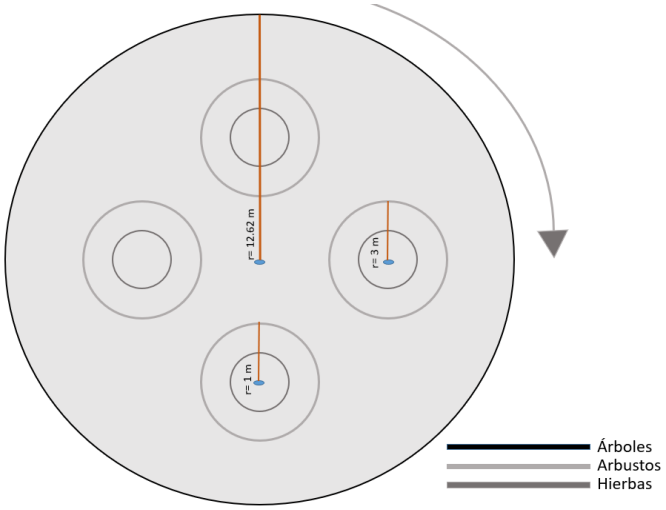



**Figura 61. Diagrama del muestreo ejecutado en campo**

Dado que la vegetación en el área del proyecto y su respectivo SA se define por una composición florística, estructura y diversidad específicas (Magurran, 1989; Neumann y Starlinger, 2001), se diseñó un levantamiento orientado a caracterizar el estado actual de estos elementos para proyecto. Cabe precisar que el objetivo del estudio es realizar un inventario base de la flora y estructura existentes, y no un monitoreo de tendencias de cambio en la biodiversidad a largo plazo.

Esfuerzo de muestreo

**El muestreo se realizó del 11 al 14 de febrero 2026**, Esta temporalidad coincide con la persistencia de lluvias escasas y humedad residual en el suelo, condiciones que aún permiten el registro de una representativa riqueza biológica. Lo anterior facilita la identificación de especies herbáceas y anuales que emergen tras los periodos de mayor disponibilidad hídrica, cumpliendo así con las recomendaciones técnicas internacionales para la elaboración de inventarios de biodiversidad (SEMARNAT; CONAFOR; FMCN).

Para el Área de CUS fueron realizados 8 muestreos para el estrato arbóreo y para los estratos arbustivo y herbáceo de igual manera se ejecutaron 8 muestreos (32 subparcelas para cada uno de estos dos últimos) (ver **Tabla 28** y BD Veg CUS). Es importante puntualizar que tanto en el Sistema ambiental como en la del proyecto los muestreos se realizaron en la vegetación secundaria matorral espinoso tamaulipeco, tipo de vegetación correspondiente con el que será intervenido como parte del cambio de uso de suelo pretendido, esto con el fin de realizar la comparativa entre las comunidades vegetales similares localizadas dentro y fuera del Área de CUS.

En la Tabla V-2 se presentan los muestreos ejecutados en el Área de CUS así como las coordenadas UTM Z14 de ubicación para cada uno.

**Tabla 28. Coordenadas UTM Z14 de ubicación de los sitios de muestreo en el Área de CUS.**

| Coordenadas UTM Z14 | | | |
|---|---|---|---|
| UM | X | Y | Alt. |
| 1 | 3243727.583 | 307578.6 | 289 |
| 2 | 3243446.298 | 307410.78 | 289 |

| Coordenadas UTM Z14 | | | |
|---|---|---|---|
| UM | X | Y | Alt. |
| 3 | 3243661.872 | 307244.57 | 289 |
| 4 | 3243589.616 | 307432.43 | 289 |
| 5 | 3243604.611 | 307326.09 | 289 |
| 6 | 3243522.486 | 307382.92 | 289 |
| 7 | 3243667.812 | 307515.6 | 290 |
| 8 | 3243742.901 | 307445.32 | 288 |

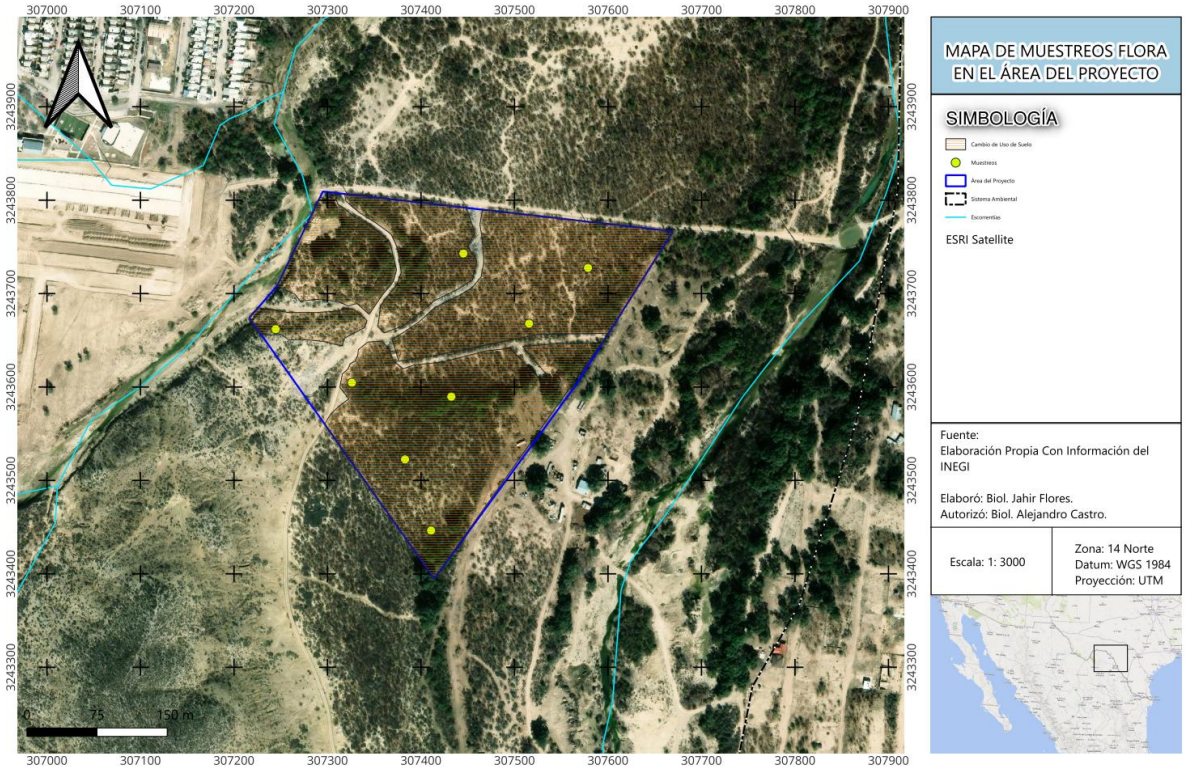



**Figura 62. Muestreos de vegetación en el Área de CUS**

Al igual que en caso del Sistema Ambiental, los datos recogidos en campo se vaciaron en bases de datos de la cuales se generaron las memorias de cálculo, para su posterior análisis estadístico y análisis ecológicos mediante los Índices de diversidad, así como la Abundancia, Densidad y Frecuencia relativas mediante el índice de Valor de Importancia. Se presentan en Anexos las memorias de cálculo de los muestreos de la vegetación del Sistema ambiental, coordenadas de sitios de muestreo, así como planos generados para este punto (ver **Figura 63**, Anexo V. BD Veg CUS, Anexo V. Div Veg CUS, Anexo Mapa de Muestreos en el Sistema Ambiental).

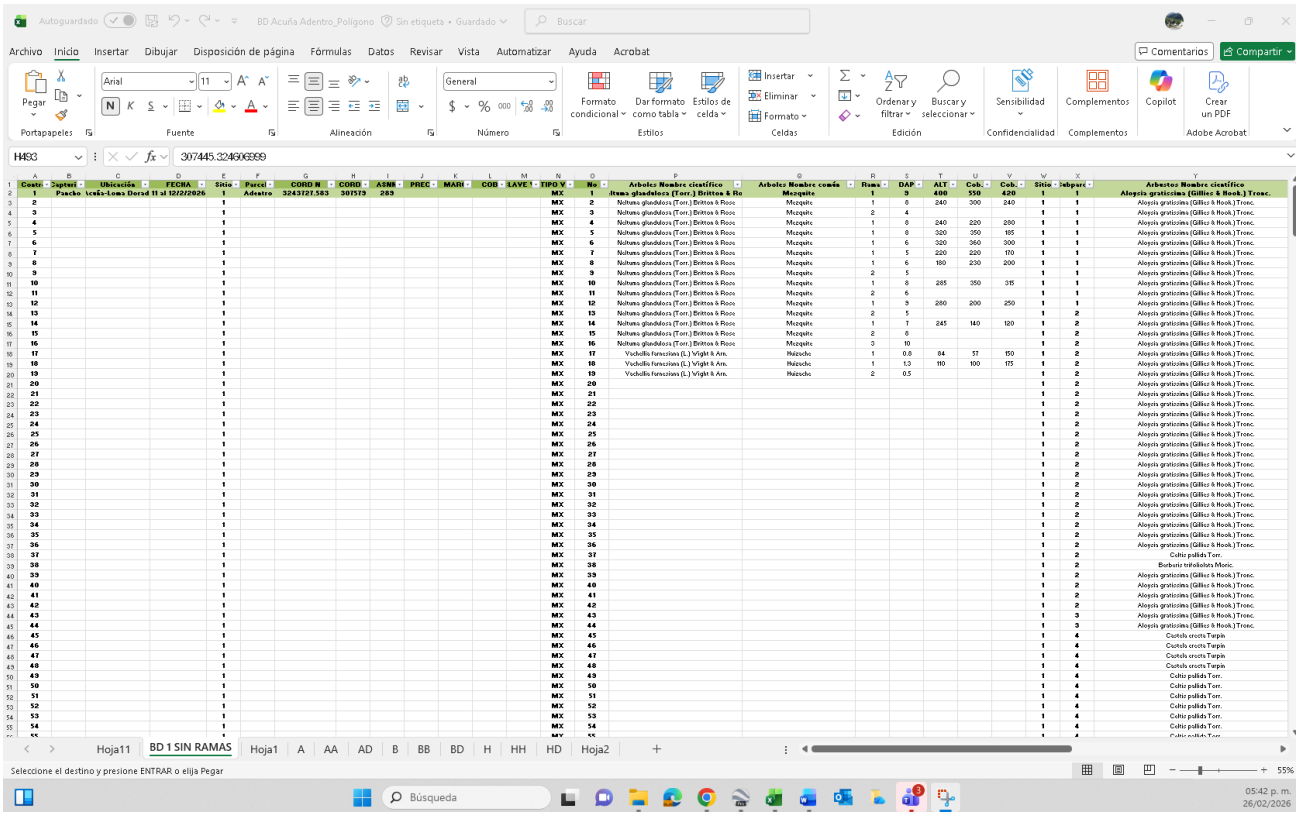


**Figura 63. Ejemplo de la Base de datos de los datos recogidos en campo con los muestreos ejecutados en el área de CUS**

Composición y estructura de la vegetación que conforma la cobertura vegetal del SA y AP.

Para determinar la completitud y confiabilidad de los muestreos, se utilizó estimadores no paramétricos para analizar la eficiencia del muestreo realizado para la obtención del inventario obtenido (Walther y Morand 1998), de igual manera se calculó la riqueza de especies esperadas (basada en el número acumulado de muestras), es decir, si se registraron todas las especies posibles de observar:

Para estimar la riqueza de especies, se emplean métodos no paramétricos como Chao 1 y el ACE (Abundance-based Coverage Estimator). De acuerdo con Chao et al. (2005), los estimadores clásicos (Chao 1, Chao 2, Jack-knife o Bootstrap) fundamentan su cálculo en las especies raras. En datos de abundancia, estas se definen como aquellas con un solo individuo (*singletons*) o dos (*doubletons*); mientras que, en datos de incidencia, se consideran aquellas presentes en una (*uniques*) o dos unidades de muestreo (*duplicates*). Por su parte, el estimador ACE refina este análisis al integrar información de todas las especies con diez individuos o menos en la muestra (Chao et al., 1993). Puntualmente para el caso del análisis realizado para este proyecto se trabajó con los estimadores Chao 1 y Bootstrap.

Curva de Acumulación de especies

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo, y en cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas, siendo que al principio las especies registradas las más comunes en un área o tipo de vegetación determinado, por lo que el número de especies al inventario se incrementa rápidamente; por lo que la pendiente de la curva comienza siendo elevada y a medida que continua con el muestreo las especies raras harán crecer el inventario hasta el momento que la curva llegue a la asíntota, por lo que teóricamente se ha registrado la totalidad de especies o que se pueden encontrar en la zona estudiada acorde al método utilizado y durante el tiempo en el que se llevaron a cabo dichos muestreos.

Para elaborar la curva de acumulación de especies muestreados al azar que va en un rango de 1 a N (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cóbar, 2011), se utilizó el programa este análisis estadístico EstimateS v.9.0.1, con un intervalo del 95%, siendo un método estadístico que proporciona un rango de valores para estimar un parámetro de población con un cierto nivel de probabilidad, considerando que este rango se construye sumando y restando un margen de error a la estimación puntual acorde a la variabilidad de los datos, todos estos análisis se realizaron para el total de especies, así como, por tipo de vegetación existente en el SA y el Área de CUS. Con la información obtenida, se elaboraron gráficos comparativos entre las especies observadas con respecto los límites inferior o superior registrado, al igual que la completitud conforme a los estimadores de Chao 1 y Bootstrap.

Para comprobar si el muestreo fue representativo y el tamaño de muestra fue el indicado, se aplicó una curva de acumulación de especies para cada uno de los tres estratos (árboles, arbustos y herbáceas) por tipo de vegetación utilizando el software EstimateS 9.1 (Colwell 2013). En esta curva se representa mediante gráficas la aparición de especies conforme a los muestreos; lo anterior es posible de acuerdo al incremento de los individuos. La gráfica podría representar dos situaciones: Cuando la curva no alcanza la asíntota (**Figura 64**), representa que el muestreo es insuficiente y se requieren incrementar el número de éstos, porque están apareciendo nuevos individuos de especie distinta. Por otro lado, cuando la curva se estabiliza indica todo lo contrario, es decir, que no es necesario realizar más muestreos (**Figura 65**).

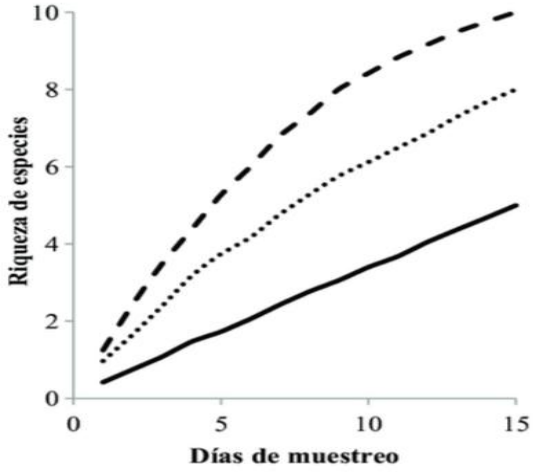



**Figura 64. Ejemplo de una cuerva de acumulación de especies para un muestreo donde la curva no muestra una tendencia asintótica.**

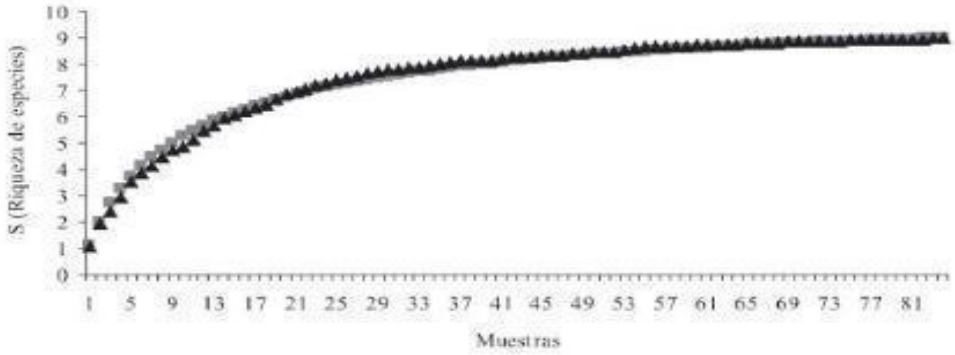



**Figura 65. Gráfico de la curva de acumulación de especies para un muestreo suficiente.**

Estrato arbóreo

Para el caso del estrato arbóreo, utilizando el paquete estadístico EstimateS 9.1, los datos fueron aleatorizados 1,000 veces para que la curva de acumulación fuera más digerible. En este caso en 8 muestreos ejecutados se obtuvieron **2 especies arbóreas** de las cuales no se registraron casos de especies catalogadas como *singletons* (con un solo registro en los muestreos) o como *doubletons* (con sólo dos individuos en los muestreos realizados).

Como ya se hizo mención, para el análisis de la diversidad arbórea de la vegetación secundaria de Matorral Espinoso Tamaulipeco en el Área de CUS se analizaron 8 sitios de muestreo, derivado de esto la curva de acumulación de especies obtenida sugiere que el muestreo es suficiente para llevar a cabo una evaluación confiable de la diversidad de especies arbóreas tal y como muestra el **Figura 66**, donde es evidente que la curva se estabilizó.

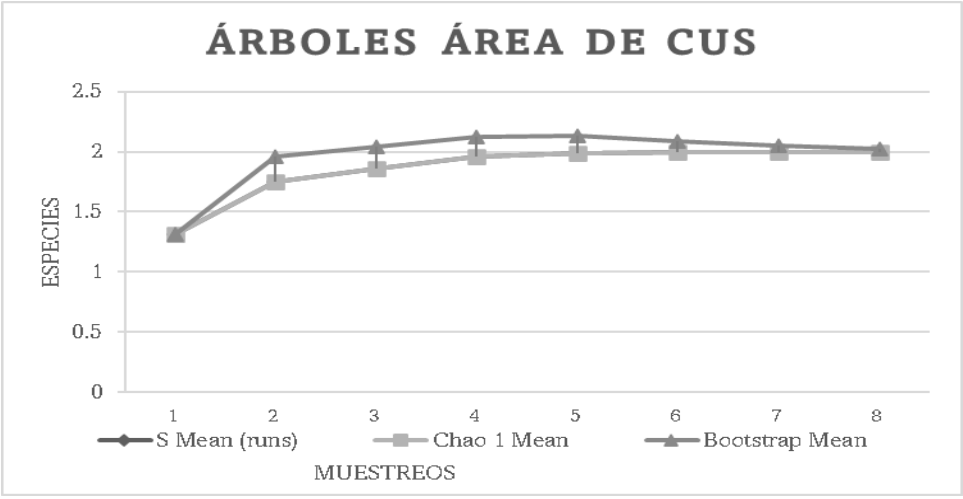



**Figura 66. Curvas de acumulación de especies del estrato arbóreo en donde se muestra la relación entre el número de especies y el tamaño de la muestra obtenida en la unidad de análisis CUS.**

Como bien se aprecia, ninguno de los dos estimados utilizados predijo la aparición de más especies con la aplicación de más muestreos, ya que fue posible la obtención de cerca del 99% de lo

vaticinado, aunado a esto la estabilización de la curva de acumulación de especies confirman que nuestro muestreo se considera adecuado (ver Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

Estrato arbustivo

En el caso del estrato arbustivo se realizaron 8 muestreos (32 subparcelas), mediante los cuales se obtuvieron 10 especies de las que no se registraron casos de especies catalogadas como *singletons* (con un solo registro en los muestreos), aunque si se registraron dos especies (*Calliandra conferta* y *Koeberlinia spinosa*) catalogadas como como *doubletons* (con sólo dos individuos en los muestreos realizados). De este análisis, de acuerdo con la curva de acumulación de especies mostrada en el **Figura 67** sugiere que el muestreo es adecuado para llevar a cabo una evaluación confiable de la diversidad de especies del estrato arbustivo donde es evidente que la curva alcanza la asíntota.

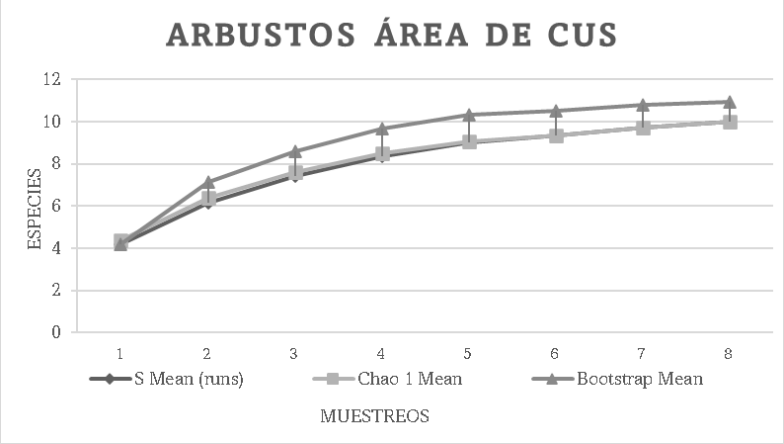



**Figura 67. Curvas de acumulación de especies del estrato arbustivo en donde se muestra la relación entre el número de especies y el tamaño de la muestra ejecutado en la unidad de análisis Área de CUS.**

Los estimadores Bootstrap y Chao 1 pronosticaron la aparición de solo una especie más en el caso de realizar más muestreos, por lo que considerando las especies obtenidas (10) en el presente muestreo, se obtuvo poco más del 91.24% de predicho por tales estimadores, por lo tanto, se asevera que nuestro muestreo fue aplicado correctamente (ver Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

Estrato herbáceo

En cuanto a las herbáceas, siguiendo la metodología de muestreo aplicada, al igual que el estrato arbustivo se realizaron 8 muestreos (32 subparcelas), mediante los que se obtuvieron 18 especies de las cuales, ninguna fue catalogadas como *singletons* (especies con sólo un individuo en todas las muestras) o *doubletons* (con sólo dos individuos en los muestreos realizados). La curva de acumulación de especies del **Figura 68** sugiere al igual que en los otros dos estratos que el muestreo es suficiente para llevar a cabo una evaluación confiable de la diversidad de este estrato donde es evidente que la curva alcanza la asíntota.

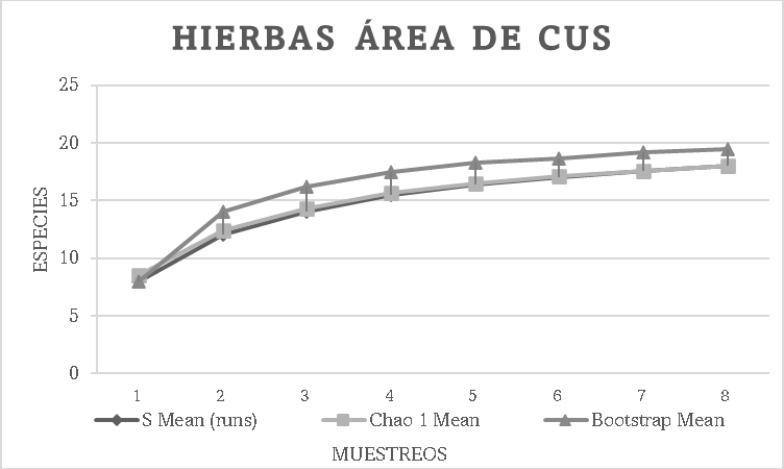



**Figura 68. Curvas de acumulación de especies del estrato herbáceo en donde se muestra la relación entre el número de especies y el tamaño de la muestra dentro del Área de CUS.**

Aunque el estimador Bootstrap que actúa como el más riguroso pronosticó la existencia de una especie más con la ejecución de más muestreos, se considera que la aplicación del muestreo fue adecuada, toda vez que se obtuvo un 92.73 % de las especies pronosticadas (ver Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

Índice de valor de importancia IVI

Para una determinación objetiva de la estructura florística, es imperativo realizar mediciones y definir indicadores que cuantifiquen la abundancia, tamaño y distribución espacial de los individuos (Acosta et al., 2006), estimando las contribuciones por forma de vida mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual integra la abundancia, frecuencia y dominancia relativas en una función aditiva que supera la capacidad caracterizadora de cualquier parámetro individual (Mostacedo y Fredericksen, 2000); en este proceso, mientras las especies arbóreas y arbustivas se evalúan mediante abundancias absolutas, diámetros y alturas promedio, las herbáceas se analizan a través del porcentaje de cobertura, permitiendo que el IVI ofrezca una visión integral de la representatividad ecológica de cada taxón en la comunidad, metodología que se mantiene vigente en estudios contemporáneos de ecología de comunidades y monitoreo de biodiversidad para evaluar la resiliencia y composición ante el cambio climático (Chazdon, 2014; Magurran, 2021).

IVI Sistema ambiental

Estrato arbóreo

En la **Tabla 29** y **Figura 69** se presenta el IVI la estructura arbórea del Sistema Ambiental presenta una marcada centralización ecológica dominada casi exclusivamente por *Neltuma glandulosa* (mezquite), que concentra el 79.25 % del Índice de Valor de Importancia (IVI). Esta baja diversidad con apenas 2 especies registradas es característica de ecosistemas bajo estrés ambiental severo (sequías o salinidad) o, más probablemente, de zonas con un alto impacto antropogénico por actividades agrícolas, sobrepastoreo u obras previas (ver Anexo V. Div Veg CUS).

**Tabla 29. Índice de Valor de Importancia estrato Arboles en el Área de CUS**

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Neltuma glandulosa* | 52 | 83.87 | 70.00 | 83.9 | 79.25 |
| *Vachellia farnesiana* | 10 | 16.13 | 30.00 | 16.1 | 20.75 |
| Total | 62 | 100 | 100 | 100 | 100 |

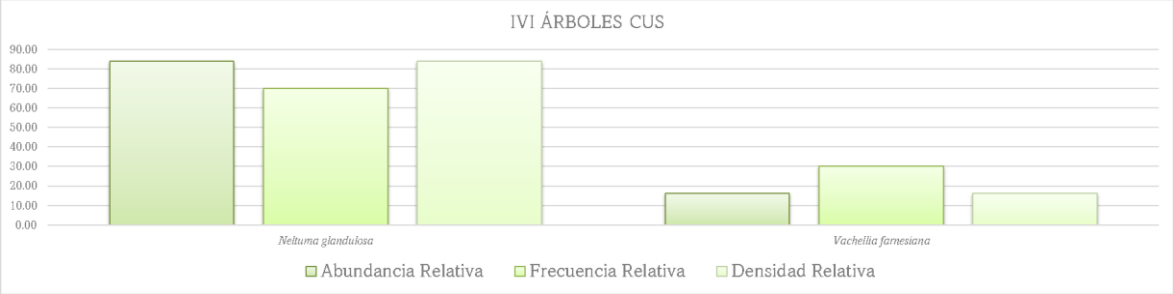



**Figura 69. Índice de Valor de Importancia estrato Arbóreo en el Área de CUS**

Estrato arbustivo

La **Tabla 30** y **Figura 70** presenta el IVI de las especies arbustivas localizadas en el Área de CUS, los valores mostrados en esta tabla manifiestan la dominancia de especies (*Aloysia gratissima,* y *Celtis pallid*a), dichas especies representan el 55.69% del total, lo que se entiende en el mismo sentido del estrato arbóreo, es decir la existencia de un estrés ambiental severo provocado por la perturbación antropogénica y en consecuencia la comunidad de arbustos está severamente simplificada y condicionada por la intervención localizada en la zona (ver Anexo V. Div Veg CUS).

**Tabla 30. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo en el Área de CUS**

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) Tronc.* | 222 | 39.08 | 21.21 | 39.1 | 33.13 |
| *Berberis trifoliolata Moric.* | 2 | 0.35 | 6.06 | 0.4 | 2.25 |
| *Calliandra conferta Benth.* | 32 | 5.63 | 9.09 | 5.6 | 6.79 |
| *Castela erecta Turpin* | 15 | 2.64 | 9.09 | 2.6 | 4.79 |
| *Celtis pallida Torr.* | 132 | 23.24 | 21.21 | 23.2 | 22.56 |
| *Colubrina texensis (Torr. & A. Gray) A. Gray* | 2 | 0.35 | 3.03 | 0.4 | 1.24 |
| *Koeberlinia spinosa Zucc.* | 11 | 1.94 | 3.03 | 1.9 | 2.30 |
| *Leucophyllum frutescens (Berland.) I.M. Johnst.* | 81 | 14.26 | 12.12 | 14.3 | 13.55 |

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Parkinsonia texana (A. Gray) S. Watson* | 45 | 7.92 | 6.06 | 7.9 | 7.30 |
| *Senegalia greggii (A.Gray) Britton & Rose* | 26 | 4.58 | 9.09 | 4.6 | 6.08 |
| Total | 568 | 100 | 100 | 100 | 100 |

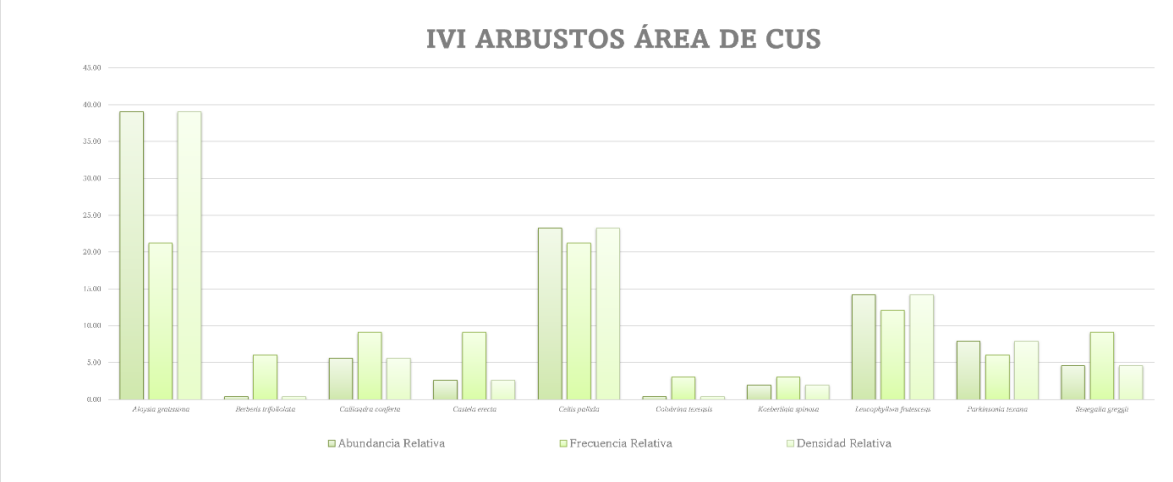



**Figura 70. Índice de Valor de Importancia estrato arbustivo en el Área de CUS**

Estrato herbáceo

En la **Tabla 31** y **Figura 71** se muestra el análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) en el Área de CUS de las especies herbáceas, mismo que revela una dominancia ecológica concentrada de cuatro especies, donde *Aristida adscensionis*, *Wedelia hispida*, *Allowissadula holosericea* y *Bothriochloa barbinodis* agrupan el 45.71 % del total del estrato herbáceo. Lógicamente, este alto IVI para solo cuatro de las 18 especies registradas evidencia una distribución desigual de recursos y un nicho ecológico dominado por taxones generalistas, sugiriendo un ecosistema de sucesión temprana o bajo presión competitiva (ver Anexo V. Div Veg CUS).

**Tabla 31. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo en el Área de CUS**

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Allowissadula holosericea (Scheele) D.M. Bates* | 34 | 10.18 | 6.35 | 10.2 | 8.90 |
| *Aristida adscensionis L.* | 66 | 19.76 | 9.52 | 19.8 | 16.35 |
| *Bothriochloa barbinodis* | 29 | 8.68 | 7.94 | 8.7 | 8.43 |
| *Cevallia sinuata Lag.* | 10 | 2.99 | 3.17 | 3.0 | 3.05 |
| *Clematis drummondii Torr. & A. Gray* | 5 | 1.50 | 1.59 | 1.5 | 1.53 |

| Especie | Abundancia | Abundancia Relativa | Frecuencia Relativa | Densidad Relativa | IVI 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Cylindropuntia leptocaulis (DC.) F.M. Knuth* | 13 | 3.89 | 9.52 | 3.9 | 5.77 |
| *Cyperus ochraceus Vahl* | 7 | 2.10 | 3.17 | 2.1 | 2.46 |
| *Dalea capitata S. Watson* | 5 | 1.50 | 1.59 | 1.5 | 1.53 |
| *Desmanthus velutinus Scheele* | 22 | 6.59 | 6.35 | 6.6 | 6.51 |
| *Echinocereus enneacanthus var. Carnosus Quehl* | 11 | 3.29 | 7.94 | 3.3 | 4.84 |
| *Grusonia schottii (Engelm.) H. Rob.* | 3 | 0.90 | 3.17 | 0.9 | 1.66 |
| *Mammillaria heyderi Muehlenpf.* | 2 | 0.60 | 1.59 | 0.6 | 0.93 |
| *Opuntia atrispina Griffiths* | 18 | 5.39 | 9.52 | 5.4 | 6.77 |
| *Solanum elaeagnifolium Cav.* | 28 | 8.38 | 6.35 | 8.4 | 7.71 |
| *Thelocactus setispinus (Engelm.) E.F. Anderson* | 8 | 2.40 | 4.76 | 2.4 | 3.18 |
| *Tiquilia canescens (DC.) A.T.Richardson* | 17 | 5.09 | 4.76 | 5.1 | 4.98 |
| *Wedelia hispida (Kunth) Strother (Kunth) Strother* | 47 | 14.07 | 7.94 | 14.1 | 12.03 |
| *Zephyranthes chlorosolen (Herb.) D.Dietr.* | 9 | 2.69 | 4.76 | 2.7 | 3.38 |
| Total | 334 | 100 | 100 | 100 | 100 |

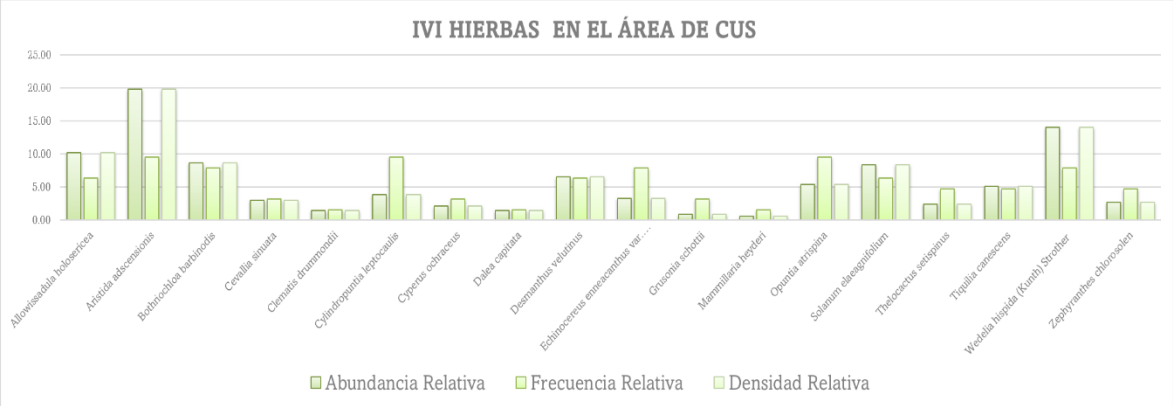



**Figura 71. Índice de Valor de Importancia estrato herbáceo en el Área de CUS**

Diversidad

La diversidad vegetal se evaluó con el índice de Shannon Wienner (H') mediante la fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} \quad pi\ log_e pi$$

En donde: S = # de especies (riqueza)

pi = abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la Xi especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).

Riqueza

El análisis de la diversidad vegetal por forma de vida se evaluó con la estimación de la riqueza de especies (número total de especies), diversidad de Shannon (H'), dominancia de Simpson (D), Equitatividad de Pielou (J') y abundancia (A) representada por el número total de individuos por área muestreada, o en su caso, por el porcentaje de cobertura.

Diversidad y equitatividad

Con base al índice de ShannonWeinner (H') se calculó la diversidad tomando en consideración la riqueza y abundancia de las especies de acuerdo al estrato, como se presenta en la **Tabla 32**, **Tabla 33** y **Tabla 34**.

El índice de Shannon nos indica que los valores varían de 0.5-5, aunque su valor normal es de entre 2-3. Estos valores nos indican la diversidad de un ecosistema, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con altos valores evidentemente son los bosques tropicales y arrecifes de coral y los de menor diversidad son las zonas desérticas.

Estrato arbóreo

En el Área de CUS, la comunidad arbórea presenta una estructura simplificada y dominada por *Neltuma glandulosa* (mezquite), que representa el 84% de los individuos y un Índice de Valor de Importancia (IVI) del 79.25%. Con una diversidad muy baja (H'=0.4418) y una equidad moderada-alta (J'=0.6373), el ecosistema muestra alta especialización y baja resiliencia.

**Tabla 32. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato Arboles Área de CUS**

| | Arboles | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon por especie |
| 1 | *Neltuma glandulosa* | 52 | 0.84 | -0.1759 | -0.1475 |
| 2 | *Vachellia farnesiana* | 10 | 0.16 | -1.8245 | -0.2943 |
| | TOTAL | 62 | | | -0.441803348 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | Riqueza S= | 2 | | | |
| | Resultado: H' = | 0.441803348 | | | |
| | Resultado: J' = | 0.637387499 | | | |

Ver los Índices de diversidad de las especies arbóreas registradas en los muestreos del área de estudio en el Anexo V. Div Veg CUS.

Estrato arbustivo

El análisis del estrato arbustivo en el Área de CUS, que registró 10 especies y 568 individuos, arroja un índice de diversidad de Shannon-Wiener bajo (H'=1.700), donde la estructura comunitaria recae de manera desproporsionada en pocos taxones, destacando *Aloysia gratissima* como la especie más representativa frente a la escasa contribución de *Colubrina texensis*. Pese a que el índice de equidad de Pielou (J'=0.738) se califica como moderado-alto. De lo anterior, la comunidad vegetal presenta una homogeneidad forzada por la escases de especies sensibles, dejando una dominancia por las especies oportunistas o tolerantes. Esta configuración es una respuesta biótica directa a un historial de perturbaciones antropogénicas recurrentes, como el desmonte selectivo o el sobrepastoreo, factores que han fragmentado el hábitat y reducido la riqueza específica, limitando la resiliencia del ecosistema y su capacidad para proveer servicios ambientales complejos, lo anterior se evidencia en el Área de CUS.

**Tabla 33. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato arbustivo Sistema ambiental**

| | Arbustos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon por especie |
| 1 | *Aloysia gratissima* | 222 | 0.3908 | -0.9394 | -0.3672 |
| 2 | *Berberis trifoliolata* | 2 | 0.0035 | -5.6490 | -0.0199 |
| 3 | *Calliandra conferta* | 32 | 0.0563 | -2.8764 | -0.1620 |
| 4 | *Castela erecta* | 15 | 0.0264 | -3.6341 | -0.0960 |
| 5 | *Celtis pallida* | 132 | 0.2324 | -1.4593 | -0.3391 |
| 6 | *Colubrina texensis* | 2 | 0.0035 | -5.6490 | -0.0199 |
| 7 | *Koeberlinia spinosa* | 11 | 0.0194 | -3.9442 | -0.0764 |
| 8 | *Leucophyllum frutescens* | 81 | 0.1426 | -1.9477 | -0.2777 |
| 9 | *Parkinsonia texana* | 45 | 0.0792 | -2.5355 | -0.2009 |
| 10 | *Senegalia greggii* | 26 | 0.0458 | -3.0840 | -0.1412 |
| | TOTAL | 568 | | | -1.7003 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | Riqueza S= | 10 | | | |
| | Resultado: H' = | 1.700292766 | | | |
| | Resultado: J' = | 0.738427766 | | | |

Ver los Índices de diversidad de las especies arbustivas registradas en los muestreos del Área de CUS en el Anexo V. Div Veg CUS.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo del Área de Proyecto presenta una riqueza de 18 especies y una abundancia de 334 individuos, donde la gramínea *Aristida adscensionis* ejerce la mayor dominancia con un IVI del

16.35 %; cabe destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra bajo categorías de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Aunque el índice de Shannon-Wiener arroja un valor de H'=2.5474 calificado como diversidad baja, el índice de equidad de Pielou (J'=0.8813) revela una comunidad con una distribución de individuos notablemente homogénea entre las especies presentes, lo que sugiere una estructura vegetal estable pero simplificada en términos de dominancia.

**Tabla 34. Índice de Shannon desglosado por especie del estrato herbáceo Sistema ambiental**

| | Herbáceas | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon por especie |
| 1 | *Allowissadula holosericea* | 34 | 0.10180 | -2.28478 | -0.23258 |
| 2 | *Aristida adscensionis* | 66 | 0.19760 | -1.62149 | -0.32041 |
| 3 | *Bothriochloa barbinodis* | 29 | 0.08683 | -2.44385 | -0.21219 |
| 4 | *Cevallia sinuata* | 10 | 0.02994 | -3.50856 | -0.10505 |
| 5 | *Clematis drummondii* | 5 | 0.01497 | -4.20170 | -0.06290 |
| 6 | *Cylindropuntia leptocaulis* | 13 | 0.03892 | -3.24619 | -0.12635 |
| 7 | *Cyperus ochraceus* | 7 | 0.02096 | -3.86523 | -0.08101 |
| 8 | *Dalea capitata* | 5 | 0.01497 | -4.20170 | -0.06290 |
| 9 | *Desmanthus velutinus* | 22 | 0.06587 | -2.72010 | -0.17917 |
| 10 | *Echinocereus enneacanthus var. carnosus* | 11 | 0.03293 | -3.41325 | -0.11241 |
| 11 | *Grusonia schottii* | 3 | 0.00898 | -4.71253 | -0.04233 |
| 12 | *Mammillaria heyderi* | 2 | 0.00599 | -5.11799 | -0.03065 |
| 13 | *Opuntia atrispina* | 18 | 0.05389 | -2.92077 | -0.15741 |
| 14 | *Solanum elaeagnifolium* | 28 | 0.08383 | -2.47894 | -0.20782 |
| 15 | *Thelocactus setispinus* | 8 | 0.02395 | -3.73170 | -0.08938 |
| 16 | *Tiquilia canescens* | 17 | 0.05090 | -2.97793 | -0.15157 |
| 17 | *Wedelia hispida* | 47 | 0.14072 | -1.96099 | -0.27595 |
| 18 | *Zephyranthes chlorosolen* | 9 | 0.02695 | -3.61392 | -0.09738 |
| | | 334 | | | -2.547448055 |
| | | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| | Riqueza S= | 18 | | | |
| | Resultado: H' = | 2.547448055 | | | |
| | Resultado: J' = | 0.881356541 | | | |

Ver los Índices de diversidad de las especies herbáceas registradas en los muestreos del área de estudio en el Anexo V. Div Veg CUS.

**Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la CITEA o la lista Roja de la UICN.**

Las especies en riesgo son aquellas cuyas poblaciones han disminuido debido a factores antropogénicos como la fragmentación del hábitat, la sobreexplotación, la interacción con especies invasoras o la contaminación; en este contexto, la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (Modificación, 2019) clasifica la vulnerabilidad en México bajo cuatro categorías: probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr). Complementariamente, el país cuenta con un **Comité de Seguimiento de la CITES** que, apoyado por autoridades internacionales, ONG e instituciones académicas, regula el comercio transfronterizo mediante tres apéndices: el Apéndice I para especies en peligro de extinción, el II para aquellas cuyo comercio debe controlarse para evitar dicha amenaza, y el III para especies protegidas en al menos un país que solicita apoyo para su control comercial. Finalmente, la creación de un **comité mexicano vinculado a la UICN** funge como un espacio de cooperación y alianzas estratégicas para redimensionar las acciones en favor de la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad a nivel global.

Con base en lo anterior, la detalla las especies registradas en el Área de CUS que se encuentran bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, los apéndices de la CITES y la lista roja de la UICN.

## IV.6 Fauna

Composición de las comunidades de fauna presentes en el proyecto

En este apartado se describe los métodos utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización de la fauna silvestre existente dentro del área de estudio del proyecto, mismas que consistió en la observación directa de los cuatro grupos de vertebrados terrestres principales (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) y la compilación de un listado de las especies observadas y potenciales. Sin embargo, con el trabajo de campo realizado no se puede aseverar que se tiene un inventario completo de la fauna de vertebrados de la zona. Además, estos resultados deben ser acotados a la escala espacio-temporal en la cual se realizaron los muestreos.

La metodología que se desarrolló en el muestreo de fauna se llevó a cabo en dos etapas las cuales se describen a continuación:

**Primera etapa:** En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio. Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado de especies potenciales para la zona de estudio en la que se localiza el proyecto, los cuales se presentan a continuación.

Riqueza potencial de anfibios y reptiles

En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de publicaciones relacionadas con la herpetofauna de la zona de estudio con la finalidad de integrar un listado preliminar. Para ésta zona, se consultaron documentos tales como:

- Nevarez, Manuel & Lazcano, David & García-Padilla, Elí & Mata-Silva, Vicente & Johnson, Jerry & Wilson, Larry. (2016). The herpetofauna of Nuevo León, Mexico: composition, distribution, and conservation. 3. 558-638.
- CONABIO. 2020. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Registros de ejemplares. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

Como resultado de esta etapa se obtuvo el listado de especies de herpetofauna potencial para el área en la que se localiza el proyecto, los cuales se presentan a continuación.

Dentro del área de estudio habitan potencialmente 12 especies de anfibios y 43 especies de reptiles, de las cuales 8 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, 5 amenazadas y 3 en Protección especial. 8 especies son endémicas de México y 2 exóticas.

Riqueza potencial aves

Para el estado de Coahuila, existen 398 especies de las cuales 390 son especies nativas y 8 son especies exóticas. De estas mismas se reportan 195 residentes, 36 veraniegas, 99 invernantes, 37 transeúntes, 44 ocasionales o accidentales y 8 inciertas. Además, existen 10 especies endémicas a México (Contreras *et al,* 2008). La avifauna del área del proyecto se compone de especies afines a la ecorregión de ambientes áridos como el matorral submontano del piedemonte Tamaulipas y Coahuila. Está última provincia fisiográfica es un importante corredor biológico para las aves migratorias neotropicales de larga distancia y aves rapaces.

De acuerdo a la base de datos de la CONABIO (http://geoportal.conabio.gob.mx/), en los usos de suelo y vegetación similares al área del proyecto dentro de la cuenca de estudio habitan potencialmente 345 especies de aves pertenecientes a 62 familias y 23 órdenes. De este total, 40 especies se consideran bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: 7 en peligro de extinción (P), 9 amenazadas (A) y 24 en protección especial (Pr). Además 8 especies se consideran endémicas de México, 9 cuasiendemicas y 7 semiendemicas. La avifauna potencial del área de estudio representa el 84% para el estado de Coahuila y el 32% para las aves de México (Contreras et al, 2008; Navarro-Singüenza et al., 2014).

Riqueza potencial mamíferos

En el área de estudio habitan potencialmente 48 especies de mamíferos que pertenecen a 7 órdenes y 19 familias, de acuerdo a las bases de datos de Wilson y Ruff (1999); Kays y Wilson (2002). De este total, ninguna especie se consideran bajo alguna categoría de riesgo de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010; dentro del listado potencial se registran 5 especies endémicas para el territorio mexicano y 2 más exóticas para el país.

**Segunda etapa (muestreo de campo):** Durante esta etapa se realizó el trabajo de campo para la obtención cuantitativa y cualitativa de información de la fauna, que consistió en muestreos y observaciones de fauna terrestre dentro del área de estudio. Para cada grupo se utilizaron distintos métodos de muestreo que se describen a continuación. Sin embargo, para todos los grupos se realizaron 14 transectos para la búsqueda de información cuantitativa. A continuación, se presenta el plano de trayectoria de los transectos.



**Figura 72. Transectos de muestreo para el registro de fauna en el área del proyecto. Se muestran los transectos para el registro cuantitativo.**

**Tabla 35. Coordenadas geográficas y UTM de los transectos para el muestreo de fauna en el área del proyecto**

| FID | TRANSECTO | DISTANCIA | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| 0 | T1 | 103.467848 | 307301.745 | 3243795.02 |
| 1 | | | 307312.064 | 3243791.84 |
| 2 | | | 307320.795 | 3243793.43 |
| 3 | | | 307339.051 | 3243777.55 |
| 4 | | | 307346.989 | 3243769.62 |
| 5 | | | 307367.626 | 3243756.92 |
| 6 | | | 307370.801 | 3243744.22 |
| 7 | | | 307374.77 | 3243733.9 |
| 8 | T2 | 98.8482533 | 307371.595 | 3243724.37 |
| 9 | | | 307366.832 | 3243706.12 |
| 10 | | | 307362.864 | 3243698.97 |

| FID | TRANSECTO | DISTANCIA | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| 11 | | | 307357.307 | 3243690.24 |
| 12 | | | 307351.751 | 3243685.48 |
| 13 | | | 307346.195 | 3243668.02 |
| 14 | | | 307331.907 | 3243684.69 |
| 15 | | | 307318.414 | 3243687.86 |
| 16 | T3 | 116.196771 | 307300.951 | 3243687.07 |
| 17 | | | 307288.251 | 3243682.3 |
| 18 | | | 307269.201 | 3243687.07 |
| 19 | | | 307258.088 | 3243687.07 |
| 20 | | | 307245.388 | 3243684.69 |
| 21 | | | 307238.245 | 3243682.3 |
| 22 | | | 307216.31 | 3243673.9 |
| 23 | | | 307212.845 | 3243659.29 |
| 24 | | | 307222.37 | 3243650.55 |
| 25 | T4 | 97.2842478 | 307253.326 | 3243652.14 |
| 26 | | | 307261.263 | 3243643.41 |
| 27 | | | 307269.995 | 3243629.92 |
| 28 | | | 307285.076 | 3243629.12 |
| 29 | | | 307296.982 | 3243629.92 |
| 30 | | | 307308.095 | 3243630.71 |
| 31 | | | 307316.032 | 3243632.3 |
| 32 | | | 307339.051 | 3243634.68 |
| 33 | T5 | 108.797502 | 307323.176 | 3243602.93 |
| 34 | | | 307319.207 | 3243586.26 |
| 35 | | | 307309.682 | 3243576.74 |
| 36 | | | 307315.239 | 3243567.21 |
| 37 | | | 307326.351 | 3243559.27 |
| 38 | | | 307340.639 | 3243554.51 |
| 39 | | | 307352.545 | 3243554.51 |
| 40 | | | 307366.832 | 3243557.68 |
| 41 | | | 307376.357 | 3243564.83 |
| 42 | T6 | 100.00089 | 307396.201 | 3243555.3 |
| 43 | | | 307409.695 | 3243562.45 |
| 44 | | | 307420.808 | 3243571.18 |
| 45 | | | 307431.92 | 3243573.56 |
| 46 | | | 307450.176 | 3243577.53 |
| 47 | | | 307463.67 | 3243578.32 |
| 48 | | | 307473.195 | 3243581.5 |
| 49 | | | 307477.958 | 3243585.47 |
| 50 | | | 307488.276 | 3243588.64 |
| 51 | T7 | 103.073247 | 307508.12 | 3243600.55 |
| 52 | | | 307526.377 | 3243603.72 |

| FID | TRANSECTO | DISTANCIA | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| 53 | | | 307528.758 | 3243586.26 |
| 54 | | | 307516.851 | 3243564.03 |
| 55 | | | 307497.801 | 3243544.98 |
| 56 | | | 307485.895 | 3243536.25 |
| 57 | | | 307477.958 | 3243527.52 |
| 58 | | | 307472.401 | 3243512.44 |
| 59 | | | 307467.639 | 3243501.33 |
| 60 | T8 | 102.056438 | 307459.701 | 3243487.04 |
| 61 | | | 307450.176 | 3243472.75 |
| 62 | | | 307434.301 | 3243452.12 |
| 63 | | | 307421.866 | 3243444.97 |
| 64 | | | 307407.049 | 3243452.38 |
| 65 | | | 307402.287 | 3243459.79 |
| 66 | | | 307398.053 | 3243476.19 |
| 67 | T9 | 106.079623 | 307395.937 | 3243489.95 |
| 68 | | | 307396.995 | 3243509.53 |
| 69 | | | 307407.578 | 3243524.35 |
| 70 | | | 307410.224 | 3243533.87 |
| 71 | | | 307426.628 | 3243542.87 |
| 72 | | | 307413.399 | 3243599.49 |
| 73 | | | 307440.916 | 3243610.07 |
| 74 | | | 307457.849 | 3243620.66 |
| 75 | T10 | 112.959611 | 307475.841 | 3243629.12 |
| 76 | | | 307488.541 | 3243643.94 |
| 77 | | | 307507.591 | 3243646.06 |
| 78 | | | 307512.354 | 3243644.73 |
| 79 | | | 307532.859 | 3243652.01 |
| 80 | | | 307550.057 | 3243656.64 |
| 81 | | | 307556.671 | 3243664.58 |
| 82 | | | 307559.317 | 3243679.13 |
| 83 | T11 | 106.506214 | 307559.317 | 3243691.7 |
| 84 | | | 307558.656 | 3243702.94 |
| 85 | | | 307546.088 | 3243715.51 |
| 86 | | | 307540.796 | 3243723.45 |
| 87 | | | 307546.088 | 3243734.69 |
| 88 | | | 307545.427 | 3243747.26 |
| 89 | | | 307538.812 | 3243747.92 |
| 90 | | | 307525.583 | 3243743.29 |
| 91 | T12 | 104.797126 | 307518.307 | 3243739.32 |
| 92 | | | 307508.385 | 3243736.68 |
| 93 | | | 307489.202 | 3243732.71 |
| 94 | | | 307476.635 | 3243724.77 |

| FID | TRANSECTO | DISTANCIA | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| 95 | | | 307456.129 | 3243715.51 |
| 96 | | | 307447.531 | 3243714.85 |
| 97 | T13 | 104.395078 | 307458.605 | 3243790.59 |
| 98 | | | 307458.114 | 3243778.35 |
| 99 | | | 307462.744 | 3243765.12 |
| 100 | | | 307463.406 | 3243754.54 |
| 101 | | | 307464.067 | 3243745.94 |
| 102 | | | 307459.437 | 3243738.66 |
| 103 | | | 307456.129 | 3243733.37 |
| 104 | | | 307448.192 | 3243724.77 |
| 105 | | | 307441.577 | 3243718.16 |
| 106 | | | 307430.994 | 3243708.23 |
| 107 | | | 307425.702 | 3243701.62 |
| 108 | T14 | 106.528124 | 307421.072 | 3243681.11 |
| 109 | | | 307436.286 | 3243683.1 |
| 110 | | | 307446.208 | 3243679.13 |
| 111 | | | 307459.437 | 3243671.19 |
| 112 | | | 307473.989 | 3243675.82 |
| 113 | | | 307484.572 | 3243668.55 |
| 114 | | | 307506.4 | 3243668.55 |
| 115 | | | 307514.999 | 3243671.85 |
| 116 | | | 307520.291 | 3243674.5 |

HERPETOFAUNA

Existen muchos métodos utilizados para el muestreo de anfibios y reptiles. El método a elegir depende de los objetivos. En el caso del presente estudio, se realizaron 14 transectos en banda de 100 m de longitud y con un ancho de 6 m a cada lado del transecto dentro del área de estudio. Durante el trayecto se utilizaron ganchos herpetológicos, técnica muy recomendable principalmente para el manejo de especies venenosas y que igualmente son herramientas útiles para la búsqueda, ya que evitan el levantamiento de troncos y hojarasca directamente con las manos. La búsqueda fue intensiva y sistemática en sitios potenciales de encuentro.

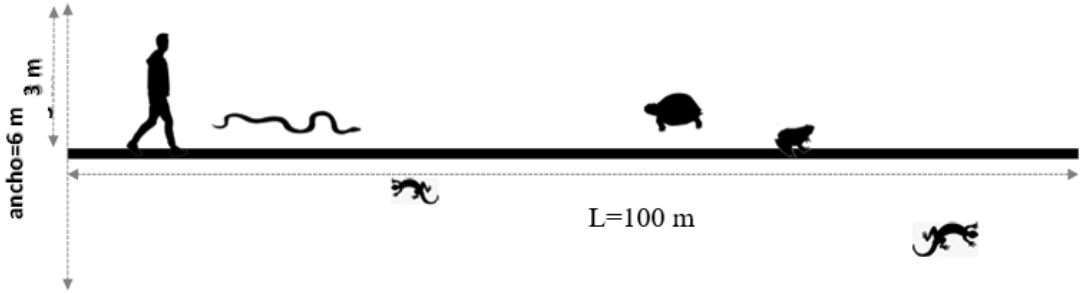



**Figura 73. Representación ilustrativa de los transectos en banda de ancho fijo para el muestreo de la herpetofauna**



**Figura 74. Biólogos durante la búsqueda de herpetofauna.**

Identificación taxonómica de las especies

Para la identificación de los individuos se consideran las claves taxonómicas de Casas-Andreu (1979) y la guía de campo y libros Stebbins, 2003; e internet (CONABIO a través de su plataforma "Naturalista"; revisada en línea el 27 de agosto de 2021: http://www.naturalista.mx/). La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de la herpetofauna son acordes a la propuesta del American Museum of Natural History y a Uetz, 2014. Las categorías de riesgo en las cuales se ubican las especies se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

AVES

El muestreo de la avifauna consistió en el método de transectos de ancho fijo (*fixed width strip transects*; Bibby et al, 2000). Se realizaron 14 transectos de 100 metros de largo por 20 m a cada lado. Un transecto implica viajar a través de una ruta registrando las aves ya sea por canto, llamado o por observación directa dentro de la franja de registro establecida. (100m x 40m). El recorrido del transecto debe ser a una velocidad constante y no mayor a 3 km/hr. Sin embargo, el método permite realizar paradas para identificar a los individuos de las especies más sigilosas. Este método, a

diferencia de los puntos de conteo es más práctico en hábitats abiertos como el matorral submontano ya que se disminuye la probabilidad de reconteo de individuos dentro de un mismo sitio de muestreo (Sutherland et al, 2004).

Determinación taxonómica de las especies

Las especies de aves se determinaron utilizando las guías de campo (Howell y Webb, 1995; Sibley, 2000) y la aplicación Merlin (v2.1; 654-2021.01) para Android. La nomenclatura científica y el arreglo sistemático de los nombres de las aves son acordes a la propuesta de la Unión Americana de Ornitología (AOU, 1998) actualizada hasta su suplemento 62 (Chesser *et al.,* 2021). Los nombres comunes en español fueron de acuerdo a lo sugerido por Escalante *et al*. (1995). Las categorías de riesgo en la cual se ubica la especie se determinaron con base en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010). Las categorías de endemismo de las especies son de acuerdo a lo propuesto por González-García y Gómez de Silva Garza (2004): **E** para especies endémicas (especies que se restringen a una región geográfica y no se encuentran en ningún otro lugar), **CE** para especies cuasiendémicas (especies cuya distribución se extiende fuera de México en un área no mayor a 35,000 $km^2$), y **SE** para especies semiendémicas (especies endémicas a un país o a una región durante una época del año), estas categorías de endemismos aplican exclusivamente a la ornitofauna.

MAMIFEROS

El muestreo de campo consistió en la búsqueda de evidencias de mastofauna empleando algunos métodos y técnicas comunes en el estudio de mamíferos. Las estrategias de muestreo para mamíferos implicaron el muestreo en transectos de búsqueda de huellas, excretas, madrigueras, nidos y otras evidencias que nos permitan la identificación de actividad de mamíferos en el sitio de estudio.

Se realizaron 14 recorridos a pie tierra a lo largo del trazo del proyecto. Se abarcó una longitud de al menos 100 m por 6 m de ancho por transecto en los que se buscaron evidencias de la presencia de cualquier especie de mamífero, como: avistamientos, madrigueras, huellas, excretas o signos de su presencia. Los sitios elegidos en cada caso obedecieron en primer término a la ubicación del proyecto y en segundo término a la vegetación y se buscaron principalmente huellas, excretas, letrinas, cadáveres, madrigueras, nidos o pelos de guarda, siguiendo las recomendaciones de Aranda (2000).

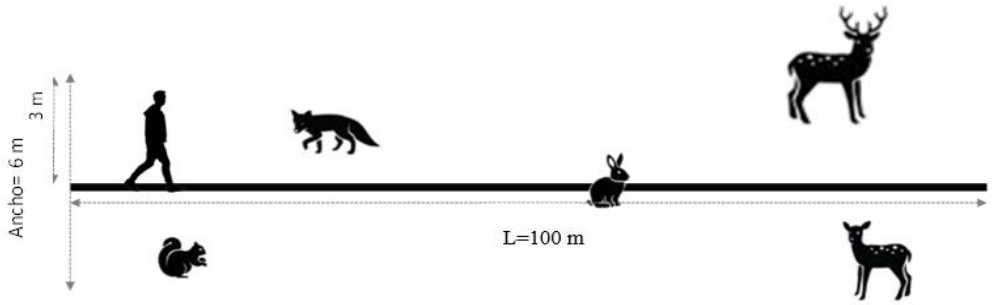



**Figura 75. Esquema de los transectos para la búsqueda de rastros directos e indirectos de mamíferos**

Determinación taxonómica de las especies

Los individuos avistados o registrados por medios fotográficos fueron identificados mediante el uso de guías de campo y literatura especializada.

MODELOS Y ECUACIONES UTILIZADOS PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS BIÓTICOS DE LOS GRUPOS FAUNÍSTICOS.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

<table>
<tr><td colspan="2">Abundancia y Abundancia relativa</td></tr>
<tr><td>Abundancia: Número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).<br><br>Abundancia relativa: Porcentaje de individuos de cada especie en relación al total que conforman la comunidad o subcomunidad.</td><td>Formula:<br>$$Ab.rel = \frac{ni}{N}(100)$$<br>*ni*= número de individuos de la *i estima* especie<br><br>N= Número de individuos de todas las especies</td></tr>
<tr><td colspan="2">Frecuencia y Frecuencia relativa</td></tr>
<tr><td>Frecuencia: Número de veces que aparece una especie en el total de los sitios de muestreo.<br><br>Frecuencia relativa: Relación porcentual entre la frecuencia y la suma de todas las frecuencias de todas las especies.</td><td>Formula:<br>$$f_i = \frac{n_i}{N} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}.$$<br>ni= Número de sitios de muestreo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ocurrencia relativa</td></tr>
<tr><td>Ocurrencia: Número de sitios de muestreo donde aparece una especie dada.<br><br>Ocurrencia relativa (%) se interpreta como la proporción de los sitios de muestreo en la que se registró una especie dada.</td><td>Formula:<br>$$\%\ de\ ocurrencia = \frac{fi}{Z}(100)$$</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| | *fi*= número de sitios de muestreo donde se registró la *i-estima* especie<br><br>*Z*= número de sitios de muestreo |
| Índice de diversidad de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949). | |
| La comunidad ecológica es un conjunto de especies que interactúan en tiempo y espacio. De aquí que uno de los descriptores más simple de una comunidad sea un número de especies o riqueza. Sin embargo, el número de especies por sí solo no considera el hecho de que algunas especies son más abundantes y otras son más raras. Los índices de diversidad además de la riqueza ponderan la abundancia de las diferentes especies. En este sentido se han desarrollado diferentes índices para medir la diversidad (Magurran 1988), pero uno de los más utilizados debido a su robustez es el de Shannon-Weaver (H').<br><br>El índice H´ contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). En este sentido, el índice nos indica la diversidad de un ecosistema, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con los valores más altos de diversidad son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los de menor diversidad son las zonas desérticas. | Formula:<br>$H' = -\sum_{i=1}^{S} pi\ Ln\ pi$<br><br>*S* =número de especies (riqueza de especies).<br><br>*Pi*= abundancia relativa de la especie i (se obtiene de dividir el número de individuos de la $X_i$ especie multiplicado por 100 y dividido entre el número total de individuos registrados).<br><br>*Ln*= logaritmo natural |
| Índice de equidad de Pielou (Pielou, 1975; Moreno, 2001). | |
| Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. | Formula:<br>$J = \frac{H}{H_{max}}$<br><br>$H$= diversidad<br><br>$H_{max}$= diversidad máxima<br><br>$H_{max}$ = ln(S) |

| | |
|---|---|
| | *Ln*= logaritmo natural<br><br>*S* = número de especies |
| Índice de Dominancia de Simpson | |
| Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat. | $\lambda = \Sigma pi^{\,2}$<br><br>Donde:<br>• $\lambda$ es el índice de dominancia<br>• pies la abundancia proporcional de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie |
| Índice de Valor de Importancia (I.V.I) | |
| Formulado por Curtis & McIntosh (1951), es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque el valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica. | |
| Especies prioritarias | |
| Para verificar el estatus de conservación de las especies registradas se utilizó el criterio de la **NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010)** y especies endémicas. | |

RESULTADOS DE LOS MUESTREOS DE CAMPO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.

Resumen del análisis de la riqueza, diversidad faunística y abundancia relativa.

El comportamiento de la fauna registrada de manera directa, dentro de los sitios de muestreo en el área del proyecto, en términos de abundancia relativa es de la siguiente manera.

**Reptiles y Anfibios.** Se registró un total de 5 especies con 38 individuos de reptiles, de estos *Holbrookia propinqua* fue la que mayor número de individuos registro con 22 en total, así mismo esta presento la mayor densidad con 10.47 individuos por hectárea, y un Índice de Valor de Importancia con 191.3.

**Aves.** Se registraron 32 especies de aves. Las especies *Mimus polyglottos* y *Zenaida macroura* presentaron los valores de abundancia absoluta más altos con 24 y 24 individuos respectivamente (13.9% y 11% de abundancia relativa respectivamente).

**Mamíferos**: Se registró un total de 8 especies con 48 individuos de mamíferos, de estos *Urocyon cinereoargenteus (*zorra gris*)* fue la que mayor número de individuos registro con 16 rastros en total, así mismo esta presento la mayor densidad con 7.61 individuos por hectárea, y un Índice de Valor de Importancia con 114.8.

En términos generales, se registraron 45 especies de fauna silvestre durante el muestreo en campo dentro del área del proyecto. El grupo de las aves fue el que presentó el mayor número de especies con 32, así mismo el índice de diversidad más alta fue de las aves con H´=3.04. No se registraron especies dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies endémicas de México, (tabla IV.40).

**Tabla 36. Riqueza, diversidad, equitatividad, endemismos y especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010 de cada uno de los grupos estudiados dentro del área de estudio.**

| Grupo | S | H´ | $H'_{max}$ | J' | NOM-059 | End. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Herpetofauna | 5 | 1.25 | 1.60 | 0.781 | 0 | 0 |
| Avifauna | 32 | 3.04 | 3.46 | 0.87 | 0 | 0 |
| Mastofauna | 8 | 1.84 | 2.07 | 0.885 | 0 | 0 |
| Total | 45 | | | | 0 | 0 |

**Especies de fauna silvestre prioritarias de conservación registradas dentro del área de estudio.**

Dentro del área del proyecto no se registraron especies prioritarias según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, se presentan los resultados detallados para cada uno de los grupos.

HERPETOFAUNA

RIQUEZA Y ABUNDANCIA

Se registraron 5 especies de reptiles con un total de 38 individuos, la especies con mayor abundancia es *Cophosaurus texanus* (lagartija sorda mayor) con 22 individuos registrados y una densidad de 10.47 individuos por hectárea, además de ser la especie con el índice de valor de importancia más alto con 191.3, es la especie con mayor frecuencia en los sitios de muestreo (14 sitios de muestreo), el valor de dominancia (índice de dominancia de Simpson) es de 0.38 lo cual nos indica que en la comunidad de herpetofauna no existe una especie que domine en gran medida a la población.

**Tabla 37. Herpetofauna registrada en campo en cada uno de los transectos**

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | NOM-059 | ENDEMICA |
|---|---|---|---|---|---|
| Squamata | Phrynosomatidae | *Cophosaurus texanus* | Lagartija Sorda mayor | | |
| Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus cyanogenys* | Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos | | |
| Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus olivaceus* | Lagartija Espinosa del Noreste | | |
| Squamata | Phrynosomatidae | *Sceloporus variabilis* | Lagartija Espinosa Vientre Rosado | | |
| Squamata | Teiidae | *Aspidoscelis gularis* | Huico pinto del Noreste | | |

**Tabla 38. Información cuantitativa de la herpetofauna registrada en campo**

| ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | D. Relativa | Pi | Dominancia | D. Relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cophosaurus texanus* | | | 22 | 57.9 | 10 | 45.5 | 71.4 | 10.476 | 57.9 | 0.579 | 0.33518 | 88.0 | 191.3 |
| *Sceloporus cyanogenys* | | | 4 | 10.5 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.905 | 10.5 | 0.105 | 0.01108 | 2.9 | 27.1 |
| *Sceloporus olivaceus* | | | 4 | 10.5 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.905 | 10.5 | 0.105 | 0.01108 | 2.9 | 27.1 |
| *Sceloporus variabilis* | | | 3 | 7.9 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.429 | 7.9 | 0.079 | 0.00623 | 1.6 | 23.2 |
| *Aspidoscelis gularis* | | | 5 | 13.2 | 3 | 13.6 | 21.4 | 2.381 | 13.2 | 0.132 | 0.01731 | 4.5 | 31.3 |
| Total | | | 38 | 100.0 | 22.0 | 100. | | 18.095 | 100.0 | 1.000 | 0.38089 | 100.0 | 300.0 |



**Figura 76. Especie de herpetofauna (*Cophosaurus texanus*) registrada durante el muestreo en campo.**

DIVERSIDAD

Para la comunidad de herpetofauna se estimó un índice de diversidad de H´= 1.25 y un índice de equidad de J´= 0.78. De acuerdo a lo establecido para el índice de diversidad de Shannon, por lo general los valores varía entre 0.5 y 5, siendo los bosques tropicales y arrecifes de coral los valores más altos de diversidad, los valores menores a 2 se consideran bajos y los valores superiores a 3 se consideran altos. Los valores del índice de equidad van de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

**Tabla 39. Índice de diversidad de herpetofauna**

| Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| *Cophosaurus texanus* | 22 | 0.579 | 0.547 | 0.316 |
| *Sceloporus cyanogenys* | 4 | 0.105 | 2.251 | 0.237 |
| *Sceloporus olivaceus* | 4 | 0.105 | 2.251 | 0.237 |
| *Sceloporus variabilis* | 3 | 0.079 | 2.539 | 0.200 |
| *Aspidoscelis gularis* | 5 | 0.132 | 2.028 | 0.267 |
| TOTAL | 38 | | | 1.258 |
| | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| Riqueza S= | 5 | | | |
| Resultado: H' = | 1.258 | | | |
| Resultado: J' = | 0.781 | | | |

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (\ln Pi)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

H'= 1.2577 J= 0.78144

lnS= 1.6094

Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

En conclusión y basándonos en el índice de diversidad y equidad estimados, la comunidad de herpetofauna presenta una diversidad media a baja y tiende a ser homogénea, es decir no existe una diferencia marcada en la abundancia de las especies que la conforman. No se registraron especies endémicas o protegidas dentro de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

AVES

RIQUEZA

En los sitios de muestreo se registraron 32 especies de aves. Ninguna de ellas considerada endémica ni en protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Solo una de ellas es considerada semiéndemica y una más cuasiendémica.

ABUNDANCIA

Durante los transectos se registraron 173 individuos pertenecientes a 32 especies, siendo *Mimus polyglottos* la especie que presentó los valores más altos de abundancia absoluta y relativa con 24 individuos (13.9%), seguida de *Zenaida macroura* con 19 individuos (11%). La información que se presenta en la tabla IV.5 muestra la abundancia para cada especie registrada en campo durante los transectos. Mientras que la información correspondiente a los parámetros poblacionales se muestra en la **Tabla 40**.

**Tabla 40. Abundancia de la avifauna registrada en campo en cada uno de los sitios de muestreo**

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | Passerellidae | *Amphispiza bilineata* | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| Passeriformes | Trolgodytidae | *Campylorhynchus brunneicapillus* | | | | 2 | | | 2 | | | | | | | | | 1 |
| Falconiformes | Falconidae | *Caracara plancus* | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | 2 |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Cardinalis* | | | | 2 | 2 | 1 | | 2 | | 1 | 1 | 2 | | 1 | | 1 |
| Cathartiformes | Cathartidae | *Cathartes aura* | | | 2 | | | 2 | | | | 1 | | | | | | |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Coccyzus americanus* | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | 1 | |
| Columbiformes | Columbidae | *Columbina passerina* | | | 2 | 1 | | 2 | 2 | | | | 1 | | 4 | 2 | | 3 |
| Cathartiformes | Cathartidae | *Coragyps atratus* | | | 1 | | | | 2 | | | | | | | | | |
| Passeriformes | Corvidae | *Corvus cryptoleucus* | | | | 2 | | | | | | | | 2 | | | | |
| Piciformes | Picidae | *Dryobates scalaris* | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | 1 | | 1 |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Geococcyx californianus* | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Icterus cucullatus* | | SE | 2 | 1 | | | | 2 | | | | 2 | | 2 | | 1 |
| Passeriformes | Parulidae | *Icteria virens* | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Leptotila verreauxii* | | | | | 1 | | | 1 | | | | 2 | | | 1 | |
| Piciformes | Picidae | *Melanerpes aurifrons* | | | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | |
| Passeriformes | Mimidae | *Mimus polyglottos* | | | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Passeriformes | Icteridae | *Molothrus aeneus* | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Passeriformes | Icteridae | *Molothrus ater* | | | | | | 1 | | | | 2 | | | | | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Myiarchus tyrannulus* | | | | 1 | | | | 2 | | | | | | | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Passerina caerulea* | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Passeriformes | Cardinalidae | *Passerina versicolor* | | | | | | 2 | | | | | | | | | | |
| Passeriformes | Passerellidae | *Peucaea botterii* | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| Cuculiformes | Cuculidae | *Piaya cayana* | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| Passeriformes | Polioptilidae | *Polioptila caerulea* | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | |
| Passeriformes | Tyrannidae | *Sayornis nigricans* | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Passeriformes | Parulidae | *Setophaga pitiayumi* | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | |
| Passeriformes | Fringillidae | *Spinus psaltria* | | | | 2 | | | | | | | | 3 | | | | 2 |
| Passeriformes | Trolgodytidae | *Thryomanes bewickii* | | | 1 | | | | | | | | | | 2 | 1 | | |
| Passeriformes | Mimidae | *Toxostoma curvirostre* | | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | |
| Passeriformes | Mimidae | *Toxoxtoma longirostre* | | CE | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| Columbiformes | Columbidae | *Zenaida asiatica* | | | 2 | | 4 | 2 | | 3 | | 1 | | 1 | | | | 1 |
| Columbiformes | Columbidae | *Zenaida macroura* | | | 4 | 1 | 2 | | 3 | 2 | | | 1 | | 3 | 1 | 2 | |

**Tabla IV.44.** Valores ecológicos y cuantitativos de los registros de aves durante el trabajo de campo.

| ESPECIE | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | D. Relativa | Pi | Dominacia | D. Relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Amphispiza bilineata* | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 1.2 | 0.012 | 0.00013 | 0.2 | 3.2 |
| *Campylorhynchus brunneicapillus* | 5 | 2.9 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.286 | 2.9 | 0.029 | 0.00084 | 1.3 | 6.9 |
| *Caracara plancus* | 4 | 2.3 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.229 | 2.3 | 0.023 | 0.00053 | 0.8 | 5.8 |
| *Cardinalis* | 13 | 7.5 | 9 | 8.1 | 64.3 | 0.743 | 7.5 | 0.075 | 0.00565 | 8.6 | 24.2 |
| *Cathartes aura* | 5 | 2.9 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.286 | 2.9 | 0.029 | 0.00084 | 1.3 | 6.9 |
| *Coccyzus americanus* | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 1.7 | 0.017 | 0.00030 | 0.5 | 4.9 |
| *Columbina passerina* | 17 | 9.8 | 8 | 7.2 | 57.1 | 0.971 | 9.8 | 0.098 | 0.00966 | 14.7 | 31.7 |
| *Coragyps atratus* | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 1.7 | 0.017 | 0.00030 | 0.5 | 4.0 |
| *Corvus cryptoleucus* | 4 | 2.3 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.229 | 2.3 | 0.023 | 0.00053 | 0.8 | 4.9 |
| *Dryobates scalaris* | 4 | 2.3 | 4 | 3.6 | 28.6 | 0.229 | 2.3 | 0.023 | 0.00053 | 0.8 | 6.7 |
| *Geococcyx californianus* | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 1.2 | 0.012 | 0.00013 | 0.2 | 3.2 |
| *Icterus cucullatus* | 10 | 5.8 | 6 | 5.4 | 42.9 | 0.571 | 5.8 | 0.058 | 0.00334 | 5.1 | 16.3 |
| *Icteria virens* | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.6 | 0.006 | 0.00003 | 0.1 | 1.5 |
| *Leptotila verreauxii* | 5 | 2.9 | 4 | 3.6 | 28.6 | 0.286 | 2.9 | 0.029 | 0.00084 | 1.3 | 7.8 |
| *Melanerpes aurifrons* | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 1.7 | 0.017 | 0.00030 | 0.5 | 4.9 |
| *Mimus polyglottos* | 24 | 13.9 | 14 | 12.6 | 100.0 | 1.371 | 13.9 | 0.139 | 0.01925 | 29.3 | 55.7 |
| *Molothrus aeneus* | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.6 | 0.006 | 0.00003 | 0.1 | 1.5 |
| *Molothrus ater* | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 1.7 | 0.017 | 0.00030 | 0.5 | 4.0 |
| *Myiarchus tyrannulus* | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 1.7 | 0.017 | 0.00030 | 0.5 | 4.0 |

| ESPECIE | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | D. Relativa | Pi | Dominacia | D. Relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Passerina caerulea* | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 1.2 | 0.012 | 0.00013 | 0.2 | 3.2 |
| *Passerina versicolor* | 2 | 1.2 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.114 | 1.2 | 0.012 | 0.00013 | 0.2 | 2.3 |
| *Peucaea botterii* | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 1.7 | 0.017 | 0.00030 | 0.5 | 4.9 |
| *Piaya cayana* | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.6 | 0.006 | 0.00003 | 0.1 | 1.5 |
| *Polioptila caerulea* | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 1.2 | 0.012 | 0.00013 | 0.2 | 3.2 |
| *Sayornis nigricans* | 2 | 1.2 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.114 | 1.2 | 0.012 | 0.00013 | 0.2 | 2.3 |
| *Setophaga pitiayumi* | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 1.2 | 0.012 | 0.00013 | 0.2 | 3.2 |
| *Spinus psaltria* | 7 | 4.0 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.400 | 4.0 | 0.040 | 0.00164 | 2.5 | 9.2 |
| *Thryomanes bewickii* | 4 | 2.3 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.229 | 2.3 | 0.023 | 0.00053 | 0.8 | 5.8 |
| *Toxostoma curvirostre* | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 1.2 | 0.012 | 0.00013 | 0.2 | 3.2 |
| *Toxoxtoma longirostre* | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.6 | 0.006 | 0.00003 | 0.1 | 1.5 |
| *Zenaida asiatica* | 14 | 8.1 | 7 | 6.3 | 50.0 | 0.800 | 8.1 | 0.081 | 0.00655 | 10.0 | 24.4 |
| *Zenaida macroura* | 19 | 11.0 | 9 | 8.1 | 64.3 | 1.086 | 11.0 | 0.110 | 0.01206 | 18.3 | 37.4 |
| Total | 173 | 100.0 | 111.0 | 100.0 | | 9.886 | 100.0 | 1.000 | 0.06579 | 100.0 | 300.0 |

DIVERSIDAD

Conforme el resultado obtenido, se observa que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es de H'=3.04 con lo cual se puede concluir que esta comunidad analizada presenta una diversidad alta con respecto al valor de diversidad máxima ($H'_{max}$=3.46), así mismo de acuerdo al índice de equidad el grupo tiene una distribución de individuos de J'=0.87, lo que refleja que la comunidad dentro del predio sujeto a CUSTF tiende a la homogeneidad (**Tabla 41**).

**Tabla 41. Índice de diversidad de la avifauna dentro del área de estudio**

| Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| *Amphispiza bilineata* | 2 | 0.012 | 4.460 | 0.052 |
| *Campylorhynchus brunneicapillus* | 5 | 0.029 | 3.544 | 0.102 |
| *Caracara plancus* | 4 | 0.023 | 3.767 | 0.087 |
| *Cardinalis cardinalis* | 13 | 0.075 | 2.588 | 0.194 |
| *Cathartes aura* | 5 | 0.029 | 3.544 | 0.102 |
| *Coccyzus americanus* | 3 | 0.017 | 4.055 | 0.070 |
| *Columbina passerina* | 17 | 0.098 | 2.320 | 0.228 |
| *Coragyps atratus* | 3 | 0.017 | 4.055 | 0.070 |
| *Corvus cryptoleucus* | 4 | 0.023 | 3.767 | 0.087 |
| *Dryobates scalaris* | 4 | 0.023 | 3.767 | 0.087 |
| *Geococcyx californianus* | 2 | 0.012 | 4.460 | 0.052 |
| *Icetrus cucullatus* | 10 | 0.058 | 2.851 | 0.165 |
| *Icteria virens* | 1 | 0.006 | 5.153 | 0.030 |
| *Leptotila verreauxii* | 5 | 0.029 | 3.544 | 0.102 |
| *Melanerpes aurifrons* | 3 | 0.017 | 4.055 | 0.070 |

| Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| *Mimus polyglottos* | 24 | 0.139 | 1.975 | 0.274 |
| *Molothrus aeneus* | 1 | 0.006 | 5.153 | 0.030 |
| *Molothrus ater* | 3 | 0.017 | 4.055 | 0.070 |
| *Myiarchus tyrannulus* | 3 | 0.017 | 4.055 | 0.070 |
| *Passerina caerulea* | 2 | 0.012 | 4.460 | 0.052 |
| *Passerina versicolor* | 2 | 0.012 | 4.460 | 0.052 |
| *Peucaea botterii* | 3 | 0.017 | 4.055 | 0.070 |
| *Piaya cayana* | 1 | 0.006 | 5.153 | 0.030 |
| *Polioptila caerulea* | 2 | 0.012 | 4.460 | 0.052 |
| *Sayornis nigricans* | 2 | 0.012 | 4.460 | 0.052 |
| *Setophaga pitiayumi* | 2 | 0.012 | 4.460 | 0.052 |
| *Spinus psaltria* | 7 | 0.040 | 3.207 | 0.130 |
| *Thryomanes bewickii* | 4 | 0.023 | 3.767 | 0.087 |
| *Toxostoma curvirostre* | 2 | 0.012 | 4.460 | 0.052 |
| *Toxoxtoma longirostre* | 1 | 0.006 | 5.153 | 0.030 |
| *Zenaida asiatica* | 14 | 0.081 | 2.514 | 0.203 |
| *Zenaida macroura* | 19 | 0.110 | 2.209 | 0.243 |
| TOTAL | 173 | | | 3.046 |
| | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| Riqueza S= | 32 | | | |
| Resultado: H' = | 3.046 | | | |
| Resultado: J' = | 0.879 | | | |

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (\ln Pi)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

H'= 3.0463 lnS= 3.4657 J= 0.87898

Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas.

MAMÍFEROS

En total se registran 8 especies de mamíferos con una abundancia de 48 individuos en total, clasificados en 3 órdenes y 5 familias (**Tabla 42**).

Durante el muestreo de mamíferos no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 42. Lista taxonómica de las especies de mamíferos registradas en el área del proyecto. Se muestra su categoría de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su endemismo.**

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | NOMBRE COMUN | NOM-059 | ENDEMICA |
|---|---|---|---|---|---|
| Artiodactyla | Cervidae | *Odocoileus virginianus* | Venado cola blanca | | |
| Carnivora | Canidae | *Canis latrans* | Coyote | | |
| Carnivora | Canidae | *Urocyon cinereoargenteus* | Zorra Gris | | |
| Carnivora | Procyonidae | *Bassariscus astutus* | Cacomixtle | | |
| Carnivora | Procyonidae | *Procyon lotor* | Mapache | | |
| Lagomorpha | Leporidae | *Lepus californicus* | Libre de california | | |
| Lagomorpha | Leporidae | *Sylvilagus floridanus* | Conejo de florida | | |
| Rodentia | Sciuridae | *Otospermophilus variegatus* | Ardillon de roca | | |

ABUNDANCIA

Se registraron 8 especies de mamífero con un total de 48 registros, de las cuales la especie con más registros fue la zorra gris con 16 y una densidad de 7.61 individuos por hectárea, además de ser la especie con el índice de valor de importancia más alto con 114.8, es de las especies encontrada con mayor frecuencia en los sitios de muestreo (9 sitios de muestreo), el valor de dominancia (índice de dominancia de Simpson) es de 0.19 lo cual nos indica que en la comunidad de mastofauna no existe una especie que domine en gran medida a la población (**Tabla 43**).

**Tabla 43. Abundancia y frecuencia absoluta y relativa de mamíferos registrados durante el trabajo de campo**

| ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | D. Relativa | Pi | Dominacia | D. Relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Odocoileus virginianus* | | | 3 | 6.3 | 3 | 8.1 | 21.4 | 1.429 | 6.3 | 0.063 | 0.00391 | 2.0 | 16.4 |
| *Canis latrans* | | | 5 | 10.4 | 4 | 10.8 | 28.6 | 2.381 | 10.4 | 0.104 | 0.01085 | 5.6 | 26.8 |
| *Urocyon cinereoargenteus* | | | 16 | 33.3 | 9 | 24.3 | 64.3 | 7.619 | 33.3 | 0.333 | 0.11111 | 57.1 | 114.8 |
| *Bassariscus astutus* | | | 3 | 6.3 | 3 | 8.1 | 21.4 | 1.429 | 6.3 | 0.063 | 0.00391 | 2.0 | 16.4 |
| *Procyon lotor* | | | 3 | 6.3 | 3 | 8.1 | 21.4 | 1.429 | 6.3 | 0.063 | 0.00391 | 2.0 | 16.4 |
| *Lepus californicus* | | | 6 | 12.5 | 5 | 13.5 | 35.7 | 2.857 | 12.5 | 0.125 | 0.01563 | 8.0 | 34.0 |
| *Sylvilagus floridanus* | | | 10 | 20.8 | 8 | 21.6 | 57.1 | 4.762 | 20.8 | 0.208 | 0.04340 | 22.3 | 64.8 |
| *Otospermophilus variegatus* | | | 2 | 4.2 | 2 | 5.4 | 14.3 | 0.952 | 4.2 | 0.042 | 0.00174 | 0.9 | 10.5 |
| Total | | | 48 | 100.0 | 37.0 | 100.0 | | 22.857 | 100.0 | 1.000 | 0.19444 | 100.0 | 300.0 |

DIVERSIDAD

Conforme a los resultados obtenidos se puede observar que el índice de diversidad de Shannon-Wienner es de H=1.84 (tabla IV.48). Es necesario recordar que este índice por sí solo no representa un valor concluyente de diversidad, sino un elemento más que permite contar con información de campo para contribuir a la toma de decisiones respecto al estudio completo. En este contexto y con fines comparativos, el valor calculado de diversidad máxima de Shannon-Wienner (H´max) el cual se estima a partir del logaritmo natural del número de especies registradas en el área (8 spp; H´max=2.07). Dados estos valores, la diversidad para este estudio es bajo en función de las especies registradas. El índice de equidad de Pielou presenta un valor de J'= 0.88 que indica que la comunidad presenta una distribución heterogénea.

**Tabla 44. Índice de diversidad de mamíferos dentro del área de estudio**

| Nombre científico | No. De Ind. | Pi=ni/N | ln pi | Índice de Shannon |
|---|---|---|---|---|
| *Odocoileus virginianus* | 3 | 0.063 | 2.773 | 0.173 |
| *Canis latrans* | 5 | 0.104 | 2.262 | 0.236 |
| *Urocyon cinereoargenteus* | 16 | 0.333 | 1.099 | 0.366 |
| *Bassariscus astutus* | 3 | 0.063 | 2.773 | 0.173 |
| *Procyon lotor* | 3 | 0.063 | 2.773 | 0.173 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Lepus californicus* | 6 | 0.125 | 2.079 | 0.260 |
| *Sylvilagus floridanus* | 10 | 0.208 | 1.569 | 0.327 |
| *Otospermophilus variegatus* | 2 | 0.042 | 3.178 | 0.132 |
| TOTAL | 48 | | | 1.841 |
| | Σni=N | Σni=Pi | | Σpi x ln(Pi) |
| Riqueza S= | 8 | | | |
| Resultado: H' = | 1.841 | | | |
| Resultado: J' = | 0.885 | | | |

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H´)

$$H' = \sum_{i=1}^{s} Pi\ (\ln Pi)$$

Donde:

Pi = proporción de la especie (ni) en la muestra total (N): Pi= ni/ N

N= Número total de individuos

Índice de Equitatividad de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

H'= 1.8408 J= 0.88524

lnS= 2.0794

Donde:

H´ = Índice de Shannon-Wiener

ln S = Es la diversidad máxima que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas

Es importante señalar que el uso de estos índices contempla los supuestos de representación de todas las especies presentes y selección al azar, por lo que los valores permiten interpretar la información presentada como un marco de referencia que constituya un elemento adicional para la toma de decisiones respecto al proyecto que origina el estudio y no un valor absoluto o definitivo que describa la diversidad de fauna en la zona.

ZONAS DE REFUGIO Y REPRODUCCION

Con base en las observaciones realizadas durante el muestreo en campo se determinó que, si bien no se registraron zonas de refugio y/o reproducción bien delimitadas para la fauna terrestre, se está en el entendido que las zonas naturales funcionan como hábitat, para el refugio y reproducción de la vida silvestre.

CORREDORES BIOLÓGICOS

**Definición de Corredor Biológico.** Un corredor biológico es un elemento del paisaje lineal bidimensional que conecta dos o más parches de hábitat de la vida silvestre. Estas unidades debieron que estar conectadas en el tiempo histórico y funcionan como un conducto para el movimiento de los animales (Saunders y Hobbs 1991). Para Harris y Scheck un corredor biológico permite procesos poblacionales como la dispersión poblacional, para ellos un corredor biológico es una característica linear del paisaje nativa o restaurada que conecta dos o más parches de esencialmente el mismo hábitat y funciona como una ruta de movimiento para los individuos o como una avenida que permite el flujo génico entre la flora y la fauna nativa (Saunders y Hobbs, 1991).

**Tipos de corredores biológicos.** Existen dos tipos de corredores biológicos: corredores naturales como los márgenes de ríos y arroyos cubiertos con vegetación ripiaría y franjas remanentes, mantenidas después del derribo de la vegetación. Las franjas de vegetación lineal solo cumplen con su función de corredor si proveen los medios para que el componente de la biota se mueve a través de ellas.

**Valor de los corredores biológicos.** Los corredores biológicos posen un número de ventajas y desventajas para la fauna silvestre. Por un lado, los corredores actúan como conductos, fuentes y proveer hábitat para las especies nativas. Sin embargo, los corredores también pueden actuar como barreras y sumideros para las especies nativas, dado que algunas especies podrían estar expuestas a los riesgos de depredadores o a elementos humanos que induzcan su mortalidad (vehículos de motor y cazadores), o actuar como puertos que permitan la introducción de especies exóticas. Para el caso que nos ocupa, la importante actividad industrial y la también común presencia de humana, sugiere que, aunque se trate de una matriz ambiental perturbada, es necesario que los caminos temporales o permanentes que requiere la obra sean de baja velocidad para evitar un efecto de disminución en las poblaciones de fauna silvestre.

ESPECIES DE INTERÉS CINEGÉTICO.

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (2000) y tomando como base los criterios por ella establecidos, para acceder a la cacería cinegética o aprovechamiento comercial de la fauna silvestre, esta actividad sólo se podrá hacer bajo un criterio sustentable y se realizará dentro de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o bien en áreas donde operen Proyectos de Áreas de Manejo Sustentable (PAMS) que cuenten con un plan de manejo aprobado desde el punto de vista de la sustentabilidad del recurso fauna silvestre.

En el calendario cinegético 2021-2022 del Estado de Coahuila se detectaron dos especies de aves (*Zenaida spp*) y 3 especies de mamífero (*Odocoileus virginianus, Canis latrans* y *Sylvilagus floridanus*).

**Tabla 45. Aprovechamiento Cinegético de Aves y Mamíferos en el Estado de Coahuila**

| GRUPO | ESPECIES | REGION (S) | INICIA | TERMINA | LÍMITE DE POSESIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| AVES | Codorniz cotui (*Colinus virginianus*) | I, II y III | tercer viernes de septiembre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | 10 |
| | Codorniz escamosa (*Callipepla squamata*) | I, II, III y IV | tercer viernes de septiembre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | 10 |
| | Gallareta (*Fulica americana*) | I, II, III y IV | cuarto viernes de octubre de 2021 | tercer domingo de febrero de 2022 | 15 |
| | Gansos obscuros [Ganso frente blanca (Anser albifrons) y Ganso canadiense (Branta | I, II, III y IV | cuarto viernes de octubre de 2021 | tercer domingo de febrero de 2022 | 15 |
| | Ganso frente (*Chen caerulescens*) | I, II, III y IV | cuarto viernes de octubre de 2021 | tercer domingo de febrero de 2022 | 45 |
| | Grulla gris (*Grus canadensis*) | I, II, III y IV | primer viernes de octubre de 2021 | quinto domingo de enero de 2022 | 5 |
| | Paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*) | I, II y III | primer viernes de agosto de 2021 | segundo domingo de noviembre de 2021 | 95 |
| | Paloma huilota (*Zenaida macroura*) | I, II, III y IV | primer viernes de agosto de 2020 | primer domingo de febrero de 2022 | 95 |
| | Patos y Cercetas (*Anas acuta, A. clypeata, A. crecca, A. discors, A. americana, A. platyrhynchos, A. strepera, Aythya americana, A. valisineria, A. marila, A. affinis, Aix sponsa* | I, II, III y IV | cuarto viernes de octubre de 2021 | tercer domingo de febrero de 2022 | 30 |
| MAMÍFEROS | Conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*) | I, II, III y IV | primer viernes de septiembre de 2021 | segundo domingo de febrero de 2022 | 6 |
| | Liebre de cola negra (*Lepus californicus*) | I, II, III y IV | primer viernes de septiembre de 2021 | segundo domingo de febrero de 2022 | 4 |
| | Coyote (*Canis latrans*) | I, II, III y IV | cuarto viernes de noviembre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | 1 |
| | Coyote (*Canis latrans*) [Tiro con arco] | I, II y III | quinto viernes de octubre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | |
| | Gato montés (*Lynx rufus*) | I, II, III y IV | cuarto viernes de noviembre de 2021 | quinto domingo de enero de 2022 | 1 |
| | Pecari de collar (*Pecari tajacu*) | I, II y III | cuarto viernes de noviembre de 2021 | cuarto domingo de abril de 2022 | 1 |
| | Pecari de collar (*Pecari tajacu*) | IV | cuarto viernes de noviembre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | |
| | Pecari de collar (*Pecari tajacu*) [Tiro con arco] | I, II y III | primer viernes de septiembre de 2021 | cuarto domingo de abril de 2022 | |
| | Puma (*Puma concolor*) | I, II, III, IV | cuarto viernes de noviembre de 2021 | quinto domingo de enero de 2022 | 1 |
| | Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) | I, II, III y IV | cuarto viernes de noviembre de 2021 | primer domingo de enero de 2022 | 1 |
| | Venado cola blanca texano (*O. v. texanus*) machos. | I, II, III y IV | cuarto viernes de noviembre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | 1 |
| | Venado cola blanca texano (*O. v. texanus*) hembras con Autorización Especial. | I, II, III y IV | cuarto viernes de noviembre de 2021 | tercer domingo de diciembre de 2021 | 1 |
| | Venado cola blanca miquihuana (*O. v. miquihuanensis*) machos. | III y IV | cuarto viernes de noviembre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | 1 |
| | Venado cola blanca miquihuana (O. v. miquihuanensis) hembras con Autorización | I y II | cuarto viernes de noviembre de 2021 | tercer domingo de diciembre de 2021 | 1 |
| | Venado cola blanca texano (*O. v. texanus*) machos [Tiro con arco]. | I y II | quinto viernes de octubre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | 1 |
| | Venado cola blanca miquihuana (*O. v. miquihuanensis*) machos [Tiro con arco] | III | quinto viernes de octubre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | 1 |
| | Pecari de collar (*Pecari tajacu*) [Tiro con arco] | I, II y III | primer viernes de septiembre de 2021 | cuarto domingo de abril de 2022 | |
| | Coyote (*Canis latrans*) [Tiro con arco] | I, II y III | quinto viernes de octubre de 2021 | primer domingo de febrero de 2022 | |
| AVES | | | PRIMER PERIODO DE APROVECHAMIENTO | SEGUNDO PERIODO DE APROVECHAMIENTO | |
| | | | INICIA / TERMINA | INICIA / TERMINA | |
| | Guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) | I, II, III y IV | primer viernes de diciembre de 2021 / primer domingo de enero de 2022 | tercer viernes de marzo 2022 / tercero domingo de abril de 2022 | 1 |

## CONCLUSION

Si bien los registros de fauna silvestre dentro del área del proyecto fueron escasos, se debe tener en consideración las temperaturas ambiente de la zona, ya que derivado de esto suponemos exisitio una afectación. así mismo, la cercanía del área del proyecto con la ciudad de Ciudad Acuña, la cual se ubica aledaña. Esto es una fuente importante de ruido y vibraciones. Tales factores de disturbio son potencialmente elementos importantes para la detección y presencia de fauna en el área, ya que, bien podrían ocasionar el ahuyentamiento de la fauna. No obstante, y a pesar de esto se debe de ejecutar un programa de rescate para garantizar la mitigación en el impacto sobre el elemento fauna al momento de realizar el cambio de uso de suelo.

# V. UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES CON RELACIÓN A LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CUENCA, SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDROGRÁFICA, QUE PERMITA DETERMINAR EL GRADO DE AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES;

La actividad humana y el desarrollo de proyectos han provocado una degradación progresiva de los recursos naturales, debido principalmente a modelos de explotación intensivos y poco compatibles con los ecosistemas. Esta situación ha derivado en la destrucción, el desgaste y el desperdicio de capital natural, lo que hace apremiante establecer principios que armonicen el desarrollo tecnológico y la productividad con la conservación de selvas, matorrales y bosques.

En este contexto, la evaluación ambiental es fundamental para mitigar los impactos negativos en las zonas afectadas El Documento técnico unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (DTU) es la herramienta técnica que regula las actividades de desmonte, guiando su ejecución bajo criterios de sostenibilidad.

Para dar cumplimiento al artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de cuya observancia depende la autorización solicitada, se ha elaborado el presente estudio considerando lo siguiente:

**Artículo 93.** La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal correspondiente y con base en estudios técnicos justificativos que demuestren que:

1. No se compromete la biodiversidad.
2. No se provocará la erosión de los suelos.
3. No se deteriorará la calidad del agua ni disminuirá su captación.
4. Los usos alternativos propuestos son más productivos a largo plazo.

Estos criterios deben evaluarse de manera integral y conjunta.

**Factor Flora**

**Microcuenca**

De acuerdo con la información recabada con los estudios de campo mediante los muestreos ejecutados la Microcuenca se registraron un total de 44 especies florísticas con un total de 1,356 individuos registrados, donde para el estrato arbóreo se tiene una densidad estimada de 983 ind/ha, mientras que el estrato arbustivo presenta una densidad estimada de 6,599 ind/ha y en el caso del

estrato herbáceo tiene una densidad estimada de 13,980 ind/ha. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

De manera particular se registraron:

4 especies arbóreas con un total de 60 individuos registrados y una densidad estimada de 983 ind/ha, con índice de diversidad de 1.03, un índice de equidad 0.7429, una dominancia de 0.44. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver Tabla II-1, Anexo Anexo IV. BD Veg SAR y Anexo IV. Div Veg SAR).

11 especies de arbustos con un total 597 individuos registrados y una densidad estimada de 6599 ind/ha, con índice de diversidad de 1.934, un índice de equidad 0.8065, una dominancia de 0.173. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Tabla II-2, Anexo IV. BD Veg SAR y Anexo IV. Div Veg SAR).

29 especies de hierbas con un total 699 individuos registrados y una densidad estimada de 13980 ind/ha, con índice de diversidad de 3.042, un índice de equidad 0.903, una dominancia de 0.060. No se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Tabla II-3, Anexo Anexo IV. BD Veg SAR y Anexo IV. Div Veg SAR).

**Área de CUSTF**

De acuerdo con la información recabada con los estudios de campo mediante los muestreos ejecutados en los predios sujetos al CUSTF se registraron un total de 30 especies florísticas con un total de 964 individuos registrados, donde para el estrato arbóreo se tiene una densidad estimada de 155 ind/ha, mientras que el estrato arbustivo presenta una densidad estimada de 6279 ind/ha y en el caso del estrato herbáceo tiene una densidad estimada de 8350 ind/ha. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

De manera particular se registraron:

2 especies arbóreas con un total de 62 individuos registrados y una densidad estimada de 155 individuos por ha, con índice de diversidad de 0.441, un índice de equidad 0.637, una dominancia de 0.729. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron ni especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

10 especies de arbustos con un total 568 individuos registrados y una densidad estimada de 6279 individuos por ha, con índice de diversidad de 1.7, un índice de equidad 0.738, una dominancia de 0.239. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Tabla II-1, Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

18 especies de hierbas con un total 334 individuos registrados y una densidad estimada de 8350 individuos por ha, con índice de diversidad de 2.54, un índice de equidad 0.881, una dominancia de 0.09. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Tabla II-2, Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

A continuación, se presentan las tablas comparativas de abundancia, frecuencia, densidad, índice de valor de importancia de las especies encontradas en Microcuenca y el predio (**Tabla 46**, Anexo IV. BD Veg SAR, Anexo IV. Div Veg SAR, Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

## Árboles

**Tabla 46. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**

| Especie | Microcuenca | | | | Área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI |
| *Neltuma glandulosa* | 37 | 6 | 925 | 68.60 | 52 | 7 | 130 | 79.25 |
| *Quercus fusiformis* | 7 | 2 | 18 | 10.04 | No se registro | | | |
| *Vachellia farnesiana* | 13 | 3 | 33 | 16.66 | 10 | 3 | 25 | 20.75 |
| *Yucca treculiana* | 3 | 1 | 8 | 4.70 | No se registro | | | |

## Arbustos

**Tabla 47.Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia.**

| Especie | Microcuenca | | | | Área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI |
| *Aloysia gratissima* | 156 | 7 | 1724 | 22.72 | 222 | 7 | 2454 | 33.13 |
| *Berberis trifoliolata* | 3 | 1 | 33 | 1.09 | 2 | 2 | 22 | 2.25 |
| *Calliandra conferta* | 34 | 3 | 376 | 6.07 | 32 | 3 | 354 | 6.79 |
| *Castela erecta* | 109 | 8 | 1205 | 18.23 | 15 | 3 | 166 | 4.79 |
| *Celtis pallida* | 97 | 6 | 1072 | 15.4 | 132 | 7 | 1459 | 22.56 |
| *Colubrina texensis (Torr. & A. Gray) A. Gray* | 25 | 2 | 276 | 4.31 | 2 | 1 | 22 | 1.24 |
| *Condalia viridis I.M. Johnst.* | 4 | 2 | 44 | 1.96 | No se registro | | | |
| *Koeberlinia spinosa Zucc.* | 6 | 2 | 66 | 2.19 | 11 | 1 | 122 | 2.301 |
| *Leucophyllum frutescens (Berland.) I.M. Johnst.* | 115 | 6 | 1271 | 17.4 | 81 | 4 | 895 | 13.55 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Parkinsonia texana (A. Gray) S. Watson* | 21 | 3 | 232 | 4.62 | 45 | 2 | 497 | 7.302 |
| *Senegalia greggii (A.Gray) Britton & Rose* | 27 | 4 | 298 | 6.05 | 26 | 3 | 287 | 6.082 |

**Hierbas**

**Tabla 48. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**

| Especie | Microcuenca | | | | Área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI | Abundanci | Frecuencia | Densidad | IVI |
| *Allowissadula holosericea* | 23 | 4 | 460 | 3.33 | 34 | 4 | 850 | 8.90 |
| *Aristida adscensionis* | 86 | 8 | 1720 | 10.5 | 66 | 6 | 1650 | 16.35 |
| *Bothriochloa barbinodis* | 72 | 8 | 1440 | 9.15 | 29 | 5 | 725 | 8.43 |
| *Cevallia sinuata* | 30 | 4 | 600 | 4 | 10 | 2 | 250 | 3.05 |
| *Clematis drummondii* | 17 | 3 | 340 | 2.48 | 5 | 1 | 125 | 1.53 |
| *Cylindropuntia leptocaulis* | 14 | 6 | 280 | 3.04 | 13 | 6 | 325 | 5.77 |
| *Cyperus ochraceus* | 10 | 2 | 200 | 1.52 | 7 | 2 | 175 | 2.46 |
| *Dalea capitata* | 15 | 5 | 300 | 2.86 | 5 | 1 | 125 | 1.53 |
| *Desmanthus velutinus* | 36 | 5 | 720 | 4.86 | 22 | 4 | 550 | 6.51 |
| *Desmodium retinens* | 18 | 5 | 360 | 3.14 | No se registro | | | |
| *Dichanthium annulatum* | 38 | 3 | 760 | 4.48 | No se registro | | | |
| *Echinocereus enneacanthus var. carnosus* | 9 | 4 | 180 | 2 | 11 | 5 | 275 | 4.84 |
| *Escobaria emskoetteriana* | 3 | 1 | 60 | 0.57 | No se registro | | | |
| *Glandularia bipinnatifida* | 9 | 1 | 180 | 1.14 | No se registro | | | |
| *Grusonia scottii* | 10 | 4 | 200 | 2.09 | 3 | 2 | 75 | 1.66 |
| *Helianthus annuus* | 8 | 2 | 160 | 1.33 | No se registro | | | |
| *Justicia pilosella* | 20 | 5 | 400 | 3.33 | No se registro | | | |
| *Mammillaria heyderi* | 4 | 1 | 80 | 0.67 | 2 | 1 | 50 | 0.93 |
| *Melampodium leucanthum* | 42 | 4 | 840 | 5.15 | No se registro | | | |
| *Nyctaginia capitata* | 5 | 2 | 100 | 1.05 | No se registro | | | |
| *Opuntia atrispina* | 14 | 6 | 280 | 3.04 | 18 | 6 | 450 | 6.77 |
| *Solanum elaeagnifolium* | 19 | 5 | 380 | 3.24 | 28 | 4 | 700 | 7.71 |
| *Sphaeralcea angustifolia* | 11 | 2 | 220 | 1.62 | No se registro | | | |
| *Thelocactus setispinus* | 4 | 3 | 80 | 1.24 | 8 | 3 | 200 | 3.18 |
| *Thymophylla micropoides* | 27 | 4 | 540 | 3.71 | No se registro | | | |
| *Thymophylla pentachaeta* | 24 | 2 | 480 | 2.86 | No se registro | | | |
| *Tiquilia canescens* | 67 | 7 | 1340 | 8.38 | 17 | 3 | 425 | 4.98 |
| *Wedelia hispida* | 51 | 7 | 1020 | 6.86 | 47 | 5 | 1175 | 12.03 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Zephyranthes chlorosolen* | 13 | 4 | 260 | 2.38 | 9 | 3 | 225 | 3.38 |

**Factor Fauna**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998).

Dentro del proyecto se observó un único tipo de vegetación: matorral espinoso tamaulipeco, para caracterizar la composición de las especies de fauna se realizaron 14 transectos dentro del área del proyecto y 14 fuera del área del proyecto (cuenca), además de transectos de búsqueda casual para los 4 grupos de vertebrados (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos) también fuera del área del proyecto.

Para realizar el comparativo de la composición y estructura faunística del predio y cuenca se tomó en cuenta la abundancia, frecuencia, densidad, índice de valor de importancia e índices de diversidad. Además, se realizó una prueba de t de Hutchenson (1970) donde se probaron las diferencias entre los valores de diversidad (α= 0.005) para los índices de diversidad de Shannon-Weaver (H') e índice de dominancia de Simpson (D), utilizando el software Past (Hammer, Harpe y Ryan, 2001).

Adicionalmente se realizó un análisis de similitud de Bray-Curtis entre las comunidades registradas en los muestreos en la cuenca y los predios de CUSTF.

Para establecer el grado de similitud entre los grupos de fauna, se construyó una matriz y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray-Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Aleece 1997), para comparar la composición de especies entre en las unidades de análisis (cuenca y predio). El índice de Bray-Curtis es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pielou, 1984).

**Coeficiente de similitud de Bray-Curtis**

Este índice de similitud de Bray-Curtis se formula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{S} |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^{S} [X_{ij} + X_{ik}]}$$

Donde:

B = medida de Bray-Curtis entre las muestras j y i

K = número de individuos de la especie i en la muestra

J = número de individuos de la especie i en la muestra K

S = número de especies
Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis (1 – B).

A continuación, se realiza un comparativos de la composición de fauna encontrada dentro del predio y cuenca.

**Fauna**

***Cuenca:***

De acuerdo con la información recabada cuantitativamente con los estudios de campo se registraron un total de 54 especies faunísticas con un total de 293 individuos registrados y una densidad de 54.4 ind/ha. El grupo de las aves es el que presenta el mayor índice de diversidad. No se registraron especies consideradas como endémicas. Solo una de las especies registradas se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera particular se registraron:

- 6 especies de reptiles con un total 32 individuos registrados y una densidad estimada de 15.2 ind/ha, con índice de diversidad de 1.02, un índice de equidad 0.57, una dominancia de 0.53. No se registraron especies endémicas y una especie dentro de una categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 38 especies de aves con un total de 203 individuos registrados y una densidad estimada de 11.06 ind/ha, con índice de diversidad de 3.29, un índice de equidad 0.90, una dominancia de 0.05, no se registraron especies endémicas ni enlistadas dentro de una categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 10 especies de mamíferos con un total de 58 registros, un índice de diversidad de 1.97, un índice de equidad 0.85, una dominancia de 0.17, no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies endémicas.

***Área del proyecto (CUSTF)***

De acuerdo con la información recabada con los estudios de campo se registraron un total de 45 especies faunísticas con un total de 259 individuos registrados y una densidad estimada de 50.6 ind/h. El grupo de las aves es el que presenta el mayor índice de diversidad. No se registraron especies endémicas ni dentro de una categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera particular se registraron:

· 5 especies de reptiles con un total 38 individuos registrados y una densidad estimada de 18 individuos por ha, con índice de diversidad de 1.25, un índice de equidad 0.78, una dominancia de 0.38. No se registraron especies endémicas ni dentro de una categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010

· 32 especies de aves con un total de 173 individuos registrados y una densidad estimada de 9.88 individuos por ha, con índice de diversidad de 3.04, un índice de equidad 0.87, una dominancia de 0.06 No se registraron 3 especies endémicas ni enlistada dentro de una categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

· 8 especies de mamíferos con un total de 48 registros, con índice de diversidad de 1.84, un índice de equidad 0.88, una dominancia de 0.19, no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies endémicas

A continuación, se presentan las tablas comparativas de abundancia, frecuencia, densidad, índice de valor de importancia de las especies encontradas en el sistema ambiental y el predio.

**Tabla 49. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**

| HERPETOFAUNA ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Cophosaurus texanus* | | | 23 | 71.9 | 9 | 64.3 | 10.952 | 0.51660 | 221.3 | 22.0 | 57.9 | 10 | 45.5 | 71.4 | 10.48 | 0.33518 | 191 |
| *Sceloporus cyanogenys* | | | 2 | 6.3 | 2 | 14.3 | 0.952 | 0.00391 | 18.7 | 4.0 | 10.5 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.905 | 0.01108 | 27.1 |
| *Sceloporus olivaceus* | | | 1 | 3.1 | 1 | 7.1 | 0.476 | 0.00098 | 9.2 | 4.0 | 10.5 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.905 | 0.01 | 27.07 |
| *Sceloporus variabilis* | | | 3 | 9.4 | 2 | 14.3 | 1.429 | 0.00879 | 22.8 | 3.0 | 7.9 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.429 | 0.01 | 23.17 |
| *Aspidoscelis gularis* | | | 2 | 6.3 | 2 | 14.3 | 0.952 | 0.00391 | 18.7 | 5.0 | 13.2 | 3 | 13.6 | 21.4 | 2.381 | 0.02 | 31.34 |
| *Masticophis flagellum* | A | | 1 | 3.1 | 1 | 7.1 | 0.476 | 0.00098 | 9.2 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| **TOTAL** | | | **32** | **100** | **17** | | **15.24** | **0.53516** | **300** | **38** | **100** | **22** | **100** | | **18.1** | **0.38089** | **300** |

| AVES ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Agelaius phoeniceus* | | | 3 | 1.5 | 1 | 7.1 | 0.171 | 0.00022 | 2.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Amphispiza bilineata* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Baelophus atricristatus* | | | 4 | 2.0 | 1 | 7.1 | 0.229 | 0.00039 | 3.5 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| *Basileuterus rufifrons* | | CE | 5 | 2.5 | 2 | 14.3 | 0.286 | 0.00061 | 5.2 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| *Camptostoma imberbe* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| *Campylorhynchus brunneicapillus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 5 | 2.9 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.286 | 0.00084 | 6.9 |
| *Caracara plancus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 4 | 2.3 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.229 | 0.00053 | 5.8 |
| *Cardinalis* | | | 10 | 4.9 | 7 | 50.0 | 0.571 | 0.00243 | 15.1 | 13 | 7.5 | 9 | 8.1 | 64.3 | 0.743 | 0.00565 | 24.2 |
| *Cathartes aura* | | | 5 | 2.5 | 2 | 14.3 | 0.286 | 0.00061 | 5.2 | 5 | 2.9 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.286 | 0.00084 | 6.9 |
| *Coccyzus americanus* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 0.00030 | 4.9 |
| *Columbina passerina* | | | 15 | 7.4 | 8 | 57.1 | 0.857 | 0.00546 | 24.4 | 17 | 9.8 | 8 | 7.2 | 57.1 | 0.971 | 0.00966 | 31.7 |
| *Coragyps atratus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 0.00030 | 4.0 |
| *Corvus cryptoleucus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 4 | 2.3 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.229 | 0.00053 | 4.9 |
| *Cyancorax yncas* | | | 2 | 1.0 | 1 | 7.1 | 0.114 | 0.00010 | 2.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Dryobates scalaris* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 4 | 2.3 | 4 | 3.6 | 28.6 | 0.229 | 0.00053 | 6.7 |

| AVES ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Geococcyx californianus* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Icteria virens* | | | 1 | 0.5 | 1 | 7.1 | 0.057 | 0.00002 | 1.3 | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.00003 | 1.5 |
| *Icterus cucullatus* | | SE | 10 | 4.9 | 6 | 42.9 | 0.571 | 0.00243 | 14.4 | 10 | 5.8 | 6 | 5.4 | 42.9 | 0.571 | 0.00334 | 16.3 |
| *Leptotila verreauxii* | | | 5 | 2.5 | 4 | 28.6 | 0.286 | 0.00061 | 6.8 | 5 | 2.9 | 4 | 3.6 | 28.6 | 0.286 | 0.00084 | 7.8 |
| *Melanerpes aurifrons* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 0.00030 | 4.9 |
| *Mimus polyglottos* | | | 26 | 12.8 | 14 | 100.0 | 1.486 | 0.01640 | 56.0 | 24 | 13.9 | 14 | 12.6 | 100.0 | 1.371 | 0.01925 | 55.7 |
| *Molothrus aeneus* | | | 6 | 3.0 | 4 | 28.6 | 0.343 | 0.00087 | 7.8 | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.00003 | 1.5 |
| *Molothrus ater* | | | 8 | 3.9 | 5 | 35.7 | 0.457 | 0.00155 | 10.9 | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 0.00030 | 4.0 |
| *Myiarchus tyrannulus* | | | 6 | 3.0 | 4 | 28.6 | 0.343 | 0.00087 | 7.8 | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 0.00030 | 4.0 |
| *Passerina caerulea* | | | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Passerina versicolor* | | | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 2 | 1.2 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.114 | 0.00013 | 2.3 |
| *Peucaea botterii* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 0.00030 | 4.9 |
| *Piaya cayana* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.00003 | 1.5 |
| *Polioptila caerulea* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Psilorhinus morio* | | | 2 | 1.0 | 1 | 7.1 | 0.114 | 0.00010 | 2.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Sayornis nigricans* | | | 5 | 2.5 | 3 | 21.4 | 0.286 | 0.00061 | 6.0 | 2 | 1.2 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.114 | 0.00013 | 2.3 |

| AVES ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Setophaga pitiayumi* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Spinus psaltria* | | | 10 | 4.9 | 4 | 28.6 | 0.571 | 0.00243 | 12.8 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Spinus psaltria* | | | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 7 | 4.0 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.400 | 0.00164 | 9.2 |
| *Stelgydopteryx serripennis* | | | 2 | 1.0 | 1 | 7.1 | 0.114 | 0.00010 | 2.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Thryomanes bewickii* | | | 4 | 2.0 | 3 | 21.4 | 0.229 | 0.00039 | 5.1 | 4 | 2.3 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.229 | 0.00053 | 5.8 |
| *Thryothorus ludovicianus* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Toxostoma curvirostre* | | | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Toxoxtoma longirostre* | | CE | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.00003 | 1.5 |
| *Turdus grayi* | | | 1 | 0.5 | 1 | 7.1 | 0.057 | 0.00002 | 1.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Vireo flavoviridis* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Zenaida asiatica* | | | 14 | 6.9 | 8 | 57.1 | 0.800 | 0.00476 | 22.5 | 14 | 8.1 | 7 | 6.3 | 50.0 | 0.800 | 0.00655 | 24.4 |
| *Zenaida macroura* | | | 17 | 8.4 | 11 | 78.6 | 0.971 | 0.00701 | 30.7 | 19 | 11.0 | 9 | 8.1 | 64.3 | 1.086 | 0.01206 | 37.4 |
| **TOTAL** | | | **203** | **100** | **129** | | **11.6** | **0.05074** | **300** | **173** | **100** | **111** | **100** | | **9.886** | **0.06579** | **300** |

| MAMIFEROS ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Odocoileus virginianus* | | | 4 | 6.9 | 3 | 21.4 | 1.905 | 0.00476 | 17.7 | 3.0 | 6.3 | 3 | 8.11 | 21.4 | 1.429 | 0.00391 | 16.4 |
| *Canis latrans* | | | 5 | 8.6 | 4 | 28.6 | 2.381 | 0.00743 | 23.7 | 5.0 | 10.4 | 4 | 10.8 | 28.6 | 2.381 | 0.01085 | 26.8 |
| *Urocyon cinereoargenteus* | | | 18 | 31.0 | 9 | 64.3 | 8.571 | 0.09631 | 110.3 | 16.0 | 33.3 | 9 | 24.3 | 64.3 | 7.619 | 0.11111 | 115 |
| *Bassariscus astutus* | | | 1 | 1.7 | 1 | 7.1 | 0.476 | 0.00030 | 4.6 | 3.0 | 6.3 | 3 | 8.11 | 21.4 | 1.429 | 0.00391 | 16.4 |
| *Procyon lotor* | | | 1 | 1.7 | 1 | 7.1 | 0.476 | 0.00030 | 4.6 | 3.0 | 6.3 | 3 | 8.11 | 21.4 | 1.429 | 0.00391 | 16.4 |
| *Lepus californicus* | | | 5 | 8.6 | 3 | 21.4 | 2.381 | 0.00743 | 21.0 | 6.0 | 12.5 | 5 | 13.5 | 35.7 | 2.857 | 0.01563 | 34 |
| *Sylvilagus floridanus* | | | 12 | 20.7 | 7 | 50.0 | 5.714 | 0.04281 | 64.0 | 10.0 | 20.8 | 8 | 21.6 | 57.1 | 4.762 | 0.0434 | 64.8 |
| *Otospermophilus variegatus* | | | 3 | 5.2 | 2 | 14.3 | 1.429 | 0.00268 | 12.1 | 2.0 | 4.2 | 2 | 5.41 | 14.3 | 0.952 | 0.00174 | 10.5 |
| *Nasua narica* | | | 3 | 5.2 | 3 | 21.4 | 1.429 | 0.00268 | 14.8 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Pecari tajacu* | | | 6 | 10.3 | 4 | 28.6 | 2.857 | 0.01070 | 27.3 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **TOTAL** | | | **58** | **100** | **37** | | **27.62** | **0.17539** | **300** | **48** | **100** | **37** | **100** | | **22.86** | **0.19444** | **300** |

**Tabla 50. Comparativa de los índices de diversidad estimados.**

| Grupo de vertebrados | Riqueza | | Índice de diversidad Shannon-Weaver (h´) | | Índice de equidad de Pielou(j´) | | Dominancia | | Endemismos | | NOM-059 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO |
| Herpetofauna | 6 | 5 | 1.02 | 1.25 | 0.57 | 0.78 | 0.53 | 0.38 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Avifauna | 38 | 32 | 3.29 | 3.04 | 0.90 | 0.87 | 0.05 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mastofauna | 10 | 8 | 1.97 | 1.84 | 0.85 | 0.88 | 0.17 | 0.19 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | **54** | **45** | | | | | | | **0** | **0** | **1** | **0** |

**Prueba t de Hutchenson**

De acuerdo con dicho análisis, las diversidades (H' de Shannon-Weaver) y de dominancia de Simpson (D) de las comunidades registradas no tuvieron diferencias significativas, siendo entonces ensamblajes similares. Lo antes dicho concuerda en términos ecológicos, dado que la frontera "Cuenca-Área de proyecto" es solo una frontera imaginaria y que, en nuestro caso, no está marcada por una barrera física que establezca diferencias físicas y/o biológicas que originen una diferencia en la comunidad faunística.

**Tabla 51. Resultados de la prueba t de Hutchenson, p < 0.005 para el índice de diversidad de Shannon-Weaver**

| Grupo | Valor de H' | | t de Hutchenson (1970) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ÁREA DE PROYECTO | CUENCA | t | df | p(same) |
| Herpetofauna | 1.25 | 1.02 | 0.9435 | 58.52 | 0.349 |
| Avifauna | 3.04 | 3.29 | 2.62 | 359.04 | 0.008 |
| Mastofauna | 1.84 | 1.97 | 0.914 | 105.02 | 0.362 |

**Tabla 52. Resultados de la prueba t de Hutchenson, p < 0.005 para el índice de dominancia de Simpson**

| Grupo | Valor de D | | t de Hutchenson (1970) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ÁREA DE PROYECTO | CUENCA | t | df | p(same) |
| Herpetofauna | 1.25 | 1.02 | -1.189 | 60.82 | 0.238 |
| Avifauna | 0.06 | 0.05 | -1.67 | 340.49 | 0.09 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Mastofauna | 0.19 | 0.17 | -0.430 | 99.88 | 0.667 |

**Coeficiente de similitud de Bray-Curtis**

**Herpetofauna.** Resultados del análisis de similitud entre las especies de anfibios y reptiles entre el predio y la cuenca.

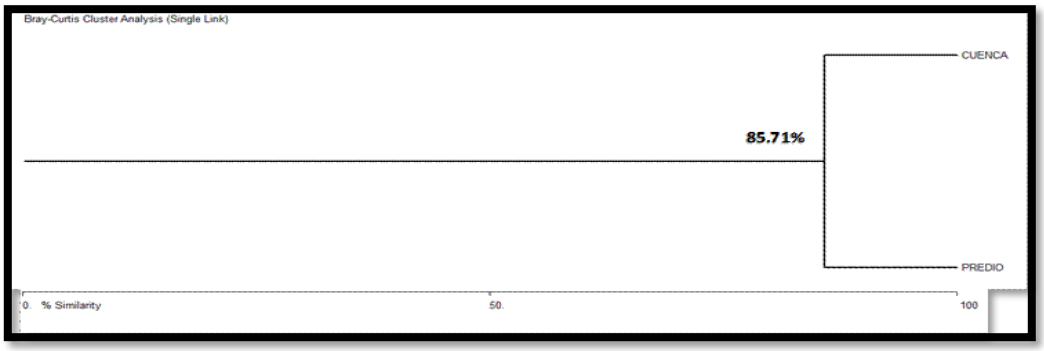



**Figura 77. Dendograma de resultados del índice de similitud de Bray-Curtis para la herpetofauna**

**Tabla V.10.** Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para la herpetofauna.

| Especies | CUENCA | Predio |
|---|---|---|
| | 6 | 5 |
| **Índice de Similitud** | 0.85 | |
| **% de Similitud** | 85.71 | |

**Avifauna.** Resultados del análisis de similitud entre las especies de aves entre el predio y en cuenca.

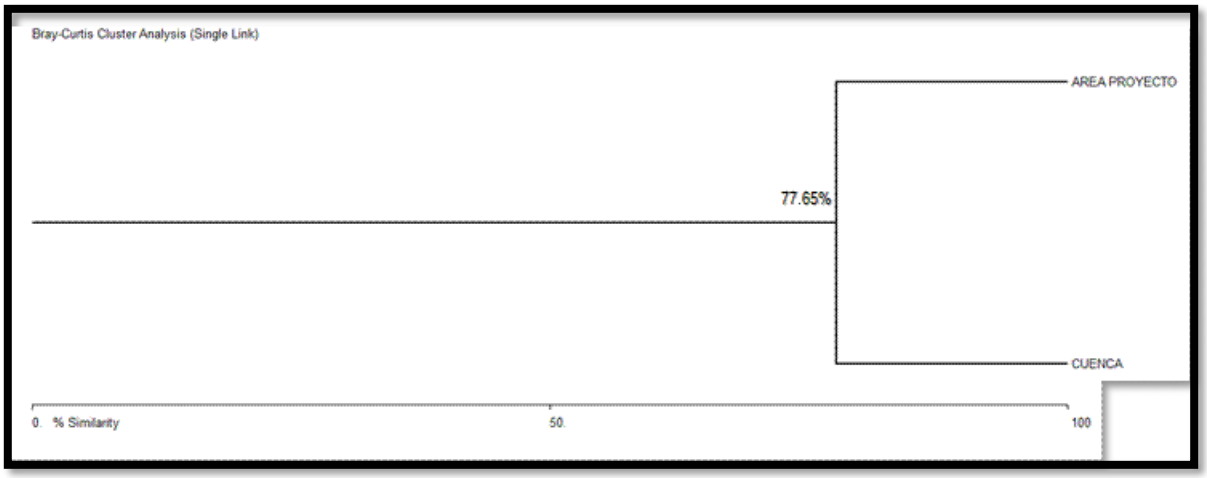



**Figura 78. Dendograma de resultados del índice de similitud de Bray-Curtis para las aves**

**Tabla 53. Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para las aves**

| Especies | CUENCA | AREA DE PROYECTO |
|---|---|---|
| | 38 | 32 |
| **Índice de Similitud** | 0.77 | |
| **% de Similitud** | 77.6 | |

**Mamíferos.** Resultados del análisis de similitud entre las especies de mamíferos entre el predio y en cuenca

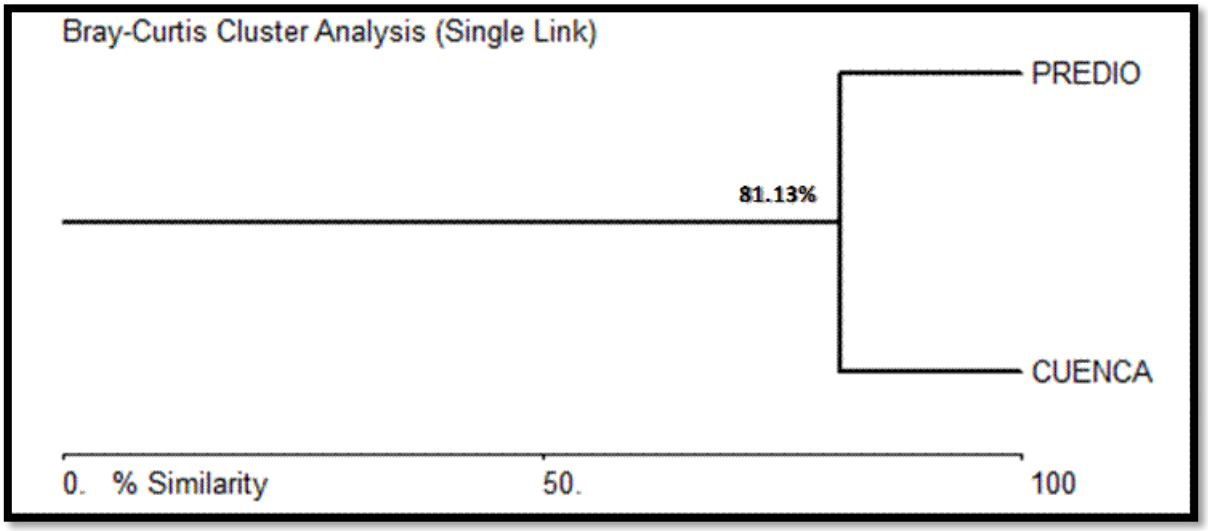



**Figura 79. Dendograma de resultados del índice de similitud de Bray-Curtis para los mamíferos**

**Tabla 54. Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para los mamíferos**

| Especies | CUENCA | Predio |
|---|---|---|
| | 10 | 8 |
| **Índice de Similitud** | 0.81 | |
| **% de Similitud** | 81.13 | |

**Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas de la cuenca**

Ø *Fauna*

En el sistema, la riqueza faunística se ha visto severamente afectada como consecuencia de actividades humanas, de las cuales cabe mencionar la destrucción de hábitat, que provoca a su vez aislamiento y fragmentación de los mismos, la caza local, la cacería furtiva y el comercio de especies.

A pesar de lo anterior, la destrucción de hábitat por la apertura de áreas para la expansión de la frontera agrícola y ganadera, en conjunto con la caza y colecta de especies cinegéticas y comestibles, siguen siendo una de las actividades que más afectan las comunidades de fauna.

### V.1.1 Modificación y pérdida del hábitat

La pérdida de hábitat y de vegetación disponible para la fauna puede ocurrir como resultado de la presencia humana y de maquinaria, durante el proceso de construcción de la obra y otros elementos de la infraestructura del sitio; además de la generación de ruido y presencia humana que perturba a la fauna (Langston y Pullan, 2004).

### V.1.2 Aves migratorias

La información que a continuación se presenta se tomó del artículo "Recolección y análisis de estudios realizados a nivel mundial en torno al impacto que tienen sobre la avifauna" por Gómez, M. L.; Foster. R.; Rodríguez, M. y Martínez, R. 2006.

**a) Migración de Avifauna**

Se llama migración a los movimientos poblacionales que realizan las aves, a veces a grandes distancias, de manera cíclica, generalmente coincidiendo con las estaciones del año o con la abundancia de algún tipo de recurso alimenticio. Estos movimientos se realizan partiendo de un área de reproducción y llegando a un área cálida donde pasan el invierno. La migración es un comportamiento altamente especializado, caracterizado por el movimiento persistente y absoluto efectuado por el trabajo locomotor de un animal, que lo lleva fuera de su hábitat original a otro nuevo, con la finalidad de asegurar la reproducción en el lugar y tiempo adecuados, mediante la explotación de los diferentes hábitats estacionales por sus diferentes estados ontogenéticos (Kennedy, 1985).

En general, son desplazamientos de un área de reproducción a un área cálida donde pasarán el invierno. Se ha calculado que alrededor de 200 especies de aves son migratorias en Norteamérica. También se conoce que hay mayor proporción de especies migratorias en Canadá que en Estados Unidos, y aún menor proporción en México (Dorst, 1962; Navarro y Benítez ,1995).

Cerca de un tercio de las especies de aves registradas en México son catalogadas como migratorias. Sus áreas de reproducción se encuentran en Norteamérica (Alaska, Canadá y Estados Unidos) y pasan el otoño e invierno por México. Su paso por nuestro país se inicia a finales de agosto y principios de septiembre, prolongándose la llegada hasta noviembre. El vuelo de regreso a sus áreas de anidación lo efectúan de marzo a mayo (DeGraaf, y Rappole, 1995; Navarro y Benítez, 1995).

Las aves que se desplazan de Estados Unidos y Canadá invernan generalmente en América Central y llegan a su destino siguiendo las siguientes rutas migratorias: las del Pacífico utilizan la costa o el mar abierto, las del Este siguen la cuenca del río Mississippi, la central y la del Atlántico. Dos terceras partes de las aves se desplazan durante la noche y vuelan tan alto que es difícil percibirlas a simple vista (Eymlen, 1975; Dingle, 1995; Navarro y Benítez, 1995); por lo regular, son grupos cautelosos y variados en tamaños (avetoros, rascones, cuclillos, chipes, reyezuelos, cuitlacoches, tángaras, gorriones y vireos). De día vuelan aves muy fuertes (garzas, patos, gansos, halcones, palomas, golondrinas, vencejos, gorriones); otras especies pueden volar tanto de día. Otros grupos prefieren bosques y selvas (colibríes, rapaces, búhos, golondrinas, cazamoscas, hojarasqueros, vireos y chipes). Las aves migratorias que vuelan durante el día, descansan en la noche, utilizando la vegetación riparia como sitio de percheo. La altura a la que se mueven las aves migratorias es generalmente entre 100 y 1,500 ó hasta el extremo de los 10,000 m, algunas pueden volar cerca del nivel del mar, tal como algunos gansos y patos (Berthold, 1993; Navarro y Benítez, 1995).

Las aves que van al Sur o regresan al Norte establecen direcciones muy precisas y pueden seguir marcas o guías características, como la posición de las estrellas, el sol, las cadenas montañosas, ríos, valles, costas, las luces nocturnas de las ciudades. Recientemente se ha comprobado que las aves son capaces de detectar los campos magnéticos terrestres y probablemente las radiaciones térmicas, los efectos de la rotación de la Tierra y los olores. Los tiempos de partida y llegada de las poblaciones migratorias solamente varían unos cuantos días de un año a otro (Keast y Morton, 1980; Berthold, 1993; Dingle, 1995).

· Dos terceras partes de las aves se desplazan durante la noche y vuelan tan alto que es difícil percibirlas a simple vista (Eymlen, 1975; Dingle, 1995; Navarro y Benítez, 1995).

Lo anterior indica que cerca de dos terceras partes de las aves migratorias vuelan a grandes alturas que es difícil percibirlas, por lo que es casi nula la probabilidad de que exista afectación con las obras del proyecto.

· Una gran cantidad de especies se concentran en presas, lagunas, humedales, playas, estuarios y cerca del mar (patos, halcones, aguilillas, playeros, costureros, chorlitos, falaropos, zarapitos, vuelvepiedras); otros grupos prefieren bosques y selvas (colibríes, rapaces, búhos, golondrinas, cazamoscas, hojarasqueros, vireos y chipes) (Gurrola, 2004).

Es evidente que la mayoría de las especies de aves migratorias no se concentran en zonas agrícolas y ganaderas, cuya degradación ambiental previa ha hecho que el alimento para las aves migratorias en esas zonas sea escaso. Aunado a esto es muy poco el porcentaje de las aves que bajan a consumir alimentos y a descansar. En base a la información se considera que la mayoría de las áreas por donde

se encuentran las áreas en estudio, se ubica en matorral submontano, y en menor proporción en los pastizales y otras zonas por lo que estos grupos se verán poco afectados.

· La altura a la que se mueven las aves migratorias es generalmente entre 100 y 1,500 o hasta el extremo de los 10,000 m, (Berthold, 1993; Navarro y Benítez, 1995).

El proyecto de subestación y línea de transmisión considera la instalación de torres y postes muy por debajo de los 100 m de altura, por lo que el vuelo de estas aves no se verá afectado. Sin embargo, si es para considerar a las especies residentes en su riesgo de colisión con las líneas de transmisión con especial atención en las aves rapaces.

· Las aves que van al Sur o regresan al Norte establecen direcciones muy precisas. Los tiempos de partida y llegada de las poblaciones migratorias solamente varían unos cuantos días de un año a otro (Keast y Morton, 1980; Berthold, 1993; Dingle, 1995). Lo anterior indica que las rutas de aves migratorias se pueden establecer con cierta precisión, en los que pudiera haber mayor incidencia de estos organismos. Asimismo, dado que las fechas de tránsito de las aves migratorias varían solamente unos cuantos días de un año a otro, también es posible incrementar las medidas de vigilancia en el período crítico.

· La proporción poblacional de la avifauna que migra es imposible de estimar; sin embargo, el conjunto de observaciones mundiales de casi un siglo ha señalado cifras relativas de dos a tres billones de aves que pasan el verano en Norteamérica y se concentran en otoño e invierno en Latinoamérica y el Caribe (Gurrola, 2004).

***De acuerdo al artículo 44 del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA el proyecto no afectará la integridad funcional ni la capacidad de carga de los ecosistemas por los cuales se ubicará la obra en estudio.***

La **Capacidad de carga** es la propiedad del medio ambiente para absorber o soportar agentes externos, sin sufrir deterioro tal que afecte su propia regeneración, o impida su renovación natural en plazos y condiciones normales, o reduzca significativamente sus funciones ecológicas (Smith y Smith, 2001).

En base a esta definición se considera que la realización del proyecto no afectará la integridad funcional ni la capacidad de carga de los ecosistemas ya que el área que abarca el proyecto, no existen ecosistemas como tal, la mayoría de los tipos de vegetación se encuentran en proceso de degradación por la existente fragmentación de hábitat que presentan. Muchas de estas áreas se les conocen como comunidades de borde. **Un borde** es donde se encuentran dos o más comunidades vegetales en este caso es el resultado de perturbaciones inducidas por el hombre, tales como la agricultura, el pastoreo, la tala, aclaración de tierras (Smith y Smith, 2001). En este caso por la construcción de la obra en estudio. Las especies de borde pueden ser oportunistas (ya que son el resultado de la fragmentación del hábitat). En los fragmentos, las áreas grandes albergan más especies que aquellas otras más pequeñas. Las poblaciones que ocupan habitas fragmentados forman meta poblaciones la cual consiste en una serie de poblaciones que intercambian individuos entre ellas a través de los fenómenos de emigración e inmigración. Cada población tiene sus propias

fluctuaciones poblacionales, sus propias tasas de natalidad y mortalidad y su probabilidad de colonización y extinción. El mantenimiento de estas depende de los movimientos de los individuos entre los fragmentos de hábitat. La diversidad dentro de los distintos fragmentos es dependiente del tamaño. Pequeños fragmentos de hábitats están ocupados por especie de borde. Los grandes fragmentos de hábitat albergan las especies de interior aquellas que requieren extensos hábitats, así como las especies de borde. (Smith y Smith, 2001). La realización del proyecto se ubicará en su mayor parte en fragmentos de vegetación alterada y la menor superficie en zonas pecuarias y de otros. La fragmentación actual que presentan los tipos de vegetación localizados en la cuenca es evidente, por lo que las poblaciones presentes ya están adaptadas a los cambios repentinos en el medio ambiente por las características mencionadas en el párrafo anterior por lo tanto no afectará en gran medida. Por lo anterior, así como la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que tendrá el desarrollo en la biodiversidad, se concluye que el realizar el cambio de uso de suelo no compromete la biodiversidad de la fauna que se encuentra en la zona del proyecto.

# VI. UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL;

## VI.1 Erosión

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable por lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido deteriorado o degradado.

Uno de los procesos por el cual el suelo se degrada es la erosión, el tipo de erosión más importante es la hídrica, su efecto más evidente es la formación de cárcavas. La erosión también afecta las capas superficiales de las tierras (erosión laminar), en las que todavía es posible desarrollar actividades agropecuarias y forestales a pesar de una reducción considerable en la producción, este fenómeno puede revertirse mediante el uso y manejo sustentable suelo.

La erosión se define como la remoción del suelo por la acción de agentes físico, como el agua o el viento, por la cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.

Para realizar la estimación de la perdida de suelo se utilizó la metodología propuesta en el manual de procedimiento para la elaboración de estudios técnicos justificativos para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CFE, 2017) (https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/d/SPA00-62.pdf).

Para el cálculo de erosión, la superficie total del predio en cuestión contempla **10 ha (100,529 m$^2$)** correspondiente a vegetación Matorral espinoso tamaulipeco,

**Tabla 55. Tipo de vegetación para el análisis**

| Tipo de vegetación | Superficie (ha) | Superficies (m$^2$) |
|---|---|---|
| **Vegetación de Matorral espinoso tamaulipeco** | 10 | 100,529 |

Para la estimación de perdida de suelo se maneja la siguiente expresión:

$$Eh = IALLU * CAREO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Donde:

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 con las características de cada variable.

PECRE

El período de crecimiento se define como el número de días al 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 (mm)

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual reportado por la estación más y con condiciones similares cercana activa al área de afectación, la cual reporta una precipitación media anual de 504.2 mm.

Lo anterior basado en la estación climatología (CONAGUA) Estación No. 5085, la cual se ubica a 10 km al Oeste del predio en cuestión, como se muestra a continuación:

**Tabla 56. Datos climatológicos de la estación PRESA DEL CENTENARIO (5085)**

*Tabla 1 Estación Climatológica 5085*

| TEMPERATURA MÁXIMA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 22.2 | 25.3 | 28.8 | 32.8 | 35.5 | 38.4 | 38.9 | 39.3 | 36.1 | 31.7 | 26.4 | 22 | 31.4 |
| MÁXIMA MENSUAL | | 30.5 | 38.9 | 37.4 | 41 | 44.7 | 46.7 | 48.1 | 48.8 | 45.4 | 41.8 | 38 | 30.5 | |
| AÑO DE MÁXIMA | | 1998 | 1999 | 1999 | 1998 | 1999 | 2014 | 2014 | 2014 | 1999 | 2014 | 1999 | 1999 | |
| MÁXIMA DIARIA | | 39 | 45 | 46 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 49 | 44 | 42 | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA MÍNIMA | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 4.5 | 6.6 | 10.4 | 14.1 | 18.4 | 21.5 | 22.4 | 22.4 | 19.4 | 14.8 | 8.9 | 4.6 | 14 |
| MÍNIMA MENSUAL | | 1.7 | 2.9 | 3.4 | 6.6 | 5.6 | 6.7 | 11.7 | 12.4 | 10.8 | 10.7 | 3.7 | 1.4 | |
| AÑO DE MÍNIMA | | 2015 | 1992 | 1992 | 1992 | 1991 | 1997 | 1997 | 1992 | 1991 | 1992 | 1991 | 2015 | |
| MÍNIMA DIARIA | | -7 | -11 | -3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 9 | 1 | 1 | -5 | -8 | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA MEDIA | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 13.4 | 16 | 19.6 | 23.5 | 26.9 | 29.9 | 30.6 | 30.9 | 27.8 | 23.2 | 17.7 | 13.3 | 22.7 |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| PRECIPITACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 21.2 | 16.8 | 31.8 | 39.1 | 68.8 | 59.2 | 42.4 | 48.6 | 78.7 | 52.1 | 25.9 | 19.6 | 504.2 |
| MÁXIMA MENSUAL | | 72.5 | 104 | 101 | 142 | 241 | 238.5 | 198 | 298 | 322 | 190 | 141 | 83 | |
| AÑO DE MÁXIMA | | 2010 | 1992 | 1997 | 2010 | 2015 | 1999 | 1992 | 2016 | 2018 | 2018 | 2014 | 1991 | |
| MÁXIMA DIARIA | | 60 | 80 | 67 | 124 | 136 | 130 | 100 | 190 | 192 | 108 | 57 | 48 | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | |

Sustituyendo los valores en la ecuación:

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

PECRE = 0.2408 (504.2 mm) – 0.0000372 (504.2 mm)² - 33.1019

PECRE = 78.81

IALLU

El índice de agresividad de la lluvia se calcula de la siguiente manera, partiendo de la variable PECRE con las siguientes fórmulas:

IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875

Al sustituir los valores en la ecuación:

IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875

IALLU = 1.1244 (78.81) - 14.7875

IALLU = 73.83

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 la siguiente tabla.

**Tabla 57. 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 | **Gc** |
| | Gh | Gm | Hc | Hg | Hh | Hl | 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** |
| **2.0** | Ah | Cl | Gv | Hl | Jg | Kl | Ne | **Sa** |
| | So | Xg | Yg | ZU | H2O | --- | --- | **---** |
| | 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** | --- | --- | --- | --- | --- |

CATEX

Calificación de textura y fase. El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase del tipo de suelo presente en el proyecto y de acuerdo con la escala de valores presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 58. Textura y fase del suelo para 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 proyecto es media, por lo que el valor de CATEX es 0.3.

Para la obtención de los datos de CAERO y CATEX se realizó con base lo establecido por INEGI en la Carta Edafológica Serie III, la cual señala que el predio se encuentra dentro de una zona con suelo clasificado como Regosol, el cual se clasifica en textura gruesa (1).

CATOP

Calificación de la topografía El valor de esta variable está dado por las características de la pendiente (%) con forme a lo presentado en la siguiente tabla.

**Tabla 59. Valores de la 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 del 30** |

La pendiente promedio en el área del proyecto es de 0.8%, por lo que el valor de CATOP es 0.35.

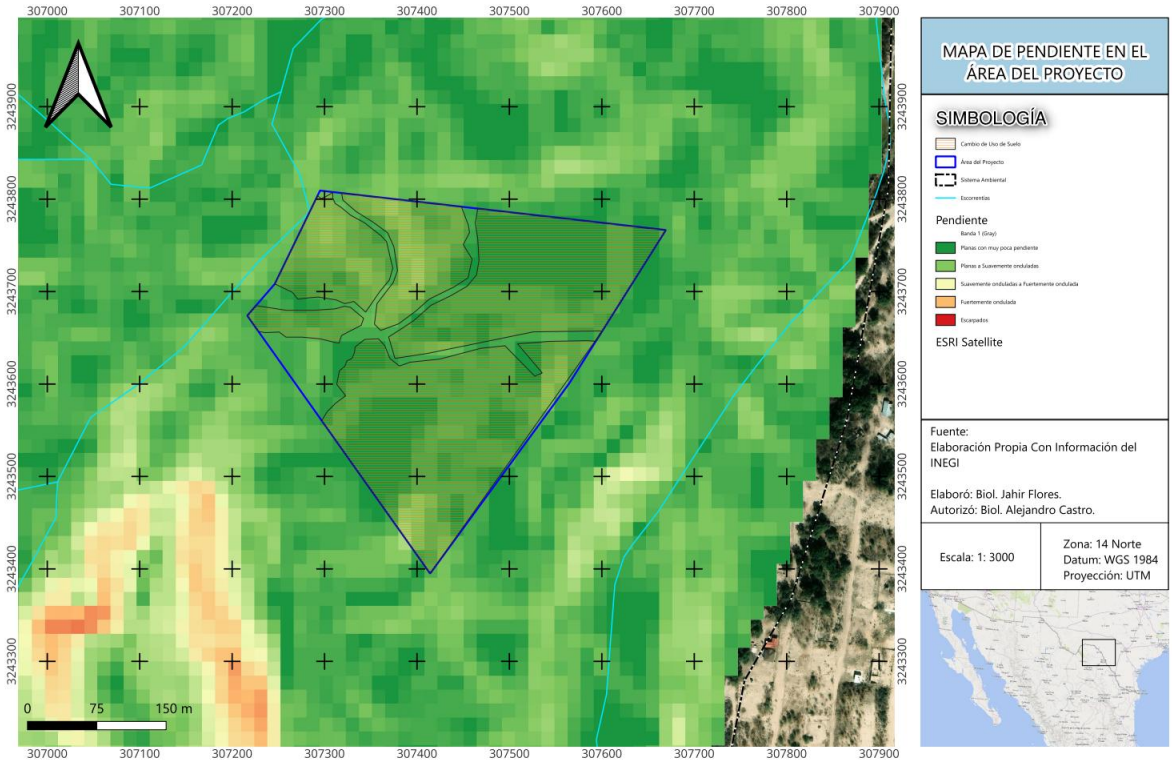



**Figura 80. Pendientes dentro del área donde se localiza el proyecto**

CAUSO

Calificación por uso del suelo**.** Esta variable queda determinada a partir de la información establecidos por el INEGI en la carta de uso de suelo y vegetación serie VII.

**Tabla 60. Valores de la capa uso de suelo y vegetación para el cálculo de erosión**

| Uso de suelo y vegetación | CAUSO |
|---|---|
| **Agricultura de riego y Nopalera** | **0.80** |
| **Agricultura de 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, selva baja caducifolia** | **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** |

| Uso de suelo y vegetación | CAUSO |
|---|---|
| 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 | 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 |

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

Con base a los resultados se puede agrupan la erosión hídrica en 4 categorías, desde erosión ligera a erosión muy alta, asignando un valor a cada criterio en la siguiente tabla.

**Tabla 61. Valores para 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 |

A continuación, se presenta el cálculo de erosión para la superficie de 10.05 ha con vegetación Matorral Espinoso Tamaulipeco; el cálculo se presenta para dos escenarios: sin proyecto (con vegetación) y con proyecto (Urbanización). (ver Anexo Erosión e Infiltración).

*Escenario 1.* Cálculo de la erosión en la condición actual del predio (matorral espinoso tamaulipeco)

- De acuerdo al mapa edafológico del INEGI (escala 1:250:000) , el tipo suelo en el área del proyecto es Regosol Calcarico (Rc), por lo que el valor de la variable CAERO es de 0.5.
- El tipo de suelo presenta una textura media, por lo que el valor de la variable CATEX es de 0.3.
- La pendiente del terreno es de 0.8%, lo cual se ubica dentro de la clase de pendiente tipo "A", por lo que el valor de la variable CATOP es de 0.35.
- Dentro del predio el tipo de vegetación es Matorral espinoso tamaulipeco, la cual tiene un valor de CAUSO de 0.1.

A continuación, se presenta el cálculo de erosión del suelo en las condiciones actuales del predio:

**Tabla 62. Cálculo de la erosión con vegetación**

| Uso de suelo actual INEGI SERIE VII | | |
|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | Eh = IALLU.CAERO.CATEX.CATOP.CAUSO | VOLUMEN ton/ha/año EROSIÓN HÍDRICA |
| Matorral Espinoso Tamaulipeco | Eh = 73.83 x 0.5 x 0.3 x 0.35 x 0.11 | 0.426386601 |

Con base en los resultados que se presentan en la tabla anterior, se obtiene que la erosión anual por hectárea es de 0.4263 toneladas para las condiciones actuales del predio. Según la tabla de categorización de erosión laminar, el valor corresponde a una erosión alta.

Una vez calculado el volumen de erosión por hectárea por año, se procedió a calcular la erosión con vegetación secundaria para las 1.05 ha del predio en cuestión. En la siguiente tabla se presenta el cálculo.

**Tabla 63. Cálculo de la erosión para la superficie del predio**

| Uso de suelo actual INEGI SERIE VII | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | VOLUMEN (ton/ha/año) EROSIÓN HÍDRICA | VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA (ton/año) | PERDIDA DE LÁMINA DE SUELOS EN mm |
| Matorral Espinoso Tamaulipeco | 10.05 | 0.426386601 | 4.285185337 | 0.004285185 |

De acuerdo con los datos obtenidos, en las condiciones actuales del proyecto existe una erosión del suelo de 0.4263 ton/ha/año, y 4.2851 ton al año para las 10.05 ha, esto representa una pérdida de 0.0042 mm de lámina de suelo por año; de acuerdo con Morgan (1986), se considera que 1 mm equivalente a 1 kg/m².

*Escenario 2.* Cálculo de la erosión con la aplicación del proyecto (Urbanización).

- De acuerdo al mapa edafológico del INEGI (escala 1:250:000) , el tipo suelo en el área del proyecto es Regosol Calcarico (Rc), por lo que el valor de la variable CAERO es de 0.5.
- El tipo de suelo presenta una textura media, por lo que el valor de la variable CATEX es de 0.3.
- La pendiente del terreno es de 0.8%, lo cual se ubica dentro de la clase de pendiente tipo "A", por lo que el valor de la variable CATOP es de 0.35.
- Dentro del predio una vez que se comience con las obras de urbanización del proyecto se pronostica que durante la apertura de los caminos para la construcción de las vialidades y la lotificación de los predios, será el momento que más riesgo existan en el aumento de la erosión, ya que es durante este momento que el suelo estará desnudo y desprotegido de una cubierta vegetal que pueda resguardar a este, por lo tanto para el siguiente análisis se consideró un uso de suelo de terracería y sin vegetación aparente, la cual tiene un valor de CAUSO de 0.4.

A continuación, se presenta el cálculo de erosión del suelo en las condiciones del predio con proyecto, es decir, con la apertura de caminos y con la eliminación de la vegetación en estas zonas.

**Tabla 64. Cálculo de la erosión para el proyecto**

| Escenario proceso constructivo (sin vegetación aparente) | | |
|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | Eh = IALLU.CAERO.CATEX.CATOP.CAUSO | VOLUMEN ton/ha/año EROSIÓN HÍDRICA |
| Terracería | Eh = 73.83 x 0.5 x 0.3 x 0.35 x 0.4 | 1.55049673 |

Con base en los resultados que se presentan en la tabla anterior, se obtiene que el valor de erosión para un sitio del proyecto es de 1.5504 toneladas por hectárea al año. Dicho valor corresponde a una erosión alta de acuerdo a la tabla de categorización de erosión laminar.

**Tabla 65. Cálculo de la erosión para la superficie de caminos después de su apertura.**

| Escenario proceso constructivo (sin vegetación aparente) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | VOLUMEN (ton/ha/año) EROSIÓN HÍDRICA | VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA (ton/año) | PERDIDA DE LÁMINA DE SUELOS EN mm |
| Terracería | 10.05 | 1.55049673 | 15.58249213 | 0.015582492 |

De acuerdo con los resultados obtenidos, la erosión que se presentará una vez realizada la apertura de caminos y la eliminación de la vegetación en la zona a urbanizar es de 1.55 ton/ha/año, por lo tanto, para la superficie de las vialidades dentro del predio y la lotificación corresponde a 100,529. m2 (10.05 ha), por lo tanto la erosión se pronostica en será de 15.5824 ton al año, esto representa una pérdida de 0.0155 mm de lámina de suelo por año; de acuerdo con Morgan (1986), se considera que 1 mm equivalente a 1 kg/m².

**Tabla 66. Comparativo final de la erosión hídrica con proyecto y sin proyecto**

| Comparativo final de la erosión entre el escenario actual y el del proceso constructivo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | Superficie Ha | VOLUMEN ton/ha/año EROSIÓN HÍDRICA | | VOLUMEN TOTAL POR EL ÁREA ton/año EROSIÓN HÍDRICA | | VOLUMEN ton/total/área EROSIÓN HÍDRICA QUE DEBE SER MITIGABLE |
| | | ANTES DE LA AFECTACIÓN | DESPUES DE LA AFECTACIÓN | ANTES DE LA AFECTACIÓN | DESPUES DE LA AFECTACIÓN | |
| Pastizal inducido | 10.05 | 0.426386601 | 1.55049673 | 4.285185337 | 15.58 | 11.30 |

Se concluye que con la implementación del proyecto y su consecuente cambio de uso de suelo en las 10.05 ha que poseen vegetación clasificada como matorral espinoso tamaulipeco, se generará un aumento en la erosión del suelo de 11.30 toneladas al año, misma que deberá ser mitigada mediante la construcción de 1 terraza de 20 m de largo por 0.5 m de alto y 2 m de ancho, mediante las cuales se captarán 20 ton/año de suelo, mitigando así más del 100% la erosión del suelo. Se conservará la materia orgánica proveniente del despalme que sea removida para la urbanización del predio de material; se resguardará en el patio de almacenamiento ubicado en la propiedad del Promovente. Dicha materia orgánica y suelo fértil serán abonados con estiércol para posteriormente ser reincorporados en áreas verdes.

A continuación, se describe lo que son las terrazas de formación sucesiva de acuerdo al manual de obras prácticas para la protección, restauración y conservación de suelos forestales publicado por la Comisión Nacional Forestal (2018)[1]:

Son terraplenes formados por el movimiento del suelo que se deposita en los bordos, dicho movimiento de suelo se debe a los escurrimientos. Este tipo de terrazas se construye a nivel.

Proceso de construcción:

[1]Tomado de: http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf el 12 de febrero del 2022

**Primer paso.** Calcular el espaciamiento entre curvas a nivel.

**Segundo paso.** Excavar la zanja. Sobre la curva marcada se realiza la excavación, la profundidad y el ancho de corte dependerán de la profundidad del suelo, sin embargo, se recomienda que las dimensiones sean de 50 centímetros de ancho por 40 centímetros de profundidad.

Puede realizarse la excavación con el uso de maquinaria, equipo de tracción animal, de forma manual (pico y pala) o de manera combinada, de acuerdo a las condiciones de cada lugar y los recursos disponibles. El material resultante de la excavación se coloca aguas arriba de la zanja.

Se aconseja construir tabiques divisores de 50 centímetros de longitud, cada 5 metros a lo largo de la zanja, para seccionar el agua almacenada, los cuales pueden quedar al nivel del suelo o rebajarse 10 centímetros del nivel original del mismo.

**Tercer paso.** Conformar y compactar el bordo. Se recomienda realizar una plantación en el bordo (siempre y cuando esté bien compactado) con la finalidad de prolongar la vida útil de la obra.

Recomendaciones:

- Aplicar esta obra en terrenos con pendientes entre 5 y 20%.
- Ya que este tipo de terrazas son a nivel, se recomienda evitar que se construyan en regiones con fuertes precipitaciones.
- Cuando en el terreno exista una cárcava o arroyo, se debe terminar la obra antes de que cambie la pendiente, recorriendo el bordo aguas arriba y trasladando el nivel al otro lado de la cárcava o arroyo, con el fin de no provocar daños o derivación de flujos.

## VI.2 Regulación hidrológica

Las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada propician la infiltración y recarga de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. Los bosques y las selvas regulan el régimen hídrico, mediante la estructura radicular y la capa de materia orgánica y microorganismos que mantienen los bosques, este efecto regulador del régimen de aguas permite que la época seca o húmeda no sea tan drástica.

Es fundamental el proteger la capacidad de provisión de los servicios ambientales hidrológicos, entre los cuales se encuentra el mantenimiento de la capacidad de recarga de los mantos acuíferos, el mantenimiento de la calidad de agua, y la reducción de la carga de sedimentos cuenca abajo, la reducción de las corrientes en los eventos extremos de precipitación, la conservación de manantiales, el mayor volumen de agua superficial en época de secas y reducción del riesgo de inundaciones.

Infiltración.

Para realizar la estimación de la infiltración potencial dentro del área del proyecto se utilizó la metodología propuesta en el Manual de instrucciones, estudios hidrológicos (ONU, 1972) y Gunther S. y M. Losilla (2000).

Coeficiente de infiltración

El Coeficiente de infiltración se calcula de la siguiente forma:

C=Kfc+Kp+Kv

Donde:

Kfc = Coeficiente del tipo del suelo

Kp = Coeficiente de pendiente

Kv = Coeficiente del uso del suelo

**Cálculo del Kfc:** Refleja la permeabilidad del suelo. Rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga; al contrario, suelos recientes, no compactados y arenosos facilitan la infiltración. Se debe considerar también la situación geológica, como las fallas tectónicas, que facilitan la infiltración.

**Tabla 67. Valores utilizados para el coeficiente de tipo de suelo**

| Tipo de suelo | Kfc |
|---|---|
| **Textura fina** | 0.10 |
| **Textura media** | 0.15 |
| **Textura gruesa** | 0.20 |

**Cálculo de Kp**: Es un factor sumamente importante porque se relaciona directamente con la escorrentía de agua superficial que no llega al acuífero. A través de un mapa topográfico se asigna a cada zona de estudio un coeficiente de pendiente Kp.

**Tabla 68. Valores utilizados para el coeficiente de pendiente**

| Pendiente | Kp |
|---|---|
| **0 a 1%** | 0.40 |
| **1 a 15%** | 0.15 |
| **15 a 30%** | 0.10 |
| **30 a 50%** | 0.07 |
| **50 a 70%** | 0.05 |
| **Mayor a 70%** | 0.01 |

**Cálculo de Kv**: Es un factor importante y el más cambiante en el cálculo de la recarga. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. Un uso inadecuado del suelo puede reducir la recarga acuífera hasta un 50%.

**Tabla 69. Valores utilizados para el coeficiente de uso de suelo**

| Tipo de Vegetación | KV | Tipo de Vegetación | KV |
|---|---|---|---|
| **Acuícola** | - | Palmar inducido | 0.1 |
| **Agricultura de humedad** | 0.1 | Palmar natural | 0.1 |
| **Agricultura de riego** | 0.1 | Pastizal cultivado | 0.1 |
| **Agricultura de temporal** | 0.1 | Pastizal gipsófilo | 0.1 |
| **Asentamientos humanos** | 0.1 | Pastizal halófilo | 0.1 |
| **Bosque cultivado** | 0.15 | Pastizal inducido | 0.1 |
| **Bosque de ayarín** | 0.2 | Pastizal natural | 0.1 |
| **Bosque de cedro** | 0.2 | Popal | 0.1 |
| **Bosque de encino** | 0.2 | Pradera de alta montaña | 0.1 |
| **Bosque de encino-pino** | 0.2 | Sabana | 0.1 |
| **Bosque de galería** | 0.1 | Sabanoide | 0.1 |
| **Bosque de oyamel** | 0.2 | Selva alta perennifolia | 0.2 |
| **Bosque de pino** | 0.15 | Selva alta subperennifolia | 0.2 |
| **Bosque de pino-encino** | 0.2 | Selva baja caducifolia | 0.2 |
| **Bosque de táscate** | 0.18 | Selva baja espinosa caducifolia | 0.2 |
| **Bosque inducido** | 0.15 | Selva baja espinosa subperennifolia | 0.2 |
| **Bosque mesófilo de montaña** | 0.2 | Selva baja perennifolia | 0.2 |
| **Chaparral** | 0.3 | Selva baja subcaducifolia | 0.2 |
| **Cuerpo de agua** | - | Selva baja subperennifolia | 0.2 |
| **Desprovisto de vegetación** | 0.18 | Selva de galería | 0.1 |
| **Manglar** | 0.1 | Selva mediana caducifolia | 0.2 |
| **Matorral crasicaule** | 0.18 | Selva mediana perennifolia | 0.2 |
| **Matorral de coníferas** | 0.2 | Selva mediana subcaducifolia | 0.2 |
| **Matorral desértico micrófilo** | 0.18 | Selva mediana subperennifolia | 0.2 |
| **Matorral desértico rosetófilo** | 0.18 | Sin vegetación aparente | 0.18 |
| **Matorral espinoso tamaulipeco** | 0.18 | Tular | 0.1 |
| **Matorral rosetófilo costero** | 0.18 | Vegetación de desiertos arenosos | 0.07 |
| **Matorral sarco-crasicaule** | 0.18 | Vegetación de dunas costeras | 0.07 |

| Tipo de Vegetación | KV | Tipo de Vegetación | KV |
|---|---|---|---|
| **Matorral sarco-crasicaule de neblina** | 0.18 | Vegetación de galería | 0.1 |
| **Matorral sarcocaule** | 0.18 | Vegetación de peten | 0.1 |
| **Matorral submontano** | 0.18 | Vegetación gipsófila | 0.1 |
| **Matorral subtropical** | 0.2 | Vegetación halófila | 0.1 |
| **Mezquital** | 0.18 | Zona agrícola | 0.1 |
| **Mezquital** | 0.2 | Zona urbana | 0.18 |

Una vez calculado el coeficiente de infiltración se procede a calcular la infiltración potencial, la cual es calculada con la siguiente expresión:

I = (0.88) C P

Donde:

I = Infiltración

C = Coeficiente de infiltración

P = Precipitación

La precipitación media anual en el área donde se llevará a cabo el proyecto es de 504.02 según la estación climatológica 5085.

La cantidad de agua que se infiltra en el predio se realizó en dos escenarios, el primero en las condiciones actuales del predio y el segundo con la implementación del proyecto. La superficie que se utilizó para el cálculo es la superficie que se verá afectada por el CUSTF del presente proyecto, la cual es de 100,529.00 m² donde considera la construcción de un fraccionamiento.

Cantidad de agua que se infiltra en las condiciones actuales del predio.

A continuación, se presenta el valor de cada variable para el cálculo de la infiltración en las condiciones actuales del predio.

- Coeficiente del tipo del suelo (Kfc) = el tipo de suelo en el área forestal tiene una textura media (0.15).
- Coeficiente de pendiente (Kp) = 0.4, la zona presenta una pendiente entre 0 y 1%.
- Coeficiente del uso del suelo (Kv) = en las condiciones actuales de las áreas donde se pretende desarrollar el CUSTF, se tiene un uso de suelo de matorral espinoso tamaulipeco, el valor de esta variable es de 0.18.

**Tabla 70. Coeficiente de infiltración**

| Uso establecido INEGI Serie VII | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Vegetación** | Kfc | Kp | Kv | C |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **MATORRAL ESPINOZO TAMAULIPECO** | 0.15 (textura media) | 0.4 (se tomó este valor debido a que el predio en estudio presenta una pendiente promedio entre 0 - 1%) | 0.18 | 0.73 |

**Tabla 71. Cálculo de la infiltración potencial**

| **Uso establecido INEGI SERIE VII** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Vegetación** | Agua que potencialmente se infiltra en el área afectada(mm) | Superficie ($m^2$) | Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie afectada (L/año) | Expresado en $m^3$/año |
| **MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO** | I=(0.88)*0.73*504.02mm = 323.7824 | 100,529.00 | 32,549,525.71 | 32,549.53 |

De acuerdo con los resultados obtenidos en las condiciones actuales del área del proyecto donde se desarrollará el Cambio de Uso de suelo se infiltran potencialmente 32,549.53 $m^3$ de agua al año, tomando como referencia la superficie afectada del presente proyecto.

Cantidad de agua que se infiltra con la implementación del proyecto (nuevo uso de suelo).

A continuación, se presenta el valor de cada variable para el cálculo de la infiltración con la implementación del proyecto y tomando en cuenta el nuevo uso de suelo, **lo cual con base en la fórmula utilizada, el uso de suelo considerado como desprovisto de vegetación y el matorral espinoso tamaulipeco tienen exactamente el mismo coeficiente (0.18), por lo que la infiltración durante la realización del proyecto, con base en el análisis realizado no presenta cambio alguno.**

- Coeficiente del tipo del suelo (Kfc) = el tipo de suelo en el área forestal tiene una textura media (0.15).
- Coeficiente de pendiente (Kp) = 0.4, la zona presenta una pendiente entre 0 y 1%.
- Coeficiente del uso del suelo (Kv) = en las condiciones con proyecto para lo cual se considera un uso de suelo desprovisto de vegetación, el valor de esta variable es de 0.18.
-

**Tabla 72. Coeficiente de infiltración**

| **Uso establecido INEGI Serie VII** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Vegetación** | Kfc | Kp | Kv | C |
| **CON PROYECTO** | 0.15 (textura media) | 0.4 (se tomó este valor debido a que el predio en estudio presenta una pendiente promedio entre 0 - 1%) | 0.18 | 0.73 |

**Tabla 73. Cálculo de la infiltración potencial**

| Uso establecido INEGI SERIE VII | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Vegetación** | Agua que potencialmente se infiltra en el área afectada(mm) | Superficie ($m^2$) | Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie afectada (L/año) | Expresado en $m^3$/año |
| **CON PROYECTO** | I=(0.88)*0.73*504.02mm= | 100,529.00 | 32,549,525.71 | 32,549.53 |
| | 323.7824 | | | |

De acuerdo con los resultados obtenidos con la implementación del proyecto se tendrá una infiltración potencial de 32,549.53 $m^3$ de agua al año tomando como referencia la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo.

Tomando en cuenta los cálculos realizados anteriormente se procedió a realizar un balance hídrico y como se mencionó anteriormente **no existe cambio en la infiltración con base en el análisis realizado, por lo anterior no se proponen medidas para mitigar este factor.**

# VII. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS, POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

En este capítulo se presenta la cuantificación del volumen de materia prima forestal a remover en el área considerada para realizar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), para dos tipos de Vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET).

Se tomó como principal criterio para definir como Materias primas forestales a los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación hasta el segundo grado (LGDFS , artículo 7, fracción XXXVII); como Recursos forestales, a la vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales (LGDFS, artículo 7, fracción XLVII); como Recursos forestales maderables a los constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso (LGDFS, artículo 7, fracción XLVIII.) y a los Recursos forestales no maderables la parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y son susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales (LGDFS, artículo 7, fracción XLIX).

Se presenta la estimación de volumen por especie, el modelo matemático que se ha adecuado para el grupo de especies que presentan características similares en el desarrollo de las partes que constituyen las materias primas maderables y no maderables y la estimación del número de individuos por especies para el área de CUSTF.

Cabe señalar que se utilizó esta fórmula únicamente para darnos una idea cercana a al volumen de la madera de algunas especies con porte arbóreo, que se puede afectar por la remoción de la vegetación ya que el objetivo del presente estudio o proyecto no es el de un aprovechamiento forestal y debido también a que no se cuentan con fórmulas específicas ni tablas o tarifas de volúmenes específicas para cada una de las especies en mención.

En ese sentido debemos decir que los inventarios forestales suelen considerarse como sinónimos de estimaciones de la cantidad y calidad de la madera de un bosque, aunque también es conveniente pensar en otros factores, ya que cualquier estimación de las cantidades de madera de un bosque tiene poco significado si no se considera en relación con la zona donde los árboles se encuentran. Así, debemos reconocer que un bosque no es simplemente una acumulación de madera, sino una asociación de organismos vivos que puede y debe tratarse como una riqueza renovable (Romahn et al., 2010).

Específicamente, un inventario forestal consta de un estudio del sector forestal y la ejecución de muestreos en campo para la medición de variables cuantitativas y cualitativas para conocer información dasométrica del sitio de muestreo establecido en las zonas de los tipos de vegetación que en este estudio fue uno que es Vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) Para la estimación del número de individuos y de los volúmenes de las especies que son susceptibles de algún uso como materias primas forestales en la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo de

Terrenos Forestales se procedió a realizar un inventario forestal a partir de muestreo sistemático por las dimensiones del área del proyecto y el área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

El Proyecto ocupa una superficie para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) de 8.75 Hectáreas la cual se encuentra ocupada por un tipo: Vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET).

**Metodología para la estimación del volumen**

Diseño de muestreo

El muestreo es una fracción de la población de interés, se usa por el alto costo y problemas logísticos que supone un censo con el fin de obtener la descripción más precisa de una población resultado de mediciones y esta se extrapola a la flora (Prodan, 1997; Rondeux, 2010).

El muestreo se constituye por varias fracciones denominadas unidades de muestreo, el tamaño de dichas unidades corresponde a una superficie, que se delimitará según las necesidades del estudio al respecto, las sumas de estas unidades formarán el tamaño de la muestra. Sin embargo, ante la naturaleza del área de CUSTF al ser polígono de grandes dimensiones un muestreo sistemático es la mejor opción, este tipo de diseño tiene como objetivo principal cubrir con las parcelas circulares toda el área de CUSTF, las parcelas de muestreo se colocaron a cada 80. metros entre filas (este a oeste) y columnas (norte a sur), que facilito la continuidad del muestreo en el área.

En el área del Cambio de Uso de Uso de Suelo de Terrenos Forestales el tipo de vegetación que se encontró en el sitio fue: Vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET).

Esfuerzo e intensidad de muestreos

Para este caso que nos ocupa, en el área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) es de la siguiente manera:

**Tabla 74. Superficie Muestreada en el área de CUSTF**

| Superficie | Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) |
|---|---|
| | CUSTF |
| Superficie total | 8.75 ha |
| Superficie Muestreada | 4,000 m |
| Número de Sitios | 8 |

Estimando un tamaño de muestra con la siguiente intensidad:

**Tabla 75. Intensidad de muestreo en el CUSTF**

| Tipos de vegetación | Número de sitios | Estratos | Tamaño de los sitios de muestreo ($m^2$) | Tamaño del sitio de muestreo (ha) | Sup. Muestreada ($m^2$) | Sup. Muestreada (ha) | Intensidad de muestreo (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MET | 8 | Arboreo/ arbustivo | 500 | 0.050 | 4000 | 0.4 | 1.12 |

Ante la naturaleza del área de CUSTF un área con una dimensión grande el muestreo sistemático es la mejor opción, este tipo de diseño tiene como objetivo principal cubrir con las parcelas circulares toda el área de CUSTF, distribuir uniformemente los sitios de muestreo en el tipo de vegetación que son: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) Para tener una muestra representativa del área, las parcelas de muestreo se colocaron a cada 80 metros entre filas (este a oeste) y columnas (norte a sur), que facilito la continuidad del muestreo en el área.

Tamaño de muestra

El muestreo estadístico es una herramienta indispensable en la mayoría de los inventarios forestales; debido a la extensión de la superficie del proyecto no es posible realizar un censo que nos permita medir la totalidad de la vegetación, resulta necesario tomar una muestra de esta y extrapolar los resultados a la superficie total. Esto nos proporciona información necesaria para cumplir con nuestros objetivos en menor tiempo con un costo mucho menor. El tamaño de muestra se refiere a la superficie de vegetación que es necesaria medir para poder hacer inferencias estadísticas reales de una población o comunidad vegetal. Se expresa generalmente en unidades de superficie ($m^2$ o ha), éstos a su vez se extrapolan a un número de sitios de acuerdo con la forma y tamaño de estos que se hayan elegido para realizar los muestreos. El tamaño de muestra necesario en cada proyecto depende de la precisión deseada, la cantidad de recursos disponibles (económicos, materiales, personal calificado, generalmente haciendo referencia a un intervalo de confianza tomando como referencia la media de la población).

Para determinar el tamaño de muestra en el presente estudio, se realizó un pre-muestreo con la intensión de calcular la varianza, desviación estándar y el coeficiente de variación de la vegetación. De acuerdo con el número de especies presentes en los 8 sitios. A continuación, se presentan los resultados de estos cálculos:

Posterior al cálculo de la varianza se procede a determinar el tamaño de muestra, empleando la fórmula siguiente:

$$\square = \frac{\square^2 \square^2}{\square^2_{\%} + \frac{\square^2 \square^2}{\square}}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

t = t de Student

CV = coeficiente de variación

N = número de sitios de toda la población

E = error permitido

El valor de t se obtiene de la tabla de *t* de Student con un nivel de probabilidad de 95% y n -1 grados de libertad. ***E*** es el error permitido, se refiere al nivel de error que estamos dispuestos a aceptar dependiendo de la precisión que se requiera, el valor de error con que se quiere obtener las muestras generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000). N se determina dividiendo la superficie total de estudio entre la superficie de los sitios de muestreo.

Teniendo un error de muestreo permitido de 20% y un 90% de confiabilidad (Dauber, 1995; Carrera, 1996; Mostacedo y Fredericksen, 2000). El tamaño de muestra que se calculó basado en las especies presentes dentro de cada sitio de pre-muestreo, como resultado del cálculo obtenemos que será necesario levantar información en al menos 8 sitios de 500 $m^2$, de acuerdo al tipo de vegetación.

Para asegurar obtener una mayor confiabilidad de los resultados y aumentar la superficie muestreada se determinó realizar 8 sitios en el MET.

Sustituyendo los valores en la fórmula.

**Tabla 76. Resultados de la estimación del tamaño de muestra**

| Parámetro | Símbolo | Valor MET |
|---|---|---|
| Tamaño de la población | N | 8.75 |
| Tamaño de muestra | n | 8 |
| Media de la variable número de especies | $\bar{x}$ | 0.0761 |
| Varianza | $S^2$ | 0.0001 |
| Desviación estándar | S | 0.0103 |
| Coeficiente de variación en % | CV% | 13.495 |
| Valor de t-Student | t | 1.88 |
| Error admisible fijado (previo al muestreo en %) | E% | 15 |
| Confiabilidad | C% | 90 |
| Tamaño de muestra ideal | Tn | 6 |

**Tabla 77. Resultados de la estimación de los sitios de muestreo**

| Formula | Área Basal |
|---|---|
| Promedio | 0.0761 |
| Var | 0.0001 |

| | |
|---|---|
| Desvest | 0.0103 |
| C.V | 13.495 |
| N. de Sitios | 6 |

Ahora bien, una vez sustituidos los valores antes referidos en la fórmula se estimó un tamaño de muestra ideal de **6** sitios para el MET, sin embargo se hizo el levantamiento de 8 sitios, por lo que se determina que el muestreo realizado para la Vegetación es representativo en el CUSTF, toda vez que se de muestreo, un número superior al tamaño de muestra ideal estimado, lo cual se realizó con el objetivo de reducir el margen de error en los muestreos efectuados. Además, se puede observar que el grado de confiabilidad del muestreo es aceptable con un 90% de confianza y un error del muestreo menor a 20%, ya que existe un sesgo de error aunque aceptable por el efecto de la transición, lo que significa que la precisión de los muestreos fue adecuada. (Ver figura 135).

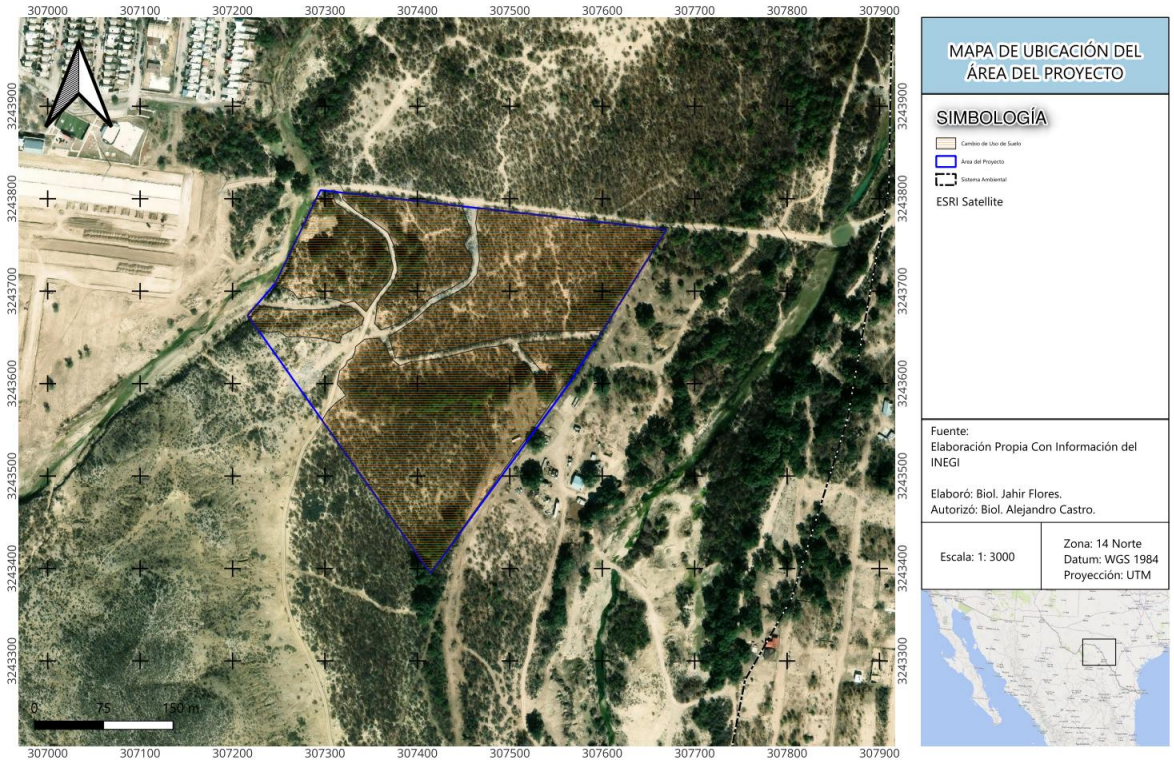



**Figura 81. Área Sujeta a Cambio de Uso de Suelo**

**Tabla 78. Coordenadas de los sitios de Muestreo**

| Matorral Espinoso Tamaulipeco | | |
|---|---|---|
| WGS_1984_UTM_Zone_14N | | |
| Sitio | Coord_Y | Coord_X |
| 1 | 3243729.24 | 307580.68 |

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3243724.35 | 307578.12 |
| 3 | 3243717.56 | 307524.88 |
| 4 | 3243717.56 | 307524.75 |
| 5 | 3243733.31 | 307540.41 |
| 6 | 3243606.98 | 307492.88 |
| 7 | 3243675.70 | 307487.09 |
| 8 | 3243675.70 | 307487.09 |

En la siguiente figura el esquema del diseño de muestreo en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)

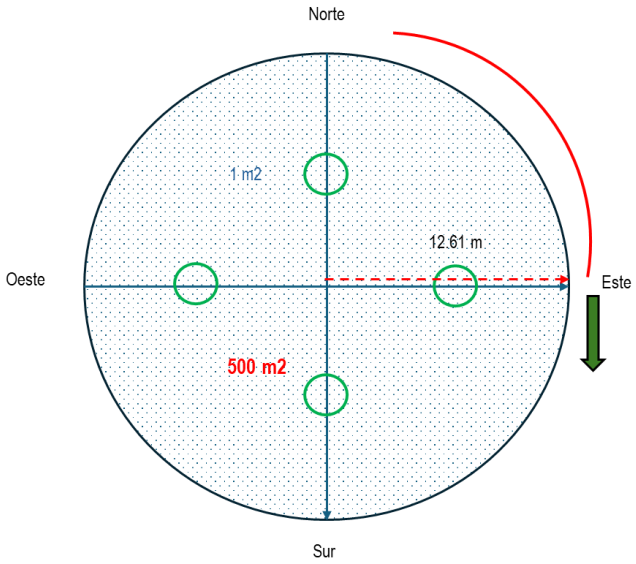



**Figura 82. Diseño del levantamiento de los datos de flora en la parcela circular**

Tabla II. 33. Di*seño del muestreo de vegetación en el área del proyecto.*

| | |
|---|---|
| | *Sitio de 500 m2 para los estratos arbóreo* |
| | *Sitio de 500 m2 para los estratos arbustivas.* |
| | *Sitio de 1 m2 para el estrato herbáceo y cactáceas.* |

*La descripción del sitio es el siguiente:*

*Sitio de 500 $m^2$ estrato arbóreo*. Las variables para medir fueron altura total (m), diámetros superiores a 5 cm, y cobertura de copa (m).

*Sitio de 500 $m^2$ estrato arbustivo*. Se ocupo la misma área de 500 $m^2$ para inventariar los arbustos, que fueron aquellas especies igual o menos a 4.9 cm de diámetro hasta un 1 cm, estimados en campo.

Se midieron las variables de altura total (m) y cobertura de copa (m) mayor y menor, se contabilizaron y registraron todos los individuos de las especies señaladas como arbustivas.

*Subsitio de 1 $m^2$ estrato herbáceo*. Con una medición 1 $m^2$ se marcan los sitios a muestrear de las herbáceas con 4 parcelas anidadas. Se estimaron en campo aquellos individuos menores a 0.9 cm de diámetros enseguida se hizo el conteo de los individuos y la cobertura (m), en diámetro menor y diámetro mayor respectivamente. En caso de ser colonias se contabilizan por colonias esto principalmente para las cactáceas.

El muestreo del sitio se inicia a partir del eje central con rumbo norte donde con el apoyo de una brújula se camina desde el punto central y en cada uno de los rumbos: este, sur y oeste con pintura de aerosol de diversos colores con un radio de 12.61 $m^2$ a partir del centro, se delimito el sitio de 500 $m^2$ para los estratos arbóreo y arbustivo (color azul), y de este punto se procede a hacer un barrido en sentido de las manecillas del reloj registrando todos los individuos de estos estratos.

A cada individuo arbóreo o arbustivo se le mide la altura, diámetro y cobertura de copa (dimensión mayor y dimensión menor) respectivamente. El círculo principal (muestreo arbóreo y arbustivo) consta de una superficie de 500 $m^2$. Dentro del muestreo (circulo) principal se realizan cuatro muestreos en parcelas anidadas (subparcelas), cada uno de ellos con una superficie de 1 $m^2$, en donde se registra el número de individuos y cobertura los individuos y cactáceas (color verde).

El levantamiento del sitio de muestreo se realizó según se muestran las figuras siguientes.



**Figura 83. Levantamiento del sitio, medición de cobertura de copa con cinta métrica**

Variables dasométricas

Medición del diámetro

Las variables dasométricas a medir fueron: altura total del árbol, diámetro y cobertura de copa. La medición del diámetro se ha estandarizado a una altura de 1.30 m, conocido como diámetro normal (DN) o diámetro a la altura del pecho (DAP). Y dependiendo de la posición del árbol se mide como se muestra en la siguiente figura.

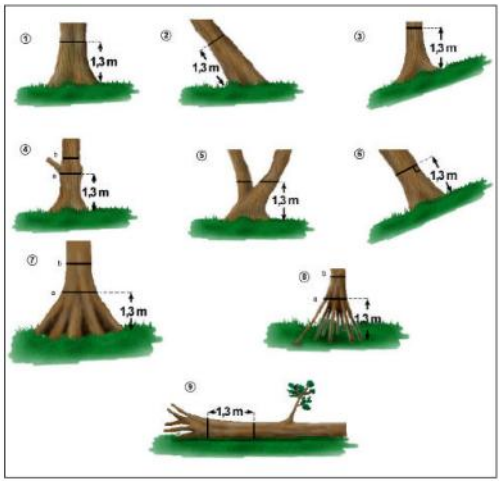



**Figura 84. Medición del árbol dependiendo de la posición**

Mientras que la altura total del árbol se mide desde la base del árbol hasta la punta del árbol o individuo.

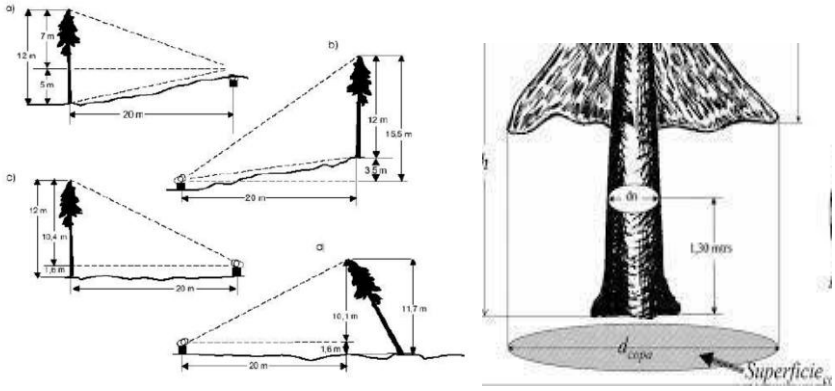



**Figura 85. Medición de la altura total del árbol y diámetro de la copa**

La cobertura de copa es el promedio de dos mediciones una en el diámetro menor y otra la del diámetro mayor, para todos los estratos.

Lo mismo aplica para el estrato arbustivo.

Área Basal del diámetro o de la cobertura de copa.

El área basal se determinó para poder observar la cobertura que ocupa en $m^2$ (Valdez, 2002; Aguirre et al., 2003) la cual se muestra a continuación:

$$AB = \frac{\pi\ DAP^2}{4}$$

Dónde:

AB= área basal en metros cuadrados.

DN= diámetro a la altura del pecho (1.3 m) y la cobertura de copa (m).

π= 3.1416

Número de individuos por hectárea

El cálculo de los árboles por hectárea, para lo cual se consideraron dos aspectos; el número de individuos por especie y la determinación del área basal por especie proyectadas en hectáreas (ha) (Partida, 2007; Aguirre et al., 2003). Para los cálculos se utilizó el programa Excel (Microsoft, 2007). Para determinar el número de árboles por hectárea se utilizó la siguiente fórmula (promedios por especies y poblaciones).

d = x *10000/ z

Dónde:

d = Número de árboles

x = Número de árboles ubicados en el sitio

z = Dimensión del sitio (500 $m^2$) superficie muestreada.

10000 = Constante representando una hectárea

Las herramientas usadas fueron las siguientes herramientas se utilizaron las herramientas y equipos dasométricos siguientes.

Equipo y Material Para Registro de Información.

- Cámara fotográfica
- Pintura en aerosol
- Clinómetro
- Cinta métrica 50 m
- GPS Garmin
- Formatos de registro de campo
- Machete

Especies y sitios medidos con las variables dasométricas registradas.

A todas las especies muestreadas del estrato arbóreo que presentan igual o mayor de DAP o DN de 5 centímetros, muestreadas en el área del proyecto se les calculó el volumen de las cuales pudieran o no ser especies maderables.

Modelo utilizado para la estimación de volumen ($m^3$)

Cubicación de Árboles

La cubicación de los árboles se realiza al asemejar cuerpos geométricos de cada sección del árbol. Conocida la ecuación del cuerpo geométrico utilizado para el cálculo, resulta fácil determinar el volumen del tronco o fuste de que se trate. Sin embargo, la forma de los troncos está sujeta a una gran cantidad de factores y varía no sólo de una especie a otra sino dentro de la misma especie.

Por lo que aquellos que son usados para la ubicación reciben el nombre de tipos dendrométricos, el cual es aquellos que se asemejan a los troncos o fustes de los árboles para determinar su volumen. Naturalmente estos troncos o fustes nunca tienen la forma de un cuerpo geométrico perfecto, pero a pesar de ello en muchos casos se recurre a los tipos dendrométricos para investigar el volumen de los troncos.

Los tipos dendrométricos que en la práctica se asemejan a los troncos de los árboles para proceder su cubicación son cuerpos geométricos generados por la rotación de una línea sobre su eje.

Elaborar ecuaciones de volumen por especie y por área de trabajo resulta con un costo muy elevado y el tiempo empleado para ello es amplio, y dado que existen información, producto del Inventario Nacional Forestal (INF) 1961-1985. Prodan et al. (1997) señala que la validación de una ecuación está sujeta al control de su validez con medidas de ajuste como el coeficiente de determinación R2 y el error estándar de la estimación son criterios importantes para evaluar el ajuste de una ecuación de regresión, su uso en predicciones hace necesario además utilizar criterios que permitan evaluar la calidad predictiva en todo el rango de las variables independientes. Un conjunto de modelo fue agrupados y son los más cercanos al manejo de los valores del ACUSTF, se vuelve a recalcar que es solo un cálculo del cual se requiere un aproximado del volumen de lo que pudiera encontrar como arbolado o arbustos con fustes de más de 5 cm de diámetro en adelante.

Por lo tanto, de esta este modelo se utilizará para estimar el volumen de la especie arbórea y arbustivas con una buena conformación del fuste, se hace un cuadro general de los modelos de volumen usados para este estudio que son de Coahuila de Zaragoza de los datos de modelos producto del inventario Nacional Forestal de la CONAFOR, el área circundante y de las dimensiones **de los pocos arbolados no tienen la característica para ser objeto de un aprovechamiento forestal**, por lo tanto, no tienen especies con importancia económica para la cual haya sido objeto de estudio.

Cabe señalar que se utilizó esta fórmula únicamente para tener un aproximado al volumen que se afectaría por la remoción de la vegetación ya que el objetivo del presente estudio o proyecto no es el de un aprovechamiento forestal y debido también a que no se cuentan con fórmulas específicas ni tablas o tarifas de volúmenes específicas para cada una de las especies en mención, de las que proporciona la CONAFOR como se observa en la siguiente imagen, ninguna pertenece al tipo de vegetación bajo estudio.

La base de datos generado a partir del muestreo de la vegetación que se presenta en formato Excel (Anexo Memoria Calculo- Volumen) por: sitio, tipo de vegetación y por especie, con la información de las variables diámetro (cm) y altura total (m). De estos datos partirán los cálculos del: número de individuos y volumen del individuo real del CUSTF, para su posterior cálculo de por tipo de vegetación. Para aquellas especies que no se le han generado ecuaciones alométricas de acuerdo con su especie, se usó la ecuación general.

**Tabla 79. Modelos de volumen para las especies de Matorral Espinoso Tamaulipeco**

| Modelo Matemático | Fuente | Estado | Especie |
|---|---|---|---|
| EXP(-9.66777918+1.8605487*LN(diam)+1.02318950*LN(alt)) | 1erINF61-85 | Coahuila de Zaragoza | *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. |
| | | | *Berberis trifoliolata* Moric. |
| | | | *Calliandra conferta* Benth. |
| | | | *Castela erecta* Turpin |
| | | | *Celtis pallida* Torr. |
| | | | *Colubrina texensis (Torr. & A. Gray)* A. Gray |
| | | | *Koeberlinia spinosa* Zucc. |
| | | | *Leucophyllum frutescens (Berland.)* I.M. Johnst. |
| | | | *Neltuma glandulosa (Torr.)* Britton & Rose |
| | | | *Parkinsonia texana (A. Gray)* S. Watson |
| | | | *Senegalia aff. Greggii* |
| | | | *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. |

Existen diversos métodos para calcular el volumen de árboles en pie ($m^3$) ya sea coeficientes mórficos, tablas de volumen, modelos o ecuaciones, el uso de ello es dependiendo del acceso que se tenga a la información disponible.

La validación de las ecuaciones de volumen debe considerar la capacidad predictiva para estimar:

Diámetros en cualquier punto del fuste.

Altura del árbol en la que se encuentra un diámetro limite especificado.

Volumen entre dos puntos cualesquiera del árbol, o volumen hasta cualquier índice de utilización.

El comportamiento del volumen muestra ser ascendente una vez graficada. Derivado de esto un buen modelo puede predecir la muestra fuera de su rango, que cubran más allá de los valores mínimos y máximos de una población en que se aplica un modelo. Para observar está característica que considera usar los modelos fuera del rango establecido se construyen unas gráficas donde se observa el comportamiento del modelo, las cuales se observa un comportamiento normal y potencial de acuerdo a y tendencia ascendente con forme el diámetro y la altura aumenta, indicaría que aún con alturas menores de 5 m. de alto los modelos empleados de la tabla siguiente son buenos estimadores del volumen y además son funcionales para el cálculo de volumen con diámetros menores a 7.5 cm, modelos que son los mejores empleados.

Número de individuos por especie que se espera remover por tipo de vegetación

En el siguiente cuadro se muestra el número de individuos que serán removidos en el área de CUSTF. El cálculo de los individuos fue extrapolado a hectárea tipo, y luego a extrapolar al área de CUSTF, teniendo un total de 630 individuos en el CUSTF de porte arbóreo, con un volumen en m de 0.4207 $m^3$ y Área basal por sitio de 0.4288 $m^2$.

**Tabla 80. Número de individuos, Área basal y volumen por especie por sitio de muestreo del Matorral Espinoso Tamaulipeco.**

| No. | Especie | Nombre Común | Área Basal m² Sitios de Muestreo | Volumen m³ Sitios de Muestreo | No. de Árboles Censados en Sitios de Muestreo |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) Tronc.* | Vara dulce | 0.0268 | 0.030 | 222.000 |
| 2 | *Berberis trifoliolata Moric.* | Agrito | 0.0003 | 0.000 | 2.000 |
| 3 | *Calliandra conferta Benth.* | Charrasquillo | 0.0018 | 0.002 | 32.000 |
| 4 | *Castela erecta Turpin* | Chaparro amargoso | 0.0017 | 0.002 | 15.000 |
| 5 | *Celtis pallida Torr.* | Acebuche | 0.0099 | 0.011 | 132.000 |
| 6 | *Colubrina texensis (Torr. & A. Gray) A. Gray* | Colubrina | 0.0001 | 0.000 | 2.000 |
| 7 | *Koeberlinia spinosa Zucc.* | Espinosilla | 0.0022 | 0.000 | 11.000 |
| 8 | *Leucophyllum frutescens (Berland.) I.M. Johnst.* | Cenizo | 0.0032 | 0.001 | 81.000 |
| 9 | *Neltuma glandulosa (Torr.) Britton & Rose* | Mezquite | 0.2880 | 0.304 | 52.000 |
| 10 | *Parkinsonia texana (A. Gray) S. Watson* | Palo verde | 0.0162 | 0.007 | 45.000 |
| 11 | *Senegalia aff. Greggi* | Gatuño | 0.0328 | 0.017 | 26.000 |
| 12 | *Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.* | Huizache | 0.0458 | 0.046 | 10.000 |
| | | Total | 0.4288 | 0.4207 | 630.000 |

El numero por hectárea del porte herbáceo en total es de 10,994 siendo la especie *Aristida adscensionis* la mas abundante.

**Tabla 81. Número de individuos por especie por predio por tipo de vegetación en el estrato de herbáceas del Matorral Espinoso Tamaulipeco**

| No. | Especie | Nombre Común | No. de Herbáceas en los sitios de Muestreo | No. de Herbáceas / ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Allowissadula holosericea (Scheele) D.M. Bates* | Malva de Terciopelo | 113 | 1291 |
| 2 | *Aristida adscensionis L.* | Cola de Zorra | 276 | 3154 |
| 3 | *Bothriochloa barbinodis* | Popotillo | 117 | 1337 |
| 4 | *Cevallia sinuata Lag.* | Ortiguilla | 20 | 229 |
| 5 | *Clematis drummondii Torr. & A. Gray* | Barba de chivo | 8 | 91 |
| 6 | *Cylindropuntia leptocaulis (DC.) F.M. Knuth* | Tasajillo | 14 | 160 |
| 7 | *Cyperus sp.* | Coquillo | 16 | 183 |
| 8 | *Dalea capitata S. Watson* | Escobilla | 15 | 171 |
| 9 | *Desmanthus velutinus Scheele* | Desmanthus | 57 | 651 |

| No. | Especie | Nombre Común | No. de Herbáceas en los sitios de Muestreo | No. de Herbáceas / ha |
|---|---|---|---|---|
| 10 | *Echinocereus enneacanthus var. Carnosus Quehl* | Alicoche | 11 | 126 |
| 11 | *Grusonia schottii (Engelm.) H. Rob.* | Choya | 4 | 46 |
| 12 | *Mammillaria heyderi Muehlenpf.* | Biznaga | 2 | 23 |
| 13 | *Opuntia atrispina Griffiths* | Nopal | 19 | 217 |
| 14 | *Solanum elaeagnifolium Cav.* | Buena mujer | 68 | 777 |
| 15 | *Thelocactus setispinus (Engelm.) E.F. Anderson* | Biznaga | 12 | 137 |
| 16 | *Tiquilia canescens (DC.) A.T.Richardson* | Hierva de la virgen | 47 | 537 |
| 17 | *Wedelia hispida (Kunth) Strother (Kunth) Strother* | Clemolillo | 142 | 1623 |
| 18 | *Zephyranthes chlorosolen (Herb.) D.Dietr.* | Cebolla de monte | 21 | 240 |
| | | Total | 962 | 10994 |

Estimación de existencias volumétricas.

## VII.1 Volumen a remover por especie y tipo de vegetación presente en el área de CUSTF.

En el siguiente apartado se puede observar la estimación de la existencia volumétricas por especie. El volumen fue obtenido a partir de los cálculos realizados en la memoria de cálculo, Volumen forestal. Para realizar el cálculo del volumen total árbol (VTA) se hizo uso de las ecuaciones para volumen en la sección anterior, el resultado se ve representado en la estimación del volumen en la siguiente tabla, las variables usadas fueron diámetro normal arriba de los 1.3 m sobre el suelo y altura total.

**Tabla 82. Estimación de existencias volumétricas por especie y por tipo de vegetación del área de CUSTF en el estrato arbóreo del Matorral Espinoso Tamaulipeco.**

| No. | Especie | Nombre Común | Área Basal m² Extrapolado a 8.75 ha. | Volumen m³ Extrapolado a 8.75 ha | No. de Árboles Extrapolado a 8.75 ha |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) Tronc.* | Vara dulce | 0.3440 | 0.3066 | 2537 |
| 2 | *Berberis trifoliolata Moric.* | Agrito | 0.0036 | 0.0035 | 23 |
| 3 | *Calliandra conferta Benth.* | Charrasquillo | 0.0222 | 0.0202 | 366 |
| 4 | *Castela erecta Turpin* | Chaparro amargoso | 0.0197 | 0.0191 | 171 |
| 5 | *Celtis pallida Torr.* | Acebuche | 0.1226 | 0.1129 | 1509 |
| 6 | *Colubrina texensis (Torr. & A. Gray) A. Gray* | Colubrina | 0.0002 | 0.0007 | 23 |

| No. | Especie | Nombre Común | Área Basal m² Extrapolado a 8.75 ha. | Volumen m³ Extrapolado a 8.75 ha | No. de Árboles Extrapolado a 8.75 ha |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | *Koeberlinia spinosa Zucc.* | Espinosilla | 0.0004 | 0.0247 | 126 |
| 8 | *Leucophyllum frutescens (Berland.) I.M. Johnst.* | Cenizo | 0.0152 | 0.0368 | 926 |
| 9 | *Neltuma glandulosa (Torr.) Britton & Rose* | Mezquite | 3.4745 | 3.2915 | 594 |
| 10 | *Parkinsonia texana (A. Gray) S. Watson* | Palo verde | 0.0819 | 0.1853 | 514 |
| 11 | *Senegalia aff. Greggi* | Gatuño | 0.1986 | 0.3752 | 297 |
| 12 | *Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn.* | Huizache | 0.5256 | 0.5236 | 114 |
| | | Total | 4.808 | 4.900 | 7200 |

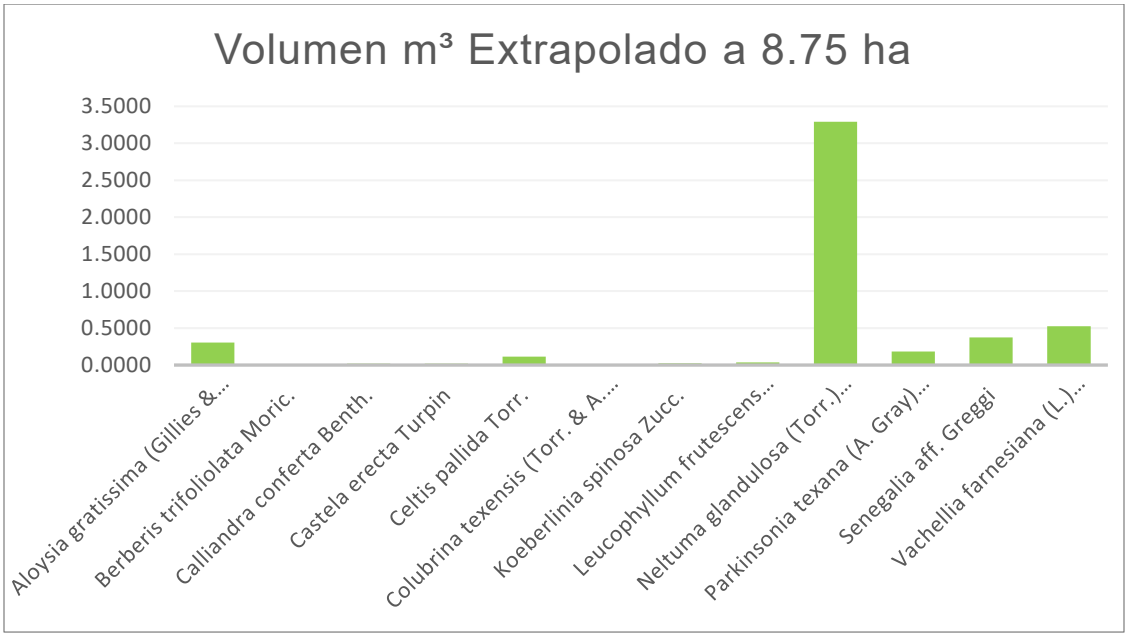



**Figura 86. Gráfica Distribución de los Volúmenes por ha, por especie expresada en m³**

El volumen total árbol a remover será de **4.900 m³** del predio del área de CUSTF, con un Área basal de **4.808 m²** y la suma total de **7200** árboles.

Esta información son valores reales obtenidas del censo hecho en el área de Cambio De Uso De Suelo En Terrenos Forestales que calcula el volumen total a remover, si el propietario lo quisiera puede solicitar la documentación legal para transportar estas materias primas y acreditar su legal procedencia, sin embargo, en este predio no sé aprovechará la materia prima, el residuo vegetal será picado y dispersado en el área de conservación.

La medición de las dimensiones de los árboles, son realizados diferentes valores dasométricos en este caso: diámetro, altura total y fustal, para que esto finalmente nos pueda dar un resultado en área basal que multiplicado ya sea por la altura total, podamos tener el valor del volumen de la madera que cada árbol contiene.

# VIII. PLAZO PROPUESTO Y LA PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

## VIII.1 Plazo de ejecución del cambio de uso del suelo

Antes de realizar cualquier acción dentro del predio donde se pretende realizar el proyecto se deberán obtener los permisos para el cambio de uso de suelo en terreno forestal, la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales es la dependencia correspondiente de otorgar los permisos de cambio de uso de suelo (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 58, fracción I), para obtener la autorización es necesario presentar un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) o un Documento Técnico Unificado (DTU), este documento será evaluado por la autoridad y se deberá esperar un plazo pertinente para que se dé una respuesta por parte de la dependencia, la autoridad encargada emitirá un dictamen sobre el documento, para este caso se presenta un Documento Técnico Unificado para solicitar el cambio de uso de suelo de la primera etapa de este proyecto.

**Esquema del Cambio de Uso de Suelo.**

El proyecto se pretende desarrollar en un periodo de **04 años** para la ejecución de todo el proyecto; cabe mencionar que el tiempo de desarrollo pudiera ser menor al estimado.

El cambio de uso del suelo se realizará de manera gradual durante la etapa de preparación, dicha etapa incluye la obtención de permisos; el desmonte (Remoción de vegetación), descapote y la nivelación del terreno, además de aplicarse medidas de mitigación antes, durante y después del CUSTF, con el objetivo de minimizar los impactos en los diversos elementos ambientales presentes en el Sistema Ambiental (microcuenca).,

El proyecto estará dividido en 4 fases de desarrollo:

1. Fase de preparación
2. Fase de construcción
3. Fase de mantenimiento y operación
4. Fase de medidas de prevención, mitigación y compensación.

El único responsable de ejecutar todas y cada una de las actividades u obras de cada fase de desarrollo es el promovente, el cual podrá contratar a terceros para realizar las obras, actividades y programas propuestos.

A continuación, se presenta el programa de trabajo que incluye el tiempo requerido para la ejecución del CUSTF:

**Tabla 83. Cronograma de trabajo para ejecutar el cambio de uso de suelo y aplicación de medidas de mitigación.**

| Cronograma de actividades | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Fases de desarrollo** | | **Obra** | **SEMESTRE** | | | | | | | |
| | | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| **Preparación** | | Trazo de lotes | X | X | | | | | | |
| | | Delimitación del arbolado existente por lote | | X | | | | | | |
| | | Deshierbe y despalme | | X | X | X | X | X | | |
| | | Nivelación del terreno | X | X | | | | | | |
| **Construcción** | | Construcción de viviendas | | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Construcción de áreas de uso común | | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Instalación de sistemas hidrosanitarios | | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Instalación de ecotecnologías | | X | X | X | X | X | X | X |
| **Medidas** | **Prevención** | Programa de rescate y reubicación de flora y fauna | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Prevención de nubes de polvo | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Prevención de emisiones a la atmósfera | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Capacitación del personal | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Manejo de residuos solidos | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | **Mitigación** | Construcción de Obras para la conservación de agua | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Construcción de obras para la conservación de suelo | | X | X | X | X | X | X | X |
| | **Compensación** | Habilitación y mantenimiento de áreas verdes | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | **Otras** | Mantenimiento general | | | X | X | X | X | X | X |

## VIII.2 Forma de ejecución del cambio de uso del suelo en terrenos forestales

### VIII.2.1 Actividades para el cambio de uso del suelo

El responsable de dar cumplimiento a lo establecido en el cronograma de actividades es el promovente y este podrá contratar a terceros para realizar dichas actividades. Dicho cronograma se seguirá conforme a lo señalado, dentro de dicho cronograma podemos apreciar que la realización del deshierbe y despalme, actividades que comprenden específicamente el CUSTF, se realizará en 4 años únicamente.

Cada etapa del proyecto está divida en cuatro fases para su desarrollo las cuales de describen a continuación.

⇒ **Fase de Preparación.**

- **Obtención de permisos**

La fase de preparación dará inicio posterior a la obtención de los permisos para el Cambio de Usos de Suelo ante la SEMARNAT, el tiempo máximo estimado para obtener dicha autorización es de 1 año.

- **Trazo de vialidades, lotes, áreas verdes y área comercial.**

El trazo de vialidades, lotes y áreas verdes se realizará con estación total Flexline TS02 PLUS de alta precisión, y tendrá un tiempo de ejecución de un año.



**Figura 87. Estación total flexline TS02 PLUS**

- **Marcaje de vegetación que será derribada y conservada.**

Una vez realizado el trazo de la urbanización y las áreas de uso común se procederá con la identificación de los individuos forestales (arboles) que se ubicarán dentro del área de cesión ya que el proyecto contempla mantener todos los árboles que se encuentren en esas zonas

Posteriormente se realizará el descapote y la nivelación del terreno. Para estas actividades se utilizará una retroexcavadora, hachas, machetes, palas y picos, u otras herramientas.

- **Desmonte (Remoción de vegetación) procedimiento y recomendaciones**

El desmonte consiste en el retiro de maleza, plantas, arbustos y en general toda la vegetación, que exista en la superficie donde se desarrollará el proyecto. Como ya se mencionó, el estrato arbóreo será completamente conservado, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos. Para estas actividades se utilizarán hachas, machetes, palas y picos, u otras herramientas.

La ejecución de esta actividad se realizará a partir del segundo año después de haber obtenido la autorización de la SEMARNAT para el CUSTF, además esta actividad se realizará de forma paulatina, conforme se vaya requiriendo.

- **Descapote**

El descapote consiste fundamentalmente en retirar la capa vegetal y la materia orgánica. La remoción de estos materiales se hará utilizando maquinaria pesada (una retroexcavadora CASE 580M), hasta lograr una profundidad de 30 cm. por debajo de la capa vegetal, bajo la supervisión de un topógrafo. Los materiales derivados de ambas actividades serán trasladados por camiones de volteo que serán abastecidos por un cargador frontal hasta ser depositados en las áreas indicadas por el promovente.




**Figura 88. Retroexcavadora**

- **Nivelación del terreno**

La nivelación del terreno solo se realizará en aquellas zonas donde se requiera, sin embargo, se debe mencionar que el proyecto fue diseñado siguiendo las características morfológicas del terreno, empleándose maquinaría de tipo CAT D5G LGP, Bulldozer CASE 750K.




**Figura 89. Izq. CAT D5G LGP. Der. Bulldozer CASE 750K**

Dentro de esta fase también se contempla la introducción de los servicios básicos como es la luz y el agua.

⇒ **Fase de Operación-Mantenimiento**

En esta fase del desarrollo se contempla el mantenimiento general de las instalaciones del proyecto, donde se considera el mantenimiento de los caminos ya existentes, así como las viviendas y áreas de uso común, así como de cualquier zona que lo amerite. Esta etapa ya será responsabilidad de los habitantes del proyecto, así como del gobierno municipal cuando se entreguen las obras públicas.

⇒ **Fase de medidas de prevención, mitigación y compensación**

La última fase está comprendida por la aplicación de medidas que subsanen los daños ocasionados por el desarrollo del proyecto. Las medidas están divididas en medidas de prevención, mitigación y compensación, a continuación, se describe las actividades a realizar en cada una de ellas.

**Medidas preventivas.** Antes de empezar con las actividades para el desarrollo del proyecto se implementara como una medida preventiva un programa de rescate y reubicación de flora y fauna con el objetivo de disminuir la afectación a la flora y fauna silvestre que habitan dentro del área del proyecto, poniendo especial énfasis en las especies que se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo propuesta por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (este programa deberá llevarse a cabo antes

de realizar las actividades de remoción de vegetación) (tiempo de ejecución 1 año). Por otra parte, se aplicarán medidas para prevenir la generación de nubes de polvo y las emisiones de contaminantes a la atmosfera (actividades permanentes), así como la implementación de un programa de manejo de residuos sólidos (actividad permanente), la capacitación constante del personal (actividad permanente), y la implementación de obras para la conservación de suelo donde se detecten zonas en riesgo de pérdida de suelo (tiempo de ejecución 4 años).

# IX. PROPUESTA DE PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA QUE PUDIERAN RESULTAR AFECTADAS Y SU ADAPTACIÓN AL NUEVO HÁBITAT, EN CASO DE AUTORIZARSE EL CAMBIO DE USO DE SUELO

## IX.1 Programa de rescate de flora.

| Características Generales | |
|---|---|
| Localidad | Ciudad Acuña |
| Estado | Coahuila de Zaragoza |
| Tipo de vegetación | Matorral espinoso tamaulipeco |
| Superficie solicitada para CUSTF | **87,428.77 m2** |

### IX.1.1 Introducción

El programa de rescate está encaminado principalmente a la protección y conservación de las especies con algún estatus de conservación según la NOM 059-SEMARNAT-2010, aquellas de importancia ecológica y que sean susceptibles de manejo. Pero también se consideran aquellos ejemplares que por sus características morfológicas excepcionales representen un valor ecológico/cultural.

Los alcances que se plantean son considerados a partir de la superficie que se afectará, los tipos de vegetación existente, así como el territorio en el que se extienden, los parámetros biológicos-ecológicos de los ejemplares, así como su distribución dentro del área de estudio y destino de estos. También se toma en cuenta los aspectos legislativos en materia de impacto ambiental y forestal. Para ello, se plantean conceptos esenciales los cuales son descritos en este documento.

No existe un método o técnica para llevar a cabo un rescate de flora silvestre, por lo que se propone una estrategia lógica y coherente con el fin de obtener los mejores resultados. Por otro lado, en cuanto a lo referente a sitios y criterios propuestos para la replantación, propagación y calendarización de actividades, esta puede ser sujeta a modificaciones, en función de los tiempos de evaluación y resolución por parte de la autoridad.

## IX.1.2 Objetivos

### IX.1.2.1 General.

Mitigar los impactos ambientales adversos al componente de flora, ocasionados por el desarrollo del proyecto, estableciendo las medidas para el rescate y reubicación de las especies de flora ayudando con la preservación, conservación y mantenimiento de la biodiversidad, la estructura y el funcionamiento del ecosistema.

### IX.1.2.2 Específicos

- Protección de las especies de flora registradas dentro del área del proyecto
- Llevar a cabo las acciones necesarias para el rescate de especies de flora silvestre dentro del área del proyecto.
- Asegurar una supervivencia del 80% de los individuos rescatados.
- Establecer las medidas pertinentes para la protección de los individuos rescatados, principalmente daño causado por incendios forestales y actividad ganadera circundante.

## IX.1.3 Metas

Rescatar todos los ejemplares que sea técnicamente viable su rescate, priorizando las especies que se encuentren con un estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010) y de aquellas que requieran un cuidado en especial.

Implementar y ejecutar el Programa de Rescate de Flora Silvestre, en forma coordinada con el Programa de Trabajo de la obra en mención.

Lograr una supervivencia mayor al 80% de los individuos rescatados.

Generar beneficios de impacto regional; por el incremento en la cobertura vegetal, captación de agua, creación de hábitat para las especies de fauna que pueden transitar por la zona, así como mitigar los microincrementos de temperatura generados por la remoción de la vegetación.

### IX.1.3.1 Materiales y Equipo.

Para la extracción, traslado, replante, poda etc., de las especies, se emplearán los siguientes materiales y equipos:

**Tabla 84. Materiales y herramientas requeridos**

| Materiales | Cantidades | Usos |
|---|---|---|
| **Cartografía topográfica (esc. 1:50000)** | 1 | Ubicación de los sitios de rescate |
| **Formatos de registro** | A necesidad | Registro de información |
| **Piola o cordel** | 100 m | Sujeción de los organismos al tutor para mantener la verticalidad |
| **Palas rectas** | 10 | Retiro del material, excavación de cepas |
| **Zapapicos** | 10 | Abrir hoyos |
| **Cinta plástica de color (Flagin)** | 4 rollo | Identificación de áreas e individuos |
| **Tijeras de poda aérea** | 10 | Cortes |
| **Recipientes para el agua con capacidad de 200 l** | 5 | Transporte de agua |
| **Cubetas de 20 l** | 10 | Mezclar materiales, transportar agua |
| **Guantes de carnaza** | 10 | Protección de las manos |
| **Cámara fotográfica** | 2 | Recopilar registros fotográficos |
| **Vehiculo tipo Pick Up (4x4)** | 4 | Transporte del personal y material |
| **Botiquín de primeros auxilios** | 4 | Atención medica elemental |
| **Fertilizantes en polvo (Raizal 400)** | A necesidad kg | Promotor de la regeneración de la raíz |
| **Fungicidas** | A necesidad | Control de hongos |
| **Azufre** | A necesidad | Acelerar el proceso de cicatrización de heridas en la cactáceas |
| **Barra** | 4 | Excavación en sitios de suelo duro |
| **Cal** | A necesidad | Desinfectar el terreno de posibles plagas |
| **tutores** | A necesidad | Soporte de las plantas |
| **Carretilla** | 2 | Para el transporte de los individuos |
| **Machetes** | 4 | Limpieza del área de rescate |
| **Sistema de posicionamiento global (GPS)** | 2 | Referenciador de coordenadas geográficas para la localización de los individuos rescatados y de los trasplantes |

La mano de obra que se requerirá para realizar las diferentes actividades que comprende el presente programa de rescate consistirá en la conformación de 1 brigada, integrada de 5 ayudantes y un técnico supervisor requiriéndose un total de 6 personas los cuales realizarán las labores que comprende el rescate y reubicación de la flora silvestre.

## IX.1.4 Criterios de selección de especies/individuos a rescatar

Se debe recalcar que con los muestreos forestales no se registraron especies dentro de alguna categoría de riesgo propuesta por la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies de difícil regeneración.

Por lo tanto, los criterios de selección para el rescate de flora silvestre son los siguientes.

Individuos que sea técnicamente viable su rescate y traslado al lugar asignado para su reubicación (individuos con una altura menor a 1 m).

Porte recto, fisonomía sana y vigorosa, libres de plagas y enfermedades (para asegurar su reproducción y/ o plantación).

Individuos jóvenes con altas posibilidades de supervivencia al recate y la reubicación.

Especies endémicas.

Especies representativas de la zona donde se realizará el cambio de uso de suelo, que serán claves en la composición del ecosistema.

Estimación de individuos a rescatar.

Para estimar el número de individuos a rescatar se utilizó como parámetros de referencia la densidad de plantación por hectárea para ecosistemas tropicales establecido por el manual básico de Practicas de reforestación2 y la densidad de individuos por hectárea estimados con el muestreo La determinación de la densidad de plantación para actividades de reforestación en ecosistemas de **matorral tamaulipeco** debe considerar las condiciones ecológicas propias de este tipo de vegetación, caracterizada por comunidades arbustivas y subarbustivas, alta variabilidad en cobertura, y adaptaciones a condiciones de estrés hídrico y suelos generalmente someros.

De acuerdo con el **Manual Básico de Prácticas de Reforestación de CONAFOR**, la densidad de plantación no es un valor fijo, sino que debe definirse en función de factores como las características del sitio, disponibilidad de humedad, especies a utilizar y objetivos de la restauración. En este sentido, el manual establece un enfoque flexible, recomendando ajustar la densidad conforme al ecosistema y condiciones locales.

Para el caso específico del matorral tamaulipeco, diversos estudios técnicos y experiencias de restauración ecológica en el noreste de México (INIFAP, CONAFOR y literatura científica regional) indican que las densidades deben ser **moderadas a bajas**, en comparación con ecosistemas forestales, con el fin de:

- Reducir la competencia por agua y nutrientes.
- Favorecer la supervivencia de especies nativas adaptadas a condiciones semiáridas.
- Imitar la estructura natural del ecosistema, caracterizada por espaciamientos irregulares.
- Optimizar los costos de establecimiento y mantenimiento.

En este contexto, se ha determinado que una densidad adecuada para proyectos de restauración en matorral tamaulipeco se encuentra en un rango de:

2 Comisión Nacional Forestal (Conafor). (2010). Prácticas de reforestación. Manual básico.

- **400 a 1,100 individuos por hectárea** en esquemas de restauración ecológica.
- Hasta **1,600 individuos por hectárea** en sitios con mayor disponibilidad de humedad o con objetivos de cobertura acelerada.

Para el presente proyecto, se propone una densidad de **[400 individuos por hectárea]**, la cual se considera técnicamente viable debido a que:

1. **Es congruente con la estructura natural del matorral tamaulipeco**, evitando sobrepoblación artificial.
2. **Permite un adecuado desarrollo radicular y aéreo de las especies**, minimizando competencia intraespecífica.
3. **Se ajusta a las condiciones climáticas y edáficas del sitio**, particularmente en términos de precipitación limitada.
4. **Favorece la supervivencia a mediano plazo**, reduciendo la necesidad de reposición de planta.
5. **Optimiza el uso de recursos económicos y operativos**, en concordancia con criterios de eficiencia en restauración.

Adicionalmente, se considera la posibilidad de que la regeneración natural complemente la cobertura vegetal en el sitio, por lo que no se requiere una densidad inicial elevada.

En conclusión, la densidad propuesta responde a criterios técnicos, ecológicos y operativos, alineándose con las recomendaciones generales de CONAFOR y con la evidencia disponible para ecosistemas de matorral en regiones semiáridas del noreste de México.

Con los muestreos realizados se estimó una densidad de 822.85 individuos arbóreos por hectárea. Por lo tanto y de acuerdo con los parámetros establecidos se contempla rescatar aproximadamente 150 individuos por ha, que cumplan con los criterios de selección para rescatar.

**Tabla 85. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**

| Especie | Microcuenca | | | | Área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI |
| *Neltuma glandulosa* | 37 | 6 | 925 | 68.60 | 52 | 7 | 130 | 79.25 |
| *Quercus fusiformis* | 7 | 2 | 18 | 10.04 | No se registro | | | |
| *Vachellia farnesiana* | 13 | 3 | 33 | 16.66 | 10 | 3 | 25 | 20.75 |
| *Yucca treculiana* | 3 | 1 | 8 | 4.70 | No se registro | | | |

**Arbustos**

**Tabla 86. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**

| Especie | Microcuenca | | | | Área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI |
| *Aloysia gratissima* | 156 | 7 | 1724 | 22.72 | 222 | 7 | 2454 | 33.13 |
| *Berberis trifoliolata* | 3 | 1 | 33 | 1.09 | 2 | 2 | 22 | 2.25 |
| *Calliandra conferta* | 34 | 3 | 376 | 6.07 | 32 | 3 | 354 | 6.79 |
| *Castela erecta* | 109 | 8 | 1205 | 18.23 | 15 | 3 | 166 | 4.79 |
| *Celtis pallida* | 97 | 6 | 1072 | 15.4 | 132 | 7 | 1459 | 22.56 |
| *Colubrina texensis (Torr. & A. Gray) A. Gray* | 25 | 2 | 276 | 4.31 | 2 | 1 | 22 | 1.24 |
| *Condalia viridis I.M. Johnst.* | 4 | 2 | 44 | 1.96 | No se registro | | | |
| *Koeberlinia spinosa Zucc.* | 6 | 2 | 66 | 2.19 | 11 | 1 | 122 | 2.301 |
| *Leucophyllum frutescens (Berland.) I.M. Johnst.* | 115 | 6 | 1271 | 17.4 | 81 | 4 | 895 | 13.55 |
| *Parkinsonia texana (A. Gray) S. Watson* | 21 | 3 | 232 | 4.62 | 45 | 2 | 497 | 7.302 |
| *Senegalia greggii (A.Gray) Britton & Rose* | 27 | 4 | 298 | 6.05 | 26 | 3 | 287 | 6.082 |

## IX.1.5 Metodología para el rescate y reubicación de especies

**Manejo de flora**

Identificación y marcaje

Los individuos con las características adecuadas para poder ser rescatados deberán ser identificados y señalados con un listón de color llamativo, marca de pintura fluorescente o una estaca de color vistoso, con la finalidad de que el personal participante los ubique inmediatamente, por otra parte, que no sean dañados o derribados por el desarrollo del proyecto.

Extracción

Consiste en hacer una zanja alrededor del individuo a rescatar (planta) con el fin de formar una bola o cepellón donde quedarán confinadas las raíces que va a llevar el individuo a su nuevo sitio. Los individuos marcados serán removidos de su sitio haciendo un hoyo, con pala y pico, a su alrededor tratando de abarcar todo el sistema radicular del individuo en cuestión.

Es importante mencionar que al momento de realizar la extracción se debe colocar una marca de pintura en una de las espinas u hojas que apuntan al sur, a fin de conocer la orientación original de

la planta. Esto es muy importante ya que, por su posición, los diferentes lados de las plantas se exponen de manera distinta a los rayos del sol; si esta posición no se mantiene, se pueden exhibir al sol directo sitios que estaban acostumbrados a recibir poca luz, lo que puede llegar a causar quemaduras solares e incluso la muerte de la planta, ya sea directamente o como consecuencia de infecciones por ataques de hongos o bacterias en las zonas quemadas.

El método utilizado para la extracción y rescate de los individuos se realizará mediante el siguiente procedimiento:

Se usarán palas rectas para el banqueo de los individuos a reubicar. El banqueo consiste en hacer una zanja alrededor del individuo a rescatar con el fin de formar una bola o cepellón donde quedaran confinadas las raíces que va a llevar el individuo a su nuevo sitio. El diámetro de la bola se recomienda sea al del tamaño del diámetro de copa del individuo a rescatar. La profundidad depende de la extensión del sistema radicular.

Los lados del cepellón tendrán un declive, razón por lo que la parte superior será mayor que la inferior (base); por ejemplo, si la parte superior tiene 60 cm, la inferior puede tener 40 cm. Así también se efectuará la poda de raíces, utilizando el criterio de poda de la parte aérea. El cepellón quedará verticalmente en un pedestal del mismo suelo, para el siguiente paso.

Una vez que se haya hecho la excavación alrededor de la planta, se realizará el arpillado de la cepa o cepellón.

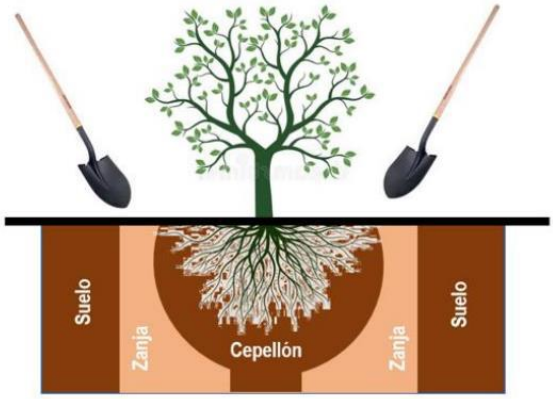



**Figura 90. Extracción de planta**

Arpillado

Consiste en envolver el cepellón con un material que la proteja de roturas y de la desecación, como arpilla o tela de costal. Luego se hace un amarre en forma de tambor, con cuerdas laterales de henequén en la base y en la parte superior. Una vez envuelta y amarrada, la bola puede ser cortada por debajo con un cable de acero, sin necesidad de ladearla. El cable de 1/2 pulgada, es colocado por debajo de la bola y tirado con una fuerza de tracción para que corte limpiamente la parte

inferior, para el presente caso, se empleará la pala recta para hacer el corte en la parte inferior (base), tratando de no maltratar demasiado al individuo.

Se deberá tomar con mucho cuidado la planta para extraerla; se aconseja el uso de guantes de carnaza o en su defecto de jardinería. La carga y descarga debe ser cuidadosa para no dañar al individuo. Durante el traslado se debe evitar heridas en el tallo, quebradura de ramas, brazos, esquejes y romper las raíces o cladodios.

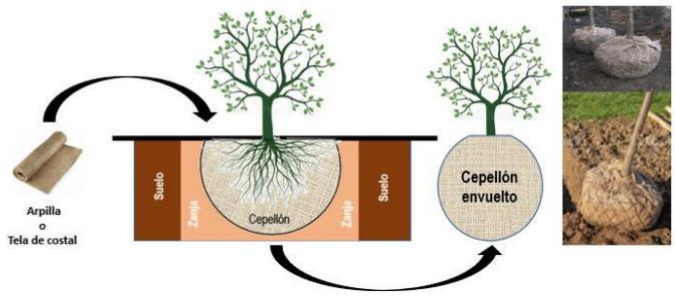



**Figura 91. Proceso de arpillado**

Antes de trasportar los individuos rescatados es necesario su correcta identificación, cada una de las plantas deberá tener una etiqueta que contenga los siguientes datos:

- Fecha
- Hora
- Coordenadas Geográficas
- Nombre común de la especie rescatada
- Nombre científico
- Características del hábitat donde se rescató
- Fecha y hora
- Lugar de reubicación
- Observaciones.

Traslado.

Para el traslado de los ejemplares que serán trasplantados, se utilizarán cajas o ayates, para llevarlos al sitio propuesto para la replantación.

Los individuos pueden ser transportados con la ayuda de una carretilla o preferentemente con un vehículo tipo pick up 4x4, teniendo especial cuidado en su acomodo para evitar maltrato y asegurar la supervivencia de los individuos, los individuos no deben levantarse del tallo, ya que esto les causa daño a la corteza y a la bola de la raíz. De ser necesario los individuos de plantas deben protegerse

envolviendo su copa con malla media y los tallos también deben envolverse con cartón o malla para evitar heridas.

Evaluación de las condiciones del área de plantación

Para aumentar las probabilidades de éxito del programa es necesario la selección de un ambiente similar, lo que aumentara la capacidad de readaptación de los individuos rescatados.

El lugar de reubicación de los individuos rescatados se encuentra aledaña al proyecto y la vegetación que se desarrolla en el área es vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco, mismo tipo de vegetación del cual se realizará el rescate de flora, por lo que la capacidad de readaptación de los individuos rescatados será alta.

Preparación de suelos

De ser necesario se deberá realizar una pre-preparación del sitio de reubicación, se recomienda realizar el enriquecimiento de la zona con fertilizantes o materia orgánica, esta actividad deberá dar inició un día o dos antes de comenzar el proceso de rescate.

Densidad de plantación

La densidad de plantación se tomó como referencia lo reportado por el manual básico de Prácticas de reforestación3 que establece una densidad máxima de plantación 900 individuos por hectárea para selvas bajas, teniendo una separación entre plantas de 3 metros.

## IX.1.6 Sitio de reubicación

El área seleccionada para la reubicación de flora se seleccionó por medio de recorridos en campo, con lo cual se determinó que el área más adecuada para el trasplante es aquella aledaña al proyecto, la cual presenta las mismas condiciones por lo que es viable la supervivencia y desarrollo de los individuos rescatados y reubicados.

La ubicación física del sitio potencial donde serán reubicadas las especies rescatadas de flora dentro del ecosistema afectado es un área aledaña al sitio del cambio de uso de suelo. Dicha área de 2ha se presenta en el siguiente mapa, en caso de requerirse una mayor superficie se buscarán lugares aledaños al predio.

3 Comisión Nacional Forestal (Conafor). (2010). Prácticas de reforestación. Manual básico.

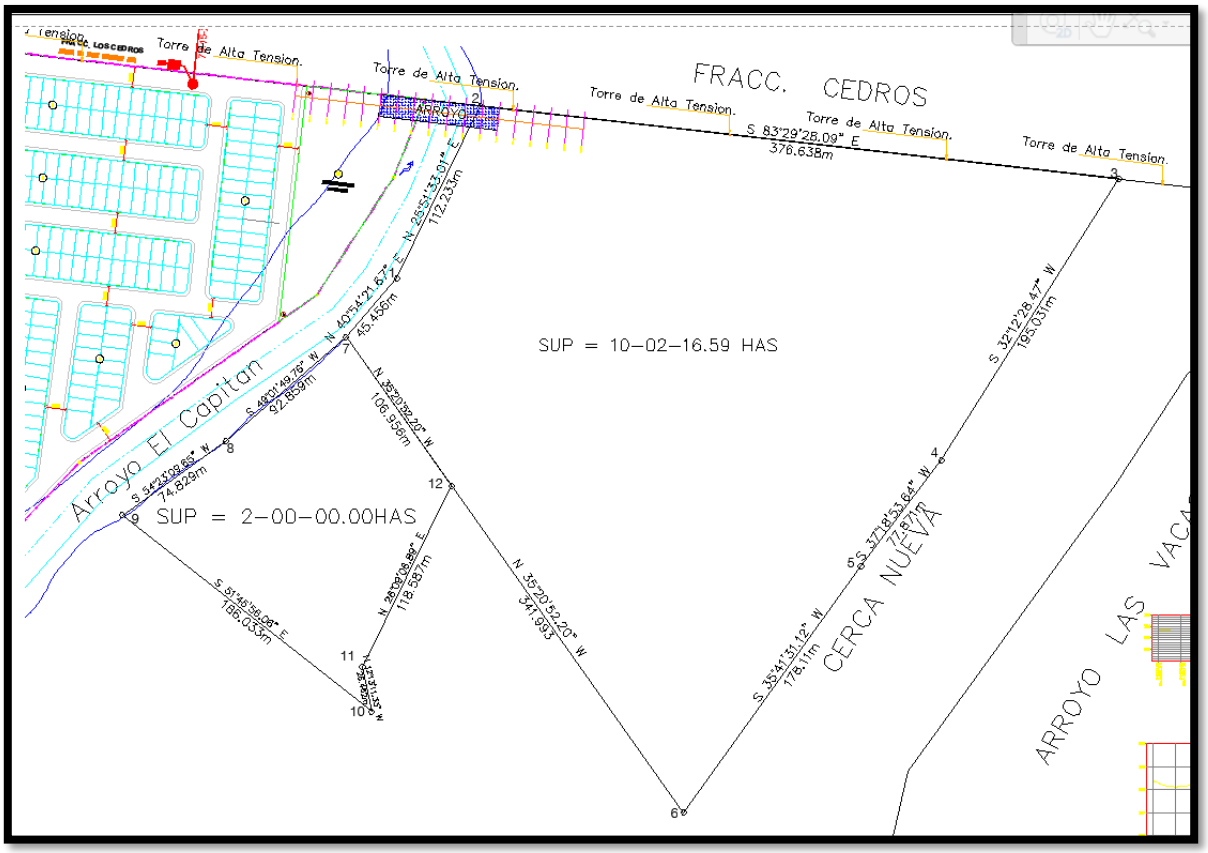



**Figura 92. Ubicación del polígono de reubicación de flora respecto al área del proyecto.**

**Tabla 87. Coordenadas del sitio de reubicación**

| CUADRO DE CONSTRUCCION | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | |
| EST | PV | | | | Y | X |
| | | | | 7 | 3,243,674.0631 | 307,223.3701 |
| 7 | 8 | S 35°20'52.20" E | 106.956 | 8 | 3,243,586.8438 | 307,285.2484 |
| 8 | 9 | S 28°09'08.89" W | 118.587 | 9 | 3,243,480.3970 | 307,232.9810 |
| 9 | 10 | S 12°13'11.33" E | 26.462 | 10 | 3,243,454.5349 | 307,238.5820 |
| 10 | 11 | N 51°46'56.06" W | 186.033 | 11 | 3,243,569.8243 | 307,092.4226 |
| 11 | 12 | N 54°23'09.65" E | 74.829 | 12 | 3,243,613.1991 | 307,153.2558 |
| 12 | 7 | N 49°01'49.76" E | 92.859 | 7 | 3,243,674.0631 | 307,223.3701 |
| SUPERFICIE = 20,000.000 m2 | | | | | | |

Lugar de acopio

Las especies rescatadas serán reubicadas el mismo día por lo cual no es necesario un área de acopio o vivero.

Método de plantación

Para realizar el trasplante de los individuos rescatados se deberán seguir los siguientes pasos:

Apertura de las cepas donde se colocarán los individuos, esto se realizará de manera manual, las dimensiones dependerán de los individuos a reubicar, sin embargo, por lo general se recomienda cepas de 60 por 40 cm y una profundidad de aproximadamente 1 m.

La tierra que se extraerá de la cepa (producto de la excavación) será colocada a los lados de la cepa y por ningún motivo se deberá desechar.

Se recomienda mezclar un sustrato a base de materia orgánica proveniente de tierra de hoja certificada y la tierra de la cepa con el objeto de optimizar las condiciones de fertilidad.

Cada individuo a trasplantar, deberá tomarse con cuidado y de preferencia se utilizarán guantes de carnaza para su manejo.

Antes del trasplante se deberá retirar la arpilla o tela de costal que envuelve el cepellón, y se aplicará una mezcla de enraizador (Radix 1000 – dosis recomendada por el fabricante) directamente en el sistema radicular, con la finalidad de asegurar la supervivencia de la planta y la proliferación y formación de un buen sistema de raíces.

A la hora de realizar el trasplante el individuo se colocará en la cepa buscando que tenga la misma orientación de su sitio de origen; a fin de evitar quemaduras solares que puedan menguar su capacidad de supervivencia.

Posteriormente se llenará de suelo la cepa, apisonando ligeramente al mismo tiempo, se formará un pequeño cajete temporal.

Finalmente, se realiza el levantamiento de la ubicación geográfica en cada ejemplar (de la misma forma que en el proceso de extracción), registrando las coordenadas UTM en cada lugar de trasplante.

Acciones generales a considerar durante el programa de rescate y reubicación de flora.

Solo se rescatarán los individuos jóvenes, sanos y que sean técnicamente viables. Los individuos deberán ser menores de 1 m de altura, los cuales tienen más probabilidad de sobrevivir al trasplante. Se seleccionando aquellos ejemplares que presenten hojas bien desarrolladas y definidas.

La extracción de individuos se realizará preferentemente en las primeras horas del día o después de la puesta del sol, con el objeto de disminuir el estrés hídrico.

La extracción se hará de forma manual, empleando navajas, pica pequeña y pala de jardinero.

Primeramente, se hará una zanja alrededor del individuo, cuidando de no dañar las raíces.

Extraer la planta con la suficiente tierra (cepellón), con la finalidad de proteger las raíces.

Las plantas extraídas se colocarán en sitios sombreados para protegerlas de la incidencia directa de los rayos del sol hasta el momento de su traslado al sitio de reubicación, esta será realizada el mismo día de su extracción.

Se etiquetarán los ejemplares rescatados para llevar un control y se tomarán registros y evidencias de los rescates realizados con ayuda de material y equipo como hojas de registro, libretas de campo, cámara fotográfica y GPS principalmente.

La colecta deberá hacerse previo al derribo de árboles. Es necesario que el personal que lo lleve a cabo debe estar capacitado e importante llevar un registro de todos los individuos rescatados.

Resultados esperados.

Se espera rescatar un total de 442 individuos pertenecientes a 8 especies vegetales, 4 de ellas endémicas a la región.

Lograr una supervivencia mayor al 80% de los individuos rescatados.

Lograr una densidad de 900 individuos por hectárea en las zonas de reubicación de las especies rescatadas.

Incrementar la cobertura vegetal en los sitios propuestos para la reubicación, estimando una densidad de 900 individuos por ha.

Mitigar y compensar la pérdida de cobertura vegetal, disminución en la infiltración, afectaciones a la fauna, así como mitigar los microincrementos de temperatura generados por la remoción de lav vegetación.

## IX.1.7 Rescate

Es muy común pensar que el rescate termina en el momento del trasplante. No obstante, se deberá seguir proporcionando cuidados a los individuos reubicados hasta que esta se encuentre bien establecida. Después de la reubicación los individuos se recobrarán lentamente (shock de trasplante) y requerirán cuidados especiales, principalmente en su sistema de raíces, para permitir que se establezcan en su nuevo sitio y con ello recuperen el vigor y ritmo de crecimiento.

Cuando los indicadores de seguimiento de las medidas a aplicar muestren, que la sobrevivencia de los ejemplares reubicados sea igual o menor al 80%, se deberán de aplicar medidas emergentes para mantener y en su caso aumentar dicho porcentaje.

Las acciones de supervivencia dependerán de las características específicas de cada especie y será de acuerdo con las circunstancias y/o situaciones que se presenten durante la medición de la efectividad y éxito del programa. Si se observan algunos organismos amarillentos o cualquier otro síntoma, se identificarán los factores y/o causas que estén provocando tales circunstancias, por

ejemplo, si es por el riego excesivo, entonces se reducirá la cantidad y número de riegos, registrándose la información en la bitácora de campo y dar un seguimiento puntual hasta mejorar las condiciones.

En un caso extremo de que el programa resulte poco exitoso al obtener una mortandad mayor al 21 % de cualquiera de las especies trasplantadas (aunque se apliquen cada una de las medidas planteadas anteriormente) se sugiere que los individuos muertos sean sustituidos por ejemplares de las mismas especies trasplantadas para asegurar una sobrevivencia mayor al 80%. Adquiriéndose dichas plantas de viveros especializados, las cuales como se mencionó serán las que se dispondrán a protección mediante su trasplante. Se debe aclarar que el desarrollo del proyecto está proyectado a 4 años, no obstante el cronograma de trabajo del programa de rescate de flora se adaptó para realizarse en 5 años del desarrollo, realizando el trasplante y reubicación durante el primer año de trabajo y realizando un monitoreo durante los siguientes 4 años.

A continuación, se presenta el cronograma de trabajo.

| Cronograma de Rescate y reubicación de flora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Año de trabajo | Año 1 | | | | | | | | | | | | Año 2 | | | | | | | | | | | | Año 3 | | Año4 | | Año 5 | |
| Meses / semestres | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 1 | Sem 2 |
| Identificación de las posibles áreas de reubicación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Selección de los sitios de reubicación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación y marcaje de individuos a rescatar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rescate reubicación y trasplante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extracción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arpillado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Traslado Tratamiento pre preplantación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apertura d ecepas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Traspalnte y reubicación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento y supervivencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Protección | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Deshierbe o chapeo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condición fitosanitaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adaptación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Cronograma de Rescate y reubicación de flora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Año de trabajo | Año 1 | | | | | | | | | | | | Año 2 | | | | | | | | | | | | Año 3 | | Año4 | | Año 5 | |
| Meses / semestres | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 1 | Sem 2 | Sem 1 | Sem 2 |
| Control de plagas / enfermedades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades cultutrales y riego | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Acciones reposición de individuos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sobrevivencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Informes de resultados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Informes de control y seguimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Actividad que se llevará a cabo solo de ser necesario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ** Esta actividad dependerá de los requerimientos de la autoridad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Acciones de mantenimiento que aseguren el 80% de sobrevivencia

Para dar seguimiento, se considerará un período de dos meses a partir del inicio de la reubicación y rescate, tomando en cuenta los siguientes procesos.

- Deshierbe o chapeo. Esta actividad se realizará de manera manual con ayuda de machetes y se realizará cada 2 meses al inicio del rescate hasta los primeros 6 meses posterior a finalizar el rescate.
- Adaptación del trasplante. Se observarán las condiciones en que se encuentren los individuos, es decir, si están sanos, turgentes, etc., esto es para detectar posibles necesidades hídrica con el fin de aplicarles riego (monitoreo cada mes).

- Condiciones fitosanitarias. Se llevarán a cabo observaciones periódicas de los individuos trasplantados, esto es con la finalidad de detectar posibles enfermedades ocasionadas por hongos u otros patógenos, aplicando en caso de ser necesario medidas correctivas, (cada 6 meses). Control de plagas y enfermedades. Al ser detectados posibles patógenos (hongos, insectos) se hará uso de los plaguicidas o fungicidas convenientes para evitar posibles daños en los individuos, (monitoreo cada 2 meses).

- Actividades culturales y riego. Una vez realizado el trasplante y el riego somero al material vegetal trasplantado, se llevará a cabo un programa de riego quincenal durante 4 meses posteriores al trasplante y del seguimiento al éxito de sobrevivencia de los ejemplares reubicados, posterior a este tiempo se aplicarán riegos auxiliares en caso necesario durante las épocas de estiaje.

Una vez establecidas las especies se visitará periódicamente el sitio, para verificar la recuperación de estas y si es necesario se realizarán labores mínimas para superar los contratiempos que se presenten.

## IX.1.8 Evaluación del rescate y reubicación

Registro de control

Los registros que se utilizarán para llevar el control de la ejecución del Programa de Rescate de Flora Silvestre durante el desarrollo del proyecto serán los siguientes:

Formatos de registros.

Los formatos deberán contener la siguiente información:

- Fecha y Hora
- Localidad
- Coordenadas Geográficas
- Nombre común de la especie rescatada
- Nombre científico
- Características del hábitat donde se rescató
- Lugar de reubicación
- Observaciones.

La bitácora de rescate.

Esta bitácora contendrá las actividades realizadas por día anotando los siguientes datos de:

Fecha

Coordenadas de los puntos donde se hayan realizado las supervisiones

Etapa del desarrollo del proyecto

Actividad

Características del medio

Numero de rescates que se realicen

Nombres comunes

Registro fotográfico de actividades e individuos rescatados

Tareas de reubicación y rescate.

Evaluación del rescate y reubicación.

Uno de los objetivos del programa de flora es tener una supervivencia de especies rescatadas del 80%, por lo que, de acuerdo con esto, si lo que se quiere evaluar es la supervivencia, se recomienda

realizar la primera evaluación después del primer periodo de sequía; además es recomendable levantar otros datos como vigor de plantas, deficiencias nutrimentales y la presencia de plagas o enfermedades.

Estimación de la sobrevivencia.

Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito del programa bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de plantas que están vivos en relación con las plantas rescatadas y trasplantadas.

Evaluación

El éxito de las acciones del programa será medido y evaluado en función de la permanencia y de la supervivencia de los individuos rescatados y trasplantados dentro de la superficie seleccionada.

En la evaluación se realizará un recuento de los individuos replantados y así poder conocer si existen perdidas de individuos, en caso de detectar la perdida (muerte) de algún individuo se deberá realizar la reposición de este, con la finalidad de mantener un 80% de supervivencia.

Durante el transcurso de las tareas de rescate y una vez finalizadas, se programarán verificaciones semestrales durante 5 años en campo, con el propósito de medir el éxito del Programa de Rescate de Flora Silvestre a través del cálculo de supervivencia de los individuos.

Estimación de la sobrevivencia.

Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación4.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi} \times 100$$

**Donde:**
$\sum_{i=1}^{n}$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable *a* o *m*.
*p* = proporción estimada de árboles vivos.
*ai* = número de plantas vivas en el sitio de muestreo *i*.
*mi* = número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo *i*.

4 Comisión Nacional Forestal (Conafor). (2010). Prácticas de reforestación. Manual básico

Estos datos podrán graficarse a través del tiempo y así visualizar fácilmente el éxito del programa, reiterando que la utilización de los formatos, permitirán obtener estos datos y mostrarán la o las etapas más críticas para la supervivencia de los individuos, cuyos conteos se realizarán cada seis meses durante la ejecución del rescate y de iniciar el trasplante en cada tipo de planta.

Informe de avance y resultados.

A partir de la información obtenida por el desarrollo del Programa de Rescate de Flora, se elaborarán y emitirán informes semestrales durante un periodo de dos años o hasta alcanzar los objetivos planteados, para monitorear el estado de los individuos conservados in situ o rescatados.

En los informes se incluirá el estado de los individuos rescatados y reubicados, si existe mortalidad y el porcentaje de supervivencia, así como las condiciones generales del área de reubicación.

Criterios para determinar la eficacia y eficiencia del Programa.

El programa será evaluado en función de la eficacia y la eficiencia en el cumplimiento de los objetivos planteados. Para fines prácticos, se entenderá por eficacia la capacidad de obtener resultados sin considerar los recursos empleados para tal fin; y por eficiencia, la capacidad de lograr un objetivo utilizando, adecuadamente los recursos financieros, humanos y materiales con los que se cuenta.

La evaluación de la eficacia implica verificar si la operación del programa está produciendo los efectos esperados y no si el programa está siendo ejecutado como se planeó originalmente. Además, se busca conocer los efectos secundarios no previstos, los externos e incluso los negativos de este. Por otro lado, la eficiencia se analiza desde el punto de vista costo/producto, en el cual se valoran los medios empleados (económicos, materiales y humanos) con el producto obtenido; bajo la premisa que se es más eficiente en la medida que se produce más con menos o si se alcanza la meta o se cumple el objetivo con los recursos originalmente asignados.

El programa podrá ser evaluado con criterios tanto cualitativos como cualitativos, la evaluación cualitativa podrá partir de los siguientes cuestionamientos:

- ¿Las acciones propuestas fueron las adecuadas para el logro del objetivo?

- ¿Se identificó algún componente o actividad que podría, en el futuro, mejorar la eficacia del programa?

- ¿Se identificaron componentes o actividades que se realizaron y que podrían sustituirse por otros más eficaces?

- ¿Los insumos y materiales se suministraron de manera organizada, oportuna y al mínimo costo posible?

- ¿El programa se ejecutó al menor costo en los plazos establecidos?

- ¿Los costos administrativos fueron lo más bajo posible?

Para la evaluación cuantitativa se partirá de lo siguiente:

- La eficacia se medirá en función del cumplimiento de las metas del programa; comparando las metas alcanzadas con las metas programadas, expresadas en porcentaje.

Eficacia = (Metas alcanzadas / Metas programadas) * 100

- Comparación del número de individuos rescatados con el número de individuos sobrevivientes; si la razón que se obtenga es = 0.90 o 0.80, entonces las acciones realizadas habrán sido eficaces.

Eficacia = Número de individuos reforestados - Numero individuos sobrevivientes.

Conclusión.

De acuerdo con los trabajos de campo y gabinete realizados para el Programa de rescate de flora se puede asegurar que las especies propuestas para rescate se encuentran distribuidas donde se llevara a cabo el proyecto y se asocian a un tipo de **vegetación Matorral espinoso tamaulipeco.**

No se encontraron especies dentro de alguna categoría de riesgo propuesta por la NOM-059-SEMARNAT- 2010, ni especies con una alta importancia ecológica, todas ellas son de amplia distribución por lo que el criterio de selección de especies a rescatar será todas las especies arbóreas aquellas que sea técnicamente viable su rescate (especies con una altura menor a 1 m) y especies arbustivas catalogadas como endémicas.

Se contempla el rescate de aproximadamente **150 individuos pertenecientes a 4 especies de flora**, si bien el programa puede ser adaptado de acuerdo con su desarrollo, se han propuestas las técnicas y especificaciones adecuadas para garantizar su éxito y que el porcentaje de éxito este por encima del 80%.

# IX.2 Programa de rescate de Fauna.

## IX.2.1 Introducción

La importancia fauna silvestre va ligada directamente con la conservación de la misma. Al mantener la diversidad de fauna mantenemos la biodiversidad, la cual es de vital importancia para la vida en el planeta Tierra. Para esto, es necesario aplicar estrategias de manejo que son dirigidas a las áreas donde ellas habitan. El manejo es un concepto ligado a la gestión y tiene como objetivos aumentar, mantener o disminuir las poblaciones de flora y fauna para conservación o control.

Este programa de rescate y reubicación de fauna silvestre del proyecto, da cumplimiento a la fracción IX del artículo 141 del reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable emitido por la Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales (SGPARN) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de fecha 09 de diciembre del 2020, la cual destaca la necesidad de realizar actividades de rescate como medida para mitigar el efecto del impacto y conservar la biodiversidad.

## IX.2.2 Antecedentes

Se llevaron a cabo trabajos de determinación y caracterización a detalle de la fauna, existente en el predio, mismo que consistió en la observación directa de los cuatro grupos de vertebrados terrestres principales (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), y la compilación de un listado de las especies observadas y potenciales, se debe señalar que con el trabajo de campo realizado se generó la información necesaria para una caracterización faunística adecuada basada en ecología de comunidades, estadística poblacional y a las características naturales del medio.

Se identificaron las especies dentro de la clasificación en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y a las especies dentro del acuerdo a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana 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", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre del 2019.

## IX.2.3 Objetivos

### IX.2.3.1 Generales

- Reubicar ejemplares susceptibles de rescate y que habitan en el área de afectación del Proyecto.
- Rescatar, planear y ejecutar acciones y medidas de protección y rescate dirigidas a las especies de fauna silvestre, endémicas y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, consideradas como susceptibles de los posibles impactos que se pudieran generar sobre las especies en riesgo durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.
- Relocalización, enfocando las tareas de reubicación en aquellas especies clasificadas bajo alguna categoría de protección por parte de instrumentos nacionales e internacionales, así como en aquellas especies de importancia local o regional, cuyo bienestar se vea amenazado por la realización de obras o actividades propias del proyecto.

### IX.2.3.2 Específicos

- Determinar los sitios idóneos para la reubicación y liberación de las diferentes especies, dentro de las áreas destinadas para este fin en el área de influencia del proyecto.
- Rescate puntual de los organismos vertebrado de baja movilidad, de hábitos subterráneos o heridos, cuyo manejo efectivo sea viable.
- Ejecutar las actividades de rescate, previo a la etapa de preparación del sitio, con énfasis en individuos de especies protegidas bajo alguna categoría de protección, ya sea por instrumentos mexicanos como la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la clasificación en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y aquellas especies de importancia ecológica o con algún valor comercial o cultural.
- Asegurar el desarrollo de las especies, en caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo
- Reubicar a los organismos en un área donde las especies puedan prosperar sin interferir significativamente con las dinámicas poblacionales de las especies previamente existentes.
- Proceso de reafirmación, una vez realizado lo anteriormente descrito, se llevará a cabo caminatas en busca de especies, con cercanía a las zonas del proyecto y que ponen en riesgo su bienestar, y por ende, sean necesariamente reubicadas bajo las técnicas empleadas y señaladas en este programa.

## IX.2.4 Componentes del Programa.

A. Evaluación y Planificación

Inventario de Fauna: Realizar un inventario detallado de la fauna presente en la zona.

Identificación de Áreas Críticas: Identificar áreas de alta biodiversidad y zonas de reproducción y alimentación esenciales.

Evaluación de Impacto Ambiental: Evaluar el impacto potencial de las actividades humanas en la fauna y sus hábitats.

B. Rescate y Reubicación

Equipos de Rescate: Formar y capacitar equipos especializados en el rescate de fauna.

Protocolos de Rescate: Desarrollar protocolos para el rescate y manejo de diferentes especies.

Centros de Rehabilitación: Establecer centros para la rehabilitación de animales heridos o enfermos antes de su reubicación.

Zonas de Liberación: Identificar y preparar áreas seguras para la liberación de la fauna rescatada.

C. Restauración y Conservación de Hábitats

Reforestación: Implementar programas de reforestación con especies nativas.

Control de Especies Invasoras: Implementar medidas para controlar y eliminar especies invasoras.

Corredores Biológicos: Crear corredores biológicos para facilitar el movimiento y dispersión de la fauna.

D. Monitoreo y Seguimiento

Monitoreo Post-Rescate: Monitorear a los animales reubicados para asegurar su adaptación y supervivencia.

Indicadores de Biodiversidad: Establecer indicadores para evaluar la salud de los ecosistemas y la efectividad del programa.

Base de Datos: Mantener una base de datos actualizada sobre las actividades de rescate y los individuos rescatados.

## IX.2.5 Metas.

Ubicación de las áreas destinadas para la reubicación, especificando los criterios técnicos y biológicos aplicados para su selección.

Planeación de técnicas de rescate, traslado y alojamiento de fauna silvestre con lento desplazamiento (anfibios, reptiles y mamíferos pequeños) y especialmente de aquellas especies incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, clasificación del CITES y endémicas, para su posterior reintroducción en áreas alternativas.

Ejecución de los métodos apropiados de captura para cada uno de los grupos de fauna que nos ocupan en el presente programa para su correcta manipulación y posterior reubicación.

Determinación de las especies prioritarias de rescate siguiendo como criterios su inclusión en la NOM-059 SEMARNAT-2010, clasificación del CITES, su endemismo y aquellas especies de lento desplazamiento.

Calendarización de actividades y acciones a desarrollar durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

a) Resultados esperados

Asegurar la estabilidad de las especies en el área y por tanto su supervivencia cumpliendo con los objetivos de este programa.

## IX.2.6 Metodología para el rescate y reubicación[5]

Ecológicamente, la fauna silvestre es un factor importante para mantener el equilibrio en los ecosistemas, al ser polinizadores, dispersores de semillas y reguladores de poblaciones. Por tales razones, resulta indispensable realizar actividades para la protección de la fauna del área donde se desarrollará el proyecto.

Para evaluar la distribución de la fauna, se consideró en primera instancia a los mamíferos pequeños, reptiles y anfibios, ya que su distribución dentro del Proyecto está condicionada por las barreras físicas que conforman el área urbana las vialidades que la circunscriben; las zonas agrícolas activas que impiden su dispersión.

La metodología para el rescate de fauna estuvo dividida 4 etapas:

- Investigación documental
- Trabajo de campo (muestreo)
- Análisis estadístico para el registro de fauna
- Rescate y reubicación

Estas etapas fueron desarrolladas tomando en cuenta diferentes factores variables como:

Objetivo del propio estudio

Tamaño de los organismos

Características del propio hábitat o microhabitat

Comportamiento y biología de las especies

Tolerancia del organismo a la manipulación, causando el menor estrés

Rescate y reubicación.

Llevar a cabo esta etapa se tomaron en cuenta las variables mencionadas con anterioridad, además de otras en particular que se mencionan a continuación:

- Ubicación de sitios para la captura de organismos

5 Gallina, S. (ed.) 2015.Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. - "Ecología y manejo de fauna silvestre en México" Valdez y Farías (2014) y Vertebrados. Manual de captura manipulación y estudio, Aguilar-Rivas (2017

- Ubicación de sitios para reubicación
- Aplicación de criterios de selección de las especies a rescatar
- Definición de las técnicas de captura a emplear
- Liberación de organismos
- Monitoreo

La metodología aplicada para el rescate y reubicación se describe en los siguientes apartados.

El programa de rescate de fauna incluye actividades para las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, en sus diferentes fases, el cual tiene un enfoque preventivo y busca minimizar el número de especies e individuos que pudieran ser afectados por la remoción de vegetación. Para tales fines el programa de rescate se divide en dos fases: Fase previa y Fase de Rescate, los cuales se desprenden en el siguiente diagrama de flujo:

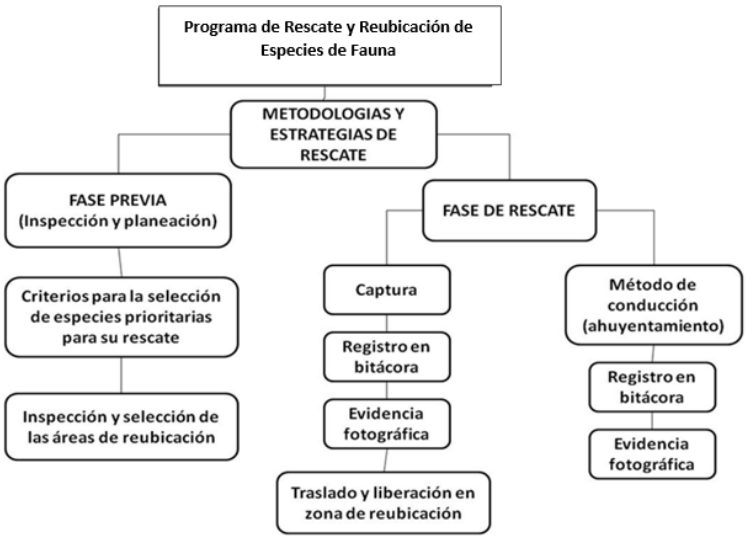



**Figura 93. Diagrama de flujo que muestra las generalidades del Programa de Rescate de fauna**

## IX.2.6.1 FASE PREVIA

Esta fase consiste en la inspección y planeación del programa de rescate.

Criterios para la selección de especies prioritarias para el rescate y la inspección y selección de las áreas de reubicación.

Criterios a considerar para la selección de especies prioritarias para el rescate.

Las actividades de rescate y reubicación de la fauna serán de acuerdo a los siguientes criterios:

Especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT–2010. Debido a su estado crítico, estas especies serán objeto de mayor atención durante las acciones de rescate

Especies de lento desplazamiento. La selección se basa en la capacidad de huida. Esta capacidad es mucho mayor en el caso de las aves y los mamíferos de talla grande (ej. mapaches, venados y felinos), ya que son capaces de mayores desplazamientos. En el caso de los mamíferos pequeños (ej. roedores, crías y juveniles), anfibios y reptiles, sus desplazamientos son lentos y pueden ser alcanzados rápidamente por las maquinas durante la etapa de preparación y construcción del proyecto.

Especies endémicas de México. Debido a su distribución restringida al país y por ser elementos importantes y únicos en la biodiversidad a escala nacional e internacional

Especialista de hábitat: Se refiere aquellas especies que se encuentran solo en determinado tipo de hábitat o una distribución restringida, son especies más sensibles a los cambios y perturbaciones de su hábitat.

Baja movilidad: se aplica considerando la capacidad de escape natural de las especies ante cambios en su hábitat: mientras menor sea su movilidad (i.e., anfibios, reptiles, mamíferos pequeños), tendrán menor probabilidad de migración natural ante las perturbaciones generadas por el proyecto, y su riesgo será mayor.

Especies de hábitos hipogeos, arborícolas o cavernícolas: ya que especies con estos hábitos se esconden en sus madrigueras, en lugar de huir ante la perturbación.

## IX.2.6.2 DE RESCATE

Metodologías y estrategias de actividades de rescate.

El rescate de fauna diseñado para el proyecto, es un proceso que se desarrollará de acuerdo a dos técnicas metodológicas:

Métodos de conducción o ahuyentamiento.

Rescate propiamente dicho (captura, transporte y liberación en áreas de reubicación).

Estas se realizarán durante las etapas de preparación y construcción del proyecto de manera mensual, hasta el término de las mismas.

Métodos de conducción o ahuyentamiento: Esta técnica consiste en ahuyentar o provocar a los animales para correr o volar, y conducir su huida a un área distinta. Otra alternativa es la perturbación de áreas con vegetación y la inducción a la migración. El objetivo principal de estas

actividades es la expulsión de la fauna de las zonas que cubriría el proyecto y su desplazamiento hacia áreas en donde puedan establecerse definitivamente.

En el momento que se lleva a cabo la remoción de especies de plantas (rescate de flora), los animales se desplazan en busca de las condiciones habituales, así mismo, los movimientos, vibraciones y ruidos harán que salgan de sus refugios.

El ahuyentamiento se efectúa por intervención directa sobre los hábitats, mediante la producción de ruidos, remoción de la biomasa existente, e intervención controlada en sitios de refugio con ruido, luz y humo. De esta forma la fauna sale de sus refugios y se dirige a otros sitios.

La remoción selectiva de biomasa, consiste en la búsqueda de los posibles refugios de la fauna (árboles huecos, troncos caídos, rocas, hojarasca, cavidades, etc.) y la vegetación que hace parte de la alimentación, de acuerdo con lo que reporta la literatura y a las observaciones hechas por los pobladores de la zona. Lo que se busca con esta estrategia, es remover la vegetación que crea un ambiente propicio para albergar fauna, así como destruir madrigueras y comederos, con el fin de provocar su desplazamiento de la zona.

Igualmente, esta actividad evita al máximo la manipulación de animales, logrando minimizar los niveles de tensión y el riesgo de accidentes, tanto de los animales como del personal.

Rescate (captura, transporte y liberación de fauna): Consiste en la captura de los individuos por métodos como trampeo, manual y su reclusión en jaulas de acuerdo con el tamaño del animal para su posterior liberación. Esta acción, se aplica en los casos de animales atrapados o de poca movilidad y en todos los casos posibles la liberación de los mismos se realiza de manera inmediata.

La captura de individuos permite el registro y evidencia fotográfica de cada rescate, así como para la toma de datos útiles para la correcta identificación, con principal énfasis en las especies más importantes a rescatar (lento desplazamiento, NOM-059-SEMARNAT–2010 y endémicas) y registrando el sitio donde se encontraron y los sitios a los cuales se liberarán.

## IX.2.6.2.1 Herpetofauna

Captura directa

Para la captura de adultos y larvas de anfibios resulta útil una red con cabo de madera o metal. Las colectas nocturnas de ranas y sapos son muy productivas, se pueden capturar levantando troncos podridos, rocas y removiendo hojarasca acumulada en el suelo, capturando los ejemplares con la mano, como se muestra en la siguiente figura:

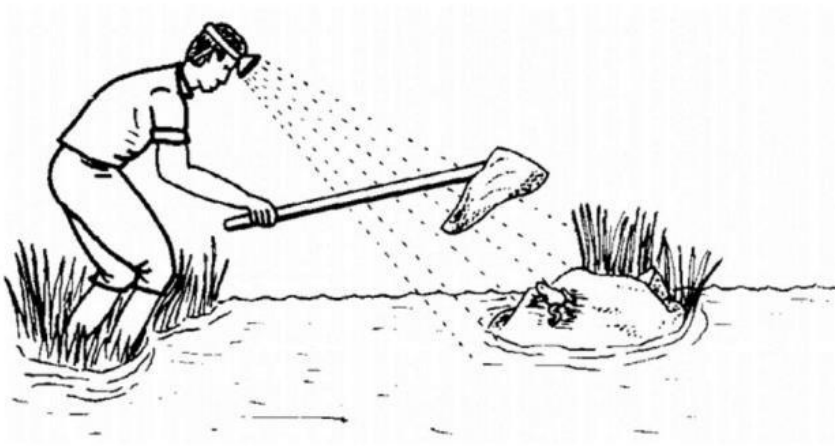


Figura 1. Colecta nocturna de ranas y sapos (tomado de Casas-Andreu *et al.* 1991).

**Figura 94. Colecta nocturna de ranas y sapos (tomado de Casas-Andreu et al. en Gallina y López, 2011).**

Muchas especies de reptiles pueden atraparse manualmente al buscarlas en su ambiente, por ejemplo, debajo de rocas, hojarasca, troncos y otros objetos en los que se pueden esconder. Es recomendable usar guantes de cuero al buscar reptiles o revisar trampas, especialmente cuando hay riesgo de encontrar serpientes venenosas.

El uso de una lazada de cuerda delgada sujeta al extremo de una vara o de una caña de pescar es una técnica efectiva para atrapar por el cuello a lagartijas de diversos tamaños y de comportamiento huidizo cuando se posan momentáneamente en lugares al alcance de una persona.

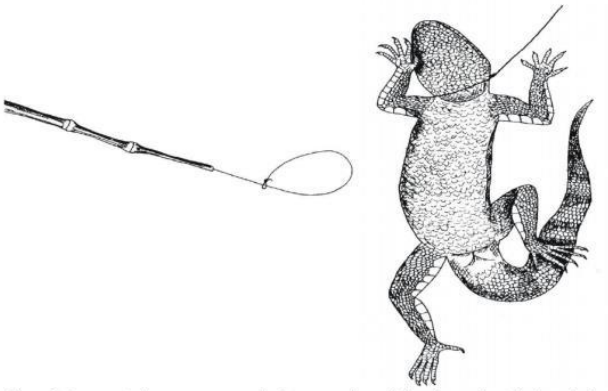


Figura 3. Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello (tomado de Vanzolini y Nelson 1990).

**Figura 95. Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello (tomado de Vanzolini y Nelson, 1990 en Gallina y López, 2011).**

Los ganchos o bastones herpetológicos son de gran ayuda para la captura de reptiles ya que, al remover hojas, piedras, troncos, ramas, etc., se puede evitar una mordedura además de no maltratar a los organismos por capturar. Las lagartijas también se pueden capturar por medio de ligas de hule gruesas, lanzándolas al estirarlas con un dedo y orientadas hacia el individuo, de manera que al golpearlo produzcan una inmovilización temporal que permite atraparlo.

Las serpientes venenosas y culebras serán capturadas inmovilizando su cabeza, con ayuda de un gancho herpetológico, aunque la mayoría de las capturas pueden realizarse manualmente, se recomienda utilizar ganchos y guantes para reducir el peligro y evitar accidentes.




**Figura 96. Herramienta para el manejo y manipulación de serpientes.**

## IX.2.6.2.2 Mastofauna

Debido a su tamaño corporal se les considera de lento desplazamiento a los mamíferos pequeños (ej. roedores).

Para la captura de este grupo se utilizarán los siguientes tipos de trampas:

Trampas Sherman. Se utilizan para capturar al animal sin lastimarlo, son rectangulares, con entradas en uno o ambos extremos, o en la parte superior. Dentro de la trampa se encuentra una plataforma que, al ser presionada por el peso del animal, activa el dispositivo que cierra las entradas. (Figura a).

Las trampas tipo Sherman serán colocadas en cuadrantes de 40x30 m cubriendo una superficie de 1,200 m2 en diferentes sitios donde se contemple realizar el desmonte y despalme en el área de influencia donde se pretende levantar la cortina; con 10 m de distancia entre cada trampa, colocándolas a un costado de madrigueras ya sea en el suelo, árboles o troncos huecos (Figura b).

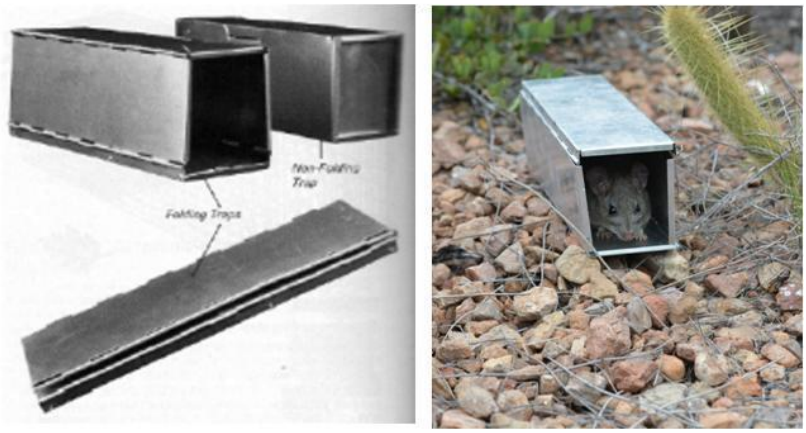


**Figura 97. Trampas tipo Sherman para la captura de roedores y otros mamíferos pequeños.**

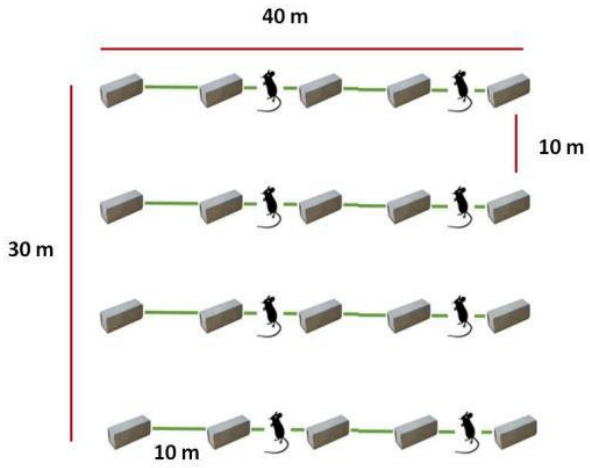



**Figura 98. Arreglo de trampas tipo Sherman para la captura de roedores y otros mamíferos pequeños.**

Como cebo se utilizará avena impregnada con vainilla. Las trampas se revisarán diariamente al amanecer. Una vez capturados se colocarán en bolsas de manta. Posteriormente se identificará o determinará con las guías de campo, se fotografiará en campo, para así finalmente, ser llevadas al sitio de liberación previamente elegido.



**Figura 99. Bolsas de manta para la manipulación y transporte de roedores y otros mamíferos pequeños.**

Para la captura de mamíferos medianos, pueden utilizarse trampas tipo Tomahawk o Gatonera.



**Figura 100. Trampas tipo Tomahawk o Gatonera para la captura de mamíferos medianos.**

Para las especies carnívoras y omnívoras se utilizará como atrayentes: sardina, alimento para gatos (whiskas), fruta y/o esencias aromáticas como vainilla (Jones et al. 1996). Las trampas se colocarán entre la vegetación y serán cubiertas con hojarasca o ramas. Debido a que en general los rangos hogareños de los carnívoros son grandes se recomienda colocar las trampas con una separación de entre 100 y 150 m entre cada una.

Para todos los grupos, en caso de llegar a encontrar crías o individuos lesionados, éstos serán evaluados por un veterinario y deberán mantenerse en cautiverio hasta que se recuperen o sean

capaces de valerse por sí mismos, posteriormente serán liberados. El traslado de los animales será efectuado lo más rápido posible.

Se recomienda reducir al máximo cualquier estímulo adicional que pueda alterar aún más a los organismos manejados. Por lo tanto, se cubrirá la caja transportadora con una manta y evitar exponerlos a ruidos fuertes.

En el caso específico de los Quirópteros (murciélagos), las medidas de rescate a considerar consistirán en el desalojo de su zona de refugio como cuevas y árboles que utilizan como percha y posteriormente proceder a la oclusión de la oquedad. El desalojo consistirá en la introducción con luz artificial o humo durante el día para ahuyentar manualmente todo quiróptero que se pudiera refugiar allí para luego cerrar con malla sombra la entrada y así evitar nuevamente su ingreso.

Consideraciones especiales.

- Madrigueras y crías.

Cuando se identifique una madriguera, se debe escarbar e identificar si está siendo utilizada solamente como refugio o si en ella se encuentran crías o huevos, de los cuales se deberá hacer el rescate, junto con la madre en el caso de las especies que tienen cuidado parental. Los huevos deberán ser trasladados conservando el orden y polaridad de cada uno y tanto huevos como crías, podrán ser reubicados en una madriguera lo más parecida posible a la original que se encuentre en el área destinada para la liberación. Una vez se establece que una madriguera está siendo usada solamente como refugio y no tiene crías, se puede ejercer el desplazamiento de los individuos adultos mediante el uso de ramas, medidas de perturbación del ambiente teniendo en cuenta todos los orificios de la madriguera para lograr la captura de individuos de manera eficiente.

Todas las madrigueras, se crean activas o no, una vez se establezca con certeza que están completamente abandonadas (sin crías, huevos o adultos), se deben clausurar colapsándolas por completo y compactando el suelo, para evitar que vuelva a ser usada por otro animal mientras comienzan las labores de la obra o durante las labores de ahuyentamiento. Todos los individuos capturados (anfibios, reptiles y mamíferos) serán identificados taxonómicamente mediante el uso de guías especializadas, posteriormente serán confinados y transportados según el grupo taxonómico y las especificaciones mencionadas anteriormente.

- Nidos, huevos y juveniles

Se realizarán monitoreos de observación por toda el área a intervenir con el fin de establecer visual y auditivamente la presencia de nidos, diferenciando y registrando los nidos activos incluyendo altura, sustrato, cobertura vegetal y orientación respecto al norte en la que se encuentran, de esta manera es posible en primer lugar, un acercamiento a la determinación de la especie, lo cual es importante para su posterior manejo y en segundo lugar, para el establecimiento de sus posibles

áreas de liberación, puesto que para asegurar la supervivencia de los huevos o individuos hay que verifican si es necesario el traslado o bien a zonas determinadas de liberación.

### IX.2.6.2.3 Aves

Debido a su capacidad de vuelo, y debido a que la temporada de reproductiva de la gran mayoría de las aves ocurre en los meses de primavera; los trabajos de preparación y construcción del proyecto no representan un riesgo sumamente alto para este grupo faunístico ya que se llevarán a cabo durante la temporada no reproductiva. Se advierte que por esa razón los individuos volarán a otras zonas de la región evitando el ruido de los trabajos cuando empiecen a construir la cortina y sus áreas de influencia; así mismo se estima que huyan de la zona a afectar por las actividades inherentes al rescate de los otros grupos faunísticos que se consideran en el programa previos a la etapa de construcción.

En caso de coincidir la época de anidación de alguna especie con la etapa de preparación y construcción del proyecto se procederá a realizar vigilancia para identificar áreas de anidación. Se recomienda la destrucción de nidos no ocupados por polluelos o huevos, sin embargo, al percatarse de la existencia de huevos o polluelos en algún nido, este se deberá respetar incluyendo un radio de 30 m alrededor del sitio donde se ubique el nido hasta que los pollos alcancen la edad de vuelo. Una vez que esto suceda, el sitio podrá ser intervenido para la preparación del terreno.

**Tabla 88. Técnicas de captura utilizadas para el rescate de fauna**

| Grupo faunístico | Método de captura o trampeo | Material para captura | Depósito de individuos para su traslado | Actividades de colecta o captura |
|---|---|---|---|---|
| **Anfibios** | Captura utilizando redes de mano y de forma manual levantando troncos, rocas y removiendo hojarasca | Redes de mango y redes acuáticas | Recipientes mascoteras de plástico traslucido y/o bolsas de manta | A diario (2 semanas por mes) en sitios húmedos o en el trayecto de caminos |
| **Reptiles (lagartijas)** | -Método de liga, de forma manual, levantando troncos, rocas y removiendo hojarasca<br>-Captura de caña y lazo | -Liga gruesa, lazos, guantes.<br>-Poste largo (caña) con cuerda en forma de asa | Recipientes mascoteras de plástico traslucido y/o bolsas de manta | A diario (2 semanas por mes) |
| **Reptiles (serpientes)** | Inmovilización y contención | Ganchos y pinzas herpetológicas | Costales de manta, cajas o botes | A diario (2 semanas por mes) |
| **Reptiles (tortugas)** | Captura manual levantando troncos, rocas y removiendo hojarasca | Manual | Recipientes mascoteras de plástico traslucido | A diario (2 semanas por mes) en los sitios húmedos o en el trayecto de caminos |
| **Mamíferos pequeños** | Trampas Sherman sobre cuadrantes de 40x30 m | Trampas tipo Sherman | Costales de manta | A diario (2 semanas por mes) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Mamíferos de talla mediana** | Trampas sobre transectos | Trampas tipo Gatonera | Gatonera | A diario (2 semanas por mes) |

Transporte De La Fauna Rescatada

Las jaulas y el embarque de animales es una actividad crítica y riesgosa, tanto para el ejemplar como para el personal, por lo que podrán seguirse los lineamientos internacionales IATA. Estas normas han sido adoptadas por la Convención sobre el Comercio de Especies en Peligro (CITES) como si los animales fueran a ser transportados por vía aérea o marítima por largos periodos de tiempo, con la finalidad de que éstos tengan el mayor confort durante su traslado por lo que se tomarán en cuenta los animales a capturar y sus características, cuidando que los contenedores tengan las siguientes especificaciones como:

- Tamaño adecuado
- Adecuada ventilación
- Higiene
- Alimentación (si la necesitara)
- Material resistente para uso rudo
- Piso adecuado (sustrato)
- Marcas o rótulo informativo en el contenedor

Para los anfibios y reptiles (excepto serpientes grandes) se utilizarán mascoteras o contenedores de plástico para mascotas de plástico traslucido o bolsas de manta. Para serpientes grandes se utilizará bolsas de manta o botes de plástico grandes con adecuada ventilación. Para mamíferos pequeños: bolsas de manta y los mamíferos medianos se transportarán dentro de la trampa en la que fueron capturados cubierta con una manta para disminuir su estrés (Lips, K. R. y Jaime, K. R. 1999).



**Figura 101. Cajas para mascotas que se utilizarán para transporte de anfibios y reptiles pequeños.**

Para todos los casos de manejo de especímenes, se llenará una bitácora con información de cada individuo rescatado conteniendo especie, sitio de rescate, sitio de liberación y fecha. Esto con la razón de llevar un control de dichos individuos.

## IX.2.6.2.4 Técnicas de Liberación.

Una vez seleccionado el sitio de liberación y que se tenga la certeza de que el ejemplar capturado se encuentra en buenas condiciones para desplazarse por sí mismo, se procederá a la liberación, en caso contrario deberá ser llevado a un veterinario (especializado en fauna silvestre), UMA o sitio de reproducción para ser atendido por un profesional de la salud animal. Todos los ejemplares deberán ser liberados el mismo día de su captura, a excepción de aquellos que requieran atención o en caso de que haya sucedido un siniestro o accidente imprevisto, serán liberados a las primeras horas de la mañana del día siguiente, en cuyo caso se colocarán en un sitio techado para pasar la noche y se les proveerá agua y alimento en cantidades suficientes.

HERPETOFAUNA

La liberación de ejemplares terrestres, se llevará a cabo abriendo los sacos o frascos y colocándolos con la boca al ras del suelo para que los animales salgan por sí mismos. En este caso, por seguridad nadie debe asomarse a los sacos una vez abiertos y en el suelo; asimismo todo el personal debe estar detrás de quien vacíe el saco con los organismos, evitando así cualquier inconveniente y fomentando que el animal escape hacia el lado contrario.

MASTOFAUNA

Los ejemplares capturados serán liberados abriendo las jaulas, trampas y sacos de manta con cuidado y dejando la entrada libre para que salgan por si solos, en caso de que no lo hicieran, deberá sujetarse al animal con el lazo para manipulación y sacarlo con cuidado. Siempre se deben utilizar guantes como medida de protección contra las mordeduras. Nota: Una vez liberados todos los organismos, el equipo deberá ser recogido y lavado con agua y jabón para evitar la transmisión de enfermedades y/o parásitos a los organismos que se capturarán en la jornada siguiente, además el lavado, eliminará cualquier rastro de olor que ahuyente a los animales en el futuro.

AVIFAUNA

Para la avifauna no se pretende realizar captura se realizarán ahuyentamiento. En caso de coincidir la época de anidación de alguna especie con la etapa de preparación y construcción del proyecto se

procederá a realizar vigilancia para identificar áreas de anidación. Se recomienda la destrucción de nidos no ocupados por polluelos o huevos, sin embargo, al percatarse de la existencia de huevos o polluelos en algún nido, este se deberá respetar incluyendo un radio de 30 m alrededor del sitio donde se ubique el nido hasta que los pollos alcancen la edad de vuelo. Una vez que esto suceda, el sitio podrá ser intervenido para la preparación del terreno.

## IX.2.7 Lugares de acopio, albergue temporal y reproducción de especies.

Para el caso de la fauna esta será reubicada de inmediato por lo tanto no se requiere lugar de acopio.

## IX.2.8 Localización de los sitios de reubicación.

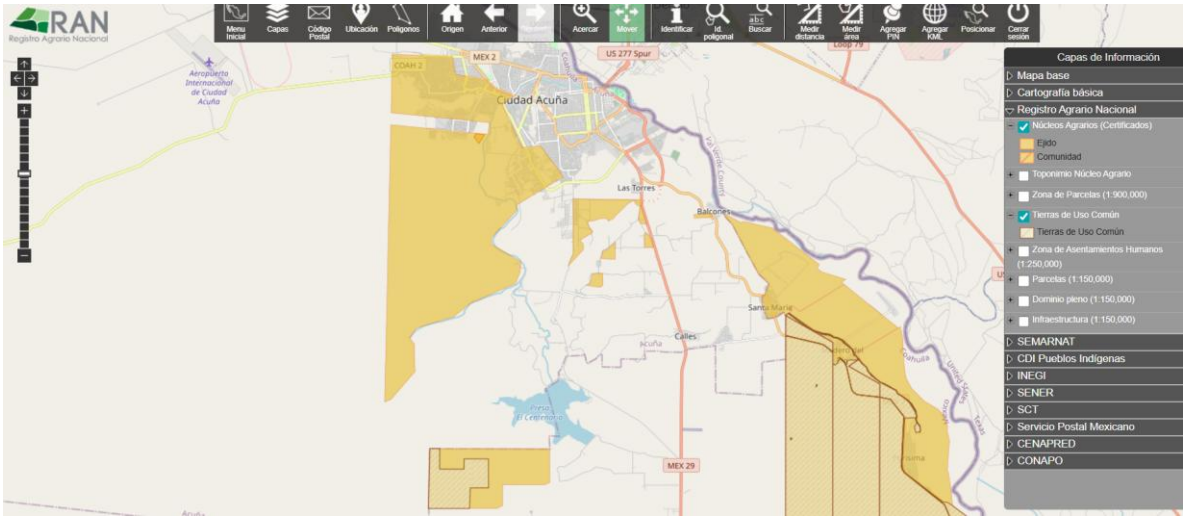
La región del municipio de CIUDAD ACUÑA, cuenta con fragmentos de hábitat interconectados que cumplirán la función de área receptora; el interés de dicha reubicación es que estas áreas se conviertan en términos efectivos, en reservas faunísticas que aumenten el patrimonio natural de la región. Por lo anteriormente descrito se identificarán puntos de liberación y reubicación mediante recorridos de campo, considerando los puntos a continuación enlistados:

- Estado de conservación y fragmentación del área.
- Conectividad (cañadas o paso de fauna)
- Cobertura vegetal de los fragmentos.
- Cercanía no mayor a 20 kilómetro del área de rescate.
- Características físicas y biológicas similares al sitio de rescate.

Estas condiciones proveerán a las especies sitios de resguardo y del micro-hábitat adecuado para su sobrevivencia. Al tener el mismo tipo de vegetación y al estar en la misma cuenca la composición ecológica es la misma, asegurando que no habrá alteración en la alimentación y en los requerimientos de cada especie. Las cañadas son una buena alternativa de áreas de escape y desplazamiento de fauna, sobre todo en la conectividad ecológica.

Otro punto importante a considerar será la cercanía a la zona; estos sitios se ubicarán a una distancia no mayor a 20 km, y en donde no se realice ninguna obra que pueda poner en peligro a los organismos reubicados. Esto beneficiará los tiempos de liberación, para evitar el encierro y el estrés de los individuos colectados.

Derivado de una revisión para la ubicación de tierras de uso común ejidales, establecidas por el RAN fue posible ubicar una superficie en dirección Sur al predio del proyecto a 15 km de distancia, se identifican como tierras de uso común del ejido ubicado en el municipio de Jiménez, en el Ejido el Divisadero, esta superficie cuenta con 332 ha. Por lo que puede funcionar adecuadamente como un área de liberación de fauna.




El área propuesta para la reubicación de fauna cubre una superficie aproximada de 332 hectárea y se encuentra cercana al área del proyecto como se observa en la siguiente figura:

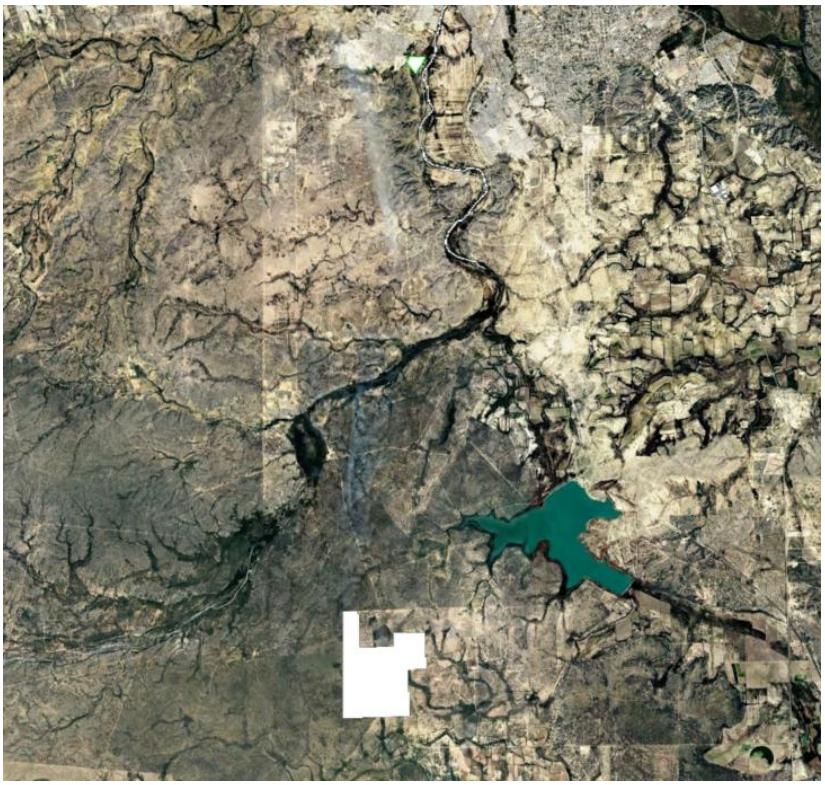


**Figura 102. Ubicación del polígono de reubicación de fauna respecto al área del proyecto.**

**Tabla 89. Coordenadas del sitio de reubicación**

| Coordenadas UTM zona 14 | | |
|---|---|---|
| **Vértice** | x | y |
| **0** | 305194.58 | 3230472.23 |
| **1** | 307026.68 | 3229948.42 |
| **2** | 306586.71 | 3228002.11 |
| **3** | 305071.33 | 3227975.90 |

## IX.2.9 Acciones a realizar para el mantenimiento y supervivencia

Durante la operación del proyecto, será necesario realizar recorridos de inspección rutinarios para evitar la aproximación de organismos que pudieran ver comprometido su bienestar al encontrarse próximos a las áreas de trabajo. Para tal efecto, se organizarán brigadas que exploren las áreas de operación permanente al menos una vez por semana, mientras que las zonas críticas deben estar en constante supervisión de modo que, cuando sea avistado algún organismo de fauna, se de aviso a un supervisor ambiental quién será el responsable de reubicar a la brevedad a dicho organismo.

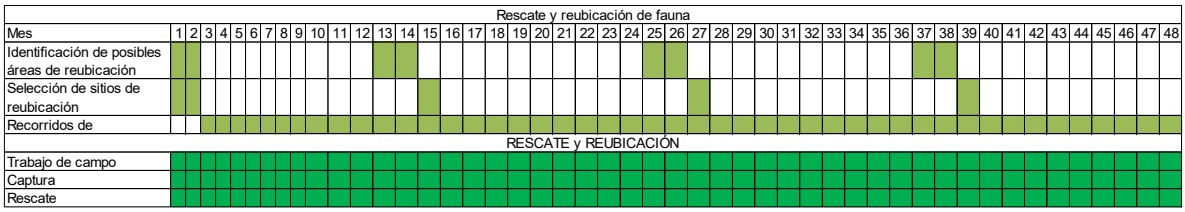
Una vez concluido el proceso de rescate y relocalización de la fauna de baja movilidad, se realizará un programa de seguimiento a corto plazo: a los 15, 30 y 45 días. El objetivo de este monitoreo de corto plazo es evaluar la proporción de individuos que permanecen en el hábitat receptor desde que son liberados y hasta un plazo de 45 días.

Durante este seguimiento se realizarán procedimientos de captura y recaptura[6], a fin de evaluar la permanencia, asentamiento o desplazamiento de la fauna liberada. Se considerará como indicador de éxito el hallazgo de individuos de las especies rescatadas y reubicadas en las áreas de relocalización.

## IX.2.10 Cronograma de actividades.

El cronograma de rescate y reubicación de fauna está conforme a lo establecido en el cronograma general de trabajo.

| Rescate y reubicación de fauna | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Semestre | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Ahuyentamiento de aves | | | | | | | | |
| Colocación de trampas | | | | | | | | |
| Reubicación y liberación | | | | | | | | |
| Recorridos de inspección rutinaria | | | | | | | | |
| Trabajo de gabinete | | | | | | | | |
| Análisis captura de datos | | | | | | | | |
| Registro de especies | | | | | | | | |
| Elaboración de reportes | | | | | | | | |
| EVALUACIÓN | | | | | | | | |
| Instalación de cámaras trampa | | | | | | | | |
| Evaluación de supervivencia | | | | | | | | |
| Documento Reporte Final | | | | | | | | |




6 Lemos-Espinal, Julio & Rojas-González, R. & Jaime, Zúñiga. (2005). Técnicas para el estudio de poblaciones de fauna silvestre.

Actividades especificas del programa de rescate y reubicación.

De acuerdo al calendario de actividades generales del proyecto en cada etapa que se aplique el PPRF, las actividades se llevarán mensualmente, durante cada año de operación del proyecto, y serán en específico las siguientes:

| SERVICIO | DESCRIPCIÓN | MES DE TRABAJO | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **Etapa de Preparación y Construcción** | | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Previo a las actividades de desmonte y despalme, se identifican nidos y madrigueras | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Exploración, caracterización, comparación y selección de áreas de reubicación (Biólogos) | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Ejecución de técnicas de rescate de flora | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Ejecución de técnicas de ahuyentamiento de fauna | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Búsqueda y rastreo de fauna; aplicación de estrategias para captura y rescate de fauna *in situ* | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Distribución y activación de trampas para fauna | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Análisis, captura de datos y diagnóstico de cada individuo de flora y fauna rescatado | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Traslado y reubicación de flora y fauna | | | | | | | | | | | | |
| **TRABAJO DE CAMPO** | Evaluación de supervivencia | | | | | | | | | | | | |
| **REPORTES** | Captura de datos de campo | | | | | | | | | | | | |

| SERVICIO | DESCRIPCIÓN | MES DE TRABAJO | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **REPORTES** | Elaboración de reportes de acciones en campo | | | | | | | | | | | | |
| **REPORTES** | Elaboración de documento integrado final | | | | | | | | | | | | |

# X. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## X.1 Identificación de impactos.

A continuación, se realizará la identificación y descripción de los impactos ambientales que se generarán durante las acciones de ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que por su magnitud e importancia pudieran provocar daños permanentes al ambiente o que pudieran contribuir en los procesos de degradación y cambio existentes en el área de influencia del proyecto.

Además, se presenta la justificación relativa a cuáles son los impactos relevantes que el proyecto puede ocasionar, ya sea de forma independiente o derivado de un efecto acumulativo, con otros que ya están ocurriendo en el sistema ambiental y las razones que justifican que los impactos relevantes son aceptables, al respetarse la integridad funcional y la capacidad de carga del ecosistema en el que se ubica el pretendido proyecto.

Para la identificación de los impactos se siguieron los pasos que se mencionan a continuación:

I. Identificación de las actividades generadoras de impacto.

II. Identificación de los componentes susceptibles de ser impactados.

III. Identificación y descripción de impactos potenciales

IV. Definición de indicadores de impacto y los criterios de valoración.

V. Evaluación de los impactos para cada componente ambiental identificado, a través de la Matriz modificada de Leopold.

### X.1.1 Caracterización de los impactos

El proyecto llevará a cabo actividades que se agrupan dentro de las siguientes etapas:

- Etapa de Preparación del Sitio.
- Etapa de Construcción y
- Operación.

Para el caso del proyecto se definieron las actividades generadoras de impactos de acuerdo con la etapa del proyecto y la obra específica a desarrollarse:

**Etapas del proyecto**

**A**. Preparación del sitio

1) Delimitación de áreas de CUSTF y zona federal

2) Trazo y nivelación; incluye excavaciones.

3) Desmonte.

4) Despalme del suelo.

**B.** Construcción

5) Construcción del desarrollo inmobiliario

6) Construcción de puente en zona federal.

### X.1.2 Identificación de los componentes susceptibles de ser impactados

De acuerdo con estas etapas y para identificar los impactos generados en cada una de ellas, se realizó una agrupación de los componentes ambientales, físicos y sociales susceptibles de ser impactados, los cuales se presentan a continuación:

Aspectos del medio Físico: agua, aire, suelo.

Aspectos del medio Biótico: flora, fauna.

Aspectos del medio Socioeconómico: empleo, plusvalía del valor del predio, infraestructura y servicios.

Aspectos Paisajísticos: estructura paisajística, contraste cromático, aumento de ruidos y emisiones, presencia de polvo.

**Tabla 90. Indicadores de Impactos Ambientales Potenciales.**

| Medio | Componentes Ambientales | Indicador |
|---|---|---|
| Físico | Agua | a. Calidad. |
| | | b. Área de captación. |
| | | c. Escurrimientos superficiales. |
| | Aire | d. Polvos fugitivos. |
| | | e. Ruidos. |
| | | f. Combustión de derivados del petróleo. |
| | Suelo | g. Calidad. (incluye residuos) |
| | | h. Vibración. |
| | | i. Compactación. |
| | | j. Permeabilidad. |
| | | k. Grado de erosión. |
| Biótico | Flora | l. Disminución de la cubierta vegetal. |
| | | m. Microclima. |
| | Fauna | n. Desplazamiento de la fauna silvestre |

| Medio | Componentes Ambientales | Indicador |
|---|---|---|
| | | o. Disminución de superficie de refugios terrestres y disminución de refugios aéreos |
| Socioeconómico | | p. Número de empleos |
| | | q. Plusvalía del suelo |
| | | r. Infraestructura |
| Paisaje | | s. Cambios en estructura paisajística |
| | | t. Contraste cromático |
| | | u. Aumento de ruido y emisiones |
| | | v. Polvo en vegetación circundante |

XI.1.3 Identificación y descripción de impactos potenciales

**Tabla 91. Descripción de los impactos ambientales.**

| Componente | Indicador | Descripción |
|---|---|---|
| Agua | a. Calidad. | Disminuirá por la inadecuada disposición de residuos del desmonte y otro tipo de residuos de la construcción; así como por la falta de letrinas portátiles. |
| | b. Área de captación. | Disminuirá por la remoción de la vegetación. |
| | c. Escurrimientos superficiales. | Aumentará con la remoción de la vegetación. |
| Aire | d. Polvos fugitivos. | Generación de polvos por el despalme y la realización de obras, que afectará temporal y localmente la calidad del aire. |
| | e. Ruidos. | Generación temporal y local de contaminación sonora por el uso de maquinaria pesada y movimientos de tierra, paso de vehículos y personal de las obras. |
| | f. Combustión de derivados del petróleo. | Generación de emisiones a la atmósfera por la utilización de maquinaria en las diferentes etapas del proyecto que afectarán local y temporalmente la calidad del aire. |
| Suelo | g. Calidad. | Disminuirá por la inadecuada disposición de residuos del desmonte y otro tipo de residuos de la construcción; así como por la falta de letrinas portátiles. |

| Componente | Indicador | Descripción |
|---|---|---|
| | h. Vibración. | Producidas local y temporalmente por el uso de maquinaria y equipo. |
| | i. Compactación. | Producida por las obras de construcción de la infraestructura urbana. |
| | j. Permeabilidad. | Disminuirá debido a las obras de urbanización. |
| | k. Grado de erosión. | Pérdida de suelo por las obras a realizarse. |
| Flora | l. Disminución de la cubierta vegetal. | Pérdida permanente de vegetación; sin embargo, como medidas de mitigación y recuperación locales el proyecto desarrollará áreas verdes, y habrá una zona de reforestación dentro del sistema ambiental. |
| | m. Microclima. | Habrá cambios locales y temporales por el desarrollo de la urbanización; sin embargo, éste se irá restaurando paulatinamente de manera posterior. |
| Fauna | n. Desplazamiento de la fauna silvestre. | Ocasionado por el ruido proveniente de la maquinaria y equipo y la presencia humana. |
| | o. Disminución de superficie de refugios terrestres y disminución de refugios aéreos. | Ocasionada por el despalme del predio donde se desarrollará la urbanización, por lo que habrá una disminución de los mismos. |
| Socioeconómico | p. Número de empleos. | Generación de empleos temporales durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. |
| | q. Plusvalía del suelo. | El predio aumentará su valor una vez que cuente con la infraestructura de servicios. |
| | r. Infraestructura y | Construcción de puente sobre el arroyo para mejorar la conectividad |
| Paisaje | s. Cambios en estructura paisajística. | El desarrollo inmobiliario modificará la estructura paisajística al incorporar elementos diferentes y ajenos al paisaje original. |
| | t. Contraste visual. | El desarrollo inmobiliario y el puente cambiarán la armonía visual natural y se contrastará con la |

| Componente | Indicador | Descripción |
|---|---|---|
| | | incorporación de la infraestructura y casa habitación. |
| | u. Aumento de ruido y emisiones. | Se modificará el paisaje por la emisión de polvos y emisiones durante la etapa de desarrollo de la urbanización. |
| | v. Polvo en vegetación circundante. | Se generarán polvos que afectan la calidad del aire por el despalme, movimiento de tierra y materiales durante el desarrollo de las obras. |

XI.1.4 Definición de indicadores de impacto y los criterios de valoración.

Lista de indicadores de impacto.

En la siguiente tabla se enlistan los impactos a ser evaluados, los cuales se determinaron de acuerdo con la naturaleza del proyecto del desarrollo inmobiliario.

Tabla 92 Indicadores de impactos ambientales potenciales.

| Medio | Componentes Ambientales | Indicador | Descripción del Impacto Potencial |
|---|---|---|---|
| Físico | Agua | a. Calidad. | A. Contaminación del agua. |
| | | b. Área de captación. | B. Disminución de la cantidad de infiltración. |
| | | c. Escurrimientos superficiales. | C. Aumento de los escurrimientos superficiales. |
| | Aire | d. Polvos fugitivos. | D. Contaminación por polvos fugitivos. |
| | | e. Ruidos. | E. Contaminación sonora. |
| | | f. Combustión de derivados del petróleo. | F. Contaminación por emisión de gases de combustión. |
| | Suelo | g. Calidad. | G. Contaminación del suelo por residuos. |
| | | h. Vibración. | H. Aumento de vibraciones. |
| | | i. Compactación. | I. Compactación. |

| Medio | Componentes Ambientales | Indicador | Descripción del Impacto Potencial |
|---|---|---|---|
| | | j. Permeabilidad. | J. Disminución de la permeabilidad. |
| | | k. Grado de erosión. | K. Erosión y pérdida de la capa superficial del suelo. |
| Bióticos | Flora | l. Cubierta vegetal. | L. Disminución de la cubierta vegetal por su remoción. |
| | | m. Microclima. | M. Cambio en el microclima; incluye reforestación. |
| | Fauna | n. Fauna silvestre. | N. Desplazamiento y perturbación de los patrones etiológicos (Conductas) por presencia humana. |
| | | o. Alteración de Hábitat. | O. Disminución de superficie de refugios terrestres y disminución de refugios arbóreos. |
| Socioeconómico | | p. Creación de empleos | P. Aumento de empleo temporal en la zona. |
| | | q. Plusvalía del suelo. | Q. Aumento del valor del terreno. |
| | | r. Infraestructura y disponibilidad de servicios. | R. Aumento de infraestructura de servicios. |
| Paisaje | | s. Cambios en estructura paisajística. | S. Modificación de la estructura paisajística por la presencia del desarrollo inmobiliario y puente. |
| | | t. Contraste visual. | T. Cambios en la armonía natural del predio. |
| | | u. Aumento de ruido y emisiones. | U. Generación de ruido y emisiones. |
| | | v. Polvo en vegetación circundante. | V. Emisiones fugitivas en la vegetación circundante. |

Criterios de valoración.

Una vez definida la lista de indicadores de impacto a evaluar, se procedió a seleccionar los criterios y la metodología de evaluación; en este caso se elabora una matriz de importancia de acuerdo con los siguientes criterios:

Signo o Carácter (S). Muestra si un impacto representa un beneficio ambiental o por el contrario si causa daño o deterioro tanto de componentes como del ambiente en su totalidad.

Tipo de impacto (T). Indica el modo en que se produce el impacto, si se produce sobre algún factor, por una acción directa o por consecuencia de acciones sobre otros factores.

Permanencia o duración en el tiempo (P). Indica la escala temporal en que actúa un determinado impacto.

Ubicación del impacto (U). Indica si el impacto se produce sobre un factor en especial, o si el impacto se extiende hacia otros factores y se caracteriza por ser localizado o extensivo.

Reversibilidad (R). Indica si el impacto producido es reversible o irreversible.

Posibilidad de adoptar medidas de mitigación (AM). Indica si es posible aplicar acciones para contrarrestar el efecto del impacto, o minimizarlo.

Probabilidad de ocurrencia (O). Indica la probabilidad de que ocurra el impacto esperado, en algunos casos el impacto puede no presentarse.

Magnitud (M). Indica la importancia del impacto, de acuerdo con tres criterios: impacto alto, moderado o bajo.

| Etapas | | | Preparación del sitio | | | | | | Construcción | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acciones | | | Trazo y nivelación | Señalización | Limpieza, desmonte y despalme | Movimiento de tierras | Operación de maquinaria y vehículos | Generación y disposición de residuos | Movimiento de tierras | Operación de maquinaria y vehículos | Construcción de la urbanización | Obras de drenaje e instalaciones | Vialidades y accesos | Generación y disposición de residuos |
| Medio | Componente ambiental | Indicador | | | | | | | | | | | | |
| Abiótico | Agua | Calidad. Uso y manejo adecuado | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Área de captación | X | | X | X | | | X | | X | X | X | |
| | | Escurrimientos superficiales | X | X | X | X | | | X | | X | X | X | |
| | Aire | Polvos fugitivos | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | |
| | | Ruidos | X | | X | | X | | X | X | X | X | X | |
| | | Combustión de derivados del petróleo | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | |
| | Suelo | Pérdida de 8.7 ha | X | | X | X | | | X | | X | X | X | |
| | | Vibración | | | X | X | X | | X | X | X | X | X | |
| | | Compactación | | | X | X | X | | X | X | X | X | X | |
| | | Permeabilidad | | | X | X | X | | X | X | X | X | X | |
| | | Grado de erosión | | | X | X | X | | X | X | X | X | X | |
| | Residuos | Generación y disposición adecuada | X | X | | | | X | | | | | | X |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Biótico | Vegetación | Remoción de la vegetación y microclima | X | | X | X | | | X | | | | | |
| | | Reforestación | | | | | | | | | | | | |
| | Fauna | Desplazamiento | X | X | X | | | | | | | | | |
| | | Afectación de refugios | X | X | X | | | | | | | | | |
| | Paisaje | Cambio en la estructura del paisaje | X | X | X | X | | | X | | X | X | X | |
| | | Contraste visual | X | X | X | X | | | X | | X | X | | |
| | | Aumento de ruidos y emisiones | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Polvos en vegetación circundante | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | |
| Socio Económico | Economía | Empleos | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Plusvalía | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Infraestructura y disponibilidad de servicios | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Social | Bienestar social | | | | | | | | | | | | |
| | | Riesgo laboral | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | | Calidad de vida | | | | | | | | | | | | |

| Etapas | | | Preparación del sitio | | | | | | Construcción | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acciones | | | Trazo y nivelación | Señalización | Limpieza, desmonte y despalme | Movimiento de tierras | Operación de maquinaria y vehículos | Generación y disposición de residuos | Movimiento de tierras | Operación de maquinaria y vehículos | Construcción de la urbanización | Obras de drenaje e instalaciones | Vialidades y accesos | Generación y disposición de residuos |
| Medio | Componente ambiental | Indicador | | | | | | | | | | | | |
| Abiótico | Agua | Calidad. Uso y manejo adecuado | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | | Área de captación | C | | M | M | | | M | | M | M | M | |
| | | Escurrimientos superficiales | C | C | M | C | | | M | | M | M | M | |
| | Aire | Polvos fugitivos | C | | C | C | C | C | | C | C | C | C | |
| | | Ruidos | C | | C | C | C | | C | C | C | C | C | |
| | | Combustión de derivados del petróleo | C | | C | C | C | C | | C | C | C | C | |
| | Suelo | Pérdida de 8.7 ha | C | | G | G | | | G | | M | M | M | |
| | | Vibración | | | C | C | C | | C | C | C | C | C | |
| | | Compactación | | | C | C | C | | C | C | C | C | C | |
| | | Permeabilidad | | | C | C | C | | C | C | C | C | C | |
| | | Grado de erosión | | | C | C | C | | C | C | C | C | C | |
| | Residuos | Generación y disposición adecuada | C | | C | | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Biótico | Vegetación | Remoción de la vegetación y microclima | C | | G | G | | | G | | | | | |
| | | Reforestación | | | M | | | | | | | | | |
| | Fauna | Desplazamiento | M | M | M | | | | | | | | | |
| | | Afectación de refugios | M | M | M | | | | | | | | | |
| | Paisaje | Cambio en la estructura del paisaje | C | M | M | M | | | M | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Contraste visual | C | M | M | M | | | M | | M | M | | |
| | | Aumento de ruidos y emisiones | C | | C | C | C | C | | C | C | C | C | |
| | | Polvos en vegetación circundante | C | | C | C | C | C | | C | C | C | C | |
| Socio Económico | Economía | Empleos | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
| | | Plusvalía | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
| | | Infraestructura y disponibilidad de servicios | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
| | Social | Bienestar social | | | | | | | | | | | | |
| | | Riesgo laboral | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |
| | | Calidad de vida | | | | | | | | | | | | |

| Etapas | | | Preparación del sitio | | | | | | | Construcción | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acciones | | | Trazo y nivelación | Señalización | Limpieza, desmonte y despalme | Movimiento de tierras | Operación de maquinaria y vehículos | Generación y disposición de residuos | Movimiento de tierras | Operación de maquinaria y vehículos | Construcción de la urbanización | Obras de drenaje e instalaciones | Vialidades y accesos | Generación y disposición de residuos | |
| Medio | Componente ambiental | Indicador | | | | | | | | | | | | | |
| Abiótico | Agua | Calidad. Uso y manejo adecuado | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | pC1 | |
| | | Área de captación | nC1 | | nC1 | nC1 | | | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | | Escurrimientos superficiales | nC1 | | nC1 | nC1 | | | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | Aire | Polvos fugitivos | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | | Ruidos | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | | Combustión de derivados del petróleo | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | Suelo | Pérdida de 8.7 ha | nC1 | | NL1 | NL1 | | | NL1 | | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | | Vibración | | | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | | Compactación | | | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | | Permeabilidad | | | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | | Grado de erosión | | | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | |
| | Residuos | Generación y disposición adecuada | nC1 | | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | |
| Biótico | Vegetación | Remoción de la vegetación y microclima | nC1 | | NL1 | NL1 | | | NL1 | | | | | | |
| | | Reforestación | | | PC1 | | | | | | | | | | |
| | Fauna | Desplazamiento | nC1 | nC1 | nC1 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Afectación de refugios | nC1 | nC1 | nC1 | | | | | | | | | |
| | Paisaje | Cambio en la estructura del paisaje | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | | nC1 | | | | | |
| | | Contraste visual | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | | nC1 | | nC1 | nC1 | | |
| | | Aumento de ruidos y emisiones | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | |
| | | Polvos en vegetación circundante | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | | nC1 | nC1 | nC1 | nC1 | |
| Socio Económico | Economía | Empleos | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 |
| | | Plusvalía | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 |
| | | Infraestructura y disponibilidad de servicios | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 |
| | Social | Bienestar social | | | | | | | | | | | | |
| | | Riesgo laboral | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 | PC1 |
| | | Calidad de vida | | | | | | | | | | | | |
| Total de Impactos | | | 19 | 9 | 24 | 20 | 15 | 11 | 16 | 15 | 19 | 19 | 18 | 6 |
| Impactos + | | | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Impactos - | | | 14 | 4 | 18 | 15 | 10 | 6 | 11 | 10 | 14 | 14 | 13 | 1 |
| Subtotal por etapa | | | 98 | | | | | | 93 | | | | | |
| Total:191 | | | | | | | | | | | | | | |

DESARROLLO DE MATRICES

En las matrices a presentar, existen potencialmente 312 impactos (26x12); de ellos se identificaron los de mayor magnitud resultantes de la interacción de las acciones desarrolladas en el proyecto y los factores del medio seleccionados, obteniéndose 191 posibles impactos a presentarse, derivados del proyecto, mismos que se presentan. A estos impactos se les asignó un sentido del impacto (positivo o negativo), la duración del efecto (largo y corto plazo), y orden de la interacción (directo o indirecto). La simbología respectiva es la siguiente:

**Tabla 93 Simbología de los Impactos**

| | |
|---|---|
| P | efecto POSITIVO significativo |
| p | efecto positivo poco significativo |
| N | efecto NEGATIVO significativo |
| n | efecto negativo poco significativo |
| c | efecto de corto plazo |
| L | efecto de largo plazo |
| 1 | efecto directo |
| 2 | efecto indirecto |

**Tabla 94 Resumen de impactos.**

| **Tipo de impacto** | **Cantidad** | **Porcentaje** |
|---|---|---|
| Positivo poco significativo | 12 | 6.28 |
| Positivo Significativo | 49 | 25.65 |
| Negativo poco significativo | 124 | 64.92 |
| Negativo Significativo | 6 | 3.14 |

**Tabla 95. Resumen de impactos por grupo de factores**

| Tipo de impacto | Físicos | Biológicos | Socioeconómicos | Total |
|---|---|---|---|---|
| Positivo significativo (P) | 12 | - | - | 12 |
| Positivo (p) | 0 | 1 | 48 | 49 |
| Negativo | 87 | 37 | - | 124 |
| Negativo significativo | 3 | 3 | - | 6 |

De igual manera se observa que el mayor porcentaje de impactos y de impactos negativos se encuentra en la fase de preparación del sitio esto debido a que es donde se realizan los cambios más importantes al entorno entre los que destacan el impacto a los factores bióticos, así como los impactos al suelo, en este caso el retiro de la vegetación y el impacto de la construcción del puente en el arroyo.

Caracterización de los impactos ambientales

Con la realización y análisis de la matriz de impactos, se procede a caracterizar los impactos ocasionados de acuerdo con las diferentes etapas del proyecto; para ello se describen las características del impacto generado al componente y su valorización.

Tabla 96 Valoración de los impactos ambientales.

| Componente | Indicador | Descripción | Valoración |
|---|---|---|---|
| Agua | a. Calidad. | Se verá disminuida por la mala disposición de residuos de desmonte y materiales, basura y principalmente por la falta de letrinas portátiles, por lo que se deberá poner especial atención en esas medidas de mitigación. | Negativo, difuso, fugaz, localizado, parcialmente reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia baja y magnitud alta. |
| | b. Área de captación. | Disminuirá por la remoción de la vegetación | Negativo, difuso, fugaz, localizado, parcialmente reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia alta y magnitud baja. |
| | c. Escurrimientos superficiales. | Aumentarán con la remoción de la vegetación. | Negativo, difuso, fugaz, localizado, reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia alta y magnitud media. |
| Aire | d. Polvos fugitivos. | Por el despalme se generaran polvos que disminuyen la calidad del aire. | Negativo, difuso, temporal, parcial, reversible, con posibilidad alta de mitigarse, ocurrencia media y magnitud baja. |
| | e. Ruidos. | Se ocasionará contaminación sonora por el uso de maquinaria pesada. | Negativo, difuso, temporal, localizado, reversible, con posibilidad media de mitigarse, ocurrencia media y magnitud media. |

| Componente | Indicador | Descripción | Valoración |
|---|---|---|---|
| | f. Combustión de derivados del petróleo. | Por la utilización de maquinaria en las distintas etapas del proyecto se generarán humos que afectan la calidad del aire. | Negativo, indirecto, fugaz, localizado, reversible, con posibilidad baja de mitigarse, ocurrencia media y magnitud moderada. |
| Suelo | g. Calidad. | Se verá disminuida por la mala disposición de residuos de desmonte y materiales, basura y principalmente por la falta de letrinas portátiles, por lo que se deberá poner especial atención en esas medidas de mitigación. | Negativo, difuso, fugaz, localizado, parcialmente reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia baja y magnitud alta. |
| | h. Vibración. | Se ocasionará por el uso de maquinaria y equipo. | Negativo, difuso, fugaz, localizado, reversible, con posibilidad media de mitigarse, ocurrencia media y magnitud baja. |
| | i. Compactación. | Se realizará principalmente en las áreas que ocupa la urbanización. | Negativo, Directo, Permanente, Localizado, Irreversible, con posibilidad media de mitigarse, ocurrencia y magnitud baja. |
| | j. Permeabilidad. | Por la urbanización se disminuirá la permeabilidad del suelo, específicamente en el área que ocupan las estructuras. | Negativo, Difuso, permanente, localizado, irreversible, con posibilidad media de mitigación, ocurrencia y magnitud baja. |
| | k. Grado de erosión. | Por el tipo de obra a realizarse se provocará la pérdida de suelo. | Negativo, Directo, Permanente, Localizado, parcialmente reversible, con posibilidad de mitigación alta, ocurrencia y magnitud baja. |
| Flora | l. Disminución de la cubierta vegetal. | Se alterará la vegetación; sin embargo, se dispondrá de áreas verdes y de un área externa para reforestación con especies nativas. | Positivo, directo, temporal, localizado, parcialmente reversible, con alta posibilidad de mitigarse, ocurrencia media y magnitud moderada. |
| | m. Microclima. | Habrá cambios por la urbanización; sin embargo, se restaurará parcialmente. | Negativo, indirecto, permanente, localizado, parcialmente reversible, posibilidades medias de |

| Componente | Indicador | Descripción | Valoración |
|---|---|---|---|
| | | | mitigarse, ocurrencia media y magnitud moderada. |
| Fauna | n. Desplazamiento de la fauna silvestre | Se generará por el ruido proveniente de la maquinaria y equipo y la presencia humana. | Negativo, directo, permanente, localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de ser mitigado, ocurrencia y magnitud media. |
| | o. Disminución de superficie de refugios terrestres y disminución de refugios aéreos | Debido al despalme del terreno donde se ubicará la urbanización disminuirán los refugios terrestres. En las áreas donde se conserve la vegetación habrá disminución de refugios aéreos. | Negativo, directo, permanente, localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de ser mitigado, ocurrencia y magnitud baja. |
| Socioeconómico | p. Número de empleos | Se generarán empleos temporales durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto. | Positivo, directo, temporal, localizado, irreversible, con baja posibilidad de mitigarse, ocurrencia alta y magnitud, media. |
| | q. Plusvalía del suelo | Al contar con infraestructura el predio aumentará su valor significativamente. | Positivo, directo, permanente, localizado, irreversible, posibilidad baja de mitigarse, ocurrencia alta y magnitud moderada. |
| | r. Infraestructura y disponibilidad de servicios | Se proveerá la urbanización del predio con los servicios necesarios para su posterior utilización. | Positivo, directo, permanente, parcial, irreversible, con posibilidad lata de mitigarse, ocurrencia y magnitud alta. |
| Paisaje | s. Cambios en estructura paisajística | Por la urbanización se modificará la estructura paisajística al incorporar un elemento ajeno. | Negativo, directo, permanente, localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de mitigarse, ocurrencia alta y magnitud moderada. |
| | t. Contraste visual | Se romperá la armonía visual y se contrastará con la incorporación de la infraestructura. | Negativo, directo, permanente, localizado, parcialmente reversible, con posibilidad media de mitigarse, ocurrencia alta y magnitud moderada. |

| Componente | Indicador | Descripción | Valoración |
|---|---|---|---|
| | u. Aumento de ruido y emisiones | Se modificará el paisaje por las emisiones de polvo y humo durante la etapa de urbanización. | Negativo, difuso, fugaz, localizado, reversible, con lata posibilidad de mitigarse, ocurrencia media y magnitud moderada |
| | v. Polvo en vegetación circundante | Por el despalme, movimiento de tierra y materiales se generarán polvos que disminuirán la calidad del aire | Negativo, difuso, temporal, localizado, reversible, con lata posibilidad de mitigarse, ocurrencia baja y magnitud moderada |

Conclusiones

En el Sistema Ambiental hay perturbación por las actividades urbanas y por la construcción de infraestructura; la ejecución del proyecto pretende mantener la integridad del ecosistema, operando bajo esquemas de sustentabilidad al contar con las autorizaciones respectivas y dar cumplimiento a los términos y condicionantes requeritos (desarrollo social, económico y protección ambiental).

Dos de los impactos "Significativos" ocurrirán sobre la vegetación y el suelo; estos impactos ocurrirán en la preparación del sitio por la eliminación de la vegetación. Sin embargo es importante destacar que estos impactos serán puntuales.

Los impactos ambientales significativos del proyecto son parcialmente reversibles mediante el establecimiento de la vegetación en las áreas verdes del proyecto.

Los impactos ambientales adversos a la vegetación L. Disminución de la cobertura vegetal y M. Modificación del microclima, son impactos parcialmente reversibles mediante el establecimiento de áreas verdes en el proyecto ya que con el rescate de flora podrá conservarse la biodiversidad presente en el predio y se podrán restablecer las condiciones microclimáticas a un largo plazo ya que la vegetación capta carbono, libera oxígeno y filtran el aire de contaminantes, por lo que se considera que el impacto producido es aceptable en términos de que no compromete la integridad de los ecosistemas del Sistema Ambiental. Así mismo, se hará una compensación ambiental, el cual es el pago correspondiente al Fondo Forestal Mexicano.

La disminución de la cubierta vegetal implica también otros impactos secundarios como la disminución de la cantidad de agua infiltrada, aumento del escurrimiento superficial, erosión, cambio en el microclima y alteración de hábitat, estos impactos son calificados como moderadamente significativos. Estos impactos ambientales adversos pueden ser mitigados con el establecimiento de áreas verdes por lo que no se pone en riesgo la biodiversidad y ecosistemas del Sistema Ambiental, garantizando su continuidad funcional.

El impacto G. Contaminación del suelo y A. Contaminación del agua podrían ser generados por el inadecuado manejo de los diferentes tipos de residuos en las diferentes etapas del proyecto es mínimo; además, junto con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación (manejo

adecuado de residuos), el impacto podrá reducirse aún más; por lo tanto, no se pondrá en peligro la calidad del agua del Sistema Ambiental.

Los impactos D. Contaminación por polvos fugitivos, E. Contaminación sonora y F. Contaminación por emisión de gases de combustión en las diferentes etapas del proyecto serán mínimos, ya que las fuentes que generarán los impactos contarán con mantenimiento preventivo o correctivo y se regarán las superficies de trabajo, además que solo se darán temporal y localmente, por lo que no se pondría en peligro la calidad de la atmósfera ni el confort sonoro.

Asimismo se toma en cuenta que existen paisajes similares en el resto del Sistema Ambiental y alrededores, y que existen remanentes de vegetación circundante similar a la del sitio del proyecto y que en el área del proyecto no se presentará fragmentación; de manera adicional el proyecto no fragmentará el paisaje ni generará nuevos parches ya que dentro de las medidas de mitigación se realizarán obras de conservación de suelo y agua, así como rescate de flora y fauna y establecimiento de áreas verdes a manera de corredores biológicos a fin de evitar la creación de nuevos fragmentos logrando así la recuperación del hábitat original a un corto plazo.

Por otro lado, el sitio donde se pretende realizar el proyecto no se localiza dentro de alguna Área Natural Protegida federal ni estatal; sin embargo, con la finalidad de minimizar el impacto al paisaje se pretende la integración paisajística de la infraestructura en la etapa constructiva. La flora y la fauna del sitio serán rescatadas y reubicadas y se implementarán actividades para su conservación mediante los Programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y un Programa de Manejo de la Vegetación, con cuidado especial con aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas especies de interés o importancia biológica.

En el factor fauna se identificaron impactos adversos que son N. Perturbación de patrones etiológicos (Conductas) por presencia humana y O. Alteración de Hábitat, para lo cual se efectuará el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, se realizarán recorridos previos al inicio de actividades y se establecerán áreas verdes para revertir parcialmente los sitios de refugios que sean eliminados por el desmonte de la vegetación.

En el componente agua se presentarán impactos adversos destacando C. Aumento de escurrimiento superficial y B. Disminución de la cantidad de infiltración por la remoción de la vegetación; estos son impactos temporales que no permanecerán en un periodo mayor a 1 año ya que finalizada la etapa constructiva este impacto será revertido parcialmente en las áreas verdes mediante el establecimiento de vegetación y prácticas de conservación de suelo y agua.

En el factor ambiental suelo se identificaron impactos adversos donde H. Aumento de vibraciones es un impacto totalmente reversible y para el cual se efectuarán medidas de prevención que consistirán en minimizar la generación de vibraciones mediante la revisión y mantenimiento de la maquinaria y equipo a emplear en el proyecto, para garantizar que el nivel de vibraciones producidos se encuentre dentro de los límites de las normativas vigentes.

En cuanto a I. Compactación y J. Disminución de la permeabilidad son impactos permanentes en las áreas donde exista el sellamiento del suelo, por lo que se proponen el establecimiento de áreas verdes permeables sin compactación del suelo para mitigar parcialmente este impacto ambiental;

es importante destacar que el proyecto respeta el Coeficiente de Absorción del Suelo (CAS) establecido en el PPDU con lo que este impacto es mitigado.

Un impacto que se presenta es K. Erosión y pérdida del suelo por el desmonte y despalme, por lo que para mitigar y minimizar este impacto se programarán y realizarán las actividades en época de secas, se humedecerán las áreas de trabajo y ejecutarán obras de conservación de suelo y agua.

A. Contaminación del agua o la disminución de la calidad del agua podrá ser evitado en todas las etapas del proyecto mediante un manejo adecuado de residuos en el sitio y su disposición final, por lo que no se verá mermada la calidad del agua ni se generará la contaminación de este recurso.

En cuanto a los impactos positivos del proyecto: P. Aumento de empleo temporal en la zona, Q. Aumento del valor del terreno y R. Aumento de infraestructura de servicios públicos, solo se han considerado medidas de aceptación social y concientización ambiental como la colocación de letreros informativos con la finalidad de dar a conocer las acciones en beneficio del ambiente que realizará el proyecto, capacitación del personal contratado deberá tener conocimiento de las sanciones y disposiciones que las leyes ambientales establecen para la protección de la flora, se impartirán platicas con la finalidad de que se les haga saber la importancia de los recursos naturales y en un futuro con los nuevos residentes para que en su proceder como ciudadanos esté acorde con una visión de desarrollo sustentable de los recursos y la disminución de los impactos ambientales y también se contarán con medidas de seguridad ocupacional como son la capacitación del personal en las acciones que se deben de tener en caso de emergencias, primeros auxilios y elaborar un plan contra siniestros.

El enfoque del proyecto concibe mantener la integridad del ecosistema presente en el predio; es decir, la composición de hábitats, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.

Adicionalmente, reconociendo la estructura y funcionamiento de este ecosistema y sus servicios ambientales la planeación de las actividades consideró en su diseño:

a) conservar la biodiversidad de flora en las áreas verdes,

b) no se interrumpen los los flujos hidrológicos en el arroyo, por lo que se garantiza la funcionalidad ambiental y la seguridad en la zona,

c) restaurar parcialmente el hábitat afectado temporalmente con este mismo tipo de vegetación en las áreas verdes,

d) proteger las especies de flora y fauna mediante su rescate – reubicación,

e) proteger el suelo de los procesos erosivos mediante obras de conservación de suelo,

f) proteger al suelo y el agua de la contaminación de manera permanente mediante el manejo adecuado de residuos durante la obra como la

g) rescatar y reubicar la vegetación con la finalidad de restablecer el microclima y mejorar la calidad del aire y acústica.

A partir de que se entiende la capacidad de carga de un ecosistema como la capacidad que tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño del proyecto y sus actividades asegura estas dos condiciones.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional del ecosistema, ya que como se identificó, los componentes ambientales que son relevantes, no serán afectados de forma significativa ya que en todos los casos las áreas de distribución de dichos componentes son mayores dentro del Sistema Ambiental, y que se afectarían a individuos de flora y fauna en el predio, sin que ello represente efectos negativos a poblaciones y mucho menos especies a escala regional. Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que se conservará la biodiversidad del Sistema Ambiental con lo que se demuestra que el proyecto no ocasionará que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en el peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal ya que se contarán con áreas verdes.

De manera adicional se presentan en el siguiente capítulo las medidas necesarias para prevenir, mitigar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales potenciales en cada una de las etapas de implementación del proyecto, y se presenta un Programa de Vigilancia Ambiental que considera estas medidas, el cual permitirá que no se ocasione ningún impacto que por sus atributos provoque desequilibrios ecológicos que afecten la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el área del proyecto y el SA delimitado.

A manera de conclusión y como resultado de la evaluación de los impactos ambientales y sus medidas ambientales, el proyecto se puede desarrollar sin generar alteraciones que puedan afectar negativamente lo socioeconómico y medio biótico del Sistema Ambiental por lo que el proyecto es factible en materia ambiental y permite el desarrollo económico, social y ambiental del hombre permitiendo satisfacer las necesidades actuales de la población sin que eso suponga un perjuicio o daño en la calidad ambiental de modo que no compromete el desarrollo de futuras poblaciones humanas y demás seres vivos, permitiendo la continuidad y permanencia del ecosistema presente en el Sistema Ambiental.

# XI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN POR LA AFECTACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, EL SUELO, EL AGUA, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRES APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

## XI.1 Impactos residuales.

De acuerdo con la SEMARNAT (2002), los impactos residuales los define como aquellos impactos que persisten en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación incorporadas sistemáticamente en el proyecto. Los que podrían persistir, serian aquellos impactos que carecen de medidas correctivas, los que solo se mitigan de manera parcial o los que no alcanzan el umbral suficiente para poder aplicar alguna medida de mitigación. Los impactos residuales, presentan sus efectos sobre el medio ambiente, dependiendo de las acciones que le dan origen. No obstante, Esteban (1999) define a los impactos residuales, como aquellos que, pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden ser eliminados en su totalidad, debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o a incompatibilidad con los objetos del proyecto.

El proceso de selección de los impactos residuales ha considerado las interacciones adversas que al aplicar una medida de mitigación, su impacto residual recae en la categoría de significativo o medianamente significativo, descartando aquellas interacciones en las cuales el impacto residual se convierte en irrelevante. En la siguiente tabla, se presentan los impactos residuales detectados para este proyecto; así como la relevancia del impacto y las posibles medidas de mitigación aplicables.

| Componente ambiental | Impacto ambiental | Efecto residual | Medida de mitigación. |
|---|---|---|---|
| Suelo | Perdida de la capa del suelo vegetal | Cambio en el uso de suelo. Susceptibilidad a los procesos de erosión. Modificaciones a las características del suelo. Actividades de sellamiento con obras de concreto | Utilización del suelo. Almacenamiento para posibles usos futuros y/o municipales (actividades de reforestación).<br><br>Reforestación de áreas verdes abiertas con vegetación de la región.<br><br>Ejecución de un programa de conservación de suelos (Zanjas). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vegetación | total de la cubierta vegetal | Perdida de cobertura vegetal.<br>Perdida de diversidad de especies.<br>Perdida de especies de interés biológico. | Compensación ambiental: la empresa realizará el pago al fondo forestal una vez autorizado el proyecto, para lo cual el gobierno federal estará obligado a realizar acciones de compensación ambiental en la misma cuenca donde se ubica el proyecto. Además, en este proyecto se buscará detener los procesos de deterioro y se buscará fomentar el mejoramiento del sitio y de los servicios ambientales que presta Implementación de un programa de rescate de especies de flora silvestre con especial interés de las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. |
| Paisaje | Impacto visual por el desmonte y despalme de la superficie forestal.<br>Impacto visual por el desarrollo de la | Afectación permanente por el cambio en la naturalidad del sitio por las obras para el asentamiento humano | Se contará con un reglamento interno para realizar edificación que se integre armónicamente con el paisaje. |

## XI.2 Medidas de mitigación

Éstas son 1 las medidas de prevención y mitigación que se llevarán a cabo a fin de reducir los impactos negativos que se ocasionarán al suelo, agua, la flora y fauna durante el cambio de uso del suelo en terrenos forestales. Además se 2 aporta la información de los indicadores y parámetros que permitirán evaluar el nivel de eficiencia y eficacia de dichas acciones, 3 así como los elementos que permitan darles seguimiento por parte de la autoridad competente. Es importante señalar que los indicadores contienen 4 datos de verificación (ubicación geográfica), 5 cuantificación (número y características de las metas) y 6 calendarización (plazos y periodos de ejecución).

Etapa de preparación del sitio

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Desmonte** | **S**uelo | Grado de erosión | Se realizará la reubicación de especies de flora nativas en el área de equipamiento, áreas verdes y en la superficie destinada a | Mitigación | Superficie de reubicación (hectáreas) | Durante y posterior a la ejecución del proyecto. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | la compensación por reforestación fuera del predio del proyecto, para la regeneración de suelo. | | | |
| | | | Se garantizará la recuperación de los suelos, con ejecución de la medida de mitigación anterior. | Compensación | Superficie restaurada (hectáreas) | Durante y posterior a la ejecución del proyecto. |
| | | Formación de suelos | Se utilizarán los volúmenes de individuos de flora triturados, en las superficies propuestas para la reubicación de los individuos de flora rescatados, para mejorar y enriquecer la calidad del sitio. | Compensación | Volumen en metros cúbicos triturados y aplicados.. | Durante y Posterior a la ejecución del proyecto. |
| | | Protección de suelos | Se realizarán riegos, en aquellas áreas de suelo desnudo que hayan sido sujetas de despalme, para disminuir riesgos de erosión eólica. | Mitigación | Número de pipas y riegos aplicados. | Durante la ejecución del proyecto. |
| | | | Se ejecutarán las actividades de desmonte de manera paulatina conforme al programa de obra, disminuyendo con esto el tiempo de exposición del suelo a los factores climáticos (lluvia y viento), con los consecuentes riesgos de erosión hídrica y eólica. | Prevención | Cumplimiento de la planeación de las etapas de realización de las obras. | Durante la ejecución del proyecto. |
| | | | **No se** realizarán actividades relacionadas con el mantenimiento y abastecimiento de aceites y combustibles dentro del proyecto. | Prevención | No aplica | Previo, durante y posterior a la ejecución del proyecto. |
| | | | Se establecerá un área específica para la recolección de materiales de desechos de obra, y el acondicionamiento de un sitio para el | Prevención | Delimitación del área correspondiente. | Previo y durante la ejecución del proyecto. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | resguardo de maquinaria y equipos de trabajo, con el objeto de prevenir la contaminación del suelo por derrames de grasas, aceites y/o combustibles durante el resguardo de los mismos en horas no laborables. | | | |
| | | | Se colocarán recipientes con tapa para los residuos sólidos urbanos, identificados con un color representativo y un letrero que indicará su clasificación; estos serán colocados en lugares estratégicos, para hacer eficiente el proceso de recolección. | Prevención | Manifiestos de entrega recepción de los residuos en un confinamiento autorizado. | Previo y durante la ejecución del proyecto. |
| | | Recuperación de suelos | Se ejecutará el programa de reubicación de flora silvestre. | Mitigación | Superficie restaurada (hectáreas). | Durante y posterior a la ejecución del proyecto. |

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **P**reparación del sitio | **Fa**una | Diversidad | No se permitirá la captura, molestia, cacería o aprovechamiento de fauna silvestre y/o sus derivados que se encuentren en la superficie del proyecto y sus inmediaciones. | Mitigación | Supervisión diaria y reportes semestrales | Medida Permanente. |
| | | | Se ejecutarán acciones de se ejecutarán acciones de ahuyentamiento y reubicación de fauna nativa, considerando aquellas de lento desplazamiento previo a las actividades de desmonte, conforme al Programa de Rescate de Fauna Silvestre. | Mitigación | Bitácora de rescate y reportes semestrales | Medida Permanente |

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **D**esmonte | **Fl**ora | Diversidad florística | No se permitirá la quema de material vegetal residual, así como el uso de herbicidas o productos químicos como métodos de eliminación de la cobertura vegetal. | Prevención | Supervisiones diarias y reportes semestrales | Permanente |
| | | | Se dará cumplimiento a la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007m que regula el uso de fuego en terrenos forestales con la finalidad de reducir el riesgo de generación de incendios que puedan afectar la vegetación forestal. | Prevención | Supervisiones diarias y reportes semestrales | Permanente |
| | | Ecosistemas forestales | Se evitará el derribo forestal en las áreas que no cuenten con la autorización correspondiente para tal efecto. | Prevención | Supervisiones diarias y reportes semestrales | Permanente |

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **D**esmonte | **F**auna | Diversidad | Se colocarán señalizaciones informativas y restrictivas para evitar afectaciones a la fauna silvestre durante las actividades del proyecto. | Mitigación | Anexo fotográfico y reporte semestral | Permanente. |
| | | | Se capacitarán al residente de obra y los trabajadores, mediante pláticas y letreros colocados en la obra, que se debe respetar a la fauna del sitio y los alrededores. | Prevención | 1 plática semestral cuyo informe se integrará a los reportes semestrales | Permanente |
| | | | No se permitirá introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al sitio del proyecto. | Prevención | Reportes semestrales | Permanente |

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **D**esmonte | **A**gua | Calidad | No se permitirá verter cualquier desechos sólidos, líquidos o aguas residuales a los escurrimientos intermitentes en y cercanos al predio del proyecto. | Prevención | Reportes semestrales | Permanente |
| | | | Se colocarán letrinas portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores; no se permitirá el fecalismo al aire libre; se solicitará la documentación necesaria que avale que el prestador de este servicio disponga de los desechos en sitios autorizados. | Prevención | Reportes semestrales | Permanente |
| | | | Se evitará que materiales y residuos sean arrojados a los cuerpos de agua y/o escurrimientos superficiales cercanos a la superficie solicitada para el CUS. | Prevención | Reportes semestrales | Permanente |
| | | Área de captación | Se garantizará que no disminuya la captura de agua en el área de influencia y en la cuenca producto del desmonte propuesto con la ejecución de las actividades de reubicación de vegetación programadas dentro de las áreas verdes. | Mitigación | Superficie de reubicación (hectáreas) | Permanente |

Etapa de urbanización

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **De**spalme y nivelación | **S**uelo | Disminución de la calidad del suelo | Se retirará la capa de suelo fértil antes de iniciar el despalme, y se ubicará en sitios donde será utilizada posteriormente para mejorar el suelo del proyecto. | Mitigación | Metro cúbico de suelo rescatado | Previo a las actividades de construcción del proyecto. |
| | | | DE.S.2. Se colocarán letrinas portátiles en proporción de una por cada 15 trabajadores para evitar el fecalismo al aire libre | Prevención | Cantidad de letrinas colocadas | Previo a las actividades de construcción del proyecto. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | por parte del personal que intervenga en la obra | | | |
| | | | Se recolectarán los materiales y residuos (R.S.U.) y serán trasladados al sitio de disposición final autorizado más cercano. | Mitigación | Visitas de supervisión semanales, copias de ingreso de residuos al relleno. | Previo a las actividades de construcción del proyecto. |
| | | | Se colocará el suelo retirado en sitios con vegetación a conservar, con cuidado de no cubrir demasiado las plantas | Mitigación | Visitas de supervisión semanales | Previo a las actividades de construcción del proyecto. |
| | | | Se realizará mantenimiento preventivo a los vehículos y equipo para minimizar los riesgos del vertido de sustancias contaminantes al momento de la operación. | Prevención | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **De**spalme y nivelación | Aire | Disminución en la calidad del aire | Se mantendrán húmedas las áreas de los frentes de trabajo para disminuir las emisiones de polvos. | Mitigación | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |
| | | | Se dará mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo y vehículos para disminuir las emisiones de ruidos que provoquen una alteración en la calidad del aire. | Prevención | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |
| | | | Se establecerá el horario de actividades diurno evitando así las molestias a la fauna silvestre y a los pobladores de la región | Prevención | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |
| | | | Se mantendrá los equipos, maquinaria y vehículos en su caso, dentro los límites máximos permisibles | Prevención | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | de emisión de gases contaminantes así como de ruidos como lo indica la legislación ambiental vigente. | | | |

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **U**rbanización | **Ai**re | Disminución en la calidad del aire | Se mantendrán húmedas las áreas de los frentes de trabajo para disminuir las emisiones de polvos. | Mitigación | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |
| | | | Se apagarán los motores que utilizan diésel cuando no estén activos. Los camiones de transporte de materiales apagarán sus motores cuando los tiempos de espera para carga y descarga sean mayores a 5 minutos. | Mitigación | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |
| | | | Se dará mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo para disminuir las emisiones de ruidos. | Prevención | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **U**rbanización | **S**uelo | Disminución en la calidad del suelo | Se colocarán recipientes de 200 l de capacidad para la recolección de basura. Se realizará la separación de residuos orgánicos e inorgánicos para su posterior almacenamiento, recolección y disposición donde la autoridad local competente lo indique. | Mitigación | Cantidad de tambos, recipientes colocados y manifiestos de RSU | Previo y durante las actividades de construcción |
| | | | Se colocarán letrinas portátiles en proporción 1 por cada 15 trabajadores, para | Mitigación | Cantidad de letrinas colocadas | Previo y durante las actividades |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | evitar el fecalismo al aire libre por parte del personal que labore en la obra. | | | de construcción |
| | | | Se contará con una empresa autorizada para el manejo y disposición de residuos peligrosos durante la etapa de construcción. | Mitigación | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |
| | | | No se realizarán actividades de mantenimiento de vehículos relacionados con el proyecto dentro de la superficie del mismo. | Prevención | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Previo y durante las actividades de construcción |

| Actividad | Factor Ambiental | Elemento atendido | Medida | Clasificación de la medida | Indicador o forma de seguimiento | Período de ejecución |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **L**impieza final del área | **S**uelo | Disminución en la calidad del suelo | Se retirarán las máquinas y equipos de trabajo al final de la construcción de cada una de las obras del proyecto | Mitigación | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Al final de las actividades de construcción |
| | | | Se recolectarán todos los materiales y residuos sobrantes de la construcción para ser dispuestos en el tiradero autorizado más cercano. | Mitigación | Bitácoras semanales incluidas en los reportes semestrales | Al final de las actividades de construcción |

## XI.3 Pronóstico ambiental.

**Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**

Suelo

Considerando las condiciones actuales del sitio propuesto PARA EL PROYECTO en tal superficie se registran diferentes niveles de alteración del ecosistema, mismas situación se presenta de manera general polígono delimitado como microcuenca, donde la cubierta forestal está dominado por vegetación SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO.

Vegetación

En el apartado de vegetación, las superficies ocupadas por vegetación SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO, localizada en el Sistema ambiental como la que se encuentra en el área de proyecto muestran evidencias de intervención humana ya sea por actividades de urbanización o agrícolas, es decir, éstas superficies no escapan de las actividades antropogénicas, esto principalmente se aprecia en las más cercanas a las vías de acceso.

En el caso de que no se realice el proyecto, se esperaría que no aumenten las afectaciones a la vegetación causadas por las actividades humanas inherentes con el proyecto. No obstante no sería extraño esperar posibles impactos en la vegetación, esto debido a la dinámica que prevalece en la zona del proyecto y a la cercanía con las principales vías de acceso cercanas al proyecto y sitio de obras don de son relevantes también las actividades agropecuarias.

Fauna

Las actividades antropogénicas, que se han practicado, en la región principalmente las que tienen que ver con la ganadería y agricultura, han incidido negativamente en el estado de conservación de los ecosistemas presentes en la región y de igual forma dentro de la poligonal seleccionada como microcuenca, sin embargo a pesar de estas perturbaciones, los procesos ecosistémicos se continuan desarrollando.

Medio socioeconómico

El sitio elegido para realizar el proyecto corresponde a una en transición, caracterizada al momento por un aumento en las actividades de urbanización, por lo que todavía cuenta con una baja densidad de población y por mantener una economía de auto subsistencia, basada en la agricultura.

En este contexto, el escenario social que se presentaría para la región sin la construcción del proyecto propicia un continuo aumento de la mancha urbana de Ciudad Acuña.

**Descripción y análisis del escenario con proyecto.**

Suelo

Con la construcción del proyecto son evidentes efectos adversos por excavaciones, movimientos de tierra y otros derivados de la construcción de obras civiles. La cubierta forestal desapareció en las zonas ocupadas por las obras civiles.

La construcción del puente podría no considerar las acciones de limpieza y afectar la calidad y dinámica del efluente, asimismo, al no aplicar las medidas adecuadas, podría afectar la seguridad de los alrededores.

Vegetación

En un escenario donde se haya consumado el proyecto de acuerdo a lo planteado, se habrá realizado el cambio de uso de suelo en las superficies programadas, en este sentido se requerirá realizar obras en áreas con vegetación SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO, así mismo en otras superficies destinadas para edificación, transito, vías de acceso y el puente, así como obras en otros sitios que el proyecto así demande. Es importante mencionar que solo serán intervenidas las superficies incluidas en la planimetría. En este escenario y sin la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes se perderá parte de la superficie cubierta con vegetación, así como los servicios ambientales que ésta presta en el ecosistema y consecuentemente otros factores como el suelo y la fauna también se verán afectados.

Fauna

Dentro las superficies definidas y seleccionado para llevar a cabo el proyecto, las acciones para la edificación demandaron la eliminación de la vegetación, no obstante, las actividades programadas motivan el desplazamiento de la fauna silvestre que en su momento se registraron. El hábitat dentro de esta área ha sido fraccionado, eliminando refugios, áreas de anidación y/o alimentación de las especies faunísticas que usaban el área para satisfacer sus requerimientos individuales y poblacionales.

En este escenario se observa que la cubierta vegetal y suelo habían sido retirados en su totalidad, y por consiguiente la fauna silvestre de ninguno de los grupos considerados en la línea base al ya no existir los sitios para percha y por el ruido producido se ha desplazado hacia relictos más próximos fuera de las áreas del proyecto.

De acuerdo con las actividades programadas y la implementación del proyecto a excepción de la avifauna será imposible que la fauna que alguna vez se registró en los polígonos del proyecto regrese, aunque es factible que se puedan tener avistamientos o encuentros con la fauna silvestre.

Medio socioeconómico

Dadas las condiciones sociales y económicas imperantes en el contexto donde se ubica el proyecto, la construcción de este proyecto, por sí mismo, como un detonante de desarrollo para la Ciudad.

Impactos benéficos

En la etapa de construcción del proyecto se está modificando el entorno socioeconómico con la generación de empleos temporales y la mejora del camino o accesos aledaños donde se pretende ubicar el proyecto, mediante la generación de empleos se incrementa el ingreso de las familias y habitantes directa e indirectamente involucrados, inyectando dinamismo a la economía de las

localidades y de la región en su conjunto, principalmente en los rubros de prestación de bienes y servicios, como hospedaje, alimentación y abasto.

Una vez concluido el proyecto, se abonará a la creación de opciones productivas y de diferentes tipos de empleos.

Impactos adversos

En el ámbito socioeconómico, el impacto negativo más importante que se producirá en el desarrollo del proyecto. Los trabajos asociados a las obras de construcción incidirán en la calidad de vida de los pobladores de las poblaciones más cercanas, particularmente en las que se encuentran sobre el camino de acceso, debido al ruido e incremento de la carga vehicular, así como por el levantamiento de polvos y gases de combustión, por el uso de vehículos de carga, revolvedoras y maquinaria en general. Aunque es importante hacer notar que son escasas las viviendas en las cercanías más próximas al desarrollo.

**Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.**

Suelos

En este escenario, las medidas de mitigación proyectadas, entre ellas las obras de conservación de suelo y agua, las reforestaciones aminorarán los efectos adversos provocados por el desarrollo al menos a niveles de erosión nuevamente permisibles esto de acuerdo al rango de erosión considerado de 2.50 toneladas por hectárea por año.

La construcción del puente tiene impactos puntuales y temporales lo que permite que las condiciones vuelvan a la normalidad sin afectar el flujo ni calidad del efluente y más aun sin poner en riesgo el ecosistema ni a los habitantes de la zona.

Vegetación

Las medidas de mitigación y/o compensación fueron consideradas para abonar a aminorar los impactos negativos en la vegetación y a la recuperación del medio ambiente, así como los servicios ambientales que la vegetación provee. Dichas medidas además de que tienen la finalidad de mejorar las condiciones actuales, consisten en la implementación de un programa de rescate y reubicación de especies, con el cual se protegerán mediante el rescate, resguardo y reubicación de individuos que se localicen en los trazos del proyecto. Los individuos que serán rescatados son aquellos que pertenezcan a especies de mayor importancia ambiental (abundancia) de acuerdo con los resultados obtenidos en los muestreos. La reubicación de los individuos se realizará en áreas cercanas al proyecto que contarán con características ambientales similares, además se llevará a cabo el monitoreo de los individuos con el que se procurará asegurar su permanencia y adaptación. Las medidas para el rescate de la flora del proyecto serán implementadas en la etapa de preparación.

Además, se ha diseñado un programa de reforestación en áreas verdes y recuperación de áreas con el fin de compensar los impactos ocasionados por el proyecto. Dichas actividades se realizarán

mediante el uso de mantillo orgánico de zonas aledañas al proyecto aplicado en áreas seleccionadas para recuperación, mismas áreas donde se reforestará mediante especies arbóreas nativas de la región.

Además, se propone que el material derivado de las actividades de desmonte sea triturarado para la posterior incorporación de la materia orgánica como mejorador de suelo dentro de las áreas libres de construcción del Proyecto, de esta forma se favorecerá la proliferación de la vegetación y la conservación del suelo en el área.

Fauna

Los trabajos de construcción del proyecto serán ejecutados en predios desprovistos de vegetación, de suelo y de fauna silvestre, que continuará siendo alejada por las actividades que prevalecen en este escenario, aunque es necesario señalar que esta condición sólo se presentará de forma temporal, ya que la fauna silvestre presenta una movilidad y desplazamiento importante, al grado que conforme vaya avanzando el tiempo y por consiguiente la obra, podrían presentarse avistamientos o encuentros con la fauna silvestre en movimiento.

Acorde a las valoraciones realizadas en el presente documento, se considera que este proyecto si tendrá una afectación a la fauna silvestre, con una significancia media, motivo por el cual es imprescindible la implementación de medidas de mitigación tendientes a reducir a su mínima expresión los impactos identificados para este factor. Las medidas que serán aplicadas están encaminadas a la protección y conservación de la fauna silvestre, de las cuales resaltan las siguientes:

- Disminución de los límites de velocidad, dentro y fuera del área de proyecto.
- Señalización prohibitiva hacia la caza, comercialización y aprovechamiento de especímenes de fauna silvestre por parte de los trabajadores del proyecto.
- Concientización del personal involucrado con los trabajos del proyecto.
- Disuasores para evitar colisiones o electrocuciones.
- Lo que permitirá, que, al término de las actividades constructivas, la fauna silvestre comenzará a retornar al menos en las áreas más próximas al desarrollo, la cubierta vegetal sea restaurada y las condiciones de hábitat comiencen a ser las apropiadas.

Medio socioeconómico

Aun cuando la implementación del proyecto se remite a impactos negativos y positivos, es necesario instrumentar medidas de mitigación para los primeros y de ampliación para los segundos. Para el último caso, las medidas de ampliación no fueron consideradas en este apartado, sólo las relacionadas con los impactos sociales negativos.

Para mitigar los efectos del impacto de modificación de la cotidianidad en la vida comunitaria, se plantea diseñar y aplicar un mecanismo de monitoreo e informativo para que las poblaciones de las

localidades cercanas al desarrollo conozcan el proyecto y las consecuencias generadas por su ejecución.

Hasta aquí con base en la identificación de impactos ambientales y su análisis, se concluye que el proyecto no causará impactos negativos de significancia alta, y que los factores ambientales que podrían verse afectados con una significancia media por el desarrollo del proyecto serían la vegetación, el suelo y la fauna silvestre. Para el caso de los factores sociales, se detectaron impactos negativos de significancia baja y positivos de significancia alta sobre el componente cultural y económico respectivamente.

CONCLUSIONES DEL PRONOSTICO

La generación del proyecto permitirá un desarrollo urbano sustentable organizado en el municipio de Acuña que traerá consigo el desarrollo socioeconómico de la zona y permitirá una mejor comunicación de las vías de comunicación.

Se tendrá un proyecto que cumple con los diferentes lineamientos de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano.

Se tendrá un correcto manejo de los residuos desde la etapa de desmonte hasta la etapa de operación con lo que se evitará la dispersión de residuos en zonas no autorizadas

## XI.4 Programa de manejo ambiental

Su objetivo es garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales mediante su adecuada implementación, así como su correcto seguimiento.

En este sentido, las metas del programa son:

- Formar un grupo interdisciplinario de expertos para darle seguimiento a la aplicación de todas las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.
- Reducir al mínimo el impacto ambiental de las obras y actividades del proyecto, mediante la prevención de la contaminación y la protección del medio ambiente.
- Garantizar el cumplimiento de las medidas propuestas.
- Realizar el seguimiento de las medidas propuestas, a fin de permitir la aplicación de medidas correctivas que pudieran no estar contempladas dentro del presente programa.
- Facilitar al interesado la presentación de informe periódicos ante las autoridades ambientales respecto al cumplimiento del programa.
- Establecer por parte de la Autoridad competente, las responsabilidades ambientales de mejora del proyecto.

Este programa se realizará durante 4 años, que es el tiempo en que se realizarán las obras y actividades del proyecto. Es importante indicar que se tendrá una residencia ambiental dentro de la empresa para realizar la supervisión ambiental a lo largo de las etapas de desmonte, preparación del sitio y desmonte, y urbanización. Esta área vigilará el cumplimiento de las medidas necesarias

de compensación y mitigación, así como los términos y las condicionantes que establezca la Autoridad.

Los aspectos sobre los cuales se efectuará el seguimiento ambiental son los siguientes:

**Agua.-** Este factor será afectado por el consumo de agua, así como por la intercepción de los drenajes naturales, debido a la urbanización de la zona, los cuales serán dirigidos a los arroyos.

- Para evitar impactos negativos, no se permitirá la acumulación de materiales sobrantes ni residuos en zonas de escurrimientos.
- Al momento de construir el puentes sobre el arroyo no se taponearán éstos para que en tiempos de lluvia el agua pueda fluir sin ser contaminada.

| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación** | **Tiempo en el que se instrumentará o duración** | **Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.** | **Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia.** |
|---|---|---|---|---|
| Agua | Manejo integral de los materiales y residuos de construcción. | 4 años | Programa de capacitación ambiental a los trabajadores y de los supervisores de obra. | Ausencia de materiales en los cauces. El responsable será el contratista. |
| | Instalación de sanitarios portátiles tipo SANIPORT. | 4 años. | Renta de sanitarios cercanos a las obras y actividades y utilización adecuada mediante mantenimiento | Evidencia de renta, uso, mantenimiento y disposición adecuada de los residuos por el contratista. |

**Aire.-** Este factor comprende las emisiones a la atmósfera de la maquinaria, equipo y vehículos indispensables para realizar únicamente durante las diferentes etapas del proyecto y será de carácter temporal.

Se plantea como medida de mitigación el establecimiento de un Programa de Mantenimiento Preventivo de todos los equipos que emiten emisiones a la atmósfera. Este programa incluirá la periodicidad, tipo y resultados del mantenimiento y deberá ser realizado fuera del predio, en las instalaciones que la empresa constructora determine. Para lo anterior, la empresa deberá presentar en los reportes que indique la autoridad, comprobantes de dicha actividad.

En el caso de los vehículos, estos estarán sujetos obligatoriamente al cumplimiento de la legislación vigente, en particular, las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-043-SEMARNAT, NOM-044-

SEMARNAT, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-080-SEMARNAT-1995. La empresa constructora deberá entregar en los reportes que tenga que elaborar, copias de documentos legales que certifiquen el cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo y del cumplimiento de las normas oficiales vigentes y aplicables en la materia.

Así mismo, las emisiones producidas por la maquinaria y equipos serán controladas ajustando los tiempos de optimización de uso y para evitar posibles tolvaneras ocasionadas por el viento en las actividades de preparación del predio, se humedecerán preferentemente con agua tratada las zonas de trabajo antes de comenzar las labores de cada día.

Así, en todo momento se deberá respetar el programa de obra, el programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, en el caso del acarreo in situ del material producto del desmonte, despalme y movimientos de tierra, se impregnará el material ligeramente con agua, así como cubrirlo con mantas y lonas durante su acarreo.

Así mismo, los vehículos registrados localmente en las entidades federativas, deberán cumplir en su caso, con el programa estatal de verificación vehicular vigente.

| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación** | **Tiempo en el que se instrumentará o duración** | **Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.** | **Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia.** |
|---|---|---|---|---|
| Aire | Cumplir con las NOM-041-SEMARNAT-2006; NOM-043 SEMARNAT- NOM 044-SEMARNAT, NOM-045-SEMARNAT-2006. | 4 años. | Mantenimiento de los equipos, afinación de vehículos y maquinaria. | Copia de las bitácoras de mantenimiento. El responsable será el contratista. |
| | En su caso, cumplimiento de la verificación vehicular. | 4 años. | Acudir a verificar en tiempo y en forma los vehículos | Comprobante de verificación vehicular. El responsable será el contratista. |
| | La maquinaria realizará movimientos de tierra, lo que provocara lo incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera. | 4 años. | Impregnar materiales y caminos con agua tratada y cubrirlos con lonas o mantas durante su acarreo.<br>Colocar lonas en los camiones que | Evidencia fotográfica y en bitácora de la esta actividad. El responsable será el contratista. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | transporten materiales | |

**Suelo.-** Este factor será el más impactado por el proceso de construcción del proyecto, ya que será removido en su totalidad; la medida de mitigación que se propone es el utilizar posteriormente la capa de suelo removido en la superficie que estará destinada para su reuso en el mismo proyecto en las zonas que sea viable.

Se considera las posibles afectaciones de los residuos sólidos urbanos y fisiológicos que generaran los trabajadores sobre el suelo

Las medidas que aquí se presentan son viables y no requieren un gasto extra de recursos humanos o financieros, dado que ya están contempladas desde un inicio en las actividades de desmonte, preparación y urbanización, construcción

| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación** | **Tiempo en el que se instrumentará o duración** | **Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.** | **Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia.** |
|---|---|---|---|---|
| Suelo | Trituración de los residuos vegetales en la zona del proyecto para su reincorporación en las zonas que sea viable; en caso de que exista volumen adicional se dispondrá para elaboración de composta en un sitio cercano y autorizado que será transportado por contratista autorizado. | 4 años. | Programa de capacitación a los trabajadores y de los supervisores de obra. | Evidencia fotográfica y en bitácora de esta actividad. El responsable será el residente ambiental y el contratista. |
| | Utilización del suelo removido por las obras y actividades del proyecto y depositado en las futuras áreas verdes | 4 años. | Programa de capacitación a los trabajadores y de los supervisores de obra. | Evidencia fotográfica y en bitácora de esta actividad. El responsable será el residente ambiental y el contratista. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Supervisión permanente para evitar derrames al suelo. Se contempla un programa preventivo específico, a cargo de un ingeniero ambiental y/o biólogo. | 4 años. | Programa de capacitación a los trabajadores y de los supervisores de obra. | Evidencia fotográfica y en bitácora de esta actividad. Los responsables serán el residente ambiental y el contratista . |
| | Solo en caso de presentarse contingencia, la remediación ambiental del suelo contaminado por derrames. Este riesgo se minimizará con la aplicación de un programa preventivo específico. | 4 años. | Programa de remediación autorizado por la SEMARNAT. | Acreditación de la aplicación de los términos autorizados por la SEMARNAT. |

**Ruido y Vibraciones.-**Durante todo el proceso de construcción del proyecto, se deberá estar por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, y la NOM 081-ECOL-1994 que implica entre otros ajustar los sistemas de escape a fin de disminuir el ruido. Esto deberá aplicarse permanente.

Esto deberá ser verificado a través del análisis del ruido con laboratorios acreditados**,** mediante los mecanismos establecidos en la norma oficial antes mencionada y deberá ser reportado a la autoridad en la periodicidad que esta indique. Esta medida es viable de ser llevada a cabo, conforme a lo establecido en la norma antes mencionada.

Las vibraciones serán las ocasionadas por el uso puntual de los materiales de fragmentación y para mitigarlas, se tomarán todas las medidas de seguridad necesarias que establecen los protocolos de su uso, así como las que las autoridades competentes determinen.

| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación** | **Tiempo en el que se instrumentará o duración** | **Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.** | **Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia.** |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ruido | Cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994. Y la NOM 081-ECOL-1994 | 4 años. | Mantenimiento de los equipos, vehículos y maquinaria. | Comprobante de cumplimiento. El responsable será el contratista y el residente ambiental. |
| | Trabajar en horario diurno y en día hábiles. | 4 años. | Capacitación a los trabajadores y de los supervisores de obra. | Copia de registros de control de horario de los trabajadores. El responsable será el contratista y el residente ambiental. |

**Residuos sólidos urbanos y de manejo especial.-** Se propone realizar un programa de manejo y gestión integral de los residuos de manejo especial sometido a consideración de la autoridad ambiental local, que incluye la separación, la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos en sitios autorizados. Se contempla el depósito temporal en tambos de 200 litros, mismos que serán recolectados por un prestador de servicios autorizado. Así mismo, durante el proceso de construcción, todo material de escombro o desperdicio de material seguirá el mismo manejo integral en términos de lo dispuesto por la norma aplicable.

En el caso en que puedan generar residuos considerados como peligrosos, producto de las actividades propias de la construcción del proyecto, serán identificados, dispuestos en tambos de 200 litros debidamente identificados para tal fin, y se hará el manejo integral de los mismos que incluye la separación, la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos en sitios autorizados, conforme lo establece la legislación vigente.

La(s) empresa(s) contratista(s) deberá(n) presentar en los manifiestos que se deban entregar a la autoridad, copia del contrato de servicios durante las etapas de preparación, construcción del proyecto, así como copia de las bitácoras correspondientes.

En el caso de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos se establecerán almacenes temporales con los requerimientos previstos por la norma aplicable.

| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación** | **Tiempo en el que se instrumentará o duración** | **Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.** | **Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia.** |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Residuos (Elaboración y aplicación de un Programa de Gestión Integral de Residuos) | Correcta disposición de los residuos sólidos urbanos. NAE-SEMADES-007/2008. | 4 años. | Tambos de 200 l y capacitación al personal. | Bitácoras y manifiestos respectivos. El responsable será el contratista. |
| | Correcta disposición de los residuos de manejo especial. NOM-161-SEMARNAT-2011 | 4 años. | Áreas de tiraderos de escombros que no serán utilizados. | Bitácoras y manifiestos respectivos . El responsable será el contratista. |
| | Cumplir con la LGPGR y la NOM-052-SEMARNAT-2005. | 4 años. | Tambos de 200 l plenamente identificados. | Bitácoras y manifiestos de empresa contratada para el manejo de residuos peligrosos. Evidencia Fotográfica del mismo. El responsable será el contratista. |
| | Evitar derrames durante la pavimentación. | 4 años. | Impregnar materiales con agua y cubrirlos durante su acarreo. | Evidencia fotográfica y en bitácora de cuando se presente esta actividad. El responsable será el contratista. |

**Flora.-** Dado que habrá remoción de vegetación original, será necesario tomar medidas para compensar y mitigar su pérdida. En este sentido, se desarrollará un Programa de Rescate y Reubicación de flora, donde se rescatarán aquellos individuos que por su naturaleza sea posible trasplantarlos; esta medida se realizará antes y durante la etapa de preparación de la obra, previo al inicio de las actividades de construcción. Los individuos deberán ser trasplantados en lugares similares a los originales. Será necesario establecer protocolos de cuidados para su adecuada sobrevivencia, que deberá ser mayor al 80 % del total de los individuos. Estas labores deberán ser realizadas por personal especializado para tal efecto y serán colocados en predios donde el municipio los requiera.

No se permitirá afectación alguna de la vegetación fuera de los límites del proyecto. Se dejará vegetación original en las zonas de los lotes habitacionales hasta que el propietario decida construir y de previo aviso a la SEMARNAT y la autoridad municipal con las medidas ambientales a aplicar. Para las zonas de áreas verdes se deberán sembrar y cuidar de tal manera que se garantice una sobrevivencia de los individuos mayor al 80 %. En el caso de madera, ramas, hojas y demás restos producidos por el desmonte, deberán ser aprovechados para enriquecer el suelo como una medida de restauración.

En el caso de que se llegase a encontrar alguna especies enlistadas en la NOM-059.SEMARNAT-2010, se avisará a la autoridad ambiental federal y se buscará en todo momento su rescate y reubicación (trasplante) en condiciones semejantes a las originales; así mismo, habrá un vivero para asegurar su reproducción y sobrevivencia, manejado por personal especializado y pobladores de la región.

| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación** | **Tiempo en el que se instrumentará o duración** | **Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.** | **Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia.** |
|---|---|---|---|---|
| Flora | Programa de manejo de flora y fauna | Durante el periodo de preparación y construcción | Técnico de campo y materiales para el adecuado manejo de la flora y fauna | Reporte en bitácora y evidencia fotográfica. |
| | Rescate y trasplante de individuos que se puedan mantener, a los dos predios designados para tal efecto. | 4 años. | Personal especializado que realice y supervise y que garantice la sobrevivencia. | Reporte en bitácora y evidencia fotográfica.<br>Sobrevivencia mayor al 80 %. El responsable será la empresa. |
| | Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 | Permanente | Personal especializado que realice y supervise y que garantice la sobrevivencia. | Reporte en bitácora y evidencia fotográfica.<br>Sobrevivencia mayor al 80 %. El responsable será la empresa. |
| | Enriquecimiento del suelo. | Permanente | Personal especializado que realice y supervise dicha medida. | Reporte en bitácora y evidencia fotográfica.<br>Sobrevivencia mayor al 80 %. El responsable será la empresa. |
| | Instalación de un vivero | Permanente | Se instalará un vivero que albergue plantas para la reforestación, especies arbóreas y/o | Instalación y evidencia de la operación del vivero |

| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc. | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia. |
|---|---|---|---|---|
| | | | arbustivas nativas, y/o especies silvestres de alto valor ornamental y/o medicinal | |

**Fauna.-** Durante la preparación del sitio y urbanización del proyecto, personal especializado deberá realizar recorridos para ver la posible presencia de estos organismos a todo lo largo del trazo. No se permitirá invadir con obras u otras actividades predios aledaños para evitar posibles afectaciones a la fauna que pudiera encontrarse en estos predios.

Se deberá ahuyentar a aquellos individuos de especies presentes en el trazo que tengan movilidad; así mismo, de ser el caso, se reubicarán nidos y se depositarán en árboles similares.

De darse el caso, si hubiera presencia de especies de lento desplazamiento, estas serán reubicadas a predios con condiciones similares, reportándose dicha actividad en las bitácoras correspondientes. Se colocará señalética preventiva en la zona de la obra y además:

No se permitirá a los trabajadores:

- Perturbar a la posible fauna que pudiera estar presente fuera del proyecto.
- Manipular fauna, tendrán que hablar al técnico encargado.
- Recolección de especies de fauna silvestre.
- Actividades de caza.

Estas medidas son de carácter permanente durante el desarrollo de la obra viables de ser llevadas a cabo, bajo la supervisión del personal especializado encargado de la supervisión ambiental y deberán ser incluidas en los programas de obra.

| Impacto al que va dirigida la acción | Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación | Tiempo en el que se instrumentará o duración | Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc. | Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia. |
|---|---|---|---|---|
| Fauna | Programa de manejo de flora y fauna que incluya colocación de señalética. | 4 años | Técnico de campo y materiales para el adecuado manejo de la flora y fauna | Reporte en bitácora y evidencia fotográfica. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Rescate y reubicación de todos los individuos detectados: los de lento desplazamiento y los que se encuentra en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 a en lugares con condiciones similares. | 4 años | Personal especializado que realice y supervise esta medida. | Reporte en bitácora y evidencia fotográfica. El responsable será la empresa. |
| | Ahuyentamiento de especies previo al inicio de actividades en cada frente de trabajo. | 4 años. | Personal especializado que realice y supervise esta medida. | Reporte en bitácora y evidencia fotográfica. El responsable será la empresa. |
| | Prohibición de actividades de recolección, cacería y destrucción de nidos. | Permanente | Capacitación al personal y supervisión de la misma. | En su caso, reportes de incumplimiento. El responsable será la empresa. |

**Paisaje.-** Se refiere al servicio *per se* que el proyecto dará a sus habitantes; esto por sí mismo es significativo en la mejora de la calidad de vida de la región.

| **Impacto al que va dirigida la acción** | **Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación** | **Tiempo en el que se instrumentará o duración** | **Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.** | **Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia.** |
|---|---|---|---|---|
| Paisaje | Se considera un diseño armónico con el entorno para que se pueda mantener un valor paisajístico en la zona. | Previo. | El que el promovente considere. | Diseño conceptual del proyecto |

**Empleos.-** Durante el desarrollo de la obra se generarán empleos temporales y permanentes aproximadamente, los cuales estarán bajo las condiciones establecidas por contrato colectivo, así como con las prestaciones de Ley, Seguro Social, cumplimiento de la normatividad aplicable de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Esto será responsabilidad del promovente. Se buscará favorecer la contratación de mano de obra local a fin de dejar más beneficios económicos en la zona.

**Calidad de vida.** En el municipio se incrementará la cantidad de vivienda digna que cuenta con todos los servicios y que estará en armonía con el medio ambiente.

El puente permitirá reducir tiempos de traslado de manera segura dentro del municipio.

De todas las medidas previamente descritas, así como de las que establezca la autoridad, se entregarán las evidencias en cada uno de los reportes que la autoridad indique y conforme se den las circunstancias que los generen.

Por último, a lo largo de las diferentes etapas que conforman el proyecto, se deberá realizar las siguientes acciones que contribuirán a prevenir y mitigar los impactos ambientales que se pudieran presentar.

La residencia ambiental asignada al proyecto deberá capacitar a los trabajadores en las medidas que se deberán aplicar para dar cumplimiento a lo aquí evidenciado, haciendo énfasis particular en los siguientes aspectos:

- Manejo integral de residuos.
- Prevención y manejo de contingencias ambientales
- No se acumularán ni depositarán el producto del lavado de los camiones en el área de trabajo, solo siendo susceptible de disponerse sobre el terraplén o en los depósitos de escombro autorizados.
- Así mismo, durante la preparación y construcción del proyecto, se deberá mantener la disposición de prohibir toda actividad relacionada con la cacería o cautiverio de fauna silvestre, de cualquier tipo, encuentren durante los trabajos de construcción, operación o mantenimiento del puente vehicular.

Para asegurar el cumplimiento de las acciones mencionadas se establecerá una supervisión o residencia ambiental permanente por personal capacitado para este fin.

La supervisión ambiental que se establezca tendrá especial cuidado con el cumplimiento estricto y acreditamiento mediante la emisión y entrega a la autoridad de los informes periódicos bimestrales del cumplimiento a las condiciones impuestas en el resolutivo que indique la autoridad competente.

**Medidas de Conservación y Protección de los Hábitats de Flora y Fauna Silvestre**

Entre los impactos más importantes que afectarán los hábitats naturales de los organismos silvestres y al ecosistema en su conjunto, producto de la construcción del proyecto están:

- Modificación permanente de la superficie comprendida en el sitio de construcción del proyecto.
- Modificación del paisaje.

Con el fin de mitigar en lo posible estos impactos que se generarán durante el desarrollo y operación del proyecto, se proponen las siguientes medidas de conservación:

- Se realizará reforestaciones en las áreas verdes, así como que se tiene contemplado coadyuvar con el municipio en reforestaciones en el territorio y cuenca forestal.

- Se realizarán los trabajos bajo estricta supervisión ambiental y técnica, para evitar que se generen más impactos de los necesarios.
- Se establecerán almacenes temporales en términos de la normatividad para concentrar los residuos con el fin de recolectarlos periódicamente para evitar contaminar el suelo, dotados de botes de recolección en los camiones de servicio del contratista y se procederá a su inmediato depósito en la primera etapa del relleno. Se contará con los manifiestos correspondientes.
- No se obstaculizarán los cauces durante las maniobras o procesos de construcción.
- No se rodará o transitará maquinaria por cauces o drenajes.

Para asegurar el cumplimiento de las acciones mencionadas se establecerá una residencia o supervisión ambiental permanente por personal capacitado para este fin.

La supervisión ambiental que se establezca tendrá especial cuidado con la protección de los organismos de fauna que se puedan encontrar dentro del predio. Los organismos terrestres que sean detectados dentro del predio serán capturados y liberados en las inmediaciones, fuera de esta zona. Quedará prohibida su caza o captura para otro fin que no sea el mencionado, así como el que estos organismos sean molestados injustificadamente

## XI.5 Seguimiento y control

El desarrollo del programa será durante el tiempo de ejecución del proyecto (4 años), y su control y seguimiento será por medio de documentos, bitácoras y evidencias fotográficas que serán elaborados conforme la autoridad ambiental así lo requiera.

Estos reportes se harán con base en lo establecido en el punto anterior. En todo momento habrá supervisión ambiental realizada por personal especializado a fin de que se verifique el cabal cumplimiento de las medidas antes propuestas y aquellas que la autoridad considere añadir.

# XII. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto

De acuerdo a la LGDFS en su artículo 7 fracción LXI los servicios ambientales son: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano.

Tales servicios pueden ser los que a continuación se mencionan:

- La provisión de agua en calidad y cantidad.
- La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.
- La generación de oxígeno.
- El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
- La modulación o regulación climática.
- La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.
- La protección y recuperación de suelos;
- El paisaje y la recreación.
- Entre otros.

Servicios de provisión. Se trata de los productos obtenidos de los ecosistemas tales como alimento, agua, combustible, fibras, recursos genéticos.

Servicios de regulación. Los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas, entre ellos se encuentran la regulación del clima, el control de enfermedades, calidad del aire, control de la erosión de los suelos, captura de carbono, translocación y sedimentación, la regulación del agua y riesgos naturales (como huracanes). Conservación de la biodiversidad, provisión y limpieza del agua y banco genético.

Servicios de soporte. Aquellos servicios necesarios para la producción de los demás servicios ambientales, como la formación de suelo (su conservación y fertilidad), ciclos biogeoquímicos (p.ej. nitrógeno, fósforo, etc.), ciclo hidrológico (desplazamiento y distribución del agua en el espacio y el tiempo y entre sus fases líquida, gaseosa y sólida) y la producción primaria (fotosíntesis, quimiosíntesis).

Servicios culturales. Son aquellos beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, educativos, recreación y ecoturismo, estéticos y espirituales y religiosos.

**Identificación de los servicios ambientales del predio**

El predio donde se llevará a cabo el proyecto Loma Dorada tiene una superficie de 100,529 m2 (10.5 ha), y tiene vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco. Los servicios ambientales que provee

principalmente son: la regulación hidrológica, la protección del suelo, la captura de carbono y el paisaje

## XII.1 Regulación hidrológica

Las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada propician la infiltración y recarga de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. Los bosques y las selvas regulan el régimen hídrico, mediante la estructura radicular y la capa de materia orgánica y microorganismos que mantienen los bosques, este efecto regulador del régimen de aguas permite que la época seca o húmeda no sea tan drástica.

Es fundamental el proteger la capacidad de provisión de los servicios ambientales hidrológicos, entre los cuales se encuentra el mantenimiento de la capacidad de recarga de los mantos acuíferos, el mantenimiento de la calidad de agua, y la reducción de la carga de sedimentos cuenca abajo, la reducción de las corrientes en los eventos extremos de precipitación, la conservación de manantiales, el mayor volumen de agua superficial en época de secas y reducción del riesgo de inundaciones.

Infiltración.

Para realizar la estimación de la infiltración potencial dentro del área del proyecto se utilizó la metodología propuesta en el Manual de instrucciones, estudios hidrológicos (ONU, 1972) y Gunther S. y M. Losilla (2000).

Coeficiente de infiltración

El Coeficiente de infiltración se calcula de la siguiente forma:

$C=Kfc+Kp+Kv$

Donde:

Kfc = Coeficiente del tipo del suelo

Kp = Coeficiente de pendiente

Kv = Coeficiente del uso del suelo

Cálculo del Kfc: Refleja la permeabilidad del suelo. Rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga; al contrario, suelos recientes, no compactados y arenosos facilitan la infiltración. Se debe considerar también la situación geológica, como las fallas tectónicas, que facilitan la infiltración.

**Tabla 97. Tabla. Valores utilizados para el coeficiente de tipo de suelo.**

| Tipo de suelo | Kfc |
|---|---|
| Textura fina | 0.10 |

| | |
|---|---|
| Textura media | 0.15 |
| Textura gruesa | 0.20 |

Cálculo de Kp: Es un factor sumamente importante porque se relaciona directamente con la escorrentía de agua superficial que no llega al acuífero. A través de un mapa topográfico se asigna a cada zona de estudio un coeficiente de pendiente Kp.

**Tabla 98. Valores utilizados para el coeficiente de pendiente.**

| Pendiente | Kp |
|---|---|
| 0 a 1% | 0.40 |
| 1 a 15% | 0.15 |
| 15 a 30% | 0.10 |
| 30 a 50% | 0.07 |
| 50 a 70% | 0.05 |
| Mayor a | 0.01 |

Cálculo de Kv: Es un factor importante y el más cambiante en el cálculo de la recarga. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. Un uso inadecuado del suelo puede reducir la recarga acuífera hasta un 50%.

***Tabla 99.*** Valores utilizados para el coeficiente de uso de suelo.

| **Tipo de Vegetación** | **KV** | **Tipo de Vegetación** | **KV** |
|---|---|---|---|
| Acuícola | - | Palmar inducido | 0.1 |
| Agricultura de humedad | 0.1 | Palmar natural | 0.1 |
| Agricultura de riego | 0.1 | Pastizal cultivado | 0.1 |
| Agricultura de temporal | 0.1 | Pastizal gipsófilo | 0.1 |
| Asentamientos humanos | 0.1 | Pastizal halófilo | 0.1 |
| Bosque cultivado | 0.15 | Pastizal inducido | 0.1 |
| Bosque de ayarín | 0.2 | Pastizal natural | 0.1 |
| Bosque de cedro | 0.2 | Popal | 0.1 |
| Bosque de encino | 0.2 | Pradera de alta montaña | 0.1 |
| Bosque de encino-pino | 0.2 | Sabana | 0.1 |
| Bosque de galería | 0.1 | Sabanoide | 0.1 |
| Bosque de oyamel | 0.2 | Selva alta perennifolia | 0.2 |
| Bosque de pino | 0.15 | Selva alta subperennifolia | 0.2 |
| Bosque de pino-encino | 0.2 | Selva baja caducifolia | 0.2 |
| Bosque de táscate | 0.18 | Selva baja espinosa | 0.2 |
| Bosque inducido | 0.15 | Selva baja espinosa | 0.2 |
| Bosque mesófilo de | 0.2 | Selva baja perennifolia | 0.2 |
| Chaparral | 0.3 | Selva baja subcaducifolia | 0.2 |
| Cuerpo de agua | - | Selva baja subperennifolia | 0.2 |
| Desprovisto de vegetación | 0.18 | Selva de galería | 0.1 |
| Manglar | 0.1 | Selva mediana caducifolia | 0.2 |
| Matorral crasicaule | 0.18 | Selva mediana | 0.2 |

| Tipo de Vegetación | KV | Tipo de Vegetación | KV |
|---|---|---|---|
| Matorral de coníferas | 0.2 | Selva mediana | 0.2 |
| Matorral desértico | 0.18 | Selva mediana | 0.2 |
| Matorral desértico | 0.18 | Sin vegetación aparente | 0.18 |
| Matorral espinoso | 0.18 | Tular | 0.1 |
| Matorral rosetófilo | 0.18 | Vegetación de desiertos | 0.07 |
| Matorral sarco-crasicaule | 0.18 | Vegetación de dunas | 0.07 |
| Matorral sarco-crasicaule | 0.18 | Vegetación de galería | 0.1 |
| Matorral sarcocaule | 0.18 | Vegetación de peten | 0.1 |
| Matorral submontano | 0.18 | Vegetación gipsófila | 0.1 |
| Matorral subtropical | 0.2 | Vegetación halófila | 0.1 |
| Mezquital | 0.18 | Zona agrícola | 0.1 |
| Mezquital | 0.2 | Zona urbana | 0.18 |

Una vez calculado el coeficiente de infiltración se procede a calcular la infiltración potencial, la cual es calculada con la siguiente expresión:

I = (0.88) C P

Donde:

I = Infiltración

C = Coeficiente de infiltración

P = Precipitación

La precipitación media anual en el área donde se llevará a cabo el proyecto es de 504.02 según la estación climatológica 5085.

La cantidad de agua que se infiltra en el predio se realizó en dos escenarios, el primero en las condiciones actuales del predio y el segundo con la implementación del proyecto. La superficie que se utilizó para el cálculo es la superficie que se verá afectada por el CUSTF del presente proyecto, la cual es de 100,529.00 m² donde considera la construcción de un fraccionamiento.

Cantidad de agua que se infiltra en las condiciones actuales del predio.

A continuación, se presenta el valor de cada variable para el cálculo de la infiltración en las condiciones actuales del predio.

Coeficiente del tipo del suelo (Kfc) = el tipo de suelo en el área forestal tiene una textura media (0.15).

Coeficiente de pendiente (Kp) = 0.4, la zona presenta una pendiente entre 0 y 1%.

Coeficiente del uso del suelo (Kv) = en las condiciones actuales de las áreas donde se pretende desarrollar el CUSTF, se tiene un uso de suelo de matorral espinoso tamaulipeco, el valor de esta variable es de 0.18.

**Tabla 100. Coeficiente de infiltración.**

| Uso establecido INEGI Serie VII | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo de Vegetación | Kfc | Kp | Kv | C |
| MATORRAL ESPINOZO TAMAULIPECO | 0.15 (textura media) | 0.4 (se tomó este valor debido a que el predio en estudio presenta una pendiente promedio entre 0 - 1%) | 0.18 | 0.73 |

***Tabla 101.*** **Cálculo de la infiltración potencial.**

| Uso establecido INEGI SERIE VII | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo de Vegetación | Agua que potencialmente se infiltra en el área afectada(mm) | Superficie ($m^2$) | Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie afectada (L/año) | Expresado en $m^3$/año |
| MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO | I=(0.88)*0.73*504.02mm= 323.7824 | 100,529.00 | 32,549,525.71 | 32,549.53 |

De acuerdo con los resultados obtenidos en las condiciones actuales del área del proyecto donde se desarrollará el Cambio de Uso de suelo se infiltran potencialmente 32,549.53 m3 de agua al año, tomando como referencia la superficie afectada del presente proyecto.

Cantidad de agua que se infiltra con la implementación del proyecto (nuevo uso de suelo).

A continuación, se presenta el valor de cada variable para el cálculo de la infiltración con la implementación del proyecto y tomando en cuenta el nuevo uso de suelo, lo cual con base en la fórmula utilizada, el uso de suelo considerado como desprovisto de vegetación y el matorral espinoso tamaulipeco tienen exactamente el mismo coeficiente (0.18), por lo que la infiltración durante la realización del proyecto, con base en el análisis realizado no presenta cambio alguno.

Coeficiente del tipo del suelo (Kfc) = el tipo de suelo en el área forestal tiene una textura media (0.15).

Coeficiente de pendiente (Kp) = 0.4, la zona presenta una pendiente entre 0 y 1%.

Coeficiente del uso del suelo (Kv) = en las condiciones con proyecto para lo cual se considera un uso de suelo desprovisto de vegetación, el valor de esta variable es de 0.18.

***Tabla 102.*** Coeficiente de infiltración.

| Uso establecido INEGI Serie VII | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo de Vegetación | Kfc | Kp | Kv | C |
| CON PROYECTO | 0.15 (textura media) | 0.4 (se tomó este valor debido a que el predio en estudio presenta una pendiente promedio entre 0 - 1%) | 0.18 | 0.73 |

***Tabla 103.*** Cálculo de la infiltración potencial.

| Uso establecido INEGI SERIE VII | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo de Vegetación | Agua que potencialmente se infiltra en el área afectada(mm) | Superficie ($m^2$) | Cantidad de agua que potencialmente se infiltra en la superficie afectada (L/año) | Expresado en $m^3$/año |
| CON PROYECTO | I=(0.88)*0.73*504.02mm= | 100,529.00 | 32,549,525.71 | 32,549.53 |
| | 323.7824 | | | |

De acuerdo con los resultados obtenidos con la implementación del proyecto se tendrá una infiltración potencial de 32,549.53 m3 de agua al año tomando como referencia la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo.

Tomando en cuenta los cálculos realizados anteriormente se procedió a realizar un balance hídrico y como se mencionó anteriormente no existe cambio en la infiltración con base en el análisis realizado, por lo anterior no se proponen medidas para mitigar este factor.

## XII.2 Protección del suelo

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable por lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido deteriorado o degradado.

Uno de los procesos por el cual el suelo se degrada es la erosión, el tipo de erosión más importante es la hídrica, su efecto más evidente es la formación de cárcavas. La erosión también afecta las capas superficiales de las tierras (erosión laminar), en las que todavía es posible desarrollar actividades agropecuarias y forestales a pesar de una reducción considerable en la producción, este fenómeno puede revertirse mediante el uso y manejo sustentable suelo.

La erosión se define como la remoción del suelo por la acción de agentes físico, como el agua o el viento, por la cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.

En condiciones naturales, los procesos responsables de la formación de los suelos y aquellos responsables de su destrucción por erosión, alcanzan un equilibrio tal que asegura el mantenimiento de una capa superficial de suelo capaz de soportar una cubierta vegetal estable. La ruptura del equilibrio suelo-vegetación-clima, debido a las actividades humanas puede llegar a desencadenar la degradación irreversible del suelo y, con ello, limitar tanto su potencial productivo agro-forestal como su capacidad de regeneración y soporte de ecosistemas naturales.

Para realizar la estimación de la perdida de suelo se utilizó la metodología propuesta en el manual de procedimiento para la elaboración de estudios técnicos justificativos para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CFE, 2017) (https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/d/SPA00-62.pdf).

Para la estimación de perdida de suelo se maneja la siguiente expresión:

Eh=IALLU*CAERO*CATEX*CATOP*CAUSO

Donde:

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 con las características de cada variable.

PECRE

El período de crecimiento se define como el número de días al 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 (mm)

Para la estimación de esta variable, se tomó el valor de precipitación media anual reportado por la estación más y con condiciones similares cercana activa al área de afectación, la cual reporta una precipitación media anual de 504.2 mm.

Lo anterior basado en la estación climatología (CONAGUA) Estación No. 5085, la cual se ubica a 10 km al Oeste del predio en cuestión, como se muestra a continuación:

**Tabla 104. Datos climatológicos de la estación PRESA DEL CENTENARIO (5085)**

*Tabla 1 Estación Climatológica 5085*

| TEMPERATURA MÁXIMA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 22.2 | 25.3 | 28.8 | 32.8 | 35.5 | 38.4 | 38.9 | 39.3 | 36.1 | 31.7 | 26.4 | 22 | 31.4 |
| MÁXIMA MENSUAL | | 30.5 | 38.9 | 37.4 | 41 | 44.7 | 46.7 | 48.1 | 48.8 | 45.4 | 41.8 | 38 | 30.5 | |
| AÑO DE MÁXIMA | | 1998 | 1999 | 1999 | 1998 | 1999 | 2014 | 2014 | 2014 | 1999 | 2014 | 1999 | 1999 | |
| MÁXIMA DIARIA | | 39 | 45 | 46 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 49 | 44 | 42 | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | |
| TEMPERATURA MÍNIMA | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 4.5 | 6.6 | 10.4 | 14.1 | 18.4 | 21.5 | 22.4 | 22.4 | 19.4 | 14.8 | 8.9 | 4.6 | 14 |
| MÍNIMA MENSUAL | | 1.7 | 2.9 | 3.4 | 6.6 | 5.6 | 6.7 | 11.7 | 12.4 | 10.8 | 10.7 | 3.7 | 1.4 | |
| AÑO DE MÍNIMA | | 2015 | 1992 | 1992 | 1992 | 1991 | 1997 | 1997 | 1992 | 1991 | 1992 | 1991 | 2015 | |
| MÍNIMA DIARIA | | -7 | -11 | -3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 9 | 1 | 1 | -5 | -8 | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | |
| TEMPERATURA MEDIA | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 13.4 | 16 | 19.6 | 23.5 | 26.9 | 29.9 | 30.6 | 30.9 | 27.8 | 23.2 | 17.7 | 13.3 | 22.7 |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | |
| PRECIPITACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| MESES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL | |
| NORMAL | | 21.2 | 16.8 | 31.8 | 39.1 | 68.8 | 59.2 | 42.4 | 48.6 | 78.7 | 52.1 | 25.9 | 19.6 | 504.2 |
| MÁXIMA MENSUAL | | 72.5 | 104 | 101 | 142 | 241 | 238.5 | 198 | 298 | 322 | 190 | 141 | 83 | |
| AÑO DE MÁXIMA | | 2010 | 1992 | 1997 | 2010 | 2015 | 1999 | 1992 | 2016 | 2018 | 2018 | 2014 | 1991 | |
| MÁXIMA DIARIA | | 60 | 80 | 67 | 124 | 136 | 130 | 100 | 190 | 192 | 108 | 57 | 48 | |
| AÑOS CON DATOS | | 29 | 30 | 29 | 28 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | |

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$PECRE = 0.2408\ (PREC) – 0.0000372\ (PREC)^2 - 33.1019$

$PECRE = 0.2408\ (504.2\ mm) – 0.0000372\ (504.2\ mm)^2 - 33.1019$

$PECRE = 78.81$

El índice de agresividad de la lluvia se calcula de la siguiente manera, partiendo de la variable PECRE con las siguientes fórmulas:

IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875

Al sustituir los valores en la ecuación:

IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875

IALLU = 1.1244 (78.81) - 14.7875

IALLU = 73.83

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 la siguiente tabla.

**Tabla 105. 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 | Gc |
| | 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 | KI | Lc |
| | Lg | Lk | Lo | Ma | Hg | Ph | PI | Rd |
| | Re | Sm | To | Tv | Wh | Wm | Zg | Zo |
| 2.0 | Ah | Cl | Gv | Hl | Jg | Kl | Ne | Sa |
| | So | Xg | Yg | ZU | H2O | --- | --- | --- |
| | 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 | --- | --- | --- | --- | --- |

CATEX

Calificación de textura y fase. El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase del tipo de suelo presente en el proyecto y de acuerdo con la escala de valores presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 106. Textura y fase del suelo para 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 proyecto es media, por lo que el valor de CATEX es 0.3.

Para la obtención de los datos de CAERO y CATEX se realizó con base lo establecido por INEGI en la Carta Edafológica Serie III, la cual señala que el predio se encuentra dentro de una zona con suelo clasificado como Regosol, el cual se clasifica en textura gruesa (1).

CATOP

Calificación de la topografía El valor de esta variable está dado por las características de la pendiente (%) con forme a lo presentado en la siguiente tabla.

Tabla 26 Valores de la 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 del 30 |

La pendiente promedio en el área del proyecto es de 0.8%, por lo que el valor de CATOP es 0.35.

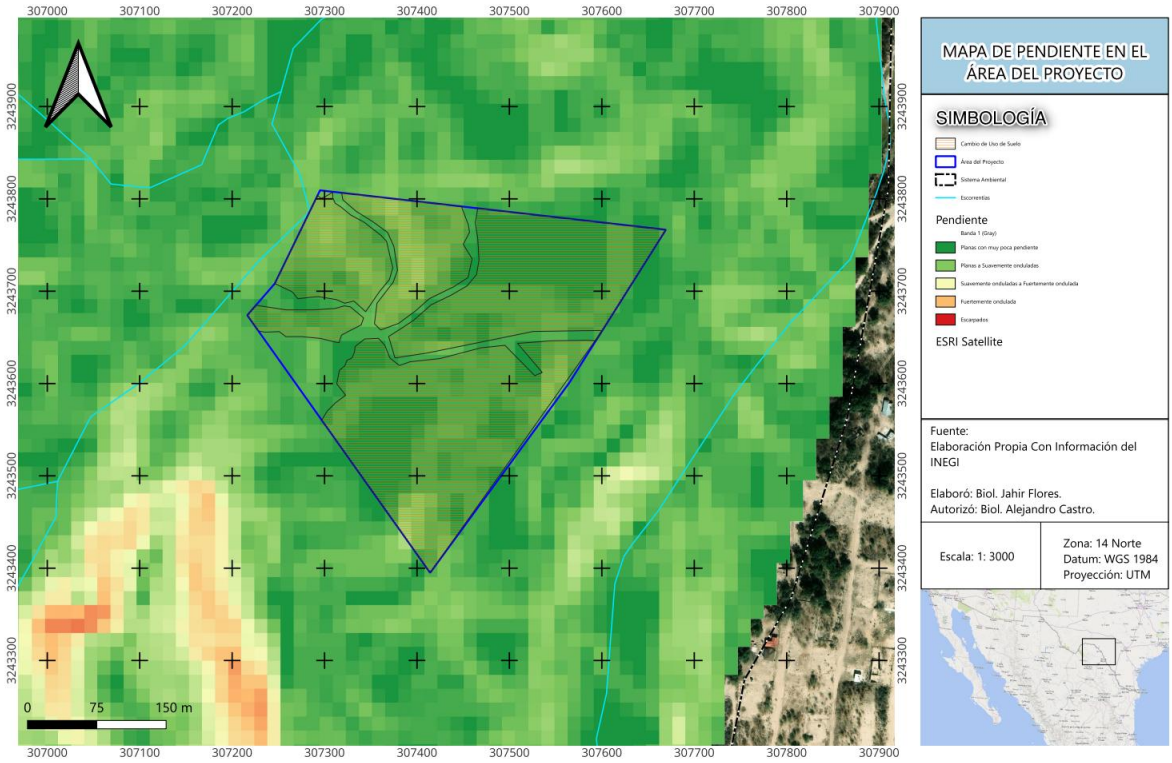



**Figura Pendientes dentro del área donde se localiza el proyecto**

CAUSO

Calificación por uso del suelo. Esta variable queda determinada a partir de la información establecidos por el INEGI en la carta de uso de suelo y vegetación serie VII.

Tabla 27 Valores de la capa uso de suelo y vegetación para el cálculo de erosión

| Uso de suelo y vegetación | CAUSO |
|---|---|
| Agricultura de riego y Nopalera | 0.80 |
| Agricultura de 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, selva baja caducifolia | 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 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 | 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 |

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

Con base a los resultados se puede agrupan la erosión hídrica en 4 categorías, desde erosión ligera a erosión muy alta, asignando un valor a cada criterio en la siguiente tabla.

**Tabla 107. Valores para 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 |

A continuación, se presenta el cálculo de erosión para la superficie de 10.05 ha con vegetación Matorral Espinoso Tamaulipeco; el cálculo se presenta para dos escenarios: sin proyecto (con vegetación) y con proyecto (Urbanización). (ver Anexo Erosión e Infiltración).

**Escenario 1. Cálculo de la erosión en la condición actual del predio (matorral espinoso tamaulipeco)**

De acuerdo al mapa edafológico del INEGI (escala 1:250:000) , el tipo suelo en el área del proyecto es Regosol Calcarico (Rc), por lo que el valor de la variable CAERO es de 0.5.

El tipo de suelo presenta una textura media, por lo que el valor de la variable CATEX es de 0.3.

La pendiente del terreno es de 0.8%, lo cual se ubica dentro de la clase de pendiente tipo "A", por lo que el valor de la variable CATOP es de 0.35.

Dentro del predio el tipo de vegetación es Matorral espinoso tamaulipeco, la cual tiene un valor de CAUSO de 0.1.

A continuación, se presenta el cálculo de erosión del suelo en las condiciones actuales del predio, es decir, vegetación de matorral espinoso tamaulipeco.

**Tabla 108. Cálculo de la erosión con vegetación.**

| Uso de suelo actual INEGI SERIE VII | | |
|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | Eh = IALLU.CAERO.CATEX.CATOP.CAUSO | VOLUMEN ton/ha/año EROSIÓN HÍDRICA |
| Matorral Espinoso Tamaulipeco | Eh = 73.83 x 0.5 x 0.3 x 0.35 x 0.11 | 0.426386601 |

Con base en los resultados que se presentan en la tabla anterior, se obtiene que la erosión anual por hectárea es de 0.4263 toneladas para las condiciones actuales del predio. Según la tabla de categorización de erosión laminar, el valor corresponde a una erosión alta.

Una vez calculado el volumen de erosión por hectárea por año, se procedió a calcular la erosión con vegetación secundaria para las 1.05 ha del predio en cuestión. En la siguiente tabla se presenta el cálculo.

**Tabla 109. Cálculo de la erosión para la superficie del predio**

| Uso de suelo actual INEGI SERIE VII | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | VOLUMEN (ton/ha/año) EROSIÓN HÍDRICA | VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA (ton/año) | PERDIDA DE LÁMINA DE SUELOS EN mm |
| Matorral Espinoso Tamaulipeco | 10.05 | 0.426386601 | 4.285185337 | 0.004285185 |

De acuerdo con los datos obtenidos, en las condiciones actuales del proyecto existe una erosión del suelo de 0.4263 ton/ha/año, y 4.2851 ton al año para las 10.05 ha, esto representa una pérdida de 0.0042 mm de lámina de suelo por año; de acuerdo con Morgan (1986), se considera que 1 mm equivalente a 1 kg/m².

**Escenario 2. Cálculo de la erosión con la aplicación del proyecto (Urbanización).**

De acuerdo al mapa edafológico del INEGI (escala 1:250:000) , el tipo suelo en el área del proyecto es Regosol Calcarico (Rc), por lo que el valor de la variable CAERO es de 0.5.

El tipo de suelo presenta una textura media, por lo que el valor de la variable CATEX es de 0.3.

La pendiente del terreno es de 0.8%, lo cual se ubica dentro de la clase de pendiente tipo "A", por lo que el valor de la variable CATOP es de 0.35.

Dentro del predio una vez que se comience con las obras de urbanización del proyecto se pronostica que durante la apertura de los caminos para la construcción de las vialidades y la lotificación de los predios, será el momento que más riesgo existan en el aumento de la erosión, ya que es durante este momento que el suelo estará desnudo y desprotegido de una cubierta vegetal que pueda resguardar a este, por lo tanto para el siguiente análisis se consideró un uso de suelo de terracería y sin vegetación aparente, la cual tiene un valor de CAUSO de 0.4.

A continuación, se presenta el cálculo de erosión del suelo en las condiciones del predio con proyecto, es decir, con la apertura de caminos y con la eliminación de la vegetación en estas zonas.

**Tabla 110.Cálculo de la erosión para el proyecto**

| Escenario proceso constructivo (sin vegetación aparente) | | |
|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | Eh = IALLU.CAERO.CATEX.CATOP.CAUSO | VOLUMEN ton/ha/año EROSIÓN HÍDRICA |
| Terracería | Eh = 73.83 x 0.5 x 0.3 x 0.35 x 0.4 | 1.55049673 |

Con base en los resultados que se presentan en la tabla anterior, se obtiene que el valor de erosión para un sitio del proyecto es de 1.5504 toneladas por hectárea al año. Dicho valor corresponde a una erosión alta de acuerdo a la tabla de categorización de erosión laminar.

**Tabla 111. Cálculo de la erosión para la superficie de caminos después de su apertura.**

| Escenario proceso constructivo (sin vegetación aparente) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | SUPERFICIE (ha) | VOLUMEN (ton/ha/año) EROSIÓN HÍDRICA | VOLUMEN TOTAL DE EROSIÓN HÍDRICA (ton/año) | PERDIDA DE LÁMINA DE SUELOS EN mm |
| Terracería | 10.05 | 1.55049673 | 15.58249213 | 0.015582492 |

De acuerdo con los resultados obtenidos, la erosión que se presentará una vez realizada la apertura de caminos y la eliminación de la vegetación en la zona a urbanizar es de 1.55 ton/ha/año, por lo tanto, para la superficie de las vialidades dentro del predio y la lotificación corresponde a 100,529. m2 (10.05 ha), por lo tanto la erosión se pronostica en será de 15.5824 ton al año, esto representa una pérdida de 0.0155 mm de lámina de suelo por año; de acuerdo con Morgan (1986), se considera que 1 mm equivalente a 1 kg/m².

**Tabla 112. Comparativo final de la erosión hídrica con proyecto y sin proyecto**

| Comparativo final de la erosión entre el escenario actual y el del proceso constructivo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TIPO DE VEGETACIÓN | Superficie Ha | VOLUMEN ton/ha/año EROSIÓN HÍDRICA | | VOLUMEN TOTAL POR EL ÁREA ton/año EROSIÓN HÍDRICA | | VOLUMEN ton/total/área EROSIÓN HÍDRICA QUE DEBE SER MITIGABLE |
| | | ANTES DE LA AFECTACIÓN | DESPUES DE LA AFECTACIÓN | ANTES DE LA AFECTACIÓN | DESPUES DE LA AFECTACIÓN | |
| Pastizal inducido | 10.05 | 0.426386601 | 1.55049673 | 4.285185337 | 15.58 | 11.30 |

Se concluye que con la implementación del proyecto y su consecuente cambio de uso de suelo en las 10.05 ha que poseen vegetación clasificada como matorral espinoso tamaulipeco, se generará un aumento en la erosión del suelo de 11.30 toneladas al año, misma que deberá ser mitigada mediante la construcción de 1 terraza de 20 m de largo por 0.5 m de alto y 2 m de ancho, mediante las cuales se captarán 20 ton/año de suelo, mitigando así más del 100% la erosión del suelo. Se conservará la materia orgánica proveniente del despalme que sea removida para la urbanización del predio de material; se resguardará en el patio de almacenamiento ubicado en la propiedad del Promovente. Dicha materia orgánica y suelo fértil serán abonados con estiércol para posteriormente ser reincorporados en áreas verdes.

A continuación, se describe lo que son las terrazas de formación sucesiva de acuerdo al manual de obras prácticas para la protección, restauración y conservación de suelos forestales publicado por la Comisión Nacional Forestal (2018) :

Son terraplenes formados por el movimiento del suelo que se deposita en los bordos, dicho movimiento de suelo se debe a los escurrimientos. Este tipo de terrazas se construye a nivel.

Proceso de construcción:

Primer paso. Calcular el espaciamiento entre curvas a nivel.

Segundo paso. Excavar la zanja. Sobre la curva marcada se realiza la excavación, la profundidad y el ancho de corte dependerán de la profundidad del suelo, sin embargo, se recomienda que las dimensiones sean de 50 centímetros de ancho por 40 centímetros de profundidad.

Puede realizarse la excavación con el uso de maquinaria, equipo de tracción animal, de forma manual (pico y pala) o de manera combinada, de acuerdo a las condiciones de cada lugar y los recursos disponibles. El material resultante de la excavación se coloca aguas arriba de la zanja.

Se aconseja construir tabiques divisores de 50 centímetros de longitud, cada 5 metros a lo largo de la zanja, para seccionar el agua almacenada, los cuales pueden quedar al nivel del suelo o rebajarse 10 centímetros del nivel original del mismo.

Tercer paso. Conformar y compactar el bordo. Se recomienda realizar una plantación en el bordo (siempre y cuando esté bien compactado) con la finalidad de prolongar la vida útil de la obra.

Recomendaciones:

Aplicar esta obra en terrenos con pendientes entre 5 y 20%.

Ya que este tipo de terrazas son a nivel, se recomienda evitar que se construyan en regiones con fuertes precipitaciones.

Cuando en el terreno exista una cárcava o arroyo, se debe terminar la obra antes de que cambie la pendiente, recorriendo el bordo aguas arriba y trasladando el nivel al otro lado de la cárcava o arroyo, con el fin de no provocar daños o derivación de flujos.

OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.

En terrenos con pendiente, desprovistos de cubierta vegetal, normalmente el agua que escurre erosiona el horizonte superior del suelo, llamado capa fértil, este problema puede disminuir si se reduce la velocidad del agua o escurrimientos naturales.

Para mitigar dicho impacto temporal se recomienda la elaboración de obras de conservación de suelo, a continuación, se describen algunos tipos de acuerdo con el manual de obras prácticas para la protección, restauración y conservación de suelos forestales publicado por la Comisión Nacional Forestal (2018):

Terrazas de formación sucesiva

Las terrazas son una práctica mecánica para la conservación de suelo y agua, que consiste en construir terraplenes o escalones formados por cortes y rellenos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno, este tipo de construcciones tiene su principio en la construcción artificial de suelo que involucran modificaciones morfológicas sobre la superficie del suelo, teniendo como función principal minimizar la erosión; la implementación de terrazas se recomienda para terrenos con pendientes entre los 4% y 50% (Becerra 1999; León 2000; SEMARNAT 2004).

Los objetivos principales de las terrazas son:

Controlar la erosión laminar (la formación de las terrazas disminuye la velocidad de las escorrentías superficiales lo que minimiza los procesos erosivos del suelo).

Conservar la humedad del suelo y favoreciendo al máximo la absorción o filtración del agua de lluvia.

Mordicar la pendiente original del terreno, lo cual es un factor que favorece en los procesos de reforestación y en el incremento de la supervivencia de especies vegetales.

Consideraciones para su implementación.

La implementación de terrazas se recomienda en:

Zonas con gran riesgo de erosión.

En pendientes que no excedan más del 50%.

En suelos de moderada a alta profundidad.

En zonas divididas por cárcavas o con demasiada pedregosidad.

Zonas con escasas tierras planas.

En suelos no muy arcillosos.

Además, se debe considerar la cantidad de lluvia que presenta la región, las dimensiones del área donde se pretenda realizar estas prácticas, al ser una práctica costosa se recomienda el establecimiento de cultivos de alto valor comercial o proyectos forestales.

Criterios que se deben toma en cuenta para su construcción.

Como elementos principales se debe tomar en cuenta la profundidad del suelo y la pendiente del terreno.

Profundidad del suelo. La profundidad del suelo es determínate para las dimensiones del bordo y las zanjas derivadoras de escorrentía.

Pendiente del terreo. Se recomienda aplicar esta obra en terrenos de más de 5% de pendiente y hasta 50% (pendientes mayores requieren un espaciamiento muy corto, hay mucho movimiento de tierra, tienen mayor costo y ya no son tan recomendables).

Características del suelo. Otro aspecto que se considera es la textura del suelo, estas construcciones se adaptan muy bien a suelos de textura franca, por su buena capacidad de infiltración.

Especificaciones Largo. Está limitado por el tamaño, forma y grado de pendiente del terreno, la permeabilidad y Erosionabilidad del suelo. Mientras más larga sea la terraza, mayor será su eficiencia.

Se recomienda un largo máximo de 100 metros en condiciones típicas para climas tropicales. Para climas semi-áridos y áridos puede incrementarse el largo de la terraza. La construcción de terrazas de formación sucesiva es factible bajo cualquier régimen pluviométrico debido a que el bordo se puede construir a nivel o considerando una pendiente de desagüe.

Proceso de construcción

Antes de iniciar con el proceso de construcción se recomienda realizar los cálculos necesarios para determinar las dimensiones de las terrazas.

Una vez definidas las medidas de las terrazas el proceso de construcción es el siguiente:

La formación de la terraza inicia con la construcción de un bordo y la excavación de la zanja a través del uso de maquinaria, equipo de tracción animal en forma manual (con pico y pala) o de manera

combinada, de acuerdo con las condiciones de cada lugar y los recursos disponibles, el trazo y construcción dependen completamente de las dimensiones de la terraza a construir.

La formación del bancal se logra con el arrastre de suelo comprendido entre bordos y zanjas y sobre elevando constantemente el bordo de contención; en el caso de terrenos forestales se formarán el bordo y el canal de desagüe, pudiéndose reforestar tanto en el bordo como en el área comprendida entre ellos.

La profundidad y el ancho de corte dependerán de la profundidad del suelo y de la pendiente del terreno. Por último, se recomienda realizar la compactación el bordo, esta actividad puede realizarse con maquinaria o de manera manual, además, se recomienda realizar una plantación/ reforestación en el bordo y entre el espacio de las terrazas utilizando una cobertura vegetal permanente, con lo cual la vida útil de la obra será mayor.

Para determinar la distancia entre terrazas, se debe considerar la pendiente del terreno como un elemento importante, la cantidad de lluvia que se presenta en la región, la dimensión de las áreas donde se aplicará la práctica y los implementos agrícolas disponibles.

El espaciamiento vertical entre terrazas se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IV=(2+P/(3 \text{ o } 4))*0.305$$

Dónde:

IV = intervalo vertical (m).

P = pendiente del terreno (%).

3 = si la precipitación es menor de 1,200 mm de lluvia al año.

4 = si la precipitación es mayor de 1,200 mm de lluvia anuales.

0.305 = factor de corrección de unidades.

El intervalo horizontal se estima de la siguiente manera:

$$IH= IV/P*100$$

Donde:

IH = intervalo horizontal (m).

P = pendiente del terreno (%).

100 = factor de conversión.

IV = intervalo vertical (m).

Espaciamiento horizontal para bordos en curvas a nivel.

Para la construcción de bordos en curvas a nivel se recomienda la pendiente y la intensidad de lluvia; las características del suelo, esto se toma en cuenta en lugar del cálculo del IV.

$$IH=((aP+b)/P)*100$$

Dónde:

IH = intervalo horizontal (m).

P = pendiente (%).

a= depende de la intensidad de lluvia y varía entre 0.09 y 0.18.

Los valores altos corresponden a regiones de baja intensidad y los valores bajos corresponden a intensidades altas.

b = valor que depende de las características del suelo.

Tabla para determinar valor de b.

| Valor de b | Drenaje interno | Cobertura vegetal |
|---|---|---|
| 0.30 | Lento | Escasa |
| 0.45 | Rápido | Escasa |
| 0.45 | Lento | Abundante |
| 0.60 | Rápido | Abundante |

Dado que las terrazas de formación sucesiva se recomiendan para áreas forestales, se pueden construir de forma alterna, esto es, que cuando las pendientes sean mayores de 25% el movimiento de tierra debe ser bastante alto, para lo cual se pueden construir al doble del espaciamiento calculado.

Para la compensación del suelo se proponen terrazas de 10 m de largo, una zanja de desviación y retención de agua de 1 m de ancho y 25 cm de profundo, un bordo de 4 cm de alto y 1 m de ancho. Dichas dimensiones captan un volumen de 2.5 m3. Siendo entonces que para compensar las 47.189 ton/año se requieren de 19 terrazas mantenidas durante el tiempo que permanezca expuesto el suelo a los procesos erosivos, el cual, de acuerdo con el cronograma de actividades es de 2 años.

Las medias de las terrazas pueden modificarse por facilidad de construcción o por las condiciones de la zona donde se pretendan implementar.

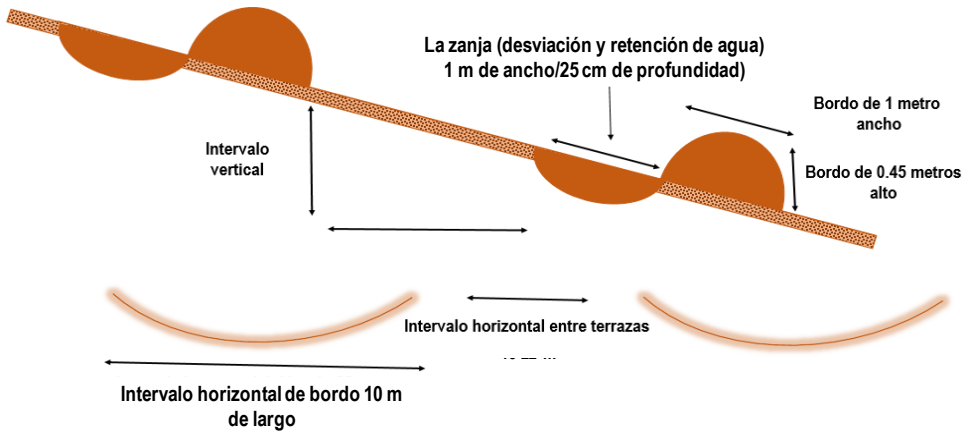



**Figura Diseño para la construcción de las terrazas de formación sucesiva.**

Las medidas propuestas para el bordo y zanja de desviación y retención de agua se deberán basar en las recomendaciones hechas en la ficha informativa de terrazas elaborada por la secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y el Colegio de Posgraduados en el 2009.

Recomendaciones

Es conveniente combinar la obra con otras prácticas de protección, conservación y restauración de suelos como: reforestación, acomodo de material vegetal en curvas de nivel, presas para control de azolves, terrazas individuales, zanjas trincheras, entre otros.

El diseño y los cálculos mencionados anteriormente están sustentado en la siguiente bibliografía: 1. Manual de Obras para el Control de Erosión Laminar (2008). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2. Manual de Obras prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales (2018). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 3. Ficha técnica para la elaboración de Terrazas (2009). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y El Colegio de Posgraduados, Campus Montecillos, Estado de México.

Se programan realizar 1 obras de conservación de suelo (terrazas de formación sucesiva), con lo que el efecto de erosión natural es plenamente compensable con estas obras de conservación.



**Imagen.** Terrazas de formación sucesia o paulatina.

## XII.3 Captura de carbono

La captura de carbono, secuestro de carbono o fijación de carbono, es considerado uno de los servicios de mayor importancia, pues contribuye a mantener las temperaturas globales, así como la composición química del agua marina y las zonas costeras.

El Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente define a la captura de carbono como "la extracción y almacenamiento de carbono atmosférico en forma de biomasa en los océanos, bosques o la tierra". La precisión de las estimaciones de biomasa mediante modelos es de vital importancia, puesto que determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles (Brown y Lugo, 1986).

Para estimar la biomasa se utilizó el modelo propuesto por Brown, S. (1997), y para conocer la estimación del contenido de carbono se realizó mediante el modelo propuesto por Díaz-Franco et al. (2007).

Estimación de biomasa

La biomasa total de los árboles se estimó con la aplicación del modelo alométrico para especies tropicales propuesto por Brown. 1997. de la forma:

B=21.297-6.953(DAP)+0.740(DAP)^2

Donde:

B=Biomasa expresada en kg.

DAP=diámetro al pecho (cm)

Estimación del contenido de carbono

Para la estimación del contenido de carbono se realizó mediante el modelo alométrico propuesto por Díaz-Franco et al. 2007. de la forma:

CC=0.021*DN2.6451

Donde:

CC=Carbono total expresado en kg.

DN=diámetro de la base (cm)

En la siguiente tabla se hace el análisis de la estimación de biomasa y Captura de carbono.

| DAP | Arboles Totales | Biomasa por árbol (kg) | Biomasa por árbol (Ton) | Biomasa Total (kg) | Biomasa Total (ton) | CC por árbol (kg) | CC por árbol (Ton) | CC Total (kg) | CC Total (Ton) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 39 | 2.717 | 0.003 | 105.945 | 0.106 | 1.483 | 0.001 | 4.132 | 0.004 |
| 10 | 24 | 17.550 | 0.018 | 421.191 | 0.421 | 9.275 | 0.009 | 10.109 | 0.010 |
| 15 | 1 | 52.268 | 0.052 | 52.268 | 0.052 | 27.108 | 0.027 | 0.052 | 0.000 |
| | | | | | 0.473 | | | | 0.010 |

| **Tipo de vegetación** | **Superficie ha** | **Biomasa (tons)** | **Captura de Carbono (tons)** |
|---|---|---|---|
| Vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco | **10.5** | **0.473** | **0.010** |

Con la aplicación de esta metodología se puede estimar que la vegetación del área que será intervenida para realizar el desarrollo del Fraccionamiento Loma Dorada presenta un potencial de captura de carbono de 0.010 toneladas totales. Es necesario señalar que esta cifra no dejará de capturarse totalmente, pues un alto porcentaje se queda contenido en el suelo y en la materia vegetal que será removida y dispuesta en terrenos aledaños para su incorporación paulatina al suelo.

Para el cálculo de biomasa y carbono se utilizaron los valores registrados de aquellos individuos que tuvieran un DAP mayor a 5 cm, a continuación, se enlistan las especies y el número de individuos utilizados para realizar los cálculos correspondientes para las 10.5 ha del proyecto en estudio.

| Especie | Abundancia de individuos con un DAP mayor a 5 cm en la superficie de CUS |
|---|---|
| *Neltuma glandulosa* | 51 |
| *Senegalia aff. greggi* | 7 |
| *Vachellia farnesiana* | 6 |
| Total | **64** |

## XII.4 Paisaje

Se considera que este es un servicio ambiental que no se puede cuantificar, dado que para algunas personas es una situación subjetiva, sin embargo, podemos decir que el paisaje se verá afectado al modificarlo por la remoción de la vegetación para la apertura de caminos, construcción de casas, departamentos, e instalaciones recreativas; este cambio traerá consigo el desplazamiento de fauna silvestre, la irrupción de reproducción y anidamientos en esa superficie, afectará la dispersión y regeneración natural de las especies vegetales.

Fragilidad extrínseca. En lo referente a la calidad paisajística, de acuerdo con los elementos de percepción, el terreno en la actualidad no tiene un uso establecido, sin embargo, se observan rastros de actividad agrícola y ganadera, si bien con la implementación del proyecto la calidad paisajística se verá afectada, la plusvalía del predio será mucho mayor, es decir que la calidad paisajística será mejor desde el terreno con el proyecto que sin el proyecto, dado que se le dará un valor especial al paisaje.

Visibilidad. La visibilidad del área donde se ubica el predio esta acentuada por áreas forestales dispersas, la implementación del proyecto tiene un impacto negativo, el impacto visual de la construcción de vialidades, luminarias y casas campestres, tendrá un impacto visual negativo no significativo, aunque para los habitantes les será muy agradable a la vista. Para construcción de las obras de urbanización se utilizarán productos de la región, y la conservación de áreas jardineadas del predio, así como las áreas verdes que tendrán cada uno de los lotes ayudará a mitigar y compensar el impacto visual causado.

El desarrollo del Fraccionamiento Lago Sereno Residencial pretende darle un valor al paisaje de la zona, lo cual representa el principal atractivo del desarrollo.

## XII.5 Diagnostico ambiental

En la actualidad en la región donde se implementará el fraccionamiento Loma Dorada existe un gran grado de presión antrópica, siendo la ganadería y la agricultura los principales factores de impacto en el área debido a la modificación del hábitat por el cambio de uso de suelo que estas actividades demandan. La captura de carbono, la infiltración de agua, la erosión y la calidad paisajística se verán afectados por la remoción de la vegetación, sin embargo, el proyecto contempla la integración de diversas medidas de prevención, mitigación y compensación para resarcir los daños causados, con lo cual los diversos servicios ambientales que ofrece el predio no se pondrán en riesgo, y se puede esperar que las condiciones actuales del SA se mantengan a corto y mediano plazo. Para poder discernir sobre la proyección del sistema a largo plazo no basta con una evaluación rápida del sistema, sino un monitoreo constante y a largo plazo.

# XIII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;

La actividad humana y el desarrollo de proyectos han provocado una degradación progresiva de los recursos naturales, debido principalmente a modelos de explotación intensivos y poco compatibles con los ecosistemas. Esta situación ha derivado en la destrucción, el desgaste y el desperdicio de capital natural, lo que hace apremiante establecer principios que armonicen el desarrollo tecnológico y la productividad con la conservación de selvas, matorrales y bosques.

En este contexto, la evaluación ambiental es fundamental para mitigar los impactos negativos en las zonas afectadas El Documento técnico unificado para el Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal (DTU) es la herramienta técnica que regula las actividades de desmonte, guiando su ejecución bajo criterios de sostenibilidad.

Para dar cumplimiento al artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de cuya observancia depende la autorización solicitada, se ha elaborado el presente estudio considerando lo siguiente:

**Artículo 93.** La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal correspondiente y con base en estudios técnicos justificativos que demuestren que:

5. No se compromete la biodiversidad.
6. No se provocará la erosión de los suelos.
7. No se deteriorará la calidad del agua ni disminuirá su captación.
8. Los usos alternativos propuestos son más productivos a largo plazo.

Estos criterios deben evaluarse de manera integral y conjunta.

**Factor Flora**

**Microcuenca**

De acuerdo con la información recabada con los estudios de campo mediante los muestreos ejecutados la Microcuenca se registraron un total de 44 especies florísticas con un total de 1,356 individuos registrados, donde para el estrato arbóreo se tiene una densidad estimada de 983 ind/ha, mientras que el estrato arbustivo presenta una densidad estimada de 6,599 ind/ha y en el caso del estrato herbáceo tiene una densidad estimada de 13,980 ind/ha. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

De manera particular se registraron:

4 especies arbóreas con un total de 60 individuos registrados y una densidad estimada de 983 ind/ha, con índice de diversidad de 1.03, un índice de equidad 0.7429, una dominancia de 0.44. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver Tabla II-1, Anexo Anexo IV. BD Veg SAR y Anexo IV. Div Veg SAR).

11 especies de arbustos con un total 597 individuos registrados y una densidad estimada de 6599 ind/ha, con índice de diversidad de 1.934, un índice de equidad 0.8065, una dominancia de 0.173. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Tabla II-2, Anexo IV. BD Veg SAR y Anexo IV. Div Veg SAR).

29 especies de hierbas con un total 699 individuos registrados y una densidad estimada de 13980 ind/ha, con índice de diversidad de 3.042, un índice de equidad 0.903, una dominancia de 0.060. No se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Tabla II-3, Anexo Anexo IV. BD Veg SAR y Anexo IV. Div Veg SAR).

**Área de CUSTF**

De acuerdo con la información recabada con los estudios de campo mediante los muestreos ejecutados en los predios sujetos al CUSTF se registraron un total de 30 especies florísticas con un total de 964 individuos registrados, donde para el estrato arbóreo se tiene una densidad estimada de 155 ind/ha, mientras que el estrato arbustivo presenta una densidad estimada de 6279 ind/ha y en el caso del estrato herbáceo tiene una densidad estimada de 8350 ind/ha. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

De manera particular se registraron:

2 especies arbóreas con un total de 62 individuos registrados y una densidad estimada de 155 individuos por ha, con índice de diversidad de 0.441, un índice de equidad 0.637, una dominancia de 0.729. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron ni especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

10 especies de arbustos con un total 568 individuos registrados y una densidad estimada de 6279 individuos por ha, con índice de diversidad de 1.7, un índice de equidad 0.738, una dominancia de 0.239. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Tabla II-1, Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

18 especies de hierbas con un total 334 individuos registrados y una densidad estimada de 8350 individuos por ha, con índice de diversidad de 2.54, un índice de equidad 0.881, una dominancia de 0.09. Dentro de los sitios de muestreo no se registraron especies dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) (ver Tabla II-2, Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

A continuación, se presentan las tablas comparativas de abundancia, frecuencia, densidad, índice de valor de importancia de las especies encontradas en Microcuenca y el predio (**Tabla 46**, Anexo IV. BD Veg SAR, Anexo IV. Div Veg SAR, Anexo V. BD Veg CUS y Anexo V. Div Veg CUS).

**Árboles**

**Tabla 113. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**

| Especie | Microcuenca | | | | Área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI |
| *Neltuma glandulosa* | 37 | 6 | 925 | 68.60 | 52 | 7 | 130 | 79.25 |
| *Quercus fusiformis* | 7 | 2 | 18 | 10.04 | No se registro | | | |
| *Vachellia farnesiana* | 13 | 3 | 33 | 16.66 | 10 | 3 | 25 | 20.75 |
| *Yucca treculiana* | 3 | 1 | 8 | 4.70 | No se registro | | | |

## Arbustos

**Tabla 114.Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia.**

| Especie | Microcuenca | | | | Área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI |
| *Aloysia gratissima* | 156 | 7 | 1724 | 22.72 | 222 | 7 | 2454 | 33.13 |
| *Berberis trifoliolata* | 3 | 1 | 33 | 1.09 | 2 | 2 | 22 | 2.25 |
| *Calliandra conferta* | 34 | 3 | 376 | 6.07 | 32 | 3 | 354 | 6.79 |
| *Castela erecta* | 109 | 8 | 1205 | 18.23 | 15 | 3 | 166 | 4.79 |
| *Celtis pallida* | 97 | 6 | 1072 | 15.4 | 132 | 7 | 1459 | 22.56 |
| *Colubrina texensis (Torr. & A. Gray) A. Gray* | 25 | 2 | 276 | 4.31 | 2 | 1 | 22 | 1.24 |
| *Condalia viridis I.M. Johnst.* | 4 | 2 | 44 | 1.96 | No se registro | | | |
| *Koeberlinia spinosa Zucc.* | 6 | 2 | 66 | 2.19 | 11 | 1 | 122 | 2.301 |
| *Leucophyllum frutescens (Berland.) I.M. Johnst.* | 115 | 6 | 1271 | 17.4 | 81 | 4 | 895 | 13.55 |
| *Parkinsonia texana (A. Gray) S. Watson* | 21 | 3 | 232 | 4.62 | 45 | 2 | 497 | 7.302 |
| *Senegalia greggii (A.Gray) Britton & Rose* | 27 | 4 | 298 | 6.05 | 26 | 3 | 287 | 6.082 |

**Hierbas**

**Tabla 115. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**

| Especie | Microcuenca | | | | Área de CUSTF | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI | Abundancia | Frecuencia | Densidad | IVI |
| *Allowissadula holosericea* | 23 | 4 | 460 | 3.33 | 34 | 4 | 850 | 8.90 |
| *Aristida adscensionis* | 86 | 8 | 1720 | 10.5 | 66 | 6 | 1650 | 16.35 |
| *Bothriochloa barbinodis* | 72 | 8 | 1440 | 9.15 | 29 | 5 | 725 | 8.43 |
| *Cevallia sinuata* | 30 | 4 | 600 | 4 | 10 | 2 | 250 | 3.05 |
| *Clematis drummondii* | 17 | 3 | 340 | 2.48 | 5 | 1 | 125 | 1.53 |
| *Cylindropuntia leptocaulis* | 14 | 6 | 280 | 3.04 | 13 | 6 | 325 | 5.77 |
| *Cyperus ochraceus* | 10 | 2 | 200 | 1.52 | 7 | 2 | 175 | 2.46 |
| *Dalea capitata* | 15 | 5 | 300 | 2.86 | 5 | 1 | 125 | 1.53 |
| *Desmanthus velutinus* | 36 | 5 | 720 | 4.86 | 22 | 4 | 550 | 6.51 |
| *Desmodium retinens* | 18 | 5 | 360 | 3.14 | No se registro | | | |
| *Dichanthium annulatum* | 38 | 3 | 760 | 4.48 | No se registro | | | |
| *Echinocereus enneacanthus var. carnosus* | 9 | 4 | 180 | 2 | 11 | 5 | 275 | 4.84 |
| *Escobaria emskoetteriana* | 3 | 1 | 60 | 0.57 | No se registro | | | |
| *Glandularia bipinnatifida* | 9 | 1 | 180 | 1.14 | No se registro | | | |
| *Grusonia scottii* | 10 | 4 | 200 | 2.09 | 3 | 2 | 75 | 1.66 |
| *Helianthus annuus* | 8 | 2 | 160 | 1.33 | No se registro | | | |
| *Justicia pilosella* | 20 | 5 | 400 | 3.33 | No se registro | | | |
| *Mammillaria heyderi* | 4 | 1 | 80 | 0.67 | 2 | 1 | 50 | 0.93 |
| *Melampodium leucanthum* | 42 | 4 | 840 | 5.15 | No se registro | | | |
| *Nyctaginia capitata* | 5 | 2 | 100 | 1.05 | No se registro | | | |
| *Opuntia atrispina* | 14 | 6 | 280 | 3.04 | 18 | 6 | 450 | 6.77 |
| *Solanum elaeagnifolium* | 19 | 5 | 380 | 3.24 | 28 | 4 | 700 | 7.71 |
| *Sphaeralcea angustifolia* | 11 | 2 | 220 | 1.62 | No se registro | | | |
| *Thelocactus setispinus* | 4 | 3 | 80 | 1.24 | 8 | 3 | 200 | 3.18 |
| *Thymophylla micropoides* | 27 | 4 | 540 | 3.71 | No se registro | | | |
| *Thymophylla pentachaeta* | 24 | 2 | 480 | 2.86 | No se registro | | | |
| *Tiquilia canescens* | 67 | 7 | 1340 | 8.38 | 17 | 3 | 425 | 4.98 |
| *Wedelia hispida* | 51 | 7 | 1020 | 6.86 | 47 | 5 | 1175 | 12.03 |
| *Zephyranthes chlorosolen* | 13 | 4 | 260 | 2.38 | 9 | 3 | 225 | 3.38 |

**Factor Fauna**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder estimarla entre diferentes ecosistemas o áreas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial del ecosistema, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. Con relación a los índices que permitan demostrar que la diversidad en la zona del proyecto no se verá comprometida, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998).

Dentro del proyecto se observó un único tipo de vegetación: matorral espinoso tamaulipeco, para caracterizar la composición de las especies de fauna se realizaron 14 transectos dentro del área del proyecto y 14 fuera del área del proyecto (cuenca), además de transectos de búsqueda casual para los 4 grupos de vertebrados (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos) también fuera del área del proyecto.

Para realizar el comparativo de la composición y estructura faunística del predio y cuenca se tomó en cuenta la abundancia, frecuencia, densidad, índice de valor de importancia e índices de diversidad. Además, se realizó una prueba de t de Hutchenson (1970) donde se probaron las diferencias entre los valores de diversidad ($\alpha$= 0.005) para los índices de diversidad de Shannon-Weaver (H') e índice de dominancia de Simpson (D), utilizando el software Past (Hammer, Harpe y Ryan, 2001).

Adicionalmente se realizó un análisis de similitud de Bray-Curtis entre las comunidades registradas en los muestreos en la cuenca y los predios de CUSTF.

Para establecer el grado de similitud entre los grupos de fauna, se construyó una matriz y se utilizó el análisis de similitud por agrupamientos (clusters) de Bray-Curtis con el programa BioDiversity Pro 2.0 (Mc Aleece 1997), para comparar la composición de especies entre en las unidades de análisis (cuenca y predio). El índice de Bray-Curtis es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pielou, 1984).

**Coeficiente de similitud de Bray-Curtis**

Este índice de similitud de Bray-Curtis se formula con el siguiente algoritmo:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{S} |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^{S} [X_{ij} + X_{ik}]}$$

Donde:

B = medida de Bray-Curtis entre las muestras j y i

K = número de individuos de la especie i en la muestra

J = número de individuos de la especie i en la muestra K

S = número de especies
Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de cero a uno y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis (1 – B).

A continuación, se realiza un comparativos de la composición de fauna encontrada dentro del predio y cuenca.

**Fauna**

***Cuenca:***

De acuerdo con la información recabada cuantitativamente con los estudios de campo se registraron un total de 54 especies faunísticas con un total de 293 individuos registrados y una densidad de 54.4 ind/ha. El grupo de las aves es el que presenta el mayor índice de diversidad. No se registraron especies consideradas como endémicas. Solo una de las especies registradas se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera particular se registraron:

- 6 especies de reptiles con un total 32 individuos registrados y una densidad estimada de 15.2 ind/ha, con índice de diversidad de 1.02, un índice de equidad 0.57, una dominancia de 0.53. No se registraron especies endémicas y una especie dentro de una categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 38 especies de aves con un total de 203 individuos registrados y una densidad estimada de 11.06 ind/ha, con índice de diversidad de 3.29, un índice de equidad 0.90, una dominancia de 0.05, no se registraron especies endémicas ni enlistadas dentro de una categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 10 especies de mamíferos con un total de 58 registros, un índice de diversidad de 1.97, un índice de equidad 0.85, una dominancia de 0.17, no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies endémicas.

***<u>Área del proyecto (CUSTF)</u>***

De acuerdo con la información recabada con los estudios de campo se registraron un total de 45 especies faunísticas con un total de 259 individuos registrados y una densidad estimada de 50.6 ind/h. El grupo de las aves es el que presenta el mayor índice de diversidad. No se registraron especies endémicas ni dentro de una categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera particular se registraron:

· 5 especies de reptiles con un total 38 individuos registrados y una densidad estimada de 18 individuos por ha, con índice de diversidad de 1.25, un índice de equidad 0.78, una dominancia de 0.38. No se registraron especies endémicas ni dentro de una categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010

· 32 especies de aves con un total de 173 individuos registrados y una densidad estimada de 9.88 individuos por ha, con índice de diversidad de 3.04, un índice de equidad 0.87, una dominancia de 0.06 No se registraron 3 especies endémicas ni enlistada dentro de una categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

· 8 especies de mamíferos con un total de 48 registros, con índice de diversidad de 1.84, un índice de equidad 0.88, una dominancia de 0.19, no se registraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni especies endémicas

A continuación, se presentan las tablas comparativas de abundancia, frecuencia, densidad, índice de valor de importancia de las especies encontradas en el sistema ambiental y el predio.

**Tabla 116. Comparativas de abundancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia**

| HERPETOFAUNA ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Cophosaurus texanus* | | | 23 | 71.9 | 9 | 64.3 | 10.952 | 0.51660 | 221.3 | 22.0 | 57.9 | 10 | 45.5 | 71.4 | 10.48 | 0.33518 | 191 |
| *Sceloporus cyanogenys* | | | 2 | 6.3 | 2 | 14.3 | 0.952 | 0.00391 | 18.7 | 4.0 | 10.5 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.905 | 0.01108 | 27.1 |
| *Sceloporus olivaceus* | | | 1 | 3.1 | 1 | 7.1 | 0.476 | 0.00098 | 9.2 | 4.0 | 10.5 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.905 | 0.01 | 27.07 |
| *Sceloporus variabilis* | | | 3 | 9.4 | 2 | 14.3 | 1.429 | 0.00879 | 22.8 | 3.0 | 7.9 | 3 | 13.6 | 21.4 | 1.429 | 0.01 | 23.17 |
| *Aspidoscelis gularis* | | | 2 | 6.3 | 2 | 14.3 | 0.952 | 0.00391 | 18.7 | 5.0 | 13.2 | 3 | 13.6 | 21.4 | 2.381 | 0.02 | 31.34 |
| *Masticophis flagellum* | A | | 1 | 3.1 | 1 | 7.1 | 0.476 | 0.00098 | 9.2 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| **TOTAL** | | | **32** | **100** | **17** | | **15.24** | **0.53516** | **300** | **38** | **100** | **22** | **100** | | **18.1** | **0.38089** | **300** |

| AVES ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Agelaius phoeniceus* | | | 3 | 1.5 | 1 | 7.1 | 0.171 | 0.00022 | 2.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Amphispiza bilineata* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Baelophus atricristatus* | | | 4 | 2.0 | 1 | 7.1 | 0.229 | 0.00039 | 3.5 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| *Basileuterus rufifrons* | | CE | 5 | 2.5 | 2 | 14.3 | 0.286 | 0.00061 | 5.2 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| *Camptostoma imberbe* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| *Campylorhynchus brunneicapillus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 5 | 2.9 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.286 | 0.00084 | 6.9 |
| *Caracara plancus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 4 | 2.3 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.229 | 0.00053 | 5.8 |
| *Cardinalis* | | | 10 | 4.9 | 7 | 50.0 | 0.571 | 0.00243 | 15.1 | 13 | 7.5 | 9 | 8.1 | 64.3 | 0.743 | 0.00565 | 24.2 |
| *Cathartes aura* | | | 5 | 2.5 | 2 | 14.3 | 0.286 | 0.00061 | 5.2 | 5 | 2.9 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.286 | 0.00084 | 6.9 |
| *Coccyzus americanus* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 0.00030 | 4.9 |
| *Columbina passerina* | | | 15 | 7.4 | 8 | 57.1 | 0.857 | 0.00546 | 24.4 | 17 | 9.8 | 8 | 7.2 | 57.1 | 0.971 | 0.00966 | 31.7 |
| *Coragyps atratus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 0.00030 | 4.0 |
| *Corvus cryptoleucus* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 4 | 2.3 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.229 | 0.00053 | 4.9 |
| *Cyancorax yncas* | | | 2 | 1.0 | 1 | 7.1 | 0.114 | 0.00010 | 2.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Dryobates scalaris* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 4 | 2.3 | 4 | 3.6 | 28.6 | 0.229 | 0.00053 | 6.7 |

| AVES ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Geococcyx californianus* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Icteria virens* | | | 1 | 0.5 | 1 | 7.1 | 0.057 | 0.00002 | 1.3 | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.00003 | 1.5 |
| *Icterus cucullatus* | | SE | 10 | 4.9 | 6 | 42.9 | 0.571 | 0.00243 | 14.4 | 10 | 5.8 | 6 | 5.4 | 42.9 | 0.571 | 0.00334 | 16.3 |
| *Leptotila verreauxii* | | | 5 | 2.5 | 4 | 28.6 | 0.286 | 0.00061 | 6.8 | 5 | 2.9 | 4 | 3.6 | 28.6 | 0.286 | 0.00084 | 7.8 |
| *Melanerpes aurifrons* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 0.00030 | 4.9 |
| *Mimus polyglottos* | | | 26 | 12.8 | 14 | 100.0 | 1.486 | 0.01640 | 56.0 | 24 | 13.9 | 14 | 12.6 | 100.0 | 1.371 | 0.01925 | 55.7 |
| *Molothrus aeneus* | | | 6 | 3.0 | 4 | 28.6 | 0.343 | 0.00087 | 7.8 | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.00003 | 1.5 |
| *Molothrus ater* | | | 8 | 3.9 | 5 | 35.7 | 0.457 | 0.00155 | 10.9 | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 0.00030 | 4.0 |
| *Myiarchus tyrannulus* | | | 6 | 3.0 | 4 | 28.6 | 0.343 | 0.00087 | 7.8 | 3 | 1.7 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.171 | 0.00030 | 4.0 |
| *Passerina caerulea* | | | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Passerina versicolor* | | | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 2 | 1.2 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.114 | 0.00013 | 2.3 |
| *Peucaea botterii* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 3 | 1.7 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.171 | 0.00030 | 4.9 |
| *Piaya cayana* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.00003 | 1.5 |
| *Polioptila caerulea* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Psilorhinus morio* | | | 2 | 1.0 | 1 | 7.1 | 0.114 | 0.00010 | 2.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Sayornis nigricans* | | | 5 | 2.5 | 3 | 21.4 | 0.286 | 0.00061 | 6.0 | 2 | 1.2 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.114 | 0.00013 | 2.3 |

| AVES ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Setophaga pitiayumi* | | | 2 | 1.0 | 2 | 14.3 | 0.114 | 0.00010 | 2.7 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Spinus psaltria* | | | 10 | 4.9 | 4 | 28.6 | 0.571 | 0.00243 | 12.8 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Spinus psaltria* | | | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 7 | 4.0 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.400 | 0.00164 | 9.2 |
| *Stelgydopteryx serripennis* | | | 2 | 1.0 | 1 | 7.1 | 0.114 | 0.00010 | 2.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Thryomanes bewickii* | | | 4 | 2.0 | 3 | 21.4 | 0.229 | 0.00039 | 5.1 | 4 | 2.3 | 3 | 2.7 | 21.4 | 0.229 | 0.00053 | 5.8 |
| *Thryothorus ludovicianus* | | | 3 | 1.5 | 3 | 21.4 | 0.171 | 0.00022 | 4.2 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Toxostoma curvirostre* | | | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 2 | 1.2 | 2 | 1.8 | 14.3 | 0.114 | 0.00013 | 3.2 |
| *Toxoxtoma longirostre* | | CE | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 | 1 | 0.6 | 1 | 0.9 | 7.1 | 0.057 | 0.00003 | 1.5 |
| *Turdus grayi* | | | 1 | 0.5 | 1 | 7.1 | 0.057 | 0.00002 | 1.3 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Vireo flavoviridis* | | | 3 | 1.5 | 2 | 14.3 | 0.171 | 0.00022 | 3.5 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.00000 | 0.0 |
| *Zenaida asiatica* | | | 14 | 6.9 | 8 | 57.1 | 0.800 | 0.00476 | 22.5 | 14 | 8.1 | 7 | 6.3 | 50.0 | 0.800 | 0.00655 | 24.4 |
| *Zenaida macroura* | | | 17 | 8.4 | 11 | 78.6 | 0.971 | 0.00701 | 30.7 | 19 | 11.0 | 9 | 8.1 | 64.3 | 1.086 | 0.01206 | 37.4 |
| **TOTAL** | | | **203** | **100** | **129** | | **11.6** | **0.05074** | **300** | **173** | **100** | **111** | **100** | | **9.886** | **0.06579** | **300** |

| MAMIFEROS ESPECIE | NOM-059 | ENDEMICA | CUENCA | | | | | | | AREA DEL PROYECTO (CUSTF) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI | Abundancia | A. Relativa | Frecuencia | F. Relativa | % De Ocurrencia | Densidad | Dominancia | IVI |
| *Odocoileus virginianus* | | | 4 | 6.9 | 3 | 21.4 | 1.905 | 0.00476 | 17.7 | 3.0 | 6.3 | 3 | 8.11 | 21.4 | 1.429 | 0.00391 | 16.4 |
| *Canis latrans* | | | 5 | 8.6 | 4 | 28.6 | 2.381 | 0.00743 | 23.7 | 5.0 | 10.4 | 4 | 10.8 | 28.6 | 2.381 | 0.01085 | 26.8 |
| *Urocyon cinereoargenteus* | | | 18 | 31.0 | 9 | 64.3 | 8.571 | 0.09631 | 110.3 | 16.0 | 33.3 | 9 | 24.3 | 64.3 | 7.619 | 0.11111 | 115 |
| *Bassariscus astutus* | | | 1 | 1.7 | 1 | 7.1 | 0.476 | 0.00030 | 4.6 | 3.0 | 6.3 | 3 | 8.11 | 21.4 | 1.429 | 0.00391 | 16.4 |
| *Procyon lotor* | | | 1 | 1.7 | 1 | 7.1 | 0.476 | 0.00030 | 4.6 | 3.0 | 6.3 | 3 | 8.11 | 21.4 | 1.429 | 0.00391 | 16.4 |
| *Lepus californicus* | | | 5 | 8.6 | 3 | 21.4 | 2.381 | 0.00743 | 21.0 | 6.0 | 12.5 | 5 | 13.5 | 35.7 | 2.857 | 0.01563 | 34 |
| *Sylvilagus floridanus* | | | 12 | 20.7 | 7 | 50.0 | 5.714 | 0.04281 | 64.0 | 10.0 | 20.8 | 8 | 21.6 | 57.1 | 4.762 | 0.0434 | 64.8 |
| *Otospermophilus variegatus* | | | 3 | 5.2 | 2 | 14.3 | 1.429 | 0.00268 | 12.1 | 2.0 | 4.2 | 2 | 5.41 | 14.3 | 0.952 | 0.00174 | 10.5 |
| *Nasua narica* | | | 3 | 5.2 | 3 | 21.4 | 1.429 | 0.00268 | 14.8 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Pecari tajacu* | | | 6 | 10.3 | 4 | 28.6 | 2.857 | 0.01070 | 27.3 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **TOTAL** | | | **58** | **100** | **37** | | **27.62** | **0.17539** | **300** | **48** | **100** | **37** | **100** | | **22.86** | **0.19444** | **300** |

**Tabla 117. Comparativa de los índices de diversidad estimados.**

| Grupo de vertebrados | Riqueza | | Índice de diversidad Shannon-Weaver (h´) | | Índice de equidad de Pielou(j´) | | Dominancia | | Endemismos | | NOM-059 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO | CUENCA | PREDIO |
| Herpetofauna | 6 | 5 | 1.02 | 1.25 | 0.57 | 0.78 | 0.53 | 0.38 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Avifauna | 38 | 32 | 3.29 | 3.04 | 0.90 | 0.87 | 0.05 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mastofauna | 10 | 8 | 1.97 | 1.84 | 0.85 | 0.88 | 0.17 | 0.19 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | **54** | **45** | | | | | | | **0** | **0** | **1** | **0** |

**Prueba t de Hutchenson**

De acuerdo con dicho análisis, las diversidades (H' de Shannon-Weaver) y de dominancia de Simpson (D) de las comunidades registradas no tuvieron diferencias significativas, siendo entonces ensamblajes similares. Lo antes dicho concuerda en términos ecológicos, dado que la frontera "Cuenca-Área de proyecto" es solo una frontera imaginaria y que, en nuestro caso, no está marcada por una barrera física que establezca diferencias físicas y/o biológicas que originen una diferencia en la comunidad faunística.

**Tabla 118. Resultados de la prueba t de Hutchenson, p < 0.005 para el índice de diversidad de Shannon-Weaver**

| Grupo | Valor de H' | | t de Hutchenson (1970) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ÁREA DE PROYECTO | CUENCA | t | df | p(same) |
| Herpetofauna | 1.25 | 1.02 | 0.9435 | 58.52 | 0.349 |
| Avifauna | 3.04 | 3.29 | 2.62 | 359.04 | 0.008 |
| Mastofauna | 1.84 | 1.97 | 0.914 | 105.02 | 0.362 |

**Tabla 119. Resultados de la prueba t de Hutchenson, p < 0.005 para el índice de dominancia de Simpson**

| Grupo | Valor de D | | t de Hutchenson (1970) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ÁREA DE PROYECTO | CUENCA | t | df | p(same) |
| Herpetofauna | 1.25 | 1.02 | -1.189 | 60.82 | 0.238 |
| Avifauna | 0.06 | 0.05 | -1.67 | 340.49 | 0.09 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Mastofauna | 0.19 | 0.17 | -0.430 | 99.88 | 0.667 |

**Coeficiente de similitud de Bray-Curtis**

**Herpetofauna.** Resultados del análisis de similitud entre las especies de anfibios y reptiles entre el predio y la cuenca.

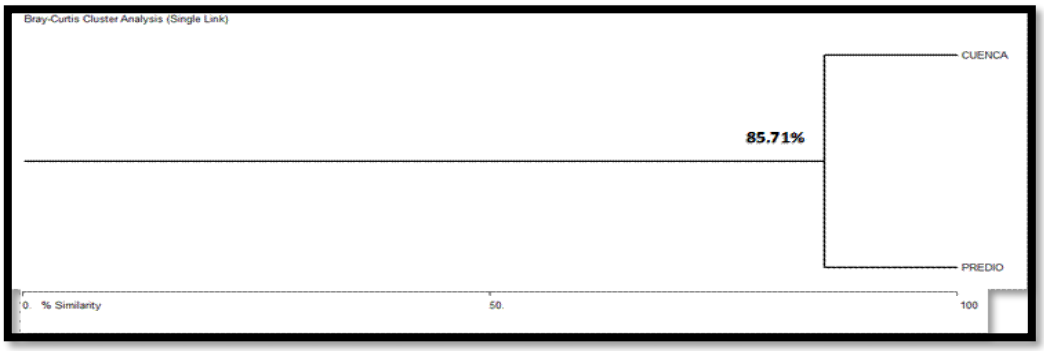



**Figura 103. Dendograma de resultados del índice de similitud de Bray-Curtis para la herpetofauna**

**Tabla V.10.** Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para la herpetofauna.

| Especies | CUENCA | Predio |
|---|---|---|
| | 6 | 5 |
| **Índice de Similitud** | 0.85 | |
| **% de Similitud** | 85.71 | |

**Avifauna.** Resultados del análisis de similitud entre las especies de aves entre el predio y en cuenca.

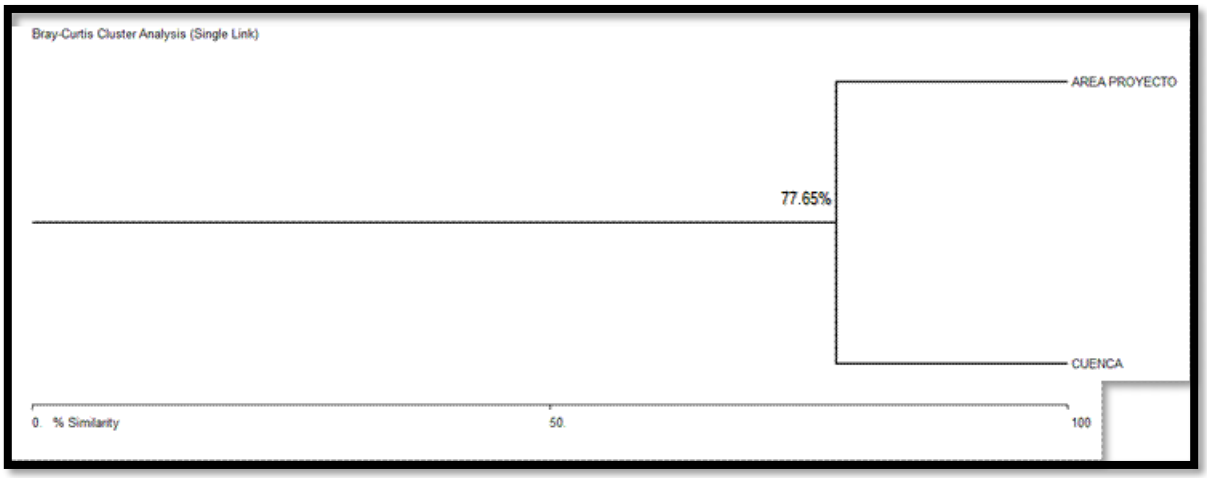



**Figura 104. Dendograma de resultados del índice de similitud de Bray-Curtis para las aves**

**Tabla 120. Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para las aves**

| Especies | CUENCA | AREA DE PROYECTO |
|---|---|---|
| | 38 | 32 |
| **Índice de Similitud** | 0.77 | |
| **% de Similitud** | 77.6 | |

**Mamíferos.** Resultados del análisis de similitud entre las especies de mamíferos entre el predio y en cuenca

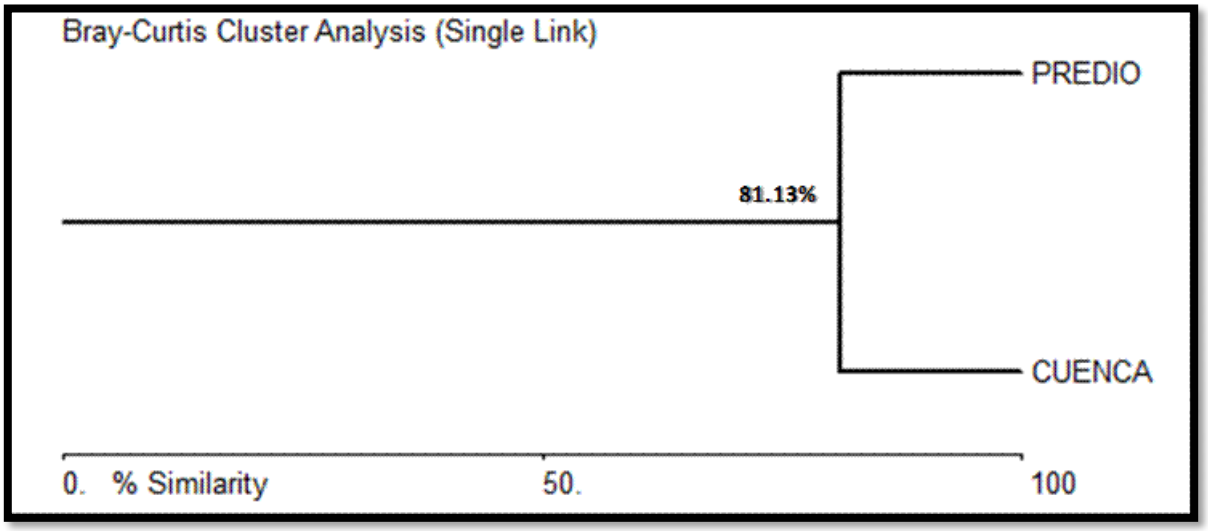



**Figura 105. Dendograma de resultados del índice de similitud de Bray-Curtis para los mamíferos**

**Tabla 121. Tabla de resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis para los mamíferos**

| Especies | CUENCA | Predio |
|---|---|---|
| | 10 | 8 |
| **Índice de Similitud** | 0.81 | |
| **% de Similitud** | 81.13 | |

# XIV. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DEL PRESTADOR DE SERVICIOS FORESTALES QUE HAYA ELABORADO EL ESTUDIO, Y DEL QUE ESTARÁ A CARGO DE LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

## XIV.1 AUTOR DEL ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES.

### XIV.1.1 Nombre

El responsable de la coordinación del presente estudio técnico justificativo, y con base y con fundamento en el Capítulo III, Sección 1, Articulo 107 y 108 Fracción IX de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, es:

RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

[redacted]

### XIV.1.2 Domicilio

[redacted]

### XIV.1.3 Número de inscripción en el Registro Forestal Nacional

Registro Forestal Nacional, Libro Jalisco, Tipo UI inscripción, Volumen 4, Número 8, Año 19, expedido por la SEMARNAT el 12 de noviembre del 2019.

## XIV.1.4 XV.1.4. Copia de su identificación oficial:





## XV.1.5. Participantes en la elaboración del estudio:

.

Es necesario también que exista un responsable técnico que dirija la ejecución del permiso, el cual estará a cargo del , **REGISTRO FORESTAL NACIONAL** , Tipo UI Persona Física Prestador de Servicios Técnicos Forestales Inscripción, , **, expedido por la SEMARNAT el 12 de noviembre del 2019**.

## XV.1.6. Inscripción en el Registro Forestal Nacional del Prestador de Servicios Técnicos Forestales.

MEDIO AMBIENTE | 2019

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EMILIANO ZAPATA

**DELEGACIÓN FEDERAL EN EL ESTADO DE JALISCO**

**Bitácora:** [redacted]

**Oficio No.** SGPARN.014.02.02.05.2189/19

**Asunto:** Inscripción en el Registro Forestal Nacional como Frestador de Servicios Técnicos Forestales

Guadalajara, Jalisco; a 12 de noviembre de 2019

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

**C.** [redacted]

Hago referencia a su solicitud de Inscripción en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Física, recibida en esta Unidad Administrativa el 21 de octubre de 2019.

Al respecto y con fundamento en los Artículos 26 y 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 19 fracción XXV, 38, 39 y 40 fracción XX del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 50 fracción IV, 68 fracción VI y 101 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en virtud de haber cumplido con los requisitos que señalan los artículos 75 y 76 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

**SE CERTIFICA:**

Su Inscripción en el Registro Forestal Nacional con fecha 12 de noviembre de 2019, integrándose en el [redacted]; como Prestador de Servicios Técnicos Forestales.

Lo anterior, para su observancia y cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

**A T E N T A M E N T E**
**EL SUBDELEGADO DE PLANEACIÓN Y FOMENTO SECTORIAL**

**BIÓL. ARMANDO ROMERO BARAJAS**

"Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Jalisco, previa designación mediante Oficio No. 1618 signado por el Dr. Víctor Manuel Toledo Manzur, Secretario del Sector, de fecha 01 de noviembre de 2019; firma la presente el Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial."

"Por un uso responsable del papel, las copias de conocimiento de este asunto son remitidas vía electrónica".

C.c.e.p. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Ciudad de México. Presente.
Delegación en Jalisco de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Presente.

ARB/JDGR/JRA.

[redacted]

# XV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y

Con forme al Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

Donde se establece en el considerando **SEGUNDO en la fracción V** que:

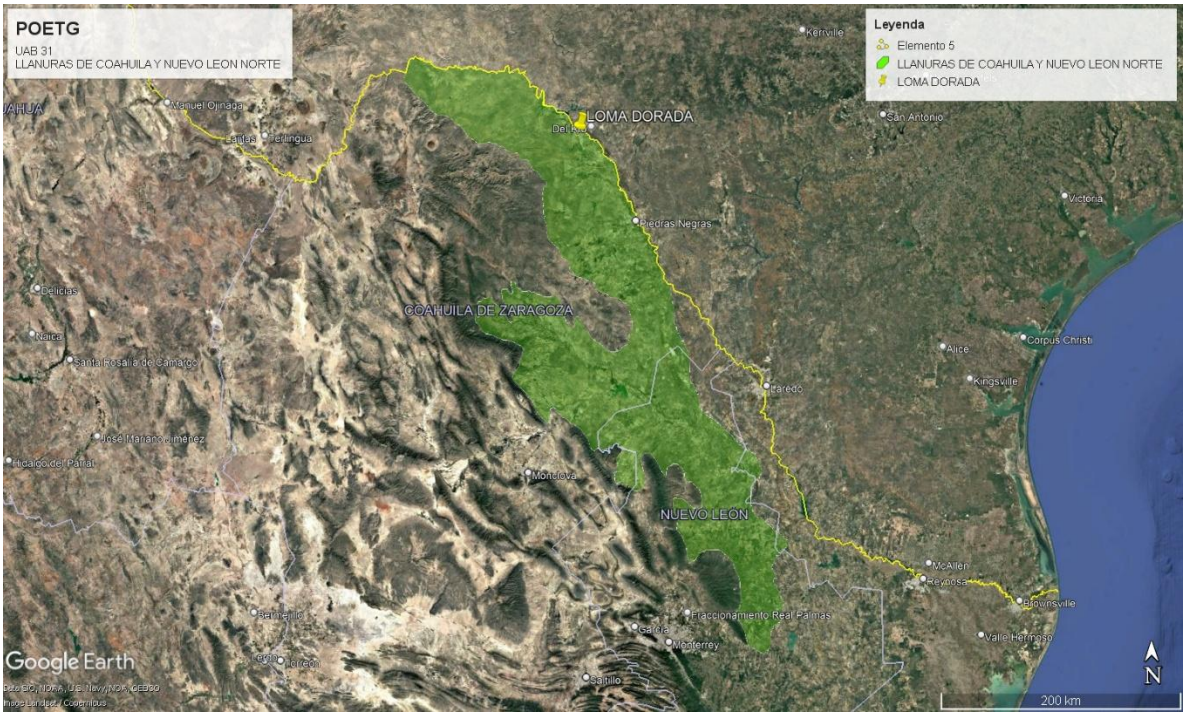
Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para la obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Es por lo anterior que considerando las actividades presentadas se hace la presentación de un **Documento Técnico Unificado de cambio de suelo forestal, Modalidad B.**

## XV.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

### XV.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio

El programa de ordenamiento ecológico general del territorio fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. El proyecto se ubica dentro de los límites de la Unidad Ambiental Biofísica número **31 "LLANURAS DE COAHUILA Y NUEVO LEON NORTE**" con una superficie de **37,172.589 km$^2$** y el mismo cumple con política ambiental de restauración y aprovechamiento sustentable y las prioridades de atención altas establecidas para la misma, así como con las estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.




En particular, el proyecto cumple con las estrategias y acciones aplicables a la unidad ambiental biofísica con Política Ambiental de Aprovechamiento Sustentable y Restauración:

UAB 53 dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura

| Estrategia | | Vinculación |
|---|---|---|
| **Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio** | | |
| **A) Preservación** | 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. | SE CUMPLE, Se ha propuesto una zona para recuperación ambiental |
| | 2. Recuperación de especies en riesgo. | SE CUMPLE, Se ha propuesto un programa de manejo de fauna por si se encuentran especies en riesgo para su correcto manejo |
| | 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. | SE CUMPLE, Se ha propuesto un programa de manejo de flora y fauna para el correcto manejo. |
| **B) Aprovechamiento sustentable** | 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. | NO APLICA. No se llevará a cao aprovechamiento de ninguna individuo ni especie. |
| | 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. | NO APLICA. El predio no es un suelo agrícola ni pecuario. |

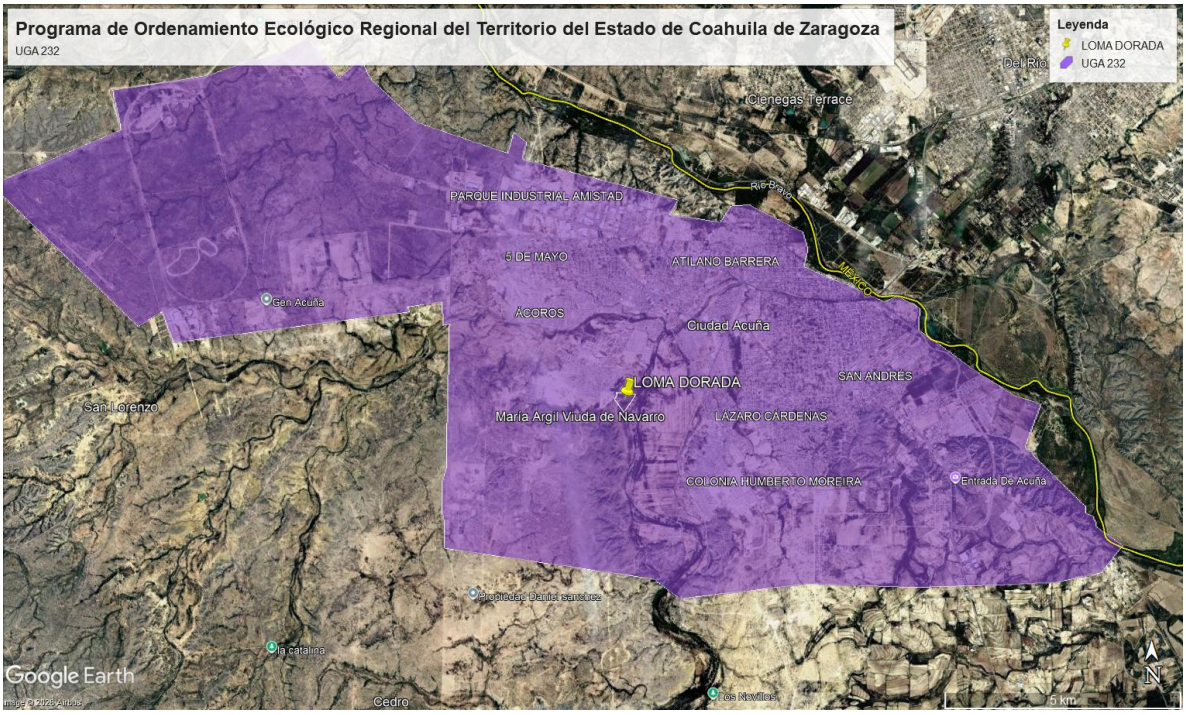
| Estrategia | | Vinculación |
|---|---|---|
| | 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. | NO APLICA. El predio no es un suelo agrícola. |
| | 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. | NO APLICA. No se llevará a cao aprovechamiento de ninguna individuo ni especie. |
| | 8. Valoración de los servicios ambientales. | SE CUMPLE. En el presente Documento se han presentado las valoraciones ambientales del predio |
| **C) Protección de los recursos naturales** | 12. Protección de los ecosistemas. | SE CUMPLE. Se acreditará el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Documento así como las condicionantes propuestas por esta Autoridad |
| | 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. | NO APLICA. El predio no es un suelo agrícola. |
| **D) Restauración** | 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | SE CUMPLE. Se ha propuesto un plan de manejo de flora y fauna en la misma microcuenca. |
| **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. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil vestido, cuero calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |

| Estrategia | | Vinculación |
|---|---|---|
| | 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional). | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| **Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana** | | |
| **C) Agua y Saneamiento** | 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. | SE CUMPLE. El proyecto cuenta con la viabilidad del Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento de Acuña, Coahuila del 20 de octubre de 2025 No. SIMASPROY-CGJLN-26-25. |
| | 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| **D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional** | 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. | SE CUMPLE. Se ha diseñado un proyecto que cumple con los diversos ordenamientos ecológicos y urbanos para un correcto desarrollo. |
| | 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional. | SE CUMPLE. Se ha diseñado un proyecto que cumple con los diversos ordenamientos ecológicos y urbanos para un correcto desarrollo. |
| **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 | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 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 | NO APLICA por el tipo de proyecto. |

| Estrategia | | Vinculación |
|---|---|---|
| | 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. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 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. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| | 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. | NO APLICA por el tipo de proyecto. |
| **Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional** | | |
| **A) Marco Jurídico** | 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | SE CUMPLE. El predio tiene sus documentos de propiedad de la tierra en Regla. |
| **B) Planeación del Ordenamiento Territorial** | 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. | SE CUMPLE. Se ha diseñado un proyecto que cumple con los diversos ordenamientos ecológicos y urbanos para un correcto desarrollo. |

### XV.1.2 Programa de ordenamiento ecológico estatal

Se realiza la vinculación con en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila de Zaragoza; para el cual, el proyecto se encuentra en la UGA 232; sin embargo resulta pertinente y como se ha argumenta y funda en la siguiente sección, que bajo el principio de especialidad, resulta evidente que el proyecto se encuentra ubicado dentro del centro de población y cuenta con una zonificación establecida por el PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO del municipio de Acuña, por lo que es dicho instrumento normativo de planeación urbana, el que resulta aplicable y al cual se ajusta el proyecto en los términos contenidos




A continuación se presentan los criterios descritos en la UGA:

| Id | Criterio | Vinculación |
|---|---|---|
| **CUS1** | Si por excepción, la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que se ubiquen en predios donde se pretendan llevar a cabo nuevos proyectos de desarrollo, se podrá cambiar el uso del suelo hasta en un 30 a 40% de su superficie (los terrenos forestales que se distribuyan por encima de los 2800 msnm y el bosque de galeria tendrán un porcentaje de cambio de uso del suelo menor al que se señala). El terreno forestal restante (60-70%) deberá estar sujeto a acciones de manejo permanentes que promuevan la conservación de las comunidades vegetales presentes, el manejo de hábitats de fauna silvestre y la reubicación de los ejemplares de especies vegetales provenientes del área desmontada, así como la minimización en la fragmentación de hábitats y los efectos de borde y relajación en la o las teselas de vegetación remanente, así como el manejo de los hábitats para la mantener la conectividad ecológica. Las acciones de rehabilitación y manejo, enunciativas más no limitativas son:<br>• Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera).<br>• Erradicación (determinadas por la CONABIO)<br>• Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con el tamaño y magnitud erosionadas.<br>• Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas.<br>• El área sin desmontar se ubicará preferentemente en la periferia del terreno forestal, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes. | el proyecto cuenta con una licencia municipal para el 100% del predio. Asimismo el predio se encuentra ubicado dentro del PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO del municipio de Acuña, por lo que es éste el programa bajo el cual se desarrolla el proyecto. |
| **CUS2** | En los terrenos preferentemente forestales incluidos en predios de los nuevos proyectos de desarrollo, que contemplen cambio de uso del suelo, se deberá reforestar el 17% de su superficie con especies nativas que estarán sujetos a acciones de manejo.<br>Las acciones enunciativas de manejo enunciativas mas no limitativas son:<br>• Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera).<br>• Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO)<br>• Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con su magnitud. | el proyecto cuenta con una licencia municipal para el 100% del predio. Asimismo el predio se encuentra ubicado dentro del PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO del municipio de Acuña, por lo que es éste el programa bajo el cual se desarrolla el proyecto. |

| Id | Criterio | Vinculación |
|---|---|---|
| | • Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas. El área reforestada (con especies nativas) se ubicará preferentemente en la periferia del terreno, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes. | |
| **CC3** | Para atender los efectos más probables del cambio climático sobre la ganadería, para el año de 2050 se deberán realizar las siguientes acciones, enunciativas más no limitativas, de adaptación: Se tendrán y aplicarán coeficientes de agostadero calculados en función de la disponibilidad de materia vegetal comestible, el estado de los acuíferos subterráneos, la pendiente del terreno, la disponibilidad y la distancia a las fuentes de agua, así como la erosión del terreno; Se realizarán inversiones para realizar un manejo a los terrenos de agostadero para que mantenga o mejoren su productividad por medio de manejo de la vegetación, control de la erosión, manejo del fuego, fertilización y rotación de parcelas; mejoramiento genético de los hatos ganaderos que permita una adaptación a condiciones de aridez; disminuir la producción de gases de efecto invernadero a través del desarrollo de la infraestructura necesaria para la producción y consumo de energía renovable. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **CC5** | Para atender los efectos más probables del cambio climático sobre los asentamientos humanos, para el año de 2050 se deberá de contar con la infraestructura para el encauzamiento de ríos, construcción de bordos, estabilización de laderas, tratamientos de grietas y oquedades y demás obras necesarias para el control de las inundaciones, deslaves y derrumbes en las zonas de asentamientos humanos que son más vulnerables. | Se cumple, el proyecto del puente se ha realizado considerando una TR de 500 años, por lo que se han mitigado los riesgos para la infraestructura y los alrededores |
| **CC6** | Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050 la infraestructura para la generación de energía renovable no deberá ocupar ecosistemas con vegetación forestal y se instalara dentro terrenos preferentemente forestales y en las ciudades aprovechando la infraestructura ya construida. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **CC7** | Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050 no existirán fraccionamientos con viviendas en áreas suburbanas (fuera de los centros de población aprobados por la autoridad competente) que ocupen terrenos forestales. | Se cumple, el proyecto se encuentra ubicado dentro del PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO del municipio de Acuña |

| Id | Criterio | Vinculación |
|---|---|---|
| **CC9** | Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050, se deberá sustituir la leña como la principal fuente de energia en las zonas rurales, en su lugar, se deberá proveer electricidad generada por tecnologia eólica o fotovoltaica. | Se cumple, las viviendas contarán con estufas de gas natural o gas L.P. |
| **CC10** | Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050, se deberá tratamiento al 100% de las aguas residuales, para que sean reutilizadas en la industria y la agricultura. | Se cumple, el proyecto cuenta con la viabilidad emitida por el Sistema de agua potable y drenaje |
| **CC11** | Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050, se deberá tener el 100% de las UGA de conservación bajo algún esquema de pago por servicios ambientales o bonos de carbono que aseguren la permanencia de sus terrenos forestales. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **CC12** | Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050, se deberá rehabilitar el 100% de los rellenos sanitarios y tiraderos de residuos sólidos a cielo abierto. En su lugar se deberán contar con plantas de reciclaje e incineradores asociados a tecnología de producción de electricidad. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN1** | Se deberá impulsar el manejo sustentable del suelo ganadero mediante el cumplimiento de los coeficientes de agostadero de la COTECOCA | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN2** | Se deberá mantener y extender las áreas de pastizales nativos o endémicos. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN3** | Se deberá privilegiar la siembra de pastos nativos sobre los pastos exóticos. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN4** | Se deberá evitar el pastoreo en áreas que se encuentren en regeneración por haber estado sujetas a aprovechamiento forestal o a cambios de uso del suelo | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN5** | Se deberá reducir las actividades de pastoreo y aplicar reforestación de especies nativas afines al sitio en suelos frágiles de áreas ganaderas | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN6** | Se deberá evitar que las actividades ganaderas en zonas cercanas a arroyos modifiquen los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN7** | Se deberán realizar prácticas de resiembra y revegetación en partes degradadas, que mejoren los pastos naturales con las especies originales de la zona. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN8** | Se deberá evitar el cultivo de especies exóticas o invasoras para no afectar la flora nativa. | No aplica por el tipo de proyecto |

| Id | Criterio | Vinculación |
|---|---|---|
| **GAN9** | Se deberá promover que la ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holistico o pastoreo conrotación de potreros y períodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN10** | Se deberán instalar rampas de escape en la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, de manera que se eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN11** | Se deberá promover que los cercados para delimitar propiedades o potreros permitan el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN12** | Se deberá prever que las actividades pecuarias que se desarrollen bajo métodos de producción intensiva, tengan un sistema para el tratamiento, reutilización o disposición final de las aguas residuales, mismo que deberá ser aprobado por las autoridades competentes, así como la implementación de sistemas de recolección y transformación de desechos en abonos orgánicos para reintegrarlos a suelos donde han sido alterados los contenidos de materia orgánica. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN13** | La ganadería intensiva que genere aguas residuales deberá contar con sistemas de tratamiento de las aguas. residuales. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN14** | En el caso de las granjas porcicolas, estas deberán contar con sistemas alternativos para el tratamiento de sus aguas. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GAN15** | Las granjas deberán instalar y/o adecuar sus instalaciones para la captación del agua pluvia y estar ser utilizada en procesos, riego de áreas verdes, limpieza etc. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **HID1** | Se deberá promover la recuperación de las poblaciones de fauna acuática nativa mediante la restauración de las condiciones de los ecosistemas acuáticos. | Se cumple, el proyecto tendrá un impacto puntual en el arroyo, pero una vez terminada la etapa de construcción no afectará el ecosistema |

| Id | Criterio | Vinculación |
|---|---|---|
| **HID2** | Para evitar la proliferación de especies invasoras en los ecosistemas acuáticos las actividades de acuacultura se realizarán preferentemente con especies nativas. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **HID3** | El empleo de especies exóticas podrá realizarse solamente fuera de las ANP y en estanqueria confinada, manteniendo una distancia a los cuerpos de agua que garantice que estas especies no los invadan o construyendo. las obras necesarias para evitar que las especies cultivadas escapen. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **HID4** | Para evitar afectar los ecosistemas acuáticos y ribereños se restringirá la modificación de cauces naturales o los flujos de escurrimientos perennes y temporales derivados de las actividades acuicolas | No aplica por el tipo de proyecto |
| **HID5** | Los responsables de las actividades acuicolas evitarán que los residuos contribuyan a la eutrofización de cuerpos de agua naturales con la colocación de medios fisicos. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **HID6** | Se evitará la contaminación genética de las poblaciones nativas derivada de la introducción a los ecosistemas naturales de individuos con genes que no han sido seleccionados naturalmente. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **IND 1** | El emplazamiento de infraestructura se realizará sobre el derecho de via de caminos ya construidos, evitando la apertura de nuevos caminos, lo anterior con la finalidad de minimizar los impactos sobre los ecosistemas evitando su fragmentación y el cambio de uso de suelo. | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **IND 2** | Para evitar la degradación de flora y fauna, las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos rurales prioritarios para el desarrollo de las comunidades locales, deberán incluir programas de rescate de germoplasma de especies nativas (semillas, esquejes, estacas, hijuelos, etc.) y programas de rescate de la fauna, garantizando medidas de compensación y mitigación | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **IND 3** | Para mitigar los impactos de los procesos industriales sobre el medio ambiente, la disposición de aguas residuales no tratadas, residuos sólidos y de construcción, corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico infecciosos en ríos, canales, barrancas o en cualquier tipo de cuerpo natural serán llevadas a cabo de | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |

| Id | Criterio | Vinculación |
|---|---|---|
| | conformidad con las prohibiciones establecidas en las leyes, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables | |
| **IND 4** | Para evitar perturbar los ecosistemas, las actividades de turismo alternativo se limitarán a aquellas que no requieran de infraestructura y equipamiento permanente (senderismo y observación de fauna silvestre). | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **IND 5** | No se permitirá la instalación de industrias de alto riesgo de acuerdo a lo que establece la legislación federal en un radio menor a 100 metros a poblaciones mayores a 50 habitantes y una distancia menor a 200 metros a vegetación forestal. | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **IND 6** | El establecimiento de nuevas industrias que dentro de su proceso impliquen emisiones a la atmósfera, deberá estar condicionado a la revisión de niveles registrados de emisiones contaminantes que predominan en el área según el inventario de emisiones más reciente. | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **IND 7** | Para evitar el riesgo para las poblaciones y los bienes materiales se promoverá que el desarrollo de actividades riesgosas y altamente riesgosas cumpla con las distancias estipuladas establecidas en las leyes, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables. | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **IND 8** | Se deberá priorizar en las industrias el uso de combustibles líquidos o gaseosos que en su consumo generen valores mínimos de contaminantes | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **IND 9** | La agroindustria deberá contar con sistemas de tratamiento de las aguas residuales o con métodos alternativos. | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **IND 10** | No se permitirá el desvió de escorrentías temporales para el establecimiento de industria o agroindustria. | No aplica por el tipo de proyecto, no es un proyecto industrial |
| **TUR 1** | Para mantener los bienes y servicios ambientales, las obras relacionadas con la actividad turística se realizarán sin afectar la vegetación arbórea y manteniendo las funciones de los ecosistemas | No aplica por el tipo de proyecto |
| **TUR 2** | Para evitar la degradación de los ecosistemas, las actividades turísticas se desarrollarán sin afectar las acciones previstas en las estrategias de restauración. | No aplica por el tipo de proyecto |

| Id | Criterio | Vinculación |
|---|---|---|
| **TUR 3** | Se permitirá el desarrollo de proyectos turísticos alternativos en las riberas del cuerpo de agua siempre y cuando cumplan con la normatividad en materia de impacto ambiental y protección civil aplicable, los cuales contarán con sistemas de tratamiento de sus aguas residuales y un manejo integral de sus residuos sólidos | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GEN 1** | Se deberán generar sistemas de información que permitan la prevención de riesgos meteorológicos, geológicos y antropogénicos. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GEN 2** | Se deberán promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación. | El programa de manejo de flora coadyuvará en el tema |
| **GEN 3** | El derecho de vía de los caminos deberá mantenerse libre de vegetación con el fin de disminuir el atropellamiento de especies animales | Se cumple, el proyecto acatará el criterio |
| **GEN 4** | Para garantizar el desarrollo sustentable de la UGA, el proceso de evaluación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) deberá garantizar la congruencia de éstas con los programas de ordenamiento ecológico existentes. | Se cumple, motivo por el cual se somete a evaluación el proyecto ante la SEMARNAT |
| **GEN 5** | Para proteger el patrimonio histórico cultural, los propietarios de bienes inmuebles que contengan monumentos histórico o artísticos, así como los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, deberán llevar a cabo estas obras de conformidad con lo establecido en las leyes y normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables. | No aplica debido a que en los alrededores no se encuentran estos supuestos |
| **GEN 6** | Los usos del suelo consuntivos que actualmente se realicen en la UGA, podrá seguir realizándose, siempre y cuando, atiendan los criterios de regulación ecológica generales y los que le apliquen al sector correspondiente. | No aplica por el tipo de proyecto |
| **GEN 7** | Se deberán realizar acciones en el sistema educativo formal y no formal para difundir el contenido del programa de ordenamiento ecológico, primordialmente al sector universitario, a los tomadores de decisiones del gobierno estatal y municipal y al sector empresarial. | No aplica por el tipo de proyecto |

### XV.1.3 Local

No se cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio, sin embargo, resulta pertinente y como se ha argumenta y funda en la siguiente sección, que bajo el principio de especialidad, resulta evidente que el proyecto se encuentra ubicado dentro del centro de población y cuenta con una zonificación establecida por el PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO del municipio de Acuña, por lo que es dicho instrumento normativo de planeación urbana, el que resulta aplicable y al cual se ajusta el proyecto en los términos contenidos.

## XV.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

El proyecto se ubica en un territorio en el que no existe ningún área natural protegida, por lo que no le es aplicable ningún decreto o programa de manejo de este tipo.

De acuerdo a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Sin embargo el ANP más cercana al proyecto es la denominada "C.A.D.N.R. 004 Don Martín" la cual se encuentra a 81 km lineales de la zona del proyecto. De igual manera tampoco se encuentra cercano a algún AICA o Sitio RAMSAR, o región terrestre prioritaria

**Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP´s)**

De acuerdo con la CONABIO, las Regiones Hidrológicas Prioritarias tienen como objetivo obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El proyecto se ubica dentro de la "***Río Bravo Internacional***" la cual se encuentra en la Frontera con los Estados Unidos de Norteamérica desde el Golfo de México hasta Ciudad Juárez en Chihuahua.




*Figura XV-1. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al área de proyecto*

No obstante, la caracterización hidrológica del proyecto ha demostrado que las modificaciones a la hidrología derivada del proyecto serán mínimas y los impactos que se generen de estas modificaciones serán mitigados mediante conforme a las medidas aquí establecidas.

## XV.3 Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.

**Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

En los **párrafos quinto y sexto de su artículo 4º** contempla que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar y que el estado garantizará el respecto a ese derecho. En ese sentido, se cumple con dicha previsión al presentar este trámite de solicitud de autorización de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo de terrenos forestales para que nuestro proyecto sea evaluado de forma integral por la autoridad y se puedan establecer las medidas de prevención, mitigación y compensación ambientales para garantizar la sustentabilidad del mismo.

En el **artículo 25** señala que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea **integral y sustentable**, además, señala que la ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que **la actividad económica que realicen los particulares** y se generen las condiciones para que **el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional**, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el **desarrollo industrial sustentable**. En este sentido, nuestro proyecto contempla una propuesta económica sustentable siguiendo las previsiones legales en materia de impacto ambiental y de gestión forestal.

El **artículo 27** establece que la nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, **el aprovechamiento de los elementos naturales** susceptibles de apropiación, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, 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 centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico**. En este sentido, nuestro proyecto se enmarca en una zona regulada por un plan parcial de desarrollo urbano avalado por la autoridad municipal, por lo cual se seguirán todos los lineamientos establecidos por dicho orden de gobierno para la urbanización y construcción.

Por su parte, el **artículo 115** señala que los estados tendrán como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, **el municipio libre**, y que en los mismos, los ayuntamientos **tendrán facultades para aprobar** entre otros, **disposiciones administrativas de observancia general** dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal, por lo que de acuerdo a la fracción V de dicho artículo, los municipios en los términos de las leyes federales y estatales relativas, **están facultados para** formular, **aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal**. De esta forma se cumple con esta previsión, ya que nuestro proyecto se enmarca en una zona regulada por un Programa de Desarrollo avalado por la autoridad municipal, por lo cual se seguirán todos los lineamientos establecidos por dicho orden de gobierno para la urbanización y construcción.

**Leyes federales que le son aplicables al proyecto y que sustentan su viabilidad técnica y jurídica**

El proyecto se encuentra alineado y cumple, con las disposiciones jurídicas vigentes de competencia federal, estatal y municipal en las materias que resultan aplicables al mismo, tanto en materia ambiental, y de desarrollo urbano, de acuerdo con lo siguiente:

**Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

Dicha ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar así como la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente y el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

El proyecto contempla las disposiciones aplicables contenidas en la misma, de acuerdo a lo siguiente:

- 11 fracción III, inciso f) puesto que competen a la SEMARNAT los cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. En este sentido, se somete a consideración de dicha autoridad federal nuestro proyecto por ubicarse en un ecosistema de este tipo.

- 15 por lo que ve a la observancia en la aplicación de los criterios de la política ambiental.

- 20 Bis 4 fracción II que establece: Los programas de ordenamiento ecológico local serán expedidos por las autoridades municipales, y en su caso por las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, de conformidad con las leyes locales en materia ambiental, y tendrán por objeto:

- **II.** Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos.
-
- 20 Bis 5 fracción III
- …
-
- **III.** Las previsiones contenidas en los programas de ordenamiento ecológico local del territorio, mediante las cuales se regulen los usos del suelo, se referirán únicamente a las áreas localizadas fuera de los límites de los centros de población.

- **En este caso, esta disposición legal establece claramente como nuestro proyecto al encontrarse en un centro de población por disposición** del PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO del municipio de Acuña.
- **Cabe mencionar la literalidad del artículo 20 BIS 5:**

*"Los procedimientos bajo los cuales serán formulados, aprobados, expedidos, evaluados y modificados los programas de ordenamiento ecológico local, serán determinados en las leyes de las entidades federativas en la materia, conforme a las siguientes bases:*

***III.-****Las previsiones contenidas en los programas de ordenamiento ecológico local del territorio, mediante las cuales se regulen los usos del suelo, se referirán únicamente a las áreas localizadas fuera de los límites de los centros de población…*

***IV.-****Las autoridades locales harán compatibles el ordenamiento ecológico del territorio y la ordenación y regulación de los asentamientos humanos, incorporando las previsiones correspondientes en los programas de ordenamiento ecológico local, así como en los planes o programas de desarrollo urbano que resulten aplicables."*

En este caso, resulta evidente como nuestro proyecto al estar considerado en el PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO del municipio de Acuña, y ser por tanto un centro de población, le aplica dicho instrumento y no el ordenamiento ecológico local.

- 28 fracciones VII respecto a que los cambios de uso de suelo de áreas forestales, selvas y zonas áridas requieren previamente autorización de la federación en materia de impacto ambiental. Es por ello que se somete ante la SEMARNAT el instrumento técnico legal para obtener la autorización de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo forestal.

- 35 en virtud de que en el caso de que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental, el proyecto cumplirá con las medidas adicionales de prevención y mitigación para evitar, atenuar o compensar los impactos ambientales adversos que puedan producirse.

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

El proyecto cumple con lo establecido en dicho ordenamiento que tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, puesto que está dentro del marco legal establecido por los artículos:

- 4 en cuanto a la competencia de la autoridad federal para evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes.

- 5 respecto a las actividades señaladas en el inciso O) relativas a los cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas por tratarse de actividades relacionadas con desarrollo inmobiliario.

- Por tratarse de obras y actividades en Zona federal para la construcción del puente.

- 9 respecto a la presentación ante la Secretaría de la presente solicitud de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo forestal, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

- 10 fracción II pues el presente estudio contiene la información en el solicitada.

- 12 pues el presente estudio contiene la información en el solicitada.

- 14 Se cumple ya que se presenta este estudio con la información relativa a la obra del proyecto inmobiliario junto con el cambio de uso de suelo de terrenos forestales

- 17. Porque se presenta el estudio con los requisitos previstos en el numeral, tales como un resumen del contenido en materia de impacto ambiental, presentado en formato digital.

- 19. Porque se presenta el estudio con los tantos impresos que corresponden.

**III.** Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

- 47 puesto que la ejecución de la obra y la realización de la actividad de que se trata cumplirá con lo previsto en la resolución que al efecto se expida, en las normas oficiales mexicanas y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

**Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico del Territorio**

El proyecto cumple con lo establecido en dicho ordenamiento que tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de ordenamiento ecológico del territorio, puesto que está dentro del marco legal establecido en el mismo.

**Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

El proyecto que hoy se presenta a evaluación de esta autoridad ambiental federal, cumple con lo establecido en dicha ley y en las disposiciones que de ésta emanan en virtud de que se ajusta a la aplicación de los artículos concretos siguientes:

- El articulo 7 en su fracción LX BIS puesto que el terreno en el que se pretende realizar se trata de un terreno forestal.

- A los artículos 10 fracción XXX y 68 fracción I en virtud de que reconoce la atribución de la federación por conducto de esta Secretaría para realizar la evaluación del impacto ambiental por cambio de uso de suelo de terrenos forestales del proyecto que se pretende realizar así como en obras en zona federal.

- 33 pues cumple con el criterio de política forestal de carácter económico relativo a que el proyecto pudiera implicar actividades que puede provocar el deterioro de los recursos forestales del sitio, sin embargo, el proyecto incluye acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los recursos forestales que pudieran verse afectados.

- 93 puesto que mediante el contenido del presente estudio unificado en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, el proyecto demuestra que la biodiversidad del ecosistema se mantendrá, así como el hecho de que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigarán en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal con base en las diversas medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que se proponen en el presente estudio.

- 96 y 97 puesto que se cumple el supuesto legal referente a que el polígono en el que se pretende desarrollar el proyecto no se ha visto afectado por incendios forestales, desmontes o talas y además en el caso de obtenerse la autorización solicitada, se presentarán los informes periódicos sobre el desarrollo y ejecución del proyecto.

**Ley General de Cambio Climático**

Cumple, ya que se establecen medidas específicas de mitigación y adaptación además de acciones de compensación ambiental como reforestación, manejo integral de residuos, un programa de gestión energética e hídrica del proyecto, se contará con un reglamento interno de protección civil, que permitirán fortalecer la resiliencia del proyecto y controlar y/o disminuir las emisiones de gases

de efecto invernadero, y riesgos de vulnerabilidad y así cumplir las metas previstas en los acuerdos internacionales como lo es el Acuerdo de París del cual México forma parte.

**Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos**

El proyecto elaborará y contará con un plan de manejo y gestión integral de residuos para propiciar un esquema de economía circular, que se someterá a la autoridad competente, para sus etapas de preparación del sitio, construcción y operación se ajustará y cumplirá con lo establecido en dicha ley puesto que establece la manera en que el titular de la autorización manejará integralmente los residuos que se generarán en el sitio, tales como los sólidos urbanos que comprenden los residuos de los alimentos de los trabajadores (cartón, plástico, papel, pet y vidrio), de manejo especial (los generados por la preparación del sitio, construcción y operación) así como los peligrosos que en su caso de generen (aceites, estopas impregnadas de los mismos así como los recipientes en lo que estuvieron contenidos). En este sentido, los residuos que se generen con motivo del proyecto se gestionarán de manera integral y ordenada, estableciendo contenedores clasificados para su separación y almacenamiento temporal para su posterior traslado y disposición final por prestadores y sitios autorizados.

**Ley Federal de Responsabilidad Ambiental**

El proyecto será respetuoso de evitar daños a los ecosistemas aplicando estrictamente los términos y condicionantes establecidas por la autorización que en su caso otorgue la SEMARNAT. Asimismo, se ofrecerá un instrumento de garantía que asegure el cumplimiento de los términos y condicionantes de la resolución y blinde al proyecto ante cualquier contingencia ambiental.

## XV.4 NOM´s y NMX´s con las que el proyecto se vincula y cumple

| Área de aplicación | Código de identificación | Descripción | Vinculación y observancia de la norma |
|---|---|---|---|
| **Vida silvestre** | NOM-059-SEMARNAT-2010 | Protección ambiental de especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres, categorías de riesgo | Se observará mediante la previsión e integración de los programas respectivos. |
| **Residuos peligrosos** | NOM-052-SEMARNAT-2005 | Que establece las características y el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos. | Servirá para la identificación de los residuos peligrosos que pudieran ser generados en las diferentes etapas del proyecto y su manejo y gestión integral mediante la elaboración del plan de manejo en términos de la ley para ser sometido a consideración de la SEMARNAT. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Residuos de manejo especial** | NOM-161-SEMARNAT-2011 | Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuales están sujetos a plan de manejo. | Que el proyecto contemplará para sus etapas de preparación del sitio y construcción la elaboración de un Plan de Manejo de residuos de manejo especial avalado por la autoridad local para cumplir con la previsión y criterios de la Norma. |
| **Ruido** | NOM-080-SEMARNAT-1994 | Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. | Se deberán cumplir durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto. En cuanto a las NOM 045 y 041 referidas, los vehículos utilizados para el proyecto contarán con las debidas afinaciones y mantenimientos vehiculares para evitar la emisión de contaminantes fuera de norma. Asimismo, se fomentará con los contratistas el cumplimiento del programa estatal de verificación vehicular. |
| **Ruido** | NOM-081-ECOL-1994 | Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de emisión. | Se deberán cumplir durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto. En este sentido se realizará un estudio de ruido por laboratorio acreditado por la EMA. |
| **Aire** | NOM-045-SEMARNAT-2017 | Protección ambiental, vehículos en circulación que usan diésel como combustible, límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. | En el caso de los vehículos que usen diesel como combustible y que sean utilizados para el proyecto contarán con las debidas afinaciones y mantenimientos vehiculares para evitar la emisión de contaminantes fuera de norma. Asimismo, se fomentará con los contratistas el cumplimiento de los programas estatales de verificación vehicular que en su caso la autoridad estatal determine. |
| **Aire** | 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. | Para los vehículos que usen gasolina y sean utilizados para el proyecto contarán con las debidas afinaciones y mantenimientos vehiculares para evitar la emisión de contaminantes fuera de norma. Asimismo, se fomentará con los contratistas el cumplimiento de los programas estatales de verificación vehicular que en su caso la autoridad estatal determine. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Agua** | NOM-001-SEMARNAT-1996 | Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. | En el caso de que se generen aguas residuales durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se cumplirá con lo establecido en esta norma a través de los resultados de análisis de laboratorios acreditados ante las instancias correspondientes. |
| **Agua** | NOM-002-SEMARNAT-1996 | Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. | En el caso de que el gobierno municipal de Jocotepec, Jalisco, autorice las descargas a esos sistemas en el caso de existir, se cumplirá con dicha norma. |
| **Agua** | NOM-003-SEMARNAT-1996 | Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales que se reúsen en servicios al público. | En la etapa de operación del proyecto, se promoverá con los propietarios de los terrenos y las fincas que se de este uso a las aguas residuales y se demuestre que cumple con la norma señalada. |

# XVI. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

## XVI.1 Bibliografía

Álvarez, Manuel Jr. (1958). Provincias fisiográficas de la República Mexicana. XX Congreso Geológico Internacional (en línea). Disponible en: http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca03/2402/1961-24-2%20Alvarez%20Jr..pdf. Visto en febrero 2015.

Arriaga V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de reforestación con especies nativas. SEDESOL-Instituto Nacional de Ecología-UNAM (Facultad de Ciencias). México, D.F. 186 pp.

Bartolomé, J. F. (1997). El Caolín: composición, estructura, génesis y aplicaciones. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 36(1), 7-19.

Calzada Mendoza, J. M. (2007). Mapas geoquímicos de metales pesados de suelos del Estado de Tlaxcala. (Tesis para obtener el grado de maestría). Centro de geociencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ceballos G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO, Fondo de Cultura Económica. D. F. México.

Ceballos, G., y L. López-Valdelamar. 2000. Aves de México en peligro de extinción. CONABIO. Fondo de Cultura Económica. D. F. México.

Colegio de Posgraduados. 1991. Manual de conservación del suelo y del agua. Tercera edición. Editorial del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo de México.

Colegio de Posgraduados. 2009. Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua. Documento Digital. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo de México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2026. Portal en línea. Disponible en: www.conanp.org.mx.

Comisión Nacional Forestal. 2011. Reglas Operación del Programa ProÁrbol 2011. Comisión Nacional Forestal. pp. 1- 82.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Portal de Geoinformación. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/ Visto en febrero 2026.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. Portal en línea. Disponible en: www.conabio.gob.mx.

Demant, Alan. (1978). Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. Instituto de Geología. UNAM. 2(1), p. 172-187.

Diario Oficial de la Federación. 2025. Acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. abril de 2026.

Escalante, P., A. M. Sada, and J. Robles-Gil. 1995. Listado de Nombres Comunes de Las Aves de México. CONABIO.

Flores-Villela, O. A. 1993. Herpetofauna Mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, Cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. Spetial Publication No. 17. Carnegie Museum of Natural History.

Flores-Villela, O. A. y Canseco-Márquez, L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2): 115-144.

González-García, F. y H. Gómez de Silva. 2004. Especies endémicas: patrones de distribución y retos para su conservación. In Conservación de aves, experiencias en México, H. Gómez de Silva y A. Olivares de Ita (eds.). NFWF, CIPAMEX y CONABIO, México, D.F., México. p.150-194.

Howell N.G. y S. Webb, 1995. A Guide to The Birds of México and Northern Central America. Oxford. Nueva York. 851pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía Carta Edafológica

Instituto Nacional de Estadística y Geografía Información edafológica (en línea). Disponible http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/infoedafologica.aspx visto Febrero 2026

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2008). Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México (en línea). Disponible en: http://www.inegi.org.mx/ GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf. Visto en febrero 2026.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 1991. Climatología (en línea). Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/productos/ Visto en febrero 2026.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. Guía para la interpretación de cartografía Uso de Suelo y vegetación.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Portal en línea. Disponible en: http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/nay/fisio.cfm?c=444&e=18

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Conjunto Nacional de Datos Vectorial de Topoformas Escala 1: 250 000

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma

Kaufman K., 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. Hill Star Editions. Nueva York. 392 pp.

Lemus M. y Navarro G, 2003, Manual para el desarrollo de obras de conservación de suelos, Gobierno de Chile, San Fernando, Chile.

Linner, E. A., and G. Casas-Andreu. 2008. Nombres estándar en Español en Ingles y nombres científicos de los anfibios y reptiles de México. / Standard Spanish, English and scientific names of amphibians and reptiles of Mexico. Second edition. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular 38.

López Jimeno, C. et al. (2008) Manual de estabilización y revegetación de taludes. U.D. Proyectos, E.T.S. Minas – Universidad Politécnica de Madrid

McVaugh R. 1961. Euphorbiaceae novae Novo-Galiciana. Brittonia. 13:145-205 pp.

McVaugh R. 1983. Flora Novo-Galiciana, Vol. 14, (Gramineae), University of Michigan Press, Ann Arbor.

McVaugh R. 1984. Flora Novo-Galiciana, Vol.12, (Compositae), University of Michigan Press, Ann Arbor.

McVaugh R. 1985. Flora Novo-Galiciana, Vol. 16, (Orchidaceae), University of Michigan Press, Ann Arbor.

McVaugh R. 1987. Flora Novo-Galiciana, Vol. 5, (Leguminosae), University of Michigan Press, Ann Arbor.

McVaugh R. 1989. Flora Novo-Galiciana, Vol. 15, (Bromeliaceae to Dioscoreaceae), University of

Michigan Press, Ann Arbor.

McVaugh R. 1992. Flora Novo-Galiciana, Vol. 17, (Gymnospems to Pteridophytes), University of Michigan Press, Ann Arbor.

McVaugh R. 1993. Flora Novo-Galiciana, Vol 13, (Limnocharitaceae to Typhaceae), University of Michigan Press, Ann Arbor.

Ministerio De Medio Ambiente. 2004. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y Metodología. Secretaria General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Madrid, España. Pp. 809.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su Clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 28: 29-179 pp.

National Geographic. 2006. Field guide to the Birds of Noth America, 5th ed. Washington, D.C.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Norma Oficial Mexicana 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 establecen especificaciones para su protección, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para

su inclusión o cambio-lista de especies en riesgo, 31 de Diciembre 2010. Diario Oficial de la Federación.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). 1996. Depósito de documentos de la FAO (en línea). Disponible en: http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s05.htm Visto en febrero 2015

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). Recursos Genéticos Forestales, Estado de la Diversidad Biológica de los Árboles y Bosques en el Sur y Sureste de México. Depósito de documentos de la FAO (en línea). Disponible en: http://www.fao.org/docrep/006/j0606s/j0606s02.htm Visto en febrero 2015 Visto en febrero 2015.

Pérez-Gil S., R. et al. 1996. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG7 Consultores,S.C. y Conabio.

Perrings, C. et al. 1995. The Economic Value of Biodiversity. Chapter 12 of Global Biodiversity Assesment, Heywood V.H. Cambridge University Press.

Pizarro Tapia R, J.P. Flores Villanelo, C. Sanguesa Pool, E. Martínez Araya, J.L. García Rodriguez. 2004. Diseño de obras para la conservación de aguas y suelos. Documento Digital. Universidad de Talca. Talca, Chile.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo C. y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana Vol 21 (1): 21-82

Sail & Trip. 2014. Qué son y cómo se forman los vientos alisios, la circulación general del aire, las células de Hadley y de Ferrer. Que es la Zona de Convergencia Intertropical o ZCIT. (en línea).Disponible en: http://sailandtrip.com/vientos-alisios/ Visto en febrero 2015

Schlegel B.; Gayoso J. y J. Guerra. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. En el proyecto de medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 15 pp.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA), Desarrollo Rural. Fichas técnicas sobre actividades del componente de conservación y uso sustentable de suelo y agua (COUSSA).

Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDUR). Caracterización Ambiental. Descripción del Medio Físico y Natural del Estado de Colima. http://www.sedur.col.gob.mx/ecologia/secciones/caracterizacion.php. Revisada en junio del 2016

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Normas oficiales mexicanas en materia de aire (en línea). Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsci/e/compendio/politicas/info/listnoms.html Visto en febrero 2015.

Servicio Geológico Mexicano. (1999). Carta Geológico – Minera Colima F13-3

Servicio Geológico Mexicano. (2014). Sismología de México. Disponible en: http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/sismos/sismologia-de-mexico

Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas de la Estación Los Ortices (00006015), período 1951-2010. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=col

Sibey D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. Knopf, Nueva York. 545pp.

Smith, H. M. Y R. B. Smith. 1993. Synopsis of the herpetofauna of Mexico: Bibliographic addendum and index. University Press of Colorado: 1079 pp. No. 17: 1-73

Smith, H. M. y Taylor, E. H. 1966. Herpetology of México. Annotated Checklists and Keys to the Amphibians and Reptiles. A reprint of bulletins 187,194 and 199 of the United States National Museum with a list of subsequent taxonomic innovations. Eric Lunderberg, Ashton, Maryland, 29 + 239 + 253 pp.

Society for Ecological Restoration. 2004.International Science & Policy Working Group.16:1-4 pp.

Standley P. 1920-1926. Trees and schurbs of México. Cont. U.S. Natl. Herb. Núm. 23. 1-1721 pp.

Sutherland, W. J. 1996. Predicting the consequences of habitat loss for migratory populations. Proceedings of the Royal Society Series B, 263, 1325–1327 pp.

Sutherland, W. J. 1996a. From Individual Behaviour to Population Ecology. Oxford: Oxford University Press.

Sutherland, W. J. 2000. The conservation hanbook: Research, management and policy. Blackwell Science, Oxford. Pp 278.

Sutherland, W. J. 2004. The conservation handbook. Research, Magement and Policy. Blackwell-Science