

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1 PROYECTO	1
I.1.1 Nombre del proyecto	1
I.1.2 Ubicación del Proyecto.....	1
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.....	2
I.2 Promovente.....	2
I.2.1 Nombre o razón social	2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente	3
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal	3
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	3
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	3
I.3.1 Nombre o razón social	3
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	3
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio	4
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	4
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
II.1 Información general del proyecto.....	5
II.1.1 Naturaleza del Proyecto	5
II.1.2 Selección del sitio	1
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	1
II.1.4 Inversión requerida	19
II.1.5 Dimensiones del proyecto.....	19
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	20
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	21
II.2 Características particulares del proyecto.....	22
II.2.1 Programa General de Trabajo	22
II.2.2 Descripción de obras y actividades del proyecto	23
II.2.3 Descripción de otras obras asociadas del proyecto	37
II.2.4 Etapa de abandono del sitio.....	38
II.2.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera ...	38



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL.....	48
III.1 Instrumentos Normativos generales (CPEUM, Leyes, Reglamentos, NOMs y Planes de Desarrollo)	49
III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)	49
III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	51
III.1.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)	52
III.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada en el DOF el 13 de abril de 2020.....	54
III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	55
III.1.6 Reglamento de la LGPGIR.....	57
III.1.7 Ley de Aguas Nacionales	58
III.1.8 Normas Oficiales Mexicanas (NOMs).....	60
III.1.9 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	62
III.1.10 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021	63
III.1.10 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021	64
III.2 Ordenamientos Territoriales existentes	67
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).....	67
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ)	95
III.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan	121
III.3 Planes Parciales de Desarrollo	163
III.3.1 Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan Del Río –Tequisquiapan “POZM SJR-TX”	163
Conclusiones	165
IV. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO NATURAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	167
IV.1 Sistema Ambiental y Área de influencia del proyecto	167
IV.2 Identificación de los atributos ambientales.....	176
IV.2.1 Descripción del medio abiótico.....	176
IV.2.2 Descripción del medio biótico.....	211
IV.3 Paisaje	448
IV.3.1 Visibilidad	448
IV.3.2 Contaminación visual	449
IV.3.3 Calidad Paisajística	449
IV.3.4 Fragilidad Paisajística	449



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
*“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*

IV.3.5 Frecuencia humana.....	450
IV.4 Componentes del medio socioeconómico.....	450
IV.4.1 Población actual.....	450
IV.4.2 Actividades económicas.....	456
VI.4.3 Uso de los recursos naturales	457
IV.5 Diagnóstico Ambiental.....	458
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	460
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	460
V.1.1 Indicadores de impacto.....	461
V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto	462
V.1.3 Criterios y metodología de evaluación	465
V.1.3.1 Criterios.....	465
V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada	468
V.1.4 Descripción de los impactos ambientales identificados.....	484
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	488
Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales....	489
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	528
VII.1 Pronóstico del escenario.....	528
VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental.....	534
VII.3 Conclusiones	538
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	540
Software	540
Glosario	540
Bibliografía	540

Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto	2
Figura 2. Ubicación del predio y del cambio de uso de suelo	5
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto de sus colindancias	2
Figura 4. Localización del Proyecto en el Sistema ambiental	21
Figura 5. Delimitación física de las áreas forestales	23



Figura 6. Uso de parlantes como repelentes auditivos.	25
Figura 7. Ubicación y derribo de nidos vacíos.	25
Figura 8. Verificación de madrigueras con uso de cámara sonda.	26
Figura 9. Ejemplo de destrucción de madrigueras.....	26
Figura 10. Captura y manipulación de roedores.	27
Figura 11. Captura de mapache (<i>Procyon lotor</i>) en trampa Tomahawk.	27
Figura 12. Búsqueda intensiva de reptiles y anfibios.	28
Figura 13. Manipulación manual y con pinzas de serpiente.	28
Figura 14. Barrera de desvío con culebra de agua (<i>Thamnophis spp</i>) capturada en trampa de foso.....	29
Figura 15. Medidas biométricas de serpientes (a) longitud hocico-cloaca, (b) longitud de la cola.....	29
Figura 16. Medidas biométricas de lagartijas; (a) longitud hocico-cloaca, (b) longitud cola, (c) longitud total.	29
Figura 17. Transporte de aves en cajas de cartón.....	30
Figura 18. Transporte de mamíferos en trampas de captura.	30
Figura 19. Transporte de serpientes en sacos de manta y caja traslucida.	31
Figura 20. Señalización de arbolado.....	31
Figura 21. Ejemplo de extracción con cepellón.....	32
Figura 22. Extracción sin cepellón de maguey y yuca.	32
Figura 23. Extracción por esqueje.....	33
Figura 24. Desmante y confinación de residuos con el uso de maquinaria.	34
Figura 25. Despalle del suelo mineral	35
Figura 26. Preparación de enraizador	36
Figura 27. Ejemplo de terraza individual y barrera de piedra acomodada.	37
Figura 28. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).....	68
Figura 29. Proyecto dentro del POEGT.....	70
Figura 30. Ubicación del proyecto en el POEREQ.....	96
Figura 31. Ubicación del proyecto en el POEL	123
Figura 32. Fichas resumen de las UGA el POEL Del Municipio de Tequisquiapan	124
Figura 33. Proyecto dentro del POZM SJR Tx	164
Figura 34. Ubicación del Proyecto.....	167
Figura 35. Área de influencia del proyecto.....	168



Figura 36. Sistema Ambiental para el proyecto.....	170
Figura 37. Ubicación del Sistema Ambiental del Proyecto dentro de la Subcuenca Hidrológica	171
Figura 38. Uso de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental.....	172
Figura 39. Plan parcial de desarrollo urbano “Zona Sur-Poniente” dentro del Sistema Ambiental	173
Figura 40. Unidades de Gestión Ambiental del POEREQ dentro del Sistema ambiental	174
Figura 41. Sistema ambiental respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan	175
Figura 42. Mapa del Clima del Sistema Ambiental	176
Figura 43. Mapa del Clima del proyecto	177
Figura 44. Polígonos de Thiessen de las estaciones meteorológicas para el proyecto	178
Figura 45. Geología del Proyecto	181
Figura 46. Mapa de las regiones sísmicas del territorio nacional.....	182
Figura 47. Tipos de suelo presentes en el sitio del proyecto	183
Figura 48. Mapa de erosividad de la República Mexicana.	188
Figura 49. Corrientes y cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto	205
Figura 50. Acuíferos en la zona del proyecto	211
Figura 51. Uso de suelo y vegetación.....	212
Figura 52. Uso de suelo y vegetación en la microcuenca.....	214
Figura 53. Esquema de la forma y dimensiones de los sitios de muestreo.....	221
Figura 54. Ubicación de los puntos de muestreo en la microcuenca	227
Figura 55. Ejemplo de una curva de acumulación de especies.	232
Figura 56. Curva de acumulación del estrato Arbóreo en la microcuenca, para el Matorral crasicaule.....	239
Figura 57. Curva de acumulación del estrato Arbustivo y Enredaderas en la microcuenca, para el Matorral crasicaule	239
Figura 58. Curva de acumulación del grupo de Cactáceas en la microcuenca, para el Matorral crasicaule.....	240
Figura 59. Curva de acumulación del estrato Herbáceo en la microcuenca, para el Matorral crasicaule.....	240
Figura 60. Delimitación de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.	242



Figura 61. Delimitación con cinta plástica de los sitios de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas.....	242
Figura 62. Delimitación de las parcelas del estrato Herbáceo.	243
Figura 63. Riqueza de flora, por estrato y total en el Matorral crasicaule	262
Figura 64. Gráfica del Índice de valor de la importancia del estrato arbóreo en el Matorral crasicaule.....	263
Figura 65. Índice de valor de la importancia del estrato Arbustivo y enredaderas en el Matorral crasicaule.....	264
Figura 66. Índice de valor de importancia del grupo de Cactáceas y rosetófilas en el Matorral crasicaule.....	266
Figura 67. Índice de valor de la importancia del estrato herbáceo en el Matorral crasicaule	268
Figura 68. Imagen de satélite donde se observa el uso del suelo en el área de influencia de la microcuena.	272
Figura 69. Uso de suelo y Vegetación en los predios propuestos para CUSAF.	274
Figura 70. Esquema de la forma y dimensiones de los sitios de muestreo.....	280
Figura 71. Ubicación de los puntos de muestreo en el área de CUSAF	285
Figura 72. Ejemplo de una curva de acumulación de especies.	290
Figura 73. Curva de acumulación del estrato Arbóreo en el área de CUSAF, para el Matorral subinerme	297
Figura 74. Curva de acumulación del estrato Arbustivo y Enredaderas en el área de CUSAF, para el Matorral subinerme	297
Figura 75. Curva de acumulación del grupo de Cactáceas en el área de CUSAF, para el Matorral subinerme	298
Figura 76. Curva de acumulación del estrato Herbáceo en el área de CUSAF, para el Matorral subinerme	298
Figura 77. Delimitación de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.	300
Figura 78. Delimitación con cinta plástica de los sitios de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas.....	300
Figura 79. Delimitación de las parcelas del estrato Herbáceo.	301
Figura 80. Riqueza de flora, por estrato y total en el Matorral subinerme en el área de CUSAF (Forestal y PROFEPA)	319
Figura 81. Gráfica del Índice de valor de la importancia del estrato Arbóreo en el Matorral subinerme	320



Figura 82. Índice de valor de la importancia del estrato Arbustivo y Enredaderas en el Matorral subinerme	321
Figura 83. Índice de valor de la importancia del grupo de Cactáceas en el Matorral subinerme	323
Figura 84. Índice de valor de la importancia del estrato Herbáceo en el Matorral subinerme	324
Figura 85. Estado de conservación en los polígonos sujetos a CUSAF.	328
Figura 86. Ubicación de los puntos de muestreo en el área de CUSAF	334
Figura 87. Esquema de forma y dimensiones de los sitios de muestreo.....	337
Figura 88. Delimitación de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.	338
Figura 89. Delimitación con cinta plástica de los sitios de muestreo del estrato arbustivo...	338
Figura 90. Delimitación de las parcelas del estrato herbáceo.....	339
Figura 91. Delimitación en campo de los sitios de muestreo de árboles y arbustos y de las parcelas para hierbas.....	339
Figura 92. Búsqueda de reptiles y anfibios en transectos de franja	379
Figura 93. Ubicación de los puntos de recuento de aves	381
Figura 94. Ubicación de los transectos lagomorfos.....	385
Figura 95. Trampas Sherman y Tomahawk	386
Figura 96. Ubicación de las baterías para trampas Tomahawk y Sherman.....	388
Figura 97. Ubicación de las trampas cámara.....	390
Figura 98. Ejemplo de una curva de acumulación de especies	396
Figura 99. Curva de acumulación para el grupo de las aves en el SA.....	401
Figura 100. Curva de acumulación para el grupo de los mamíferos en el SA.....	401
Figura 101. Curva de acumulación para el grupo de los reptiles en el SA	402
Figura 102. Curva de acumulación para el grupo de los anfibios en el SA	402
Figura 103. Búsqueda de reptiles y anfibios en transectos.....	412
Figura 104. Ubicación de los puntos de recuentos de aves	414
Figura 105. Transectos para lagomorfos.....	418
Figura 106. Ubicación de las baterías para trampas Sherman y Tomahawk	420
Figura 107. Ubicación de las trampas cámara	422
Figura 108. Ejemplo de una curva de acumulación de especies.....	428
Figura 109. Curva de acumulación para el grupo de las aves en el área de CUSAF.....	431
Figura 110. Curva de acumulación para el grupo de los mamíferos en el área de CUSAF.	431
Figura 111. Curva de acumulación para el grupo de los reptiles en el área de CUSAF.....	432



Figura 112. Matraca serrana (<i>Campylorhynchus gularis</i>), papamoscas llanero (<i>Sayornis saya</i>), paloma de alas blancas (<i>Zenaida asiatica</i>), Colibrí lucifer (<i>Calothorax lucifer</i>), mosquero cardenal (<i>Pyrocephalus rubinus</i>) y jilguero dominico (<i>Spinus psaltria</i>).....	440
Figura 113. Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>) y Conejo (<i>Sylvilagus cunicularius</i>).....	442
Figura 114. Cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) y Tlacuache (<i>Didelphis marsupialis</i>).....	442
Figura 115. Víbora de cascabel de cola negra (<i>Crotalus molossus</i>) y lagartija rasposa (<i>Sceloporus horridus</i>).....	444
Figura 116. Sapo de manchas rojas (<i>Anaxyrus punctatus</i>).....	446
Figura 117. Niveles tróficos de la fauna presente en el área de CUSAF.....	447
Figura 118. Detalle del paisaje del sitio del proyecto.....	448
Figura 119. Elementos naturales biológicos del paisaje del sitio en mención.....	448
Figura 120. Población en viviendas particulares habitadas y tasa de crecimiento promedio anual por municipio, 2010-2015.....	451
Figura 121. Edad mediana de la población por municipios.....	452
Figura 122. Promedio de hijos nacidos en mujeres de 15 a 49 años en los municipios de Querétaro.....	453
Figura 123. Servicios de salud en el Municipio de Tequisquiapan.....	454
Figura 124. Marcadores de escolaridad en el municipio de Tequisquiapan.....	455
Figura 125. Población Económicamente Activa.....	456
Figura 126. Incorporación de mantillo orgánico.....	494
Figura 127. Ubicación de las barreras de piedra acomodada.....	498
Figura 128. Ubicación de los polígonos 1 a 4 de las áreas verdes.....	523
Figura 129. Ubicación de los polígonos 5 a 13 y 18 de las áreas verdes.....	523
Figura 130. Ubicación de los polígonos 14 a 17 de las áreas verdes.....	524

Tablas

Tabla 1. Coordenadas del predio.....	2
Tabla 2. Coordenadas de los polígonos sometidos a cambio de uso de suelo en áreas forestales.....	3
Tabla 3. Cronograma de actividades.....	22
Tabla 4. Generación estimada por tipo de residuos.....	42
Tabla 5. Normas Oficiales Mexicanas Vinculantes.....	61



Tabla 6. Vinculación del proyecto con el POEGT	72
Tabla 7. Acciones correspondientes a las UGA del POEREQ.....	96
Tabla 8. Vinculación del proyecto con las UGA No. 126“Xajay” y 129 “Zona Urbana Tequisquiapan”	98
Tabla 9. Usos, políticas y fundamentación jurídica aplicable al proyecto.....	124
Tabla 10. Estrategias y Lineamientos Ambientales.....	126
Tabla 11. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en las diferentes regiones del país.	186
Tabla 12. Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.	188
Tabla 13. Factor para vegetación y/o uso de suelo.	191
Tabla 14. Valores de P para las prácticas mecánicas.	192
Tabla 15. Equivalencias entre los factores que intervienen en el proceso de erosión eólica con respecto a la WEQ.....	195
Tabla 16. Tabla de equivalencias para la estimación del factor l	196
Tabla 17. Tabla de equivalencias para la estimación del factor ls	197
Tabla 18. Tabla de equivalencias para tipo de cobertura.....	198
Tabla 19. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca.....	212
Tabla 10. Riqueza de especies vegetales por estrato en Matorral crasicaule en la microcuenca.	215
Tabla 11. Distribución de la vegetación forestal en el SA.....	217
Tabla 12. Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el SA.....	224
Tabla 23. Resultados de un inventario piloto realizado	224
Tabla 14. Ubicación de los centros de los sitios de muestreo para los estratos arbóreo, arbustivo y el grupo de cactáceas en la microcuenca.	225
Tabla 15. Ubicación de los centros de los sitios de muestreo para el estrato herbáceo.....	227
Tabla 16. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del estrato Arbóreo en el matorral crasicaule.	232
Tabla 17. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas en el matorral crasicaule.....	233
Tabla 18. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo de Cactáceas y rosetófilas en el matorral crasicaule.	233



Tabla 19. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del estrato Herbáceo en el matorral crasicaule.	235
Tabla 20. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Cactáceas en el Matorral crasicaule.	237
Tabla 21. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, del estrato Herbáceo en el Matorral crasicaule.....	237
Tabla 22. Parámetros para cada estrato en la microcuenca en el Matorral crasicaule.	241
Tabla 23. Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbóreo del matorral crasicaule....	246
Tabla 24. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbóreo en el Matorral crasicaule.....	248
Tabla 25. Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas del Matorral crasicaule.....	249
Tabla 26. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato arbustivo y enredaderas en el Matorral crasicaule.....	250
Tabla 27. Abundancia por sitio de muestreo del grupo de Cactáceas y rosetófilas del Matorral crasicaule.....	252
Tabla 28. Integración del Índice de Shannon-Wiener del grupo de Cactáceas y rosetófilas en el Matorral crasicaule.....	254
Tabla29. Abundancia por sitio y por parcela de muestreo del estrato Herbáceo del Matorral crasicaule.....	255
Tabla 30. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Herbáceo en el Matorral crasicaule.....	259
Tabla 31. Resumen de Riqueza, Biodiversidad y Equidad del Matorral crasicaule.....	261
Tabla 32. Valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo del Matorral crasicaule, ordenados de mayor a menor.	262
Tabla 33. Valor de Importancia de las especies del estrato Arbustivo y enredaderas del Matorral crasicaule, ordenados de mayor a menor.....	263
Tabla 34. Valor de Importancia de las especies del grupo de Cactáceas y rosetófilas del Matorral crasicaule, ordenados de mayor a menor.....	265
Tabla 35. Valor de Importancia de las especies del estrato Herbáceo del Matorral crasicaule, ordenados de mayor a menor.	266
Tabla 36. Estado de las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	269



Tabla 37. Riqueza de especies vegetales por estrato en Matorral subinerme en el área de CUSAF	274
Tabla 38. Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el área de CUSAF	282
Tabla 49. Resultados de un inventario piloto realizado	283
Tabla 40. Ubicación de los centros de los sitios de muestreo para los estratos arbóreo, arbustivo y el grupo de cactáceas en área de CUSAF.	284
Tabla 41. Coordenadas de las parcelas para hierbas dentro del área de CUSAF.	286
Tabla 42. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Arbóreo en el Matorral subinerme.	291
Tabla 43. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Arbustivo y Enredaderas en el Matorral subinerme.	291
Tabla 44. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo de Cactáceas y rosetófilas en el Matorral subinerme.	291
Tabla 45. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Herbáceo en el Matorral subinerme.	293
Tabla 46. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Cactáceas en el Matorral subinerme.	295
Tabla 47. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, del estrato Herbáceo en el en el Matorral subinerme.	295
Tabla 48. Parámetros para cada estrato en el predio CUSAF en el Matorral subinerme.	299
Tabla 49. Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbóreo del Matorral subinerme.	304
Tabla 50. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbóreo en el Matorral subinerme.	305
Tabla 51. Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbustivo y Enredaderas del Matorral subinerme.	306
Tabla 52. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbustivo y Enredaderas en el Matorral subinerme.	308
Tabla 53. Abundancia por sitio de muestreo del grupo de Cactáceas del Matorral subinerme.	309
Tabla 54. Integración del Índice de Shannon-Wiener del grupo de Cactáceas en el Matorral subinerme.	311
Tabla 55. Abundancia por sitio y por parcela de muestreo del estrato Herbáceo del Matorral subinerme.	313



Tabla 56. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Herbáceo en el Matorral subinerme.	317
Tabla 57. Resumen de Riqueza, Biodiversidad y Equidad del Matorral Subinerme	318
Tabla 58. Valor de Importancia de las especies del estrato Arbóreo del Matorral subinerme, ordenados de mayor a menor.	319
Tabla 59. Valor de Importancia de las especies del estrato Arbustivo y Enredaderas del Matorral subinerme, ordenados de mayor a menor.	320
Tabla 60. Valor de Importancia de las especies del grupo de Cactáceas del Matorral subinerme, ordenados de mayor a menor.	322
Tabla 61. Valor de Importancia de las especies del estrato Herbáceo del Matorral subinerme, ordenados de mayor a menor.	323
Tabla 62. Distribución y estatus de la flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	325
Tabla 63. Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el área de CUSAF.	331
Tabla 74. Resultados de un inventario piloto realizado	331
Tabla 75. Tamaños de sitios de muestreo por grupos de flora	333
Tabla 66. Ubicación de los centros de los sitios de muestreo para los estratos arbóreo, arbustivo y el grupo de cactáceas en el área de CUSAF	333
Tabla 67. Coordenadas de las parcelas para hierbas dentro del área de CUSAF.....	334
Tabla 78. Intensidad de muestreo del estrato arbóreo	336
Tabla 79. Riqueza de especies vegetales por estrato en el área de CUSAF dentro del Matorral crasicaule.....	340
Tabla 80. Número de individuos y volumen a remover del estrato Arbóreo en el Área Forestal	342
Tabla 81. Número de individuos y volumen a remover por especie y sitio de muestreo del estrato Arbóreo	342
Tabla 82. Diámetro, altura y volumen por ejemplar del estrato Arbóreo en el Área Forestal	345
Tabla 83. Número de individuos a remover del estrato Arbustivo y enredaderas en el Área Forestal.....	356
Tabla 74. Número de individuos a remover del estrato Arbustivo y por especie y sitio de muestreo	357
Tabla 85. Número de individuos a remover de cactáceas en el Área Forestal	358
Tabla 86. Número de individuos a remover de Cactáceas por especie y sitio de muestreo ...	359
Tabla 77. Riqueza, abundancia del estrato Herbáceo en el Área Forestal	362



Tabla 78. Número de individuos a remover del estrato Herbáceo por especie y sitio de muestreo.	363
Tabla 98. Modelos matemáticos para determinar el volumen por especie.	367
Tabla 89. Existencias volumétricas por tipo de vegetación y especie del Área Forestal	368
Tabla 90. Existencias volumétricas por predio y especie en el Área Forestal.....	369
Tabla 91. Acumulativo de existencias volumétricas en el Área Forestal.....	370
Tabla 105. Listado de fauna silvestre potencial en la microcuenca	370
Tabla 106. Coordenadas de los transectos para anfibios y reptiles.....	378
Tabla 107. Coordenadas de los puntos de recuento para aves	380
Tabla 108. Coordenadas de los transectos para lagomorfos	384
Tabla 109. Coordenadas de ubicación de las baterías de trampas Tomahawk y Sherman.....	387
Tabla 110. Coordenadas de ubicación de trampas cámara.....	389
Tabla 101. Valores de la curva empírica generados por EstimateS para los grupos faunísticos.	397
Tabla 102. Parámetros para cada grupo de fauna silvestre presente en el SA.....	397
Tabla 103. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de Aves	398
Tabla 104. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de Mamíferos	399
Tabla 105. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de reptiles	399
Tabla 106. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de anfibios	400
Tabla 107. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, para aves, mamíferos y reptiles	400
Tabla 108. Parámetros para cada grupo de fauna silvestre presente en el SA.....	403
Tabla 109. Riqueza, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, hábitat y distribución vertical de las aves en la microcuenca.	404
Tabla 110. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los mamíferos en la microcuenca	406



Tabla 111. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los reptiles en la microcuenca	407
Tabla 112. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los anfibios en la microcuenca	409
Tabla 123. Coordenadas de los polígonos para reptiles y anfibios	411
Tabla 124. Coordenadas de los puntos de recuento para aves	413
Tabla 125. Ubicación de los transectos lagomorfos	417
Tabla 126. Coordenadas de ubicación de las baterías de trampas Tomahawk y Sherman	419
Tabla 127. Coordenadas de ubicación de trampa cámara.....	421
Tabla 118. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de las aves	428
Tabla 119. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los mamíferos.	429
Tabla 120. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los reptiles.	429
Tabla 121. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los anfibios.	430
Tabla 122. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, para aves, mamíferos, reptiles y anfibios	430
Tabla 123. Parámetros para cada grupo de fauna silvestre presente en el área de CUSAF ...	432
Tabla 124. Riqueza de especies de fauna observada en el área de CUSAF (muestreo)	433
Tabla 135. Listado de fauna silvestre encontrada en el predio	433
Tabla 126. Abundancia y abundancia relativa de las especies de aves en el área de CUSAF .	434
Tabla 127. Abundancia y abundancia relativa de las especies de mamíferos en el área de CUSF	435
Tabla 128. Abundancia y abundancia relativa de las especies de reptiles en el área de CUSAF	435
Tabla 129. Abundancia y abundancia relativa de las especies de anfibios en el área de CUSAF	436



Tabla 130. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de las aves en el predio.	437
Tabla 131. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los mamíferos en el predio.....	441
Tabla 132. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los reptiles en el predio.	443
Tabla 133. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los anfibios en el predio.	445
Tabla 134. Resumen del Índice de Shannon-Wiener por grupo faunístico en el área de CUSAF.	446
Tabla 145. Acciones asociadas al cambio de uso de suelo en áreas forestales susceptibles de generar impactos ambientales	462
Tabla 146. Identificación de interacciones generadoras de impactos ambientales	465
Tabla 147. Valores de importancia para los impactos ambientales significativos	471
Tabla 148. Matriz parcial de impactos: Delimitación de áreas de trabajo.....	472
Tabla 149. Matriz parcial de impactos: Instalación de áreas temporales de trabajo	473
Tabla 150. Matriz parcial de impactos: Identificación de especies a rescatar y reubicar	474
Tabla 151. Matriz parcial de impactos: Rescate y reubicación de flora y fauna	475
Tabla 152. Matriz parcial de impactos: Desmonte	476
Tabla 153. Matriz parcial de impactos: Manejo de residuos vegetales.....	477
Tabla 154. Matriz parcial de impactos: Despalme.....	478
Tabla 155. Matriz parcial de impactos: Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo.	479
Tabla 156. Matriz parcial de impactos: Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación...	480
Tabla 157. Matriz parcial de impactos: Implementación de las medidas de conservación de suelo	481
Tabla 158. Matriz parcial de impactos: Implementación del programa de residuos	482
Tabla 159. Impacto ambiental por actividad del proyecto y componentes ambientales	483
Tabla 160. Infiltración hídrica con áreas verdes.....	490
Tabla 161. Distribución de los polígonos de mitigación en los años 1 y 2.....	495



Tabla 162. Coordenadas UTM de las barreras de piedra acomodada.	495
Tabla 163. Obtención del intervalo vertical en los polígonos de mitigación.	500
Tabla 164. Obtención del intervalo horizontal en los polígonos de mitigación.	500
Tabla 165. Factor de corrección del intervalo horizontal de acuerdo con la pendiente.	500
Tabla 166. Obtención del intervalo horizontal ajustado en los polígonos de mitigación.	501
Tabla 167. Número y longitud de barreras de piedra por Etapa de CUSAF.	501
Tabla 168. Pendiente media de los polígonos donde se establecerán las barreras de piedra acomodada	509
Tabla 169. Cálculo de la distancia horizontal de las barreras de piedra acomodada	509
Tabla 170. Cálculo del área del triángulo de las barreras de piedra acomodada.....	510
Tabla 171. Capacidad de retención de suelo por metro lineal de las barreras de piedra acomodada	511
Tabla 172. Retención de suelo de las barreras de piedra acomodada por polígono de CUSAF.	511
Tabla 173. Ejemplares arbóreos de matorral crasicaule propuestos para rescate y reubicación	514
Tabla 174. Ejemplares de cactáceas de matorral crasicaule propuestos para rescate y reubicación.....	514
Tabla 175. Ejemplares de arbustos propuestos para rescate y reubicación	515
Tabla 176. Resumen del rescate de flora.....	515
Tabla 177. Coordenadas UTM del polígono de reubicación	516
Tabla 178 Matriz de estimación del impacto de las medidas desarrolladas	526
Tabla 179. Descripción de Escenarios 0, 1 y 2	530
Tabla 180. Programa de Vigilancia Ambiental	534

Anexos

Anexo 1 Copia cotejada del ADDATE	3
Anexo 2. Copia Acta Elección del Comisariado Ejidal.....	3
Anexo 3. Cédula profesional del responsable técnico	3
Anexo 4. Expediente PROFEPA	6
Anexo 5. Proyecto de Lotificación.....	1
Anexo 6 Programas de rescate y reubicación de flora y fauna	62



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
*“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*

Anexo 7. Memoria de cálculo de erosión	185
Anexo 8. Plantilla de infiltración	490



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

I.1 PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto

“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

I.1.2 Ubicación del Proyecto

El predio en el que se pretende realizar el cambio de uso de suelo en áreas forestales se encuentra al este del Municipio de Tequisquiapan, Qro., denominado como *“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*, siendo un espacio ubicado en la zona urbana del de la cabecera municipal.

Su acceso desde la cabecera municipal de Tequisquiapan es sobre la Carretera Estatal 200 en sentido Tecozautla, Hidalgo. El predio se encuentra rodeado por esta vialidad esquina con la calle Profesor Francisco Martínez Elías y Juárez Oriente al este de la zona urbana de Tequisquiapan.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”



Figura 1. Ubicación del proyecto

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Toda vez que el proyecto que pretende realizarse tiene la finalidad de ser un desarrollo habitacional, en concordancia con lo estipulado por el Municipio de Tequisquiapan para el uso de suelo del proyecto. El proyecto será permanente en materia de cambio de uso de suelo, es decir, se pretende la remoción de la vegetación forestal y construir el proyecto para una duración de un periodo mayor a los 90 años.

Por otro lado, el periodo de tiempo para el cual se solicita autorización para llevar a cabo la remoción de la vegetación del terreno considerado como forestal es por **6 años**.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Ejido Tequisquiapan



Anexo 1 Copia cotejada del ADDATE

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[Redacted]

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Representantes del Comisariado Ejidal de Tequisquiapan del Ejido Tequisquiapan

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Anexo 2. Copia Acta Elección del Comisariado Ejidal

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

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

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

I.3.1 Nombre o razón social

Ing. Rodrigo Ortega Guzmán

Anexo 3. Cédula profesional del responsable técnico

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[Redacted]



I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Rodrigo Ortega Guzmán

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

████████████████████

██

██████████

██



II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la implementación de un desarrollo habitacional, en un predio con una superficie de 1,045,390.83 m², sustentando parcialmente vegetación forestal de matorral crasicaule perturbado.

El predio no cuenta con escurrimientos de ningún orden y de conformidad con lo estipulado por el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan del Río-Tequisquiapan, el proyecto se encuentra dentro de ZONA DE ACTUACIÓN URBANIZACIÓN A LARGO PLAZO.



Figura 2. Ubicación del predio y del cambio de uso de suelo

Es necesario mencionar que 3.6632 hectáreas de vegetación forestal fueron removidas por desconocimiento de los propietarios en cuanto a las leyes aplicables al respecto, en tal sentido la PROFEPA inició el procedimiento administrativo PFPA/28.3/2C.27.2/00002-18, del cual se



desprende la Resolución Administrativa No.103/2018 de fecha 21 del mes de diciembre del año 2018 en la que la PROFEPA determinó que en el predio se realizó la remoción de vegetación forestal dentro del predio en una superficie de 3,6632 m².

Anexo 4. Expediente PROFEPA

Es por todo lo anterior que se solicita el cambio de uso de suelo en áreas forestales para una superficie de **43.3048 hectáreas** que sustenta vegetación de Matorral crasicaule perturbado ubicada en la zona centro poniente del Municipio de Tequisquiapan, Qro.

A continuación, se encuentra el proyecto de lotificación para el presente, asimismo, se adjunta impreso y en electrónico:



II.1.2 Selección del sitio

El predio de estudio se localiza a pie de la Carretera Estatal 200 “Querétaro-Tequisquiapan”, ubicada en el Municipio de Tequisquiapan, en el estado de Querétaro. Es por lo que ahora el promovente pretende ejercer su derecho de utilizar sus tierras para llevar a cabo una actividad económica con la que pueda mejorar su calidad de vida.

Dicho lo anterior, tenemos que en materia ambiental se tomaron en cuenta para la selección del sitio los siguientes puntos:

- A. De acuerdo con el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan del Río-Tequisquiapan, el proyecto se encuentra dentro de ZONA DE ACTUACIÓN URBANIZACIÓN A LARGO PLAZO.
- B. Al encontrarse dentro del Plan Parcial de Desarrollo Urbano como urbano, el Municipio tiene contemplado otorgar los servicios como agua, luz, alcantarillado pluvial y drenaje sanitario.
Así también, como puede verse en las plataformas SIG actualizadas los caminos para llegar al predio se encuentran actualmente trazados por lo que no es necesario realizar modificación alguna o reabrir nuevos caminos.
- C. Es así como, con las políticas públicas enmarcadas en los planes y programas del municipio en cuanto al desarrollo urbano se evidencia que el predio es parte del detonante urbano pretendido para la zona, por lo que los impactos ambientales no irían más allá de lo que se encuentra estipulado cubrir en materia de desarrollo urbano.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El predio en el que se pretende realizar el cambio de uso de suelo se encuentra en la zona oriental del Municipio de Tequisquiapan, Qro., así como de la zona urbana de la cabecera municipal en los límites de la demarcación.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"



Figura 3. Ubicación del proyecto respecto de sus colindancias

Para acceder al predio se toma la carretera 200 "Querétaro-Tequisquiapan", en dirección de la Carretera Federal 120 a el Municipio de San Joaquín pasando esta intersección y continuando sobre la CE 200 por 3.5 km. El predio se encuentra al sur de la carretera, a la derecha en el sentido de conducción.

Las coordenadas del predio, del cambio de uso de suelo fueron tomadas con un GPS Garmin, en un formato UTM WGS84 con un error en la medición de ± 3 metros, y son las siguientes:

Tabla 1. Coordenadas del predio

Vértice	X	Y
1	364690.3032	2286900.1160
2	364689.9442	2286927.4608
3	364827.2034	2287032.8320
4	364832.7500	2287037.0900
5	364978.9950	2287102.1360
6	365077.2589	2287133.3567

Vértice	X	Y
7	365126.4294	2287148.9793
8	365141.7771	2286779.1537
9	365132.3185	2286769.3166
10	365122.9948	2286759.3524
11	365113.7877	2286749.2806
12	365104.7269	2286739.0769



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Vértice	X	Y
13	365095.8142	2286728.7436
14	365087.0516	2286718.2828
15	365075.7920	2286704.4202
16	365064.7397	2286690.4465
17	365053.9850	2286680.9289
18	365050.9964	2286677.8319
19	365037.2179	2286658.8632
20	365029.7557	2286642.2242
21	365036.0631	2286656.9340
22	365028.0016	2286639.2729
23	365002.5900	2286602.9838
24	364931.8469	2286501.8530

Vértice	X	Y
25	364861.1931	2286400.6659
26	364746.0690	2286235.8850
27	364733.0533	2286224.4536
28	364731.9744	2286250.4840
29	364730.3995	2286279.4193
30	364727.4526	2286333.5630
31	364723.5152	2286422.4980
32	364722.1280	2286452.2340
33	364711.7935	2286680.7100
34	364707.9187	2286768.0570
35	364706.8126	2286794.5410

Tabla 2. Coordenadas de los polígonos sometidos a cambio de uso de suelo en áreas forestales

Polígono	Vértice	X	Y
1	1	408,793.48	2,270,783.80
1	2	408,783.30	2,270,752.83
1	3	408,794.31	2,270,742.03
1	4	408,803.41	2,270,749.65
1	5	408,802.35	2,270,758.12
1	6	408,811.66	2,270,765.74
1	7	408,826.64	2,270,768.33
1	8	408,969.49	2,270,701.71
1	9	408,955.25	2,270,575.82
1	10	408,944.30	2,270,578.34
1	11	408,942.41	2,270,581.05
1	12	408,944.18	2,270,588.42
1	13	408,946.12	2,270,625.30
1	14	408,949.85	2,270,673.24
1	15	408,951.66	2,270,686.14
1	16	408,949.98	2,270,697.22
1	17	408,946.51	2,270,699.08
1	18	408,943.03	2,270,697.26
1	19	408,942.99	2,270,689.88
1	20	408,942.98	2,270,688.03

Polígono	Vértice	X	Y
1	21	408,941.16	2,270,673.29
1	22	408,937.50	2,270,638.26
1	23	408,927.08	2,270,640.16
1	24	408,921.88	2,270,642.03
1	25	408,902.81	2,270,649.51
1	26	408,897.60	2,270,651.38
1	27	408,930.50	2,270,658.03
1	28	408,927.72	2,270,664.51
1	29	408,887.43	2,270,657.78
1	30	408,885.48	2,270,658.83
1	31	408,873.34	2,270,664.11
1	32	408,861.21	2,270,670.03
1	33	408,879.23	2,270,669.97
1	34	408,872.46	2,270,679.07
1	35	408,862.93	2,270,679.92
1	36	408,861.03	2,270,685.42
1	37	408,859.54	2,270,691.14
1	38	408,839.22	2,270,706.38
1	39	408,839.22	2,270,714.00
1	40	408,822.93	2,270,724.79



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
1	41	408,806.63	2,270,717.81
1	42	408,806.20	2,270,706.17
1	43	408,817.00	2,270,702.99
1	44	408,820.17	2,270,696.64
1	45	408,826.53	2,270,683.12
1	46	408,809.20	2,270,692.44
1	47	408,790.14	2,270,701.76
1	48	408,783.21	2,270,705.49
1	49	408,771.08	2,270,712.93
1	50	408,755.48	2,270,720.40
1	51	408,734.68	2,270,729.73
1	52	408,726.00	2,270,731.62
1	53	408,724.27	2,270,733.48
1	54	408,720.81	2,270,735.34
1	55	408,703.47	2,270,742.81
1	56	408,701.74	2,270,744.67
1	57	408,682.67	2,270,752.15
1	58	408,675.74	2,270,755.87
1	59	408,668.81	2,270,759.60
1	60	408,655.90	2,270,765.20
1	61	408,648.01	2,270,768.93
1	62	408,644.55	2,270,772.64
1	63	408,643.71	2,270,771.75
1	64	408,640.15	2,270,779.66
1	65	408,638.67	2,270,806.78
1	66	408,641.69	2,270,820.32
1	67	408,648.61	2,270,851.37
2	1	408,767.46	2,270,685.28
2	2	408,772.67	2,270,685.26
2	3	408,774.42	2,270,687.09
2	4	408,774.44	2,270,690.78
2	5	408,769.28	2,270,700.03
2	6	408,779.68	2,270,696.29
2	7	408,795.28	2,270,688.82
2	8	408,802.22	2,270,686.94
2	9	408,807.41	2,270,683.23
2	10	408,810.87	2,270,679.52

Polígono	Vértice	X	Y
2	11	408,812.55	2,270,668.44
2	12	408,814.28	2,270,666.59
2	13	408,828.18	2,270,666.51
2	14	408,833.38	2,270,664.64
2	15	408,845.54	2,270,664.58
2	16	408,852.48	2,270,662.69
2	17	408,854.21	2,270,660.84
2	18	408,868.07	2,270,653.39
2	19	408,843.98	2,270,647.59
2	20	408,822.60	2,270,643.04
2	21	408,818.16	2,270,647.48
2	22	408,813.39	2,270,646.21
2	23	408,799.70	2,270,638.91
2	24	408,787.00	2,270,635.21
2	25	408,780.65	2,270,629.39
2	26	408,778.80	2,270,620.13
2	27	408,778.27	2,270,606.37
2	28	408,781.97	2,270,583.61
2	29	408,787.00	2,270,556.63
2	30	408,797.37	2,270,518.94
2	31	408,787.40	2,270,515.47
2	32	408,785.66	2,270,515.48
2	33	408,778.40	2,270,516.28
2	34	408,776.28	2,270,502.92
2	35	408,801.27	2,270,509.86
2	36	408,809.58	2,270,484.83
2	37	408,816.14	2,270,471.50
2	38	408,822.49	2,270,458.59
2	39	408,828.41	2,270,451.81
2	40	408,834.34	2,270,449.91
2	41	408,844.08	2,270,449.70
2	42	408,862.28	2,270,453.08
2	43	408,885.07	2,270,456.34
2	44	408,889.56	2,270,446.67
2	45	408,903.34	2,270,424.46
2	46	408,908.46	2,270,407.83
2	47	408,913.63	2,270,398.58



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
2	48	408,913.41	2,270,384.42
2	49	408,908.11	2,270,341.42
2	50	408,904.52	2,270,319.31
2	51	408,903.58	2,270,314.46
2	52	408,892.84	2,270,313.45
2	53	408,880.89	2,270,304.04
2	54	408,867.61	2,270,331.64
2	55	408,841.48	2,270,377.94
2	56	408,790.88	2,270,459.63
2	57	408,769.05	2,270,494.36
2	58	408,760.77	2,270,510.76
2	59	408,772.24	2,270,510.70
2	60	408,722.05	2,270,607.95
2	61	408,681.05	2,270,687.39
2	62	408,664.85	2,270,724.74
2	63	408,646.98	2,270,764.47
2	64	408,654.89	2,270,755.99
2	65	408,660.08	2,270,752.62
2	66	408,661.81	2,270,750.41
2	67	408,667.02	2,270,750.39
2	68	408,673.95	2,270,746.66
2	69	408,680.99	2,270,744.78
2	70	408,684.36	2,270,742.91
2	71	408,699.95	2,270,733.61
2	72	408,708.61	2,270,728.03
2	73	408,720.74	2,270,722.43
2	74	408,725.95	2,270,722.40
2	75	408,734.62	2,270,717.69
2	76	408,745.01	2,270,711.23
2	77	408,753.69	2,270,709.34
2	78	408,757.14	2,270,704.76
2	79	408,762.29	2,270,694.54
3	1	408,805.39	2,270,629.74
3	2	408,827.94	2,270,634.57
3	3	408,855.88	2,270,639.65
3	4	408,888.89	2,270,645.90
3	5	408,906.21	2,270,636.58

Polígono	Vértice	X	Y
3	6	408,911.42	2,270,634.71
3	7	408,925.28	2,270,627.26
3	8	408,925.26	2,270,623.57
3	9	408,923.51	2,270,621.73
3	10	408,914.82	2,270,621.78
3	11	408,907.86	2,270,619.97
3	12	408,886.99	2,270,616.39
3	13	408,846.98	2,270,609.23
3	14	408,836.55	2,270,607.44
3	15	408,824.38	2,270,605.66
3	16	408,819.15	2,270,603.84
3	17	408,810.55	2,270,620.49
3	18	408,808.85	2,270,626.03
4	1	408,857.90	2,270,533.11
4	2	408,855.30	2,270,539.09
4	3	408,846.68	2,270,552.04
4	4	408,846.69	2,270,553.89
4	5	408,843.26	2,270,563.13
4	6	408,841.53	2,270,564.98
4	7	408,827.76	2,270,589.04
4	8	408,826.05	2,270,594.58
4	9	408,827.80	2,270,596.42
4	10	408,855.63	2,270,601.80
4	11	408,883.47	2,270,607.19
4	12	408,930.42	2,270,614.32
4	13	408,935.62	2,270,612.44
4	14	408,930.21	2,270,575.58
4	15	408,919.72	2,270,562.72
4	16	408,914.43	2,270,547.99
4	17	408,903.98	2,270,544.36
5	1	408,843.11	2,270,535.46
5	2	408,844.82	2,270,529.92
5	3	408,808.54	2,270,521.37
5	4	408,801.57	2,270,544.92
5	5	408,796.01	2,270,566.19
5	6	408,789.82	2,270,592.07
5	7	408,787.76	2,270,609.37



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
5	8	408,788.14	2,270,620.36
5	9	408,792.91	2,270,627.71
5	10	408,798.43	2,270,627.93
5	11	408,803.56	2,270,613.15
5	12	408,803.55	2,270,611.30
5	13	408,812.31	2,270,596.50
5	14	408,829.37	2,270,565.05
5	15	408,843.12	2,270,537.31
6	1	408,881.88	2,270,463.19
6	2	408,857.41	2,270,457.95
6	3	408,845.14	2,270,457.32
6	4	408,835.19	2,270,461.97
6	5	408,827.36	2,270,469.59
6	6	408,818.25	2,270,490.55
6	7	408,813.45	2,270,511.64
6	8	408,849.99	2,270,520.67
6	9	408,855.16	2,270,513.26
6	10	408,875.81	2,270,476.26
7	1	408,918.04	2,270,430.91
7	2	408,913.77	2,270,424.40
7	3	408,903.43	2,270,441.06
7	4	408,898.28	2,270,452.16
7	5	408,894.85	2,270,461.40
7	6	408,886.27	2,270,481.74
7	7	408,863.90	2,270,522.44
7	8	408,872.61	2,270,527.93
7	9	408,907.41	2,270,535.12
7	10	408,916.10	2,270,535.07
7	11	408,924.73	2,270,525.80
7	12	408,926.45	2,270,522.10
7	13	408,926.30	2,270,494.43
7	14	408,920.93	2,270,464.95
7	15	408,920.92	2,270,463.10
7	16	408,919.14	2,270,453.89
7	17	408,919.10	2,270,446.51
7	18	408,919.08	2,270,442.82
8	1	409,060.95	2,270,325.85

Polígono	Vértice	X	Y
8	2	409,068.65	2,270,303.67
8	3	409,062.56	2,270,303.71
8	4	409,043.43	2,270,300.12
8	5	409,029.52	2,270,298.35
8	6	409,017.36	2,270,298.41
8	7	409,008.67	2,270,298.46
8	8	408,996.49	2,270,296.68
8	9	408,973.89	2,270,294.96
8	10	408,966.93	2,270,293.15
8	11	408,946.07	2,270,291.42
8	12	408,933.92	2,270,293.33
8	13	408,932.18	2,270,293.33
8	14	408,926.99	2,270,297.05
8	15	408,925.32	2,270,309.97
8	16	408,923.60	2,270,313.67
8	17	408,923.80	2,270,350.56
8	18	408,929.16	2,270,378.21
8	19	408,931.05	2,270,407.71
8	20	408,936.43	2,270,439.04
8	21	408,938.24	2,270,451.94
8	22	408,940.15	2,270,483.29
8	23	408,947.25	2,270,510.92
8	24	408,954.16	2,270,503.51
8	25	408,981.73	2,270,460.93
8	26	409,002.47	2,270,438.69
8	27	409,017.95	2,270,409.09
8	28	409,045.50	2,270,362.83
9	1	409,104.66	2,269,726.10
9	2	409,101.39	2,269,714.85
9	3	409,107.11	2,269,697.28
9	4	409,107.74	2,269,662.78
9	5	409,128.27	2,269,667.01
9	6	409,127.43	2,269,651.35
9	7	409,118.11	2,269,615.58
9	8	409,111.55	2,269,595.05
9	9	409,095.89	2,269,570.71
9	10	409,084.88	2,269,567.32



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Poligono	Vértice	X	Y
9	11	409,070.28	2,269,561.39
9	12	409,061.60	2,269,561.39
9	13	409,047.20	2,269,559.91
9	14	409,034.93	2,269,556.74
9	15	409,015.45	2,269,549.75
9	16	409,009.10	2,269,562.66
9	17	408,983.49	2,269,570.49
9	18	408,976.72	2,269,563.93
9	19	408,980.32	2,269,545.52
9	20	408,971.22	2,269,539.59
9	21	408,963.82	2,269,543.11
9	22	408,960.08	2,269,556.15
9	23	408,955.20	2,269,581.63
9	24	408,954.08	2,269,592.91
9	25	408,952.93	2,269,605.31
9	26	408,951.97	2,269,618.33
9	27	408,951.33	2,269,631.07
9	28	408,955.77	2,269,653.46
9	29	408,954.44	2,269,704.71
9	30	408,954.18	2,269,714.73
9	31	409,069.77	2,269,726.74
9	32	409,070.95	2,269,795.68
9	33	409,062.79	2,269,876.39
9	34	408,982.96	2,269,868.02
9	35	408,975.59	2,270,048.15
9	36	408,981.20	2,270,059.76
9	37	408,975.33	2,270,060.87
9	38	408,974.43	2,270,151.72
9	39	408,875.88	2,270,148.08
9	40	408,887.45	2,270,250.61
9	41	408,888.77	2,270,276.08
9	42	408,884.47	2,270,296.58
9	43	408,883.63	2,270,298.34
9	44	408,909.62	2,270,298.99
9	45	408,911.34	2,270,295.29
9	46	408,913.05	2,270,289.75
9	47	408,923.43	2,270,282.31

Poligono	Vértice	X	Y
9	48	408,928.64	2,270,280.44
9	49	408,939.05	2,270,278.54
9	50	408,943.18	2,270,277.47
9	51	408,946.02	2,270,282.19
9	52	408,956.45	2,270,282.14
9	53	408,961.66	2,270,282.11
9	54	408,965.16	2,270,285.78
9	55	408,972.11	2,270,285.74
9	56	408,975.57	2,270,283.88
9	57	408,977.31	2,270,283.87
9	58	408,992.97	2,270,287.48
9	59	409,006.88	2,270,289.25
9	60	409,015.58	2,270,291.04
9	61	409,019.04	2,270,289.18
9	62	409,024.26	2,270,289.15
9	63	409,045.12	2,270,290.89
9	64	409,067.72	2,270,292.61
9	65	409,072.09	2,270,292.59
9	66	409,084.81	2,270,239.02
9	67	409,089.80	2,270,196.57
9	68	409,091.33	2,270,157.82
9	69	409,091.17	2,270,128.31
9	70	409,092.66	2,270,082.19
9	71	409,095.81	2,270,021.30
9	72	409,097.32	2,269,978.86
9	73	409,100.56	2,269,934.57
9	74	409,105.52	2,269,886.58
9	75	409,105.30	2,269,846.00
9	76	409,106.86	2,269,812.79
9	77	409,108.57	2,269,807.25
9	78	409,110.26	2,269,798.01
9	79	409,104.99	2,269,786.98
9	80	409,106.52	2,269,748.23
9	81	409,106.43	2,269,731.63
11	1	408,918.68	2,269,251.83
11	2	408,954.97	2,269,241.38
11	3	408,961.11	2,269,233.13



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
11	4	408,974.87	2,269,231.01
11	5	408,993.92	2,269,216.83
11	6	409,001.96	2,269,229.95
11	7	408,993.92	2,269,253.24
11	8	408,974.02	2,269,248.16
11	9	408,971.48	2,269,256.20
11	10	408,969.79	2,269,288.16
11	11	408,977.20	2,269,291.55
11	12	408,986.93	2,269,286.89
11	13	408,996.67	2,269,313.56
11	14	409,007.46	2,269,327.32
11	15	409,014.87	2,269,340.02
11	16	409,010.22	2,269,359.28
11	17	409,019.53	2,269,381.93
11	18	409,039.43	2,269,395.26
11	19	409,029.05	2,269,407.12
11	20	409,010.64	2,269,395.90
11	21	409,004.71	2,269,386.16
11	22	408,991.59	2,269,375.37
11	23	408,985.24	2,269,355.26
11	24	408,974.02	2,269,349.12
11	25	408,971.27	2,269,338.33
11	26	408,976.35	2,269,326.68
11	27	408,970.42	2,269,309.75
11	28	408,978.47	2,269,305.09
11	29	408,974.66	2,269,298.96
11	30	408,966.19	2,269,291.97
11	31	408,965.34	2,269,263.61
11	32	408,959.73	2,269,262.56
11	33	408,960.05	2,269,270.23
11	34	408,961.80	2,269,295.14
11	35	408,964.04	2,269,319.96
11	36	408,964.45	2,269,344.94
11	37	408,962.74	2,269,363.66
11	38	408,973.54	2,269,356.50
11	39	408,982.01	2,269,390.79
11	40	408,992.17	2,269,395.87

Polígono	Vértice	X	Y
11	41	408,978.62	2,269,419.36
11	42	408,985.40	2,269,426.77
11	43	408,978.84	2,269,438.41
11	44	408,963.38	2,269,431.64
11	45	408,959.57	2,269,445.82
11	46	408,969.10	2,269,456.62
11	47	408,984.13	2,269,488.16
11	48	408,975.87	2,269,496.62
11	49	408,963.60	2,269,497.68
11	50	408,963.81	2,269,521.81
11	51	408,971.00	2,269,535.78
11	52	408,986.88	2,269,538.96
11	53	409,002.75	2,269,537.05
11	54	409,024.98	2,269,548.69
11	55	409,039.80	2,269,554.62
11	56	409,051.23	2,269,556.95
11	57	409,062.23	2,269,554.83
11	58	409,073.24	2,269,558.85
11	59	409,089.75	2,269,565.41
11	60	409,095.89	2,269,559.49
11	61	409,103.51	2,269,559.91
11	62	409,111.13	2,269,553.77
11	63	409,113.03	2,269,545.31
11	64	409,108.16	2,269,535.78
11	65	409,109.22	2,269,505.94
11	66	409,111.76	2,269,457.68
11	67	409,113.46	2,269,432.91
11	68	409,109.01	2,269,418.94
11	69	409,102.03	2,269,415.34
11	70	409,104.74	2,269,397.49
11	71	409,109.50	2,269,397.49
11	72	409,112.68	2,269,382.68
11	73	409,111.51	2,269,366.48
11	74	409,110.46	2,269,353.57
11	75	409,112.47	2,269,337.51
11	76	409,113.10	2,269,320.15
11	77	409,108.44	2,269,288.61



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
11	78	409,104.85	2,269,266.60
11	79	409,100.40	2,269,255.38
11	80	409,095.32	2,269,249.67
11	81	409,089.39	2,269,243.10
11	82	409,085.37	2,269,237.60
11	83	409,083.47	2,269,228.50
11	84	409,085.16	2,269,222.15
11	85	409,094.47	2,269,212.62
11	86	409,097.86	2,269,205.64
11	87	409,100.40	2,269,197.81
11	88	409,106.96	2,269,188.49
11	89	409,110.77	2,269,181.51
11	90	409,109.93	2,269,169.44
11	91	409,108.02	2,269,153.78
11	92	409,102.52	2,269,139.60
11	93	409,092.15	2,269,133.25
11	94	409,078.81	2,269,124.99
11	95	409,055.10	2,269,114.83
11	96	409,030.03	2,269,102.85
11	97	409,025.50	2,269,102.17
11	98	409,013.76	2,269,099.47
11	99	409,004.07	2,269,093.75
11	100	408,987.40	2,269,087.40
11	101	408,977.88	2,269,082.17
11	102	408,964.07	2,269,072.80
11	103	408,949.46	2,269,066.61
11	104	408,940.10	2,269,064.54
11	105	408,925.02	2,269,059.46
11	106	408,901.36	2,269,048.51
11	107	408,887.39	2,269,041.53
11	108	408,875.01	2,269,032.48
11	109	408,865.33	2,269,023.90
11	110	408,862.31	2,269,025.65
11	111	408,865.01	2,269,033.11
11	112	408,855.92	2,269,034.29
11	113	408,858.23	2,269,050.83
11	114	408,848.59	2,269,054.61

Polígono	Vértice	X	Y
11	115	408,851.66	2,269,066.75
11	116	408,855.47	2,269,081.50
11	117	408,862.63	2,269,105.60
11	118	408,865.14	2,269,113.69
11	119	408,868.34	2,269,123.19
11	120	408,872.80	2,269,134.85
11	121	408,877.31	2,269,146.46
11	122	408,881.91	2,269,158.05
11	123	408,886.35	2,269,169.63
11	124	408,890.97	2,269,181.30
11	125	408,895.58	2,269,192.97
11	126	408,899.27	2,269,202.27
11	127	408,901.02	2,269,206.95
11	128	408,905.24	2,269,217.90
11	129	408,910.10	2,269,230.36
11	130	408,914.95	2,269,242.81
12	1	409,127.84	2,269,368.01
12	2	409,127.74	2,269,367.86
12	3	409,126.38	2,269,364.46
12	4	409,124.77	2,269,356.43
12	5	409,123.79	2,269,351.05
12	6	409,122.23	2,269,345.75
12	7	409,121.89	2,269,344.13
12	8	409,121.10	2,269,337.65
12	9	409,121.12	2,269,335.02
12	10	409,121.92	2,269,329.46
12	11	409,122.83	2,269,326.49
12	12	409,125.16	2,269,321.70
12	13	409,125.94	2,269,319.30
12	14	409,126.01	2,269,315.44
12	15	409,126.04	2,269,313.78
12	16	409,125.49	2,269,309.94
12	17	409,125.45	2,269,307.42
12	18	409,126.14	2,269,304.73
12	19	409,128.25	2,269,299.57
12	20	409,128.82	2,269,298.40
12	21	409,132.01	2,269,292.82



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Poligono	Vértice	X	Y
12	22	409,133.30	2,269,290.95
12	23	409,135.70	2,269,275.79
12	24	409,138.85	2,269,254.20
12	25	409,138.73	2,269,253.73
12	26	409,137.61	2,269,247.93
12	27	409,137.58	2,269,247.41
12	28	409,137.39	2,269,246.75
12	29	409,137.15	2,269,245.74
12	30	409,137.00	2,269,244.28
12	31	409,136.70	2,269,233.46
12	32	409,136.68	2,269,233.25
12	33	409,136.65	2,269,232.34
12	34	409,136.66	2,269,232.05
12	35	409,136.59	2,269,229.28
12	36	409,136.46	2,269,224.71
12	37	409,135.87	2,269,223.84
12	38	409,135.12	2,269,222.56
12	39	409,134.54	2,269,221.10
12	40	409,134.17	2,269,219.33
12	41	409,134.12	2,269,217.63
12	42	409,134.56	2,269,209.36
12	43	409,134.13	2,269,203.26
12	44	409,133.68	2,269,195.60
12	45	409,131.67	2,269,183.15
12	46	409,128.93	2,269,178.38
12	47	409,128.00	2,269,176.20
12	48	409,127.61	2,269,173.99
12	49	409,127.73	2,269,171.77
12	50	409,128.19	2,269,170.01
12	51	409,129.71	2,269,165.80
12	52	409,130.69	2,269,163.29
12	53	409,129.06	2,269,157.83
12	54	409,126.94	2,269,152.07
12	55	409,126.42	2,269,149.99
12	56	409,126.40	2,269,147.40
12	57	409,126.84	2,269,145.47
12	58	409,128.01	2,269,141.95

Poligono	Vértice	X	Y
12	59	409,127.88	2,269,138.42
12	60	409,124.40	2,269,127.52
12	61	409,115.14	2,269,101.84
12	62	409,088.61	2,269,028.23
12	63	409,082.81	2,269,027.87
12	64	409,075.51	2,269,028.98
12	65	409,064.56	2,269,028.67
12	66	409,049.63	2,269,025.65
12	67	409,038.68	2,269,024.70
12	68	409,039.00	2,269,041.68
12	69	409,040.90	2,269,054.70
12	70	409,045.19	2,269,066.77
12	71	409,053.92	2,269,078.20
12	72	409,061.22	2,269,085.98
12	73	409,062.65	2,269,092.64
12	74	409,060.11	2,269,098.99
12	75	409,055.98	2,269,103.28
12	76	409,046.46	2,269,105.34
12	77	409,057.22	2,269,111.66
12	78	409,075.85	2,269,120.12
12	79	409,088.55	2,269,126.69
12	80	409,104.85	2,269,136.85
12	81	409,110.14	2,269,148.28
12	82	409,112.25	2,269,158.44
12	83	409,113.31	2,269,169.44
12	84	409,114.16	2,269,180.24
12	85	409,113.31	2,269,187.44
12	86	409,108.66	2,269,193.57
12	87	409,103.79	2,269,200.14
12	88	409,101.67	2,269,208.18
12	89	409,096.59	2,269,217.92
12	90	409,090.45	2,269,223.63
12	91	409,087.91	2,269,228.08
12	92	409,088.12	2,269,233.37
12	93	409,091.93	2,269,240.78
12	94	409,098.92	2,269,247.55
12	95	409,103.58	2,269,254.96



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Poligono	Vértice	X	Y
12	96	409,108.44	2,269,265.75
12	97	409,110.77	2,269,279.72
12	98	409,113.74	2,269,303.22
12	99	409,116.06	2,269,318.03
12	100	409,116.70	2,269,333.27
12	101	409,114.37	2,269,348.30
12	102	409,113.95	2,269,354.65
12	103	409,116.49	2,269,376.45
12	104	409,116.49	2,269,387.04
12	105	409,113.31	2,269,397.20
12	106	409,111.41	2,269,406.72
12	107	409,119.24	2,269,403.34
12	108	409,124.53	2,269,415.19
12	109	409,130.98	2,269,417.64
12	110	409,130.39	2,269,410.82
12	111	409,128.60	2,269,389.41
13	1	409,035.93	2,269,042.16
13	2	409,035.29	2,269,023.27
13	3	408,998.31	2,269,018.51
13	4	408,985.61	2,269,025.65
13	5	408,938.14	2,269,025.65
13	6	408,933.22	2,269,028.83
13	7	408,923.06	2,269,030.57
13	8	408,914.96	2,269,021.21
13	9	408,917.82	2,269,007.39
13	10	408,896.55	2,269,006.28
13	11	408,888.93	2,269,010.25
13	12	408,879.08	2,269,012.16
13	13	408,878.29	2,269,009.62
13	14	408,892.26	2,268,999.46
13	15	408,890.99	2,268,978.98
13	16	408,881.15	2,268,983.74
13	17	408,857.71	2,269,001.57
13	18	408,861.58	2,269,017.06
13	19	408,871.78	2,269,025.49
13	20	408,876.70	2,269,028.51
13	21	408,880.51	2,269,034.22

Poligono	Vértice	X	Y
13	22	408,889.72	2,269,038.35
13	23	408,907.34	2,269,047.24
13	24	408,925.12	2,269,055.50
13	25	408,941.63	2,269,061.05
13	26	408,952.74	2,269,063.91
13	27	408,964.97	2,269,069.31
13	28	408,976.40	2,269,075.82
13	29	408,986.40	2,269,082.80
13	30	409,000.21	2,269,087.88
13	31	409,015.93	2,269,096.61
13	32	409,030.69	2,269,099.79
13	33	409,050.53	2,269,101.69
13	34	409,056.25	2,269,098.52
13	35	409,058.00	2,269,095.34
13	36	409,058.31	2,269,088.99
13	37	409,051.49	2,269,080.10
13	38	409,045.30	2,269,072.64
13	39	409,038.95	2,269,062.16
13	40	409,036.41	2,269,051.05
14	1	409,086.89	2,269,023.46
14	2	409,047.26	2,268,913.46
14	3	409,042.36	2,268,900.95
14	4	409,036.99	2,268,889.11
14	5	409,030.35	2,268,876.41
14	6	409,024.06	2,268,865.81
14	7	409,025.64	2,268,862.22
14	8	409,026.63	2,268,858.57
14	9	409,027.17	2,268,854.65
14	10	408,936.00	2,268,925.02
14	11	408,849.01	2,268,993.27
14	12	408,857.23	2,268,997.55
14	13	408,868.18	2,268,990.09
14	14	408,882.79	2,268,978.50
14	15	408,897.55	2,268,972.95
14	16	408,912.00	2,268,964.53
14	17	408,943.43	2,268,962.47
14	18	408,955.81	2,268,964.37



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
14	19	408,998.04	2,268,972.47
14	20	409,000.90	2,269,012.32
14	21	409,028.84	2,269,018.35
14	22	409,038.68	2,269,019.62
14	23	409,044.87	2,269,020.41
14	24	409,054.56	2,269,021.84
14	25	409,061.86	2,269,024.38
14	26	409,072.02	2,269,024.54
15	1	408,768.55	2,268,889.88
15	2	408,766.80	2,268,895.40
15	3	408,769.65	2,268,904.61
15	4	408,760.92	2,268,923.02
15	5	408,758.38	2,268,920.33
15	6	408,765.37	2,268,903.34
15	7	408,762.51	2,268,895.88
15	8	408,765.54	2,268,887.73
15	9	408,737.10	2,268,789.37
15	10	408,728.02	2,268,796.11
15	11	408,731.19	2,268,817.06
15	12	408,738.39	2,268,851.99
15	13	408,742.62	2,268,887.76
15	14	408,745.37	2,268,901.10
15	15	408,741.78	2,268,899.61
15	16	408,734.79	2,268,853.47
15	17	408,729.71	2,268,826.59
15	18	408,722.51	2,268,796.11
15	19	408,718.07	2,268,774.52
15	20	408,714.05	2,268,751.45
15	21	408,707.49	2,268,712.71
15	22	408,700.92	2,268,686.68
15	23	408,696.27	2,268,657.47
15	24	408,690.98	2,268,622.75
15	25	408,686.95	2,268,605.82
15	26	408,678.49	2,268,616.19
15	27	408,668.12	2,268,641.80
15	28	408,657.32	2,268,672.71
15	29	408,649.70	2,268,693.24

Polígono	Vértice	X	Y
15	30	408,635.31	2,268,712.08
15	31	408,629.80	2,268,708.06
15	32	408,649.49	2,268,677.15
15	33	408,659.23	2,268,649.21
15	34	408,671.71	2,268,617.46
15	35	408,680.03	2,268,598.29
15	36	408,667.30	2,268,602.12
15	37	408,654.60	2,268,581.49
15	38	408,637.14	2,268,558.86
15	39	408,609.36	2,268,475.12
15	40	408,576.35	2,268,513.79
15	41	408,602.54	2,268,532.84
15	42	408,586.67	2,268,548.72
15	43	408,601.35	2,268,570.15
15	44	408,599.76	2,268,598.33
15	45	408,572.78	2,268,628.49
15	46	408,595.00	2,268,656.67
15	47	408,611.67	2,268,688.81
15	48	408,615.24	2,268,711.43
15	49	408,611.27	2,268,718.58
15	50	408,659.99	2,268,797.26
15	51	408,712.68	2,268,871.34
15	52	408,791.49	2,268,991.78
15	53	408,815.11	2,268,977.23
15	54	408,820.19	2,268,979.73
15	55	408,825.80	2,268,980.53
15	56	408,832.46	2,268,976.48
15	57	408,845.71	2,268,967.28
15	58	408,855.30	2,268,960.09
15	59	408,870.19	2,268,948.59
15	60	408,883.58	2,268,938.25
15	61	408,912.59	2,268,915.86
15	62	408,917.40	2,268,912.16
15	63	408,906.57	2,268,902.88
15	64	408,808.54	2,268,966.38
15	65	408,774.81	2,268,911.61
15	66	408,876.01	2,268,848.90



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Poligono	Vértice	X	Y
15	67	408,867.28	2,268,838.19
16	1	408,717.31	2,268,587.04
16	2	408,702.02	2,268,591.66
16	3	408,699.44	2,268,597.14
16	4	408,692.25	2,268,600.95
16	5	408,689.92	2,268,605.61
16	6	408,693.94	2,268,613.44
16	7	408,694.36	2,268,621.06
16	8	408,698.17	2,268,647.31
16	9	408,702.19	2,268,669.32
16	10	408,703.68	2,268,683.08
16	11	408,708.76	2,268,703.61
16	12	408,710.45	2,268,711.44
16	13	408,714.89	2,268,733.46
16	14	408,719.76	2,268,745.10
16	15	408,717.01	2,268,750.60
16	16	408,720.61	2,268,755.47
16	17	408,739.66	2,268,744.25
16	18	408,740.08	2,268,733.67
16	19	408,737.54	2,268,715.46
16	20	408,732.46	2,268,700.86
16	21	408,729.08	2,268,681.60
16	22	408,725.05	2,268,654.72
16	23	408,724.42	2,268,641.59
16	24	408,721.46	2,268,617.89
16	25	408,718.07	2,268,601.80
17	1	408,808.21	2,268,711.96
17	2	408,806.48	2,268,685.06
17	3	408,807.10	2,268,652.26
17	4	408,806.12	2,268,641.93
17	5	408,798.03	2,268,629.76
17	6	408,775.08	2,268,599.79
17	7	408,747.86	2,268,565.56
17	8	408,726.15	2,268,572.80
17	9	408,724.39	2,268,575.64
17	10	408,722.08	2,268,592.88
17	11	408,724.62	2,268,614.47

Poligono	Vértice	X	Y
17	12	408,727.80	2,268,637.75
17	13	408,728.22	2,268,653.63
17	14	408,730.55	2,268,668.23
17	15	408,734.57	2,268,696.17
17	16	408,737.53	2,268,706.75
17	17	408,740.92	2,268,711.83
17	18	408,743.04	2,268,726.02
17	19	408,744.73	2,268,741.26
17	20	408,755.31	2,268,741.47
17	21	408,771.19	2,268,727.71
17	22	408,775.21	2,268,715.64
17	23	408,784.10	2,268,707.81
17	24	408,798.49	2,268,706.54
18	1	408,726.15	2,268,572.80
18	2	408,747.86	2,268,565.56
18	3	408,775.08	2,268,599.79
18	4	408,798.03	2,268,629.76
18	5	408,806.12	2,268,641.93
18	6	408,807.10	2,268,652.26
18	7	408,806.48	2,268,685.06
18	8	408,808.21	2,268,711.96
18	9	408,813.31	2,268,714.80
18	10	408,820.93	2,268,720.30
18	11	408,847.81	2,268,710.78
18	12	408,859.88	2,268,710.14
18	13	408,866.23	2,268,719.67
18	14	408,862.63	2,268,728.34
18	15	408,850.35	2,268,732.79
18	16	408,851.83	2,268,748.88
18	17	408,860.30	2,268,777.66
18	18	408,871.31	2,268,787.82
18	19	408,872.15	2,268,810.47
18	20	408,875.75	2,268,827.62
18	21	408,885.91	2,268,844.97
18	22	408,909.19	2,268,877.57
18	23	408,901.36	2,268,888.79
18	24	408,904.75	2,268,894.93



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
18	25	408,913.64	2,268,893.02
18	26	408,925.74	2,268,905.74
18	27	408,927.69	2,268,904.24
18	28	408,942.36	2,268,892.99
18	29	408,966.91	2,268,874.02
18	30	408,982.48	2,268,862.18
18	31	408,997.22	2,268,850.93
18	32	409,011.95	2,268,839.57
18	33	409,019.33	2,268,833.89
18	34	409,016.18	2,268,831.15
18	35	409,012.44	2,268,829.00
18	36	409,010.61	2,268,827.95
18	37	409,006.06	2,268,826.48
18	38	409,002.54	2,268,825.90
18	39	408,997.24	2,268,825.67
18	40	408,994.94	2,268,824.97
18	41	408,993.60	2,268,824.05
18	42	408,993.45	2,268,823.95
18	43	408,978.47	2,268,801.84
18	44	408,965.73	2,268,777.40
18	45	408,955.80	2,268,751.70
18	46	408,949.05	2,268,726.24
18	47	408,945.07	2,268,700.33
18	48	408,943.95	2,268,669.21
18	49	408,946.17	2,268,642.21
18	50	408,951.09	2,268,616.66
18	51	408,961.84	2,268,573.25
18	52	408,965.66	2,268,555.35
18	53	408,968.39	2,268,536.66
18	54	408,969.85	2,268,517.99
18	55	408,970.10	2,268,500.59
18	56	408,969.36	2,268,484.32
18	57	408,967.48	2,268,466.53

Polígono	Vértice	X	Y
18	58	408,964.77	2,268,450.39
18	59	408,960.37	2,268,431.58
18	60	408,955.26	2,268,414.72
18	61	408,949.70	2,268,399.68
18	62	408,942.09	2,268,382.46
18	63	408,933.69	2,268,366.36
18	64	408,922.94	2,268,348.82
18	65	408,912.28	2,268,333.85
18	66	408,900.93	2,268,319.89
18	67	408,890.39	2,268,308.40
18	68	408,887.85	2,268,305.83
18	69	408,854.24	2,268,270.82
18	70	408,775.64	2,268,188.44
18	71	408,761.30	2,268,172.27
18	72	408,784.78	2,268,205.65
18	73	408,840.74	2,268,297.32
18	74	408,864.95	2,268,337.80
18	75	408,881.61	2,268,356.06
18	76	408,876.06	2,268,362.41
18	77	408,862.17	2,268,346.14
18	78	408,846.69	2,268,323.12
18	79	408,805.81	2,268,255.25
18	80	408,747.87	2,268,158.42
18	81	408,704.21	2,268,190.17
18	82	408,851.06	2,268,376.70
18	83	408,787.56	2,268,399.72
18	84	408,789.94	2,268,421.94
18	85	408,784.38	2,268,430.28
18	86	408,755.01	2,268,442.58
18	87	408,728.42	2,268,517.19
18	88	408,728.02	2,268,539.81
18	89	408,731.60	2,268,564.02

Dentro del predio se delimitaron 18 polígonos con vegetación forestal; sin embargo, uno de ellos, el número 10, se encuentra bajo proceso administrativo con la PROFEPA de acuerdo con



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

la Resolución Administrativa No.103/2018, que corresponde al Expediente No. PFFPA/28.3/2C.27.2/0002-18. Esto conlleva a que el polígono NO sea sometido a impacto ambiental por cambio de uso de suelo en áreas forestales. A continuación se despliegan las coordenadas del polígono 10.

Polígono	Vértice	X	Y
10	1	408,909.62	2,270,298.99
10	2	408,920.06	2,270,300.78
10	3	408,923.53	2,270,300.76
10	4	408,926.99	2,270,297.05
10	5	408,932.18	2,270,293.33
10	6	408,933.92	2,270,293.33
10	7	408,946.07	2,270,291.42
10	8	408,966.93	2,270,293.15
10	9	408,973.89	2,270,294.96
10	10	408,996.49	2,270,296.68
10	11	409,008.67	2,270,298.46
10	12	409,017.36	2,270,298.41
10	13	409,029.52	2,270,298.35
10	14	409,043.43	2,270,300.12
10	15	409,062.56	2,270,303.71
10	16	409,068.65	2,270,303.67
10	17	409,060.95	2,270,325.85
10	18	409,045.50	2,270,362.83
10	19	409,017.95	2,270,409.09
10	20	409,002.47	2,270,438.69
10	21	408,981.73	2,270,460.93
10	22	408,954.16	2,270,503.51
10	23	408,947.25	2,270,510.92
10	24	408,940.15	2,270,483.29
10	25	408,938.24	2,270,451.94
10	26	408,936.43	2,270,439.04
10	27	408,931.05	2,270,407.71
10	28	408,929.16	2,270,378.21
10	29	408,923.80	2,270,350.56
10	30	408,923.60	2,270,313.67

Polígono	Vértice	X	Y
10	31	408,925.32	2,270,309.97
10	32	408,909.62	2,270,298.99
10	33	408,907.89	2,270,300.84
10	34	408,904.46	2,270,308.24
10	35	408,902.73	2,270,310.09
10	36	408,904.52	2,270,319.31
10	37	408,908.11	2,270,341.42
10	38	408,915.38	2,270,400.41
10	39	408,919.08	2,270,442.82
10	40	408,919.10	2,270,446.51
10	41	408,919.14	2,270,453.89
10	42	408,920.92	2,270,463.10
10	43	408,920.93	2,270,464.95
10	44	408,926.30	2,270,494.43
10	45	408,926.45	2,270,522.10
10	46	408,924.73	2,270,525.80
10	47	408,916.10	2,270,535.07
10	48	408,907.41	2,270,535.12
10	49	408,872.61	2,270,527.93
10	50	408,863.90	2,270,522.44
10	51	408,886.27	2,270,481.74
10	52	408,894.85	2,270,461.40
10	53	408,898.28	2,270,452.16
10	54	408,903.43	2,270,441.06
10	55	408,913.77	2,270,424.40
10	56	408,913.63	2,270,398.58
10	57	408,908.46	2,270,407.83
10	58	408,903.34	2,270,424.46
10	59	408,889.56	2,270,446.67
10	60	408,875.81	2,270,476.26



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
10	61	408,855.16	2,270,513.26
10	62	408,849.99	2,270,520.67
10	63	408,813.45	2,270,511.64
10	64	408,809.96	2,270,509.81
10	65	408,801.27	2,270,509.86
10	66	408,785.63	2,270,509.94
10	67	408,785.66	2,270,515.48
10	68	408,787.40	2,270,515.47
10	69	408,803.07	2,270,520.92
10	70	408,806.54	2,270,520.90
10	71	408,844.82	2,270,529.92
10	72	408,903.98	2,270,544.36
10	73	408,914.43	2,270,547.99
10	74	408,919.72	2,270,562.72
10	75	408,930.21	2,270,575.58
10	76	408,935.62	2,270,612.44
10	77	408,930.42	2,270,614.32
10	78	408,883.47	2,270,607.19
10	79	408,855.63	2,270,601.80
10	80	408,827.80	2,270,596.42
10	81	408,826.05	2,270,594.58
10	82	408,827.76	2,270,589.04
10	83	408,841.53	2,270,564.98
10	84	408,843.26	2,270,563.13
10	85	408,846.69	2,270,553.89
10	86	408,846.68	2,270,552.04
10	87	408,855.30	2,270,539.09
10	88	408,853.53	2,270,533.56
10	89	408,850.05	2,270,531.74
10	90	408,843.11	2,270,535.46
10	91	408,843.12	2,270,537.31
10	92	408,829.37	2,270,565.05
10	93	408,812.31	2,270,596.50
10	94	408,803.55	2,270,611.30
10	95	408,803.56	2,270,613.15

Polígono	Vértice	X	Y
10	96	408,798.43	2,270,627.93
10	97	408,805.39	2,270,629.74
10	98	408,808.85	2,270,626.03
10	99	408,810.55	2,270,620.49
10	100	408,819.15	2,270,603.84
10	101	408,824.38	2,270,605.66
10	102	408,836.55	2,270,607.44
10	103	408,846.98	2,270,609.23
10	104	408,886.99	2,270,616.39
10	105	408,907.86	2,270,619.97
10	106	408,914.82	2,270,621.78
10	107	408,923.51	2,270,621.73
10	108	408,925.26	2,270,623.57
10	109	408,925.28	2,270,627.26
10	110	408,911.42	2,270,634.71
10	111	408,906.21	2,270,636.58
10	112	408,888.89	2,270,645.90
10	113	408,878.48	2,270,649.64
10	114	408,868.07	2,270,653.39
10	115	408,854.21	2,270,660.84
10	116	408,852.48	2,270,662.69
10	117	408,845.54	2,270,664.57
10	118	408,833.38	2,270,664.64
10	119	408,828.18	2,270,666.51
10	120	408,814.28	2,270,666.59
10	121	408,812.55	2,270,668.44
10	122	408,810.87	2,270,679.52
10	123	408,807.41	2,270,683.23
10	124	408,802.22	2,270,686.94
10	125	408,795.28	2,270,688.82
10	126	408,779.68	2,270,696.29
10	127	408,769.28	2,270,700.03
10	128	408,774.44	2,270,690.78
10	129	408,774.42	2,270,687.09
10	130	408,772.67	2,270,685.26



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
10	131	408,767.46	2,270,685.28
10	132	408,762.29	2,270,694.54
10	133	408,757.14	2,270,704.76
10	134	408,753.69	2,270,709.34
10	135	408,745.01	2,270,711.23
10	136	408,734.62	2,270,717.69
10	137	408,725.95	2,270,722.40
10	138	408,720.74	2,270,722.43
10	139	408,708.61	2,270,728.03
10	140	408,699.95	2,270,733.61
10	141	408,684.36	2,270,742.91
10	142	408,680.99	2,270,744.78
10	143	408,673.95	2,270,746.66
10	144	408,667.02	2,270,750.39
10	145	408,661.81	2,270,750.41
10	146	408,660.08	2,270,752.62
10	147	408,654.89	2,270,755.99
10	148	408,644.52	2,270,767.11
10	149	408,642.80	2,270,770.81
10	150	408,644.55	2,270,772.64
10	151	408,648.01	2,270,768.93
10	152	408,655.90	2,270,765.20
10	153	408,668.81	2,270,759.60
10	154	408,675.74	2,270,755.87
10	155	408,682.67	2,270,752.15
10	156	408,701.74	2,270,744.67
10	157	408,703.47	2,270,742.81
10	158	408,720.81	2,270,735.34
10	159	408,724.27	2,270,733.48
10	160	408,726.00	2,270,731.62
10	161	408,734.68	2,270,729.73
10	162	408,755.48	2,270,720.40
10	163	408,771.08	2,270,712.93
10	164	408,783.21	2,270,705.49
10	165	408,790.14	2,270,701.76

Polígono	Vértice	X	Y
10	166	408,809.20	2,270,692.44
10	167	408,826.53	2,270,683.12
10	168	408,826.52	2,270,681.28
10	169	408,824.74	2,270,673.91
10	170	408,833.42	2,270,672.02
10	171	408,838.65	2,270,675.68
10	172	408,840.39	2,270,675.67
10	173	408,850.54	2,270,671.93
10	174	408,861.21	2,270,670.03
10	175	408,873.34	2,270,664.11
10	176	408,885.48	2,270,658.83
10	177	408,892.41	2,270,655.10
10	178	408,897.60	2,270,651.38
10	179	408,902.81	2,270,649.51
10	180	408,921.88	2,270,642.03
10	181	408,927.08	2,270,640.16
10	182	408,937.50	2,270,638.26
10	183	408,941.16	2,270,673.29
10	184	408,942.98	2,270,688.03
10	185	408,942.99	2,270,689.88
10	186	408,943.03	2,270,697.26
10	187	408,946.51	2,270,699.08
10	188	408,949.98	2,270,697.22
10	189	408,951.66	2,270,686.14
10	190	408,949.85	2,270,673.24
10	191	408,946.12	2,270,625.30
10	192	408,944.18	2,270,588.42
10	193	408,942.41	2,270,581.05
10	194	408,952.75	2,270,566.23
10	195	408,956.19	2,270,558.84
10	196	408,959.65	2,270,555.13
10	197	408,966.47	2,270,531.11
10	198	408,978.49	2,270,505.22
10	199	408,993.98	2,270,477.47
10	200	408,997.42	2,270,470.07



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
10	201	409,002.52	2,270,449.75
10	202	409,023.33	2,270,440.42
10	203	409,040.58	2,270,416.35
10	204	409,056.09	2,270,392.28
10	205	409,069.84	2,270,364.54
10	206	409,071.57	2,270,362.69
10	207	409,085.32	2,270,334.94
10	208	409,085.30	2,270,331.25
10	209	409,088.74	2,270,323.86
10	210	409,093.88	2,270,310.92
10	211	409,105.84	2,270,272.12
10	212	409,112.52	2,270,222.27
10	213	409,114.09	2,270,190.91
10	214	409,114.06	2,270,185.37
10	215	409,114.01	2,270,174.31
10	216	409,113.92	2,270,157.70
10	217	409,115.64	2,270,155.85
10	218	409,115.52	2,270,131.87
10	219	409,117.04	2,270,091.28
10	220	409,116.81	2,270,048.85
10	221	409,118.34	2,270,010.11
10	222	409,119.92	2,269,980.58
10	223	409,119.84	2,269,965.83
10	224	409,123.11	2,269,927.07
10	225	409,124.66	2,269,892.02
10	226	409,126.27	2,269,868.03
10	227	409,133.08	2,269,844.01
10	228	409,125.98	2,269,812.69
10	229	409,127.66	2,269,801.61
10	230	409,127.58	2,269,786.85
10	231	409,129.23	2,269,770.24
10	232	409,129.14	2,269,753.64
10	233	409,130.76	2,269,731.50
10	234	409,127.24	2,269,724.14
10	235	409,120.27	2,269,720.49

Polígono	Vértice	X	Y
10	236	409,104.66	2,269,726.10
10	237	409,106.43	2,269,731.63
10	238	409,106.52	2,269,748.23
10	239	409,104.99	2,269,786.97
10	240	409,110.26	2,269,798.01
10	241	409,108.57	2,269,807.25
10	242	409,106.86	2,269,812.79
10	243	409,105.30	2,269,846.00
10	244	409,105.52	2,269,886.58
10	245	409,100.56	2,269,934.57
10	246	409,097.32	2,269,978.86
10	247	409,095.81	2,270,021.30
10	248	409,092.66	2,270,082.19
10	249	409,091.17	2,270,128.31
10	250	409,091.33	2,270,157.82
10	251	409,089.80	2,270,196.57
10	252	409,084.81	2,270,239.02
10	253	409,072.09	2,270,292.59
10	254	409,067.72	2,270,292.61
10	255	409,045.12	2,270,290.89
10	256	409,024.26	2,270,289.15
10	257	409,019.04	2,270,289.18
10	258	409,015.58	2,270,291.04
10	259	409,006.88	2,270,289.25
10	260	408,992.97	2,270,287.48
10	261	408,977.31	2,270,283.87
10	262	408,975.57	2,270,283.88
10	263	408,970.38	2,270,287.60
10	264	408,972.11	2,270,285.74
10	265	408,965.16	2,270,285.78
10	266	408,961.66	2,270,282.11
10	267	408,956.45	2,270,282.14
10	268	408,946.02	2,270,282.19
10	269	408,940.83	2,270,285.91
10	270	408,937.32	2,270,280.39



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
10	271	408,939.05	2,270,278.54
10	272	408,928.64	2,270,280.44
10	273	408,923.43	2,270,282.31

Polígono	Vértice	X	Y
10	274	408,913.05	2,270,289.75
10	275	408,911.34	2,270,295.29

II.1.4 Inversión requerida

La inversión que destinará el promovente para el proyecto de urbanización en un estimado de \$65'547,005 (sesenta y cinco millones quinientos cuarenta y siete mil cinco pesos 00/100 M.N.), dato que se pide se reserve como confidencial.

Lo anterior incluye los gastos de operación de los que se destinarán para el cambio de uso de suelo y la urbanización del predio, dentro de los cuales se han incluido las medidas de mitigación y prevención de los impactos ambientales, dejando un porcentaje libre para que en caso de autorizarse estar en condiciones de realizar las demás actividades que la SEMARNAT tenga a bien emitir para la protección del medio ambiente.

El total destinado para medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales asciende en aproximadamente \$1'310,000.00 (un millón trescientos diez mil pesos 00/100 M.N.), para llevar a cabo actividades de manejo de residuos (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos), emisiones a la atmósfera, rescate, reubicación y reforestación de especies de flora y fauna, obras de regulación pluvial, renta de sanitarios portátiles.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

Las dimensiones del proyecto se muestran a continuación:

Concepto	Superficie (m ²)
Proyecto Total	1,045,390.83
Área forestal	433,048

Es así como se tiene que el terreno colinda al oeste con urbanización, por lo que la superficie forestal dentro del mismo sufriría cierta presión con la que tendería a desaparecer, tomando en cuenta también que al no haber continuidad forestal no podría prestar los mismos servicios como el que se propone ya que no se proporcionarían corredores biológicos ni formadores de colonias de continuidad faunística.



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

El predio motivo del proyecto actualmente no cuenta con un uso aparente, sin embargo, todavía sustenta vegetación denominada como forestal, toda vez que existe un macizo forestal que semicontinuo dentro del Municipio de Tequisquiapan, Qro. Asimismo, el mismo Municipio consideró que su aptitud es urbana, en concordancia con lo establecido también con otros ordenamientos como el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan Del Río - Tequisquiapan.

El predio sustenta en una parte vegetación de matorral crasicale donde los 4 estratos presentan una biodiversidad media, lo que indica que se trata de un matorral en estado de perturbación. Cabe resaltar que no se identificaron especies vegetales enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a la fauna, se encontraron especies de aves como *Amazilia vialiceps*, *Colothorax lucifer*, *Carpodacus mexicanus*, mamíferos pequeños como *Delphis marsupialis*, *Peromyscus difficilis* y *Bassariscus astutus*. Además, se tiene que dentro del predio fueron detectadas las siguientes especies de reptiles enlistadas en NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de protección: *Crotalus molossus* (Pr), *Masticophis flagellum* (A), *Pituophis deppei* (A), *Sceloporus grammicus* (Pr) y *Micrurus browni* (Pr). De acuerdo con la norma, la especie *Pituophis deppei* presenta una distribución endémica.

Empleando la capa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI, publicada por INEGI, se observa que el predio presenta vegetación correspondiente a matorral crasicale.

Actualmente el predio se encuentra sin un uso aparente, y denota algunas perturbaciones por las condiciones de urbanización en los predios aledaños, de igual manera, dentro del mismo predio se encuentran brechas que pudieron ser utilizadas como paso por las comunidades anterior a la urbanización.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

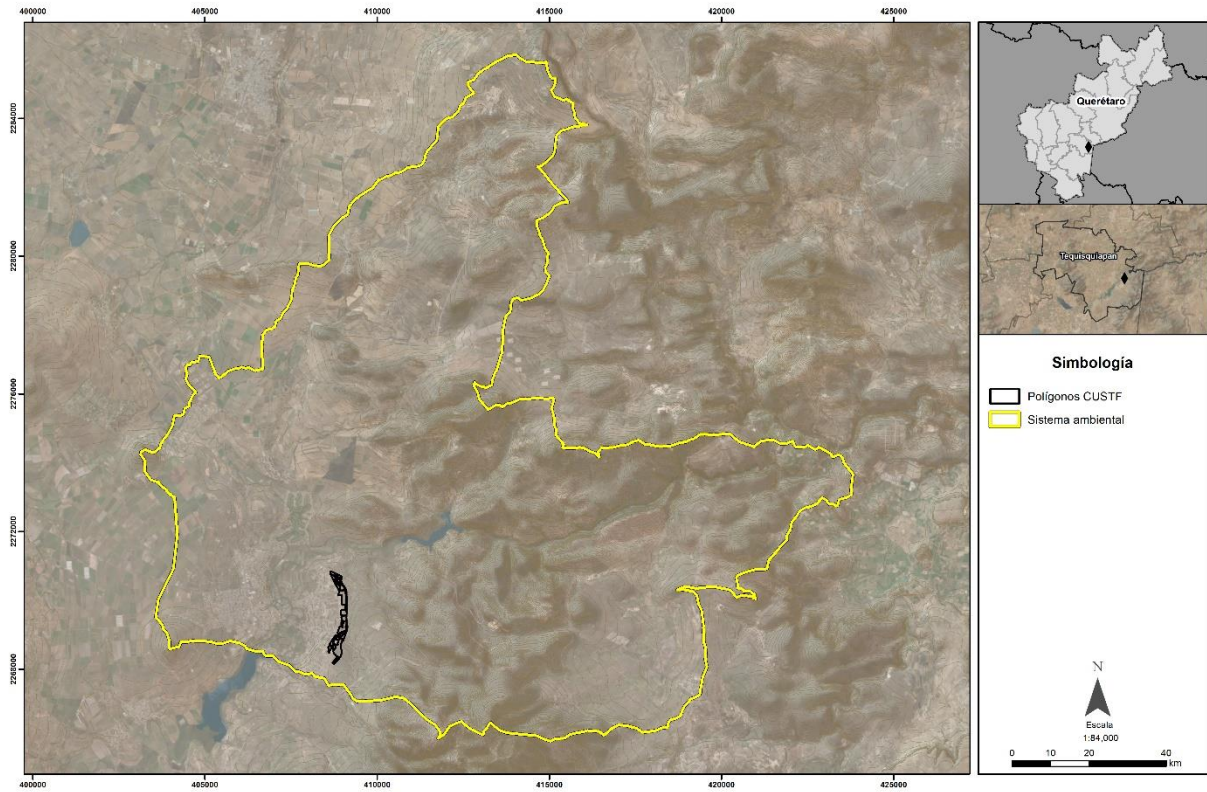


Figura 4. Localización del Proyecto en el Sistema ambiental

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área de cambio de uso de suelo y, en general del predio, contará con servicios básicos sin generar impactos ambientales adicionales, toda vez que el Municipio tiene contemplado llevar los servicios necesarios al predio, tal como lo establece el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan Del Río - Tequisquiapan.

La factibilidad de estos es compatible con todos los ordenamientos ecológicos y urbanos especificados por el Estado y el Municipio de Tequisquiapan.

Los servicios con los que contará la zona y que son factibles para el predio, toda vez que éstos se encuentran a pie de predio, energía eléctrica, agua potable, drenajes pluvial y sanitario, así como líneas de comunicación.



II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa General de Trabajo

El cambio de uso de suelo pretende darse en un periodo de tiempo de 10 años, es decir, realizar la remoción de vegetación forestal del predio y realizar medidas preventivas y de mitigación para la reducción de los impactos ambientales.

El cambio de vocación del suelo corresponde a la construcción para desarrollo habitacional donde se proporcionarán servicios como drenaje pluvial y sanitario, áreas verdes y urbanización.

Cabe resaltar que, si bien el proyecto se llevará a cabo en una sola etapa, la remoción de la vegetación será gradual, lo que ayuda a atenuar un impacto ambiental mayor que el que se daría si la remoción total se diera en un periodo de tiempo corto. Es por ello por lo que, de acuerdo con el avance de la construcción del proyecto y la edificación de estructuras, se irá llevando a cabo la remoción de la vegetación y la implementación de las medidas para minimizar el impacto ambiental del proyecto.

La autorización de impacto ambiental para realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se requiere por un periodo de 6 años, como se muestra a continuación:

Tabla 3. Cronograma de actividades

Actividades	Años					
	1	2	3	4	5	6
Delimitación de áreas de trabajo						
Instalación de áreas temporales de trabajo						
Identificación de especies a rescatar y reubicar						
Rescate y reubicación de flora y fauna*						
Desmonte						
Manejo de residuos vegetales*						
Despalme						
Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo						
Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación						
Implementación de las medidas de conservación de suelo						
Implementación del programa de residuos*						



**Estas son medidas de prevención y mitigación que se describirán en el apartado correspondiente de la MIA.*

Fueron incluidas actividades referentes a medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, con la finalidad de comprobar su efectividad y congruencia con los tiempos de remoción de vegetación.

II.2.2 Descripción de obras y actividades del proyecto

1. Delimitación de áreas de trabajo

Se delimitarán las áreas de trabajo, con cintas de seguridad amarillas o rojas que permitan visualizarse, en donde se comenzarán los trabajos de remoción de vegetación, así como aquellas áreas que se pretende dar un uso temporal como bodegas para guardado de material y equipo, instalaciones para el manejo y acopio temporal de residuos de toda clase, posicionamiento del patio de maniobras para acondicionamiento o descanso de maquinaria y áreas para servicios de los trabajadores como sanitarios móviles y áreas de comedor.

Se delimitará el perímetro en los extremos oriente y sur del predio donde colinda con vegetación forestal con la finalidad de no afectar áreas distintas a las propuestas en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, esta actividad se realizará con apoyo de equipo topográfico y materiales de señalamiento.



Figura 5. Delimitación física de las áreas forestales

2. Instalación de áreas temporales de trabajo



Se instalarán mesas y sillas para el área de comedor de los trabajadores, 1 baño portátil por cada 12 trabajadores, áreas techadas para el manejo y acopio temporal de residuos, áreas techadas para el almacenamiento de materia prima, bodega cerrada para el guardado de maquinaria y equipo.

Cabe resaltar que todas las instalaciones mencionadas no requieren de una construcción civil como tal. De igual manera se especifica que las áreas donde serán colocadas las instalaciones se encuentran dentro del área de cambio de uso de suelo, aprovechando los claros que presenta el predio que no cuentan con vegetación de tipo arbórea, sino únicamente herbáceas y arbustivas.

Las áreas elegidas serán las idóneas para el resguardo de los insumos necesarios en campo y se encontrarán dentro del área para cambio de uso de suelo.

3. Identificación de especies a rescatar y reubicar

La identificación de las especies a rescatar y reubicar se realizará a través del marcaje de individuos con pintura de color vistoso y señalización, dichos individuos corresponderán a los que se describen en el Programa de Rescate y Reubicación anexo.

Esta actividad tiene doble propósito el primero es seleccionar al individuo y el segundo marcar su cara norte para su posterior reubicación.

4. Rescate y reubicación de flora y fauna

Se realizará el rescate, ahuyentamiento y reubicación de la fauna silvestre presente en el predio, contabilizando a 20 especies de aves, 8 de mamíferos, 5 de reptiles y 1 anfibio, de las cuales tres se encuentran registradas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, con la categoría de **Protección especial** (*Kinosternon integrum*, *Salvadora bairdi* y *Sceloporus grammicus*) de las cuales *Kinosternon integrum* y *Salvadora bairdi* presentan una distribución **Endémica**. Durante el rescate se pondrá especial atención a dichas especies. El rescate se llevará a cabo previo al desmonte y la reubicación de los individuos se realizará en un sitio cercano al predio donde se encuentran las condiciones similares a las del hábitat original, es decir, que cuenta con características físicas, climáticas y bióticas semejantes.

Repelentes auditivos; se usarán principalmente para aves y mamíferos medianos.





Figura 6. Uso de parlantes como repelentes auditivos.

Control directo de nidos; una vez realizado el ahuyentamiento se revisan nidos para verificar la presencia de aves y en caso de encontrarse vacíos se eliminan para evitar el regreso de los especímenes.



Figura 7. Ubicación y derribo de nidos vacíos.

Control directo de madrigueras; previo al inicio de actividades se verifican con cámara sonda las madrigueras para asegurarse que no hay presencia de cachorros.



Figura 8. Verificación de madrigueras con uso de cámara sonda.

Una vez verificada la ausencia de animales se procede a la destrucción de las madrigueras para evitar que los animales regresen.



Figura 9. Ejemplo de destrucción de madrigueras.

Captura con el uso de trampas Sherman y Tomahawk; debido a que la mayoría de los animales tienen actividad nocturna se procede al uso de trampas no mortales para su captura.



Figura 10. Captura y manipulación de roedores.



Figura 11. Captura de mapache (*Procyon lotor*) en trampa Tomahawk.

Captura manual de reptiles y anfibios; se realiza a través de búsqueda directa en las primeras horas del día, se revisa la base de las plantas, montículos de ramas o piedras; para ello se usan ganchos o pinzas herpetológicas.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”



Figura 12. Búsqueda intensiva de reptiles y anfibios.



Figura 13. Manipulación manual y con pinzas de serpiente.

Captura de reptiles y anfibios con el uso de barreras de desvío y trampas de foso; Si en la actividad anterior no se tuvo mucho éxito se procede a la colocación de barreras de desvío y trampas de foso.



Figura 14. Barrera de desvío con culebra de agua (*Thamnophis spp*) capturada en trampa de foso

Registro de datos individuales de cada reptil; Una vez capturados los reptiles se registra su especie, talla de cuerpo y cola y se toma una fotografía del ejemplar.



Figura 15. Medidas biométricas de serpientes (a) longitud hocico-cloaca, (b) longitud de la cola.



Figura 16. Medidas biométricas de lagartijas; (a) longitud hocico-cloaca, (b) longitud cola, (c) longitud total.

Transporte de organismos. Después de capturados los animales se transportan a los sitios de liberación de acuerdo al grupo al que pertenecen; las aves en cajas de cartón con ventilación, los mamíferos en las trampas que fueron capturados, los reptiles en bolsas de manta o cajas de plástico traslucidas y los anfibios en cajas de plástico traslucidas con cama de aserrín.





Figura 17. Transporte de aves en cajas de cartón.



Figura 18. Transporte de mamíferos en trampas de captura.



Figura 19. Transporte de serpientes en sacos de manta y caja traslucida.

En lo que a la flora respecta, la ejecución del programa consistirá en rescatar, acondicionar, reubicar, mantener y evaluar las especies de flora asegurando con ello el 80% de la sobrevivencia.

La ejecución del rescate inicia con el marcaje los individuos a rescatar, esta actividad tiene doble propósito el primero es seleccionar al individuo y el segundo marcar su cara norte para su posterior reubicación.



Figura 20. Señalización de arbolado.



Métodos de extracción propuestos

Extracción con cepellón y replantación. Se realiza en árboles, arbustos y hierbas que requieren tener un sistema radicular.



Figura 21. Ejemplo de extracción con cepellón.

Extracción sin cepellón, cicatrización y replantación. Se realiza principalmente en especies rosetófilas y en suculentas que una vez extraídas se envían a vivero para su mantenimiento.



Figura 22. Extracción sin cepellón de maguey y yuca.

Extracción por esqueje. Se utiliza para plantas de tallo succulento como nopales o cactus columnares que tienen la capacidad de producir sistema radicular de esquejes.



Figura 23. Extracción por esqueje.

5. Desmonte

En esta etapa se realiza la remoción de la vegetación, principal actividad del cambio de uso de suelo, la cual se llevará en una sola etapa, pero repartida en los 6 años que se indican en el cronograma.

Justo antes del inicio de esta etapa se llevará a cabo el ahuyentamiento de especies de fauna, que en este caso será una reubicación de todas las especies de reptiles y mamíferos pequeños que se encuentren en la zona, barriendo el predio con las brigadas correspondientes para peinar por completo las hectáreas que comprende el predio y se reubicarán donde lo establece el programa correspondiente.

El desmonte se realizará con la técnica denominada derribo direccional, en la cual se utilizan líneas de tiro apoyados en un ancla de descenso, ejerciendo así un jalón direccionado a la orientación del semicorte realizado en la base del tronco con motosierra. Asimismo,



dependiendo de la altura del individuo a retirar se podrá apoyar con maquinaria pesada para realizar el corte y el derribo.

Parte del desmonte es la trituration de los residuos vegetales, para su reducción y rápida reincorporación en el suelo que sirva como sustento de las áreas en las que se pretende sustentar especies vegetales.



Figura 24. Desmonte y confinación de residuos con el uso de maquinaria.

6. Manejo de residuos vegetales

Debido a que la vegetación forestal del área propuesta corresponde a especies de porte bajo, el desmonte se realizará con maquinaria, los materiales vegetales producto del desmonte se enviarán a bancos de tiro autorizados por la SEDESU.

Cabe resaltar que en ningún momento se pretende comercializar la madera o individuos vegetales.

7. Despalme

El despalme es definido como la remoción de la capa de suelo del predio. Es así como la remoción de suelo se realizará con maquinaria pesada. Dadas las características del suelo del proyecto, parte de él se utilizará para enriquecer las áreas verdes, evitando así la generación de residuos y conservando características del predio en zonas pertinentes.

Al igual que el desmonte, esta etapa se realizará de manera gradual en los diez años en que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo.



El suelo que no sea reutilizado será manejado de acuerdo con la normatividad aplicable vigente, definida en el programa de manejo de residuos.

Consiste en la eliminación del suelo mineral que por sus propiedades expandibles no es útil para el establecimiento del proyecto; en esta actividad se usan maquinas como CAT D6 o D7, motoniveladora o excavadora tipo CAT 320 y/o 330.



Figura 25. Despalme del suelo mineral

8. Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo

Como se indicó, las áreas temporales de trabajo son únicamente instalaciones armadas que se integraron al proyecto con el fin de ordenar y salvaguardar los equipos y materiales que se utilizan durante el cambio de uso de suelo, por lo que al desmantelar dichas áreas se retirarán las instalaciones y se desecharán aquellos residuos de manejo especial provenientes de las instalaciones de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

Cabe resaltar que para todas las actividades anteriores se utilizará la siguiente maquinaria:

Maquinaria	Combustible
Retroexcavadoras	Diésel
Camiones de volteo 7 m ³	Diésel
Redilas 3 ton	Diésel
Pipa para agua de 10 mil litros	Diésel

9. Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación



Las áreas de rescate y reubicación serán delimitadas con cintas de seguridad, y se procederá a su deshierbe para abrir espacio y albergar a las especies que se remuevan del área de cambio de uso de suelo susceptibles para su rescate.

A partir del año 1 y hasta finalizar el proyecto se proporcionará a la vegetación rescatada de riegos de auxilio, según sea necesario en función de la escasez de lluvia y conforme a los requerimientos de su desarrollo fenológico.

Se implementarán los cuidados necesarios para evitar que la flora reubicada se vea afectada por plagas y enfermedades que comprometan su supervivencia.

Durante el tercer año, una vez reubicada la vegetación, se realizará la reposición de todos aquellos individuos que no hayan logrado sobrevivir hasta este punto, esta vegetación será obtenida del vivero que se construyó para el proyecto.

Una vez realizado el rescate de la vegetación, se mantendrán en un vivero donde recibirán los cuidados necesarios para su supervivencia, es decir, riegos, podas, fertilización, control de plagas y prevención de enfermedades.



Figura 26. Preparación de enraizador

10. Implementación de medidas de conservación de suelo

Medida descrita a profundidad en el Capítulo VI de la presente MIA-P.

Con la finalidad de cumplir con los preceptos de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable que estipulan que se debe de garantizar que no se provoca la erosión del suelo y no se afecta la infiltración del agua, la mitigación de impactos inicia con la ejecución de obras de conservación de suelo y agua que tiene como principales objetivos; asegurar la retención



del suelo y materia orgánica y proporcionar humedad al suelo para la posterior reubicación de vegetación.

Durante el año 2 de CUSAF se llevarán a cabo las obras de conservación de suelo en una superficie de **27,210 m² correspondientes a 3,473 terrazas individuales** en las áreas verdes, por lo que el suelo que se pierda por la erosión durante la remoción de la vegetación se retendrá en las áreas verdes, y con ello se asegura la retención de suelo y materia orgánica y se fomenta la continuidad de los ciclos hidrológicos naturales para asegurar la permanencia de los bienes y servicios ambientales.



Figura 27. Ejemplo de terraza individual y barrera de piedra acomodada.

11. Implementación del programa de residuos

Descrito en el apartado II.2.5. de la presente MIA-P.

II.2.3 Descripción de otras obras asociadas del proyecto

No son necesarias obras asociadas al proyecto más que aquellas que fueron mencionadas en el apartado anterior y que corresponden únicamente a instalaciones temporales que serán retiradas una vez terminado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Cabe aclarar que todas las instalaciones se realizarán dentro de la poligonal sometida a cambio de uso de suelo, por lo que no se incrementa el nivel de impacto ambiental en la zona y



únicamente se contempla el impacto ambiental por las actividades previstas en el apartado anterior y se evalúan posteriormente en los apartados pertinentes.

Así también, es menester indicar que el predio se encuentra a pie de carretera, es decir, accesible por un camino viable, por lo que no es necesario la construcción o apertura de caminos para realizar el cambio de uso de suelo pretendido.

II.2.4 Etapa de abandono del sitio

A la etapa de abandono de sitio, como en este caso la Manifestación de Impacto Ambiental corresponde a la remoción de la vegetación únicamente, es decir al cambio de uso de suelo en áreas forestales, se entiende como el desmantelamiento de las instalaciones para dar lugar a la implementación del proyecto constructivo, impactos que se evaluarán por el gobierno del Estado correspondiente, en este caso del Estado de Querétaro, de acuerdo a las atribuciones especificadas por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Es así como el lapso por el que se pretende la remoción de la vegetación es permanente, toda vez que no es pretensión del promovente la revegetación de la zona y se espera que el proyecto dure con un mantenimiento preventivo y correctivo aproximadamente 90 años funcionado.

Es así como para el final de las actividades de cambio de uso de suelo se ha llevado a cabo un programa de manejo de residuos (el cual se describe en el siguiente apartado), el cual hará las veces del programa de abandono de sitio, toda vez que las demás obras serán permanentes.

II.2.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

II.2.5.1 Programa de Manejo de Residuos para el proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Justificación

Debido a que el desarrollo del proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México” generará una gran cantidad de residuos, con la finalidad de minimizar los impactos ambientales negativos



que estos pudieran generar y garantizar que los residuos producto del proyecto sean dispuestos adecuadamente, y en su caso, puedan ser valorizados y aprovechados, es necesario proponer el presente programa para el manejo de residuos.

Objetivo

Que el presente programa guíe las actividades de manejo de residuos con la finalidad de promover la valorización y aprovechamiento de éstos, para así minimizar los impactos ambientales negativos producidos por el desarrollo del proyecto.

Alcances

- Disponer de la manera más adecuada todos los residuos generados por el proyecto.
- Promover la valorización y aprovechamiento de los residuos.
- Establecer los lineamientos para los protocolos de manejo de residuos.

Residuos objeto del plan

Los residuos objeto de este plan de manejo son:

- Residuos orgánicos e inorgánicos no peligrosos, que no provienen de actividades de construcción como envoltorios de comida y bebidas de los trabajadores que llevan a cabo el cambio de uso de suelo; es por su no peligrosidad, origen y cantidad que estos se han catalogado como residuos sólidos urbanos.
- Los restos de materiales de la construcción de instalaciones, incluyendo herramienta fuera de especificaciones utilizada para realizar la remoción de la vegetación, residuos provenientes de la remoción de vegetación, desechos orgánicos provenientes de letrinas portátiles; en concordancia con el artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, estos residuos son catalogados como residuos de manejo especial ya que son generados en los procesos productivos y no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o residuos sólidos urbanos.
- Botes de aceite vacíos, trapos impregnados con grasas y aceites, cartones impregnados con grasas y aceites y materiales distintos impregnados con grasas y aceites, pequeñas cantidades de suelo contaminado con grasas y aceites por derrame accidental, en general



sólidos impregnados con grasas y aceites, los cuales, debido a su característica de inflamabilidad, son catalogados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos como residuos peligrosos.

Cantidad estimada del residuo por tipo

- **Residuos sólidos urbanos**

Como residuos sólidos urbanos se clasificarán aquellos que sean generados en el área de comedor, que serán residuos provenientes de envoltorios de comida y bebidas de los trabajadores que llevan a cabo el cambio de uso de suelo, para lo cual serán destinados tambos de 200 litros con tapa para su acopio y posterior entrega a las autoridades municipales, el cual tendrá su disposición final en el relleno sanitario en el que el Municipio destina los residuos domiciliarios.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI,2016) se estima que en el municipio del Marques se recolectan 0.84 kg de residuos por persona al día, si se estima que se contará con aproximadamente 12 trabajadores, y que únicamente aportaran RSU durante la hora de la comida, por lo que se considerará únicamente una generación de 0.5 kg diarios por persona, entonces se estima una producción diaria de 6 kg de RSU.

- **Residuos de manejo especial**

Como residuos de manejo especial se tienen los siguientes:

Restos de materiales de construcción: En esta categoría caben aquellos materiales restantes de la implementación de instalaciones y herramienta fuera de especificaciones, que se usa para llevar a cabo la remoción de la vegetación.

Dado que las instalaciones temporales no requieren obra civil, sino solo instalaciones armadas, y de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC,2016), dónde se estima que del total de los residuos de la construcción (RDC), el 12% corresponde a residuos como cartón, plástico, madera, láminas, muros falsos, etc., este tipo de residuos es adecuada a los que se generarían tras la desinstalación de las instalaciones temporales. Así mismo en el mismo plan de manejo la CMIC determina que por cada metro cuadrado de construcción se generan alrededor de 0.2 ton de RDC. En base en las estadísticas consultadas y considerando una superficie de construcción de 4 m² se estima se generarán 800 kilogramos de restos de materiales de



construcción y herramientas por todo el proyecto de “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”.

Su manejo será a través de un acopio temporal en envases de 200 l con tapa, los cuales serán transportados por una empresa prestadora de servicios hasta su destino final, ambos autorizados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable.

Residuos vegetales: Se refiere a los residuos que provienen de la vegetación que será retirada del sitio de los individuos que no fueron susceptibles a rescate y reubicación.

Dichos residuos serán picados y, aquellos que, por exceder del volumen requerido, no sean esparcidos en las áreas verdes, deban ser retirados del sitio, se manejarán como residuos de manejo especial. Dichos residuos serán acopiados en contenedores tapados hasta su transporte a realizarse por una empresa prestadora de servicios con autorización para el manejo de dichos residuos, asegurándose que éstos tengan como destino final bancos de tiro autorizados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable.

Se ha planificado el desmonte casi total de la cobertura vegetal existente dentro del predio, disponiendo como residuos los individuos que no fueron susceptibles a rescate y reubicación, por lo que se calcula se dispongan alrededor de 3 toneladas anuales de residuos vegetales y de suelo producto del desmonte y despalme.

Residuos de letrinas portátiles: Las aguas residuales provenientes de las letrinas portátiles que darán servicio a los trabajadores, se acopiarán en la misma letrina hasta que, por semana, se vaciarán por el mismo prestador de servicios de las letrinas. Es por ello por lo que se buscará en la lista de la SEDESU aquéllos autorizados para prestar este tipo de servicios.

De acuerdo con el número de trabajadores y considerando el número de horas laboradas, se estima descarga aproximadamente 10 kilogramos por día de residuos provenientes de las letrinas.

- **Residuos peligrosos**

Como se sabe, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos cataloga a los residuos peligrosos como aquellos que cuentan con características CRETIB, es decir, que son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico-infecciosos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que determinan las marchas para su identificación.



Dicho lo anterior, en la etapa de cambio de uso de suelo se llevará a cabo la remoción de vegetación con maquinaria pesada, lo que supone, en un uso razonable de la misma, por lo que si bien se llevarán a cabo todos los mantenimientos de rutina en un área fuera del proyecto con especificaciones de taller mecánico y a cargo del dueño de la maquinaria, se prevé la generación de residuos peligrosos como botes de aceite vacíos, trapos impregnados con grasas y aceites, cartones impregnados con grasas y aceites y materiales distintos impregnados con grasas y aceites, pequeñas cantidades de suelo contaminado con grasas y aceites por derrame accidental.

Cabe resaltar que los residuos sólidos que se pudieran generar serán acopiados temporalmente bajo techo y en tambos metálicos de 200 l con tapa, y en un periodo menor a 6 meses, como marca la ley, se transportarán con un prestador de servicios autorizado hacia un sitio de disposición final o centro de acopio, todos autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Se estima una mínima generación de residuos peligrosos, ya que, por su origen, son sólidos vacíos de bajo peso y tamaño, por lo que se estima sea cercana a 10 kilogramos de residuos peligrosos cada año.

En resumen, se realizó una estimación de los residuos a generar, teniendo la siguiente tabla:

Tabla 4. Generación estimada por tipo de residuos

Residuo	Tipo	Descripción	Cantidad
Restos de materiales de construcción	RME	Residuos de herramienta fuera de especificaciones o de metales y madera de instalaciones	0.8 ton/proyecto
Residuos vegetales	RME	Residuos provenientes de la remoción de vegetación	3.4 ton/año
Residuos letrinas portátiles	RME	Residuos de desechos orgánicos	10 kg/día
Residuos sólidos urbanos	RSU	Residuos orgánicos e inorgánicos no peligrosos, que no provienen de actividades de construcción	6 Kg/día
Residuos peligrosos	RP	Sólidos impregnados con grasas y aceites	10 kg/año



Cabe resaltar que las anteriores son un estimado y que una vez que se lleve a cabo el proyecto se implementarán bitácoras que llevarán el registro de todos los residuos generados para su control y reporte.

Emisiones a la atmósfera

Se prevén emisiones a la atmósfera durante el cambio de uso de suelo, por los polvos que se pueden generar a partir de la remoción de suelo, así como del uso de maquinaria por la combustión de diésel y gasolina, para lo cual se acatará a lo dispuesto por las Normas Oficiales Mexicanas como son la NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017.

Ruido

Se prevé la emisión de ruido debido al uso de los motores de diésel y gasolina, por lo que se acatará lo estipulado por la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994.

Composición de los residuos

- **Residuos sólidos urbanos**

Residuos orgánicos e inorgánicos no peligrosos, que no provienen de actividades de construcción.

Como residuos sólidos urbanos se clasificarán aquellos que sean generados en el área de comedor, estos serán residuos provenientes principalmente de envoltorios de comida y bebidas de los trabajadores que llevan a cabo el cambio de uso de suelo.

Gran parte de los envoltorios de comida se componen de materiales plásticos, como el polietileno, empleado para la fabricación de bolsas, envoltorios de plástico adherente, botellas y vasos de bebidas, como las de yogurt y jugos. Otro plástico comúnmente utilizado para envoltorios de comida es el poliestireno, también llamado unicel, es un material aislante, por lo que es común encontrar charolas y vasos de este material.

Dentro de estos residuos también podemos encontrar botellas de vidrio, latas de aluminio y papel, siendo parte el vidrio y el aluminio de lo RSU más comúnmente valorizados.

- **Residuos de manejo especial**

Restos de materiales de construcción



En esta categoría caben aquellos materiales restantes de la implementación de instalaciones como láminas, madera, plafón, muros falsos, plásticos y herramienta fuera de especificaciones, que se usa para llevar a cabo la remoción de la vegetación.

Residuos vegetales

Se refiere a los residuos que provienen de la vegetación que será retirada del sitio, de los individuos que no fueron susceptibles a rescate y reubicación, así como aquellos residuos que, por exceder del volumen requerido, no sean esparcidos en las áreas verdes, se manejarán como residuos de manejo especial.

Residuos de letrinas portátiles

Las aguas residuales provenientes de las letrinas portátiles que darán servicio a los trabajadores.

- **Residuos peligrosos**

Sólidos impregnados con grasas y aceites

Los aceites son utilizados para lubricar las partes móviles reduciendo la fricción. Además de lubricar también limpian, inhiben la corrosión y reduce la temperatura de las piezas.

Los primeros aceites utilizados fueron extraídos de grasas animales y vegetales, actualmente estos aceites se componen principalmente de hidrocarburos que llevan añadidos diferentes compuestos químicos para mejorar sus cualidades.

Es por las propiedades inherentes a los componentes utilizados para su fabricación que las grasas y aceites tienen características de peligrosidad y por ello sus residuos, así como materiales que entraron en contacto con estos.

Problemática ambiental

- **Residuos sólidos urbanos**

El problema ambiental de este tipo de residuos está aunado a su separación y disposición final. Es común que en obras pequeñas de construcción los RME se mezclen con los RSU, entorpeciendo su valoración.

- **Residuos de manejo especial**



Este tipo de residuos no presenta características de peligrosidad, sin embargo, a consecuencia del manejo inadecuado de los residuos de construcción y restos vegetales, principalmente en su disposición final, se han identificado diversos problemas ambientales, principalmente de imagen urbana y salud, como obstrucción de cauces de agua, afectación de zonas de recarga de agua subterránea, proliferación de polvo provocando enfermedades respiratorias, generación de malos olores, proliferación de fauna nociva, entre otras.

Por otra parte, se debe cuidar el manejo de las aguas residuales de las letrinas portátiles. De acuerdo con Carr (2001), para proteger la salud es fundamental tratar y contener los excrementos humanos tan cerca de la fuente como sea posible, disminuyendo así la dispersión en el medio ambiente de microorganismos patógenos.

- **Residuos peligrosos**

Debido a sus características de inflamabilidad, los sólidos impregnados con grasas y aceites podrían provocar un incendio, que, al encontrarse en un sitio con vegetación forestal, podría esparcirse rápidamente, causando efectos adversos a la salud de los trabajadores como al medio ambiente.

Se debe destacar el hecho de que pudieran presentarse derrames accidentales de grasas y aceites sobre el suelo natural, ocasionando que el suelo sea contaminado y pudiera afectar también a la calidad del agua en los mantos freáticos, así como afecciones a la microbiota del sitio.

Es por todo esto que, debe prestarse especial atención al manejo y disposición de los residuos producto del proyecto "Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México", siguiendo las prerrogativas pautadas por la legislación aplicable.

Forma de manejo

- **Residuos sólidos urbanos**

Los residuos sólidos urbanos se acopiarán de en envases de 200 litros con tapa, posteriormente serán enviados en transporte Municipal especializado para ello y llevado al relleno sanitario que el mismo Municipio destine para ello.





- **Residuos de manejo especial**

Los restos de materiales de construcción se separarán de los residuos vegetales, los residuos vegetales deberán ser triturados desde la etapa de desmonte, lo que facilitará su acopio. El acopio de ambos residuos será en envases de 200 litros con tapa. Posteriormente estos residuos serán transportados por una empresa prestadora de servicios hasta su destino final, asegurándose que, para los residuos vegetales éste sean bancos de tiro autorizados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable.

En cuanto a las aguas residuales provenientes de las letrinas portátiles que darán servicio a los trabajadores, se acopiarán en la misma letrina hasta que, semanalmente, se vaciarán por el mismo prestador de servicio de las letrinas que cuente con autorización vigente ante la SEDESU para prestar este servicio.



- **Residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos que se pudieran generar serán recolectados en tambos metálicos de 200 litros con tapa y acopiados temporalmente bajo techo dentro del predio. En un periodo menor a 6 meses, como lo marca la ley, serán transportados fuera de las instalaciones por un prestador de servicios autorizados por la SEMARNAT para ello, y llegarán a un sitio de disposición final o centro de acopio, que se asegurará cuente con autorización vigente de la misma Secretaría.



En el caso de que ocurriera algún derrame accidental de grasas y aceites sobre el suelo natural se procederá a retirar la porción de suelo afectada y este se recolectará en tambos metálicos de 200 l con tapa diferentes a los del resto de los residuos peligrosos, se acopiarán y dispondrán de la misma manera que el resto de los residuos peligrosos.



**De acuerdo a la legislación vigente, el acopio de estos residuos no deberá exceder los 6 meses*

Descripción del destino final

- Residuos sólidos urbanos

El destino final de los residuos sólidos urbanos será su disposición en el Relleno sanitario que el Municipio destine para esto.

- Residuos de manejo especial

Se procurará como destino final para los residuos vegetales los sitios de tiro autorizados, ya que, por la cantidad y naturaleza de estos, pudieran no ocasionar efectos adversos al medio ambiente, quedando a criterio del prestador de transporte el destino final de los residuos de la construcción y del prestador de servicios de letrinas.

- Residuos peligrosos

El destino final de los residuos peligrosos dependerá del centro de acopio al que serán enviados, existiendo tres escenarios posibles, su tratamiento, destrucción o confinamiento.

Control y monitoreo

La cadena de custodia se llevará a través de bitácoras y manifiestos de entrega recepción, tal cual como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro, y sus reglamentos vigentes.



III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL

La finalidad del presente capítulo tiene como objetivo acreditar que el Proyecto pretendido, no contravenga los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y como dicho proyecto es compatible y viable para su ejecución dentro del sistema ambiental a afectar. En el presente capítulo se hace un análisis de los instrumentos jurídicos y de planeación que tienen vinculación con el Proyecto, partiendo del orden federal al local, y como dicho proyecto no contraviene o bien permite dar cumplimiento a las distintas acciones o estrategias enmarcadas en dichos ordenamientos.

Por lo anterior, partiendo de la delimitación del Sistema Ambiental definido en el Capítulo 4, los instrumentos que se consideran aplicables al Proyecto en materia ambiental se analizan en las siguientes secciones. Por vinculación jurídica debemos entender, la acción o efecto de vincular, y de conformidad con el diccionario de la lengua española, del lat. *tardío vinculāre* 'encadenar' es decir atar o fundar algo en otra cosa, sujetar a una obligación.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 3°, fracción XXIV de la LGEEPA, el Ordenamiento Ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Derivado de lo anterior es de gran relevancia poder identificar la política ambiental que rige la zona donde pretende desarrollarse el proyecto, con el objeto de articular aquellas medidas necesarias para su cumplimiento con la finalidad de poder demostrar que el proyecto no provocará desequilibrios ecológicos y que no contravendrá los instrumentos jurídicos existentes, y así prever y mitigar afectaciones al entorno ambiental existente.

Partiendo de dicha premisa es importante iniciar con el análisis de los instrumentos o preceptos normativos generales, desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, pasando por las distintas Leyes Generales en materia ambiental hasta el análisis vinculatorio con las Normas Oficiales Mexicanas; para posteriormente poder realizar la misma tarea para los ordenamientos ecológicos territoriales desde federal para continuar con los ordenamientos



regionales y locales existentes, que para el presente proyecto los ordenamientos ecológicos desde lo federal hasta lo local se desglosan en los siguientes:

Contexto federal:

- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024
- El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POEGT)

Contexto regional:

- Plan Estatal de Desarrollo 2016 - 2021
- El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ)

Contexto local:

- Plan Municipal de Desarrollo de Tequisquiapan 2018 - 2021
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan (POEL)
- Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan Del Río - Tequisquiapan

III.1 Instrumentos Normativos generales (CPEUM, Leyes, Reglamentos, NOMs y Planes de Desarrollo)

III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

El eje rector a nivel nacional que deberá definir desde las políticas públicas en la generación de nueva obra de infraestructura o la modernización de la ya existente, es el Artículo 4to. Constitucional que marca las obligaciones del Estado y uno de los principales Derechos Fundamentales a un medio ambiente sano, tal y como se describe a continuación a la letra:

Artículo 4° . Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Párrafo adicionado DOF 28-06-1999. Reformado DOF 08-02-2012

A su vez los artículos 2 Inciso B) Fracción VII y 25 de la referida Carta Magna, señalan a la letra lo siguiente:



Artículo 2, Inciso B), Fracción VII. Apoyar las actividades productivas y el desarrollo sustentable de las comunidades indígenas mediante acciones que permitan alcanzar la suficiencia de sus ingresos económicos, la aplicación de estímulos para las inversiones públicas y privadas que propicien la creación de empleos, la incorporación de tecnologías para incrementar su propia capacidad productiva, así como para asegurar el acceso equitativo a los sistemas de abasto y comercialización.

Finalmente, el proyecto es vinculable al artículo 25, el cual establece las competencias del estado en el desarrollo nacional y versa a la letra lo siguiente:

Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.

Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

...

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.



En su momento, el desarrollo urbano del proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México” pretende dar cumplimiento a la demanda de crecimiento económico y urbano del Estado de Querétaro, sin que se contravengan los ordenamientos territoriales existentes, garantizando el derecho al medio ambiente sano que consagra el artículo 4to. constitucional, no pudiendo obviar adicionalmente que para el caso de que se provocara un impacto no previsto, el promovente está obligado a la reparación del daño y deterioro ambiental que generase.

III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece en su Artículo 15, Fracción IV, que quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que impliquen las afectaciones provocadas. Y prevé el siguiente Capítulo para dictar la Evaluación del Impacto Ambiental de los proyectos que pretendan desarrollarse:

Capítulo IV.- Instrumentos de la política ambiental, Sección V.-Evaluación del Impacto Ambiental.

En este tenor, el artículo 28 de la Ley en referencia, indica a la letra lo siguiente:

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

...

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

...



En este sentido, para el desarrollo del proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México” será necesaria la remoción de vegetación de áreas forestales, en particular de vegetación de matorral crasicaule perturbado, requiriendo para ella su evaluación por la autoridad competente (SEMARNAT) a través de la presentación esta MIA-P. Es por ello por lo que el proyecto encuadra en lo estipulado en el artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Si bien una vez ejecutada la remoción de la vegetación en el área, se pretende la edificación de un desarrollo habitacional, una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo en áreas forestales por parte de la SEMARNAT, se someterá a evaluación del Gobierno del Estado para la autorización del desarrollo habitacional.

III.1.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)

Realizando la vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se tiene que el Artículo 5° ratifica la obligatoriedad indicada en la LGEEPA con respecto a las obras o actividades que requerirán de manera previa autorización por parte de la Secretaría. Tal y como lo indica el artículo de referencia.

Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

...

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

1. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una



superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

Además, como ya se mencionó anteriormente, el proyecto se encuentra bajo procedimiento administrativo con la PROFEPA No. PFFPA/28.2/2C.27.5/00002-18; por lo que es necesario vincular con el artículo 59 que menciona que las actividades u obras que aún no hayan sido iniciadas se sujetarán el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. El artículo mencionado se transcribe a la letra a continuación.

Artículo 57.- En los casos en que se lleven a cabo obras o actividades que requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental conforme a la Ley y al presente Reglamento, sin contar con la autorización correspondiente, la Secretaría, con fundamento en el Título Sexto de la Ley, ordenará las medidas correctivas o de urgente aplicación que procedan. Lo anterior, sin perjuicio de las sanciones administrativas y del ejercicio de las acciones civiles y penales que resulten aplicables, así como de la imposición de medidas de seguridad que en términos del artículo anterior procedan.

Para la imposición de las medidas de seguridad y de las sanciones a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría deberá determinar el grado de afectación ambiental ocasionado o que pudiera ocasionarse por la realización de las obras o actividades de que se trate. Asimismo, sujetará al procedimiento de evaluación de impacto ambiental las obras o actividades que aún no hayan sido iniciadas.

Lo subrayado es propio.



Toda vez que para el desarrollo del proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México” será necesaria la remoción de vegetación matorral crasicaule para un desarrollo habitacional, se somete a evaluación en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo en áreas forestales la presente MIA-P ante la autoridad competente (SEMARNAT), dando así cumplimiento a lo establecido en el artículo 5° inciso O) del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Mencionando también que se cuenta con un expediente con la PROFEPA es que las actividades no iniciadas se someten a evaluación como dicta el artículo 59 del Reglamento.

Una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental por cambio de uso de suelo en áreas forestales, se someterá a evaluación ante el Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro para la autorización del proyecto urbano de un desarrollo habitacional.

III.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada en el DOF el 13 de abril de 2020

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la CPEUM, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

En este sentido, es importante destacar que en fecha 13 de abril de 2020, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas fracciones del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el cual versa a la letra lo siguiente:



Artículo Único. - *Se reforman las fracciones VI, XVIII, XIX, LXX, LXXI, LXXIII y LXXXI, y se adicionan las fracciones V Bis, XIX Bis, XXII Bis, XXXVIII Bis, LX Bis y LXXI Bis del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, para quedar como sigue:*

Artículo 7. *Para los efectos de esta Ley se entenderá por:*

LXXI. *Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;*

LXXI Bis. *Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características;*

Es así como el predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.

III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Señala a la letra la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su artículo 1, lo siguiente:

Título primero. - **Disposiciones Generales.** - **Capítulo Único.** - **Objeto y Ámbito de aplicación de la Ley**

Artículo 1.- *Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:*



- I. *Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;*
- II. *Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;*
- III. *Establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, ...*
- IV. *Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos;*
- V. *Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia;*
- VI. *Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos;*
- VII. *Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados;*
- VIII. *Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley;*
- X. *Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación;*



XI. Establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones que corresponda.

Fracción reformada DOF 22-05-2006

Considerando lo planteado, esta Ley tiene relación con el proyecto por la generación de residuos por parte de los trabajadores, aunque se buscará fomentar su reducción, reutilización y reciclaje. Se llevarán a cabo las acciones para el cumplimiento de estas disposiciones, su descripción se hace en el apartado II.2.5.1, correspondiente al Programa de Manejo de Residuos en donde se proponen las medidas para su adecuado manejo. Además de corresponder con algunas acciones contenidas en las UGA No. 267 y 297 del POEREQ y No. 50 del POEL del Municipio de Tequisquiapan a las que se darán cabal cumplimiento.

III.1.6 Reglamento de la LGPGIR

Por cuanto ve al Reglamento de la LGPGIR es importante que durante el Proyecto se determine la clasificación de los residuos generados durante la ejecución y operación de la obra, lo anterior de conformidad con los siguientes artículos que se citan a la letra:

Artículo 37.- La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo. Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa. Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.



Artículo 79.- La responsabilidad del manejo de residuos peligrosos, por parte de las empresas autorizadas para la prestación de servicios de manejo, iniciará desde el momento en que le sean entregados los mismos por el generador, por lo cual, deberán revisar que tales residuos se encuentren debidamente identificados, clasificados, etiquetados o marcados y envasados. La responsabilidad terminará cuando entreguen los residuos peligrosos al destinatario de la siguiente etapa de manejo y éste suscriba el manifiesto de recepción correspondiente. La información que se contenga en los manifiestos se expresará bajo protesta de decir verdad por parte del generador y de los prestadores de servicios que intervengan en cada una de las etapas de manejo. Cuando la información contenida en el manifiesto resulte falsa o inexacta y con ello se ocasione un manejo inadecuado que cause daño al medio ambiente o afecte la seguridad de las personas, corresponderá a quien proporcionó dicha información responder por los daños ocasionados.

Derivado de lo anterior, es importante realizar una adecuada clasificación de los residuos generados durante la ejecución y operación de la obra, ya sea como residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos y de conformidad con su clasificación realizar el manejo ambientalmente seguro desde su generación, almacenamiento y disposición final a través de prestadores de servicios autorizados para tal fin.

III.1.7 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales fue publicada en el DOF el 1° de diciembre de 1992 y en sus artículos versan a la letra:

ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

ARTÍCULO 2. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas



marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.

ARTÍCULO 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

...

XI. "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

XLVII. "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;



Debido a la existencia de un escurrimiento al oriente de la zona de cambio de uso de suelo, se realizó un Estudio Hidrológico anexo para su consulta y evaluación que arrojó las siguientes conclusiones:

“Se consideró métodos basados en el Hidrograma Unitario Triangular debido a que arrojan resultados más adecuados a las condiciones de la cuenca y sus características fisiográficas.

El método Racional aporta valores superiores comparados con los otros dos y este dato confirma que este método es válido para cuencas pequeñas. Considerando que la cuenca en estudio no es pequeña, no se tomó en cuenta los resultados del método racional.

ESCURRIMIENTO PARA LA DELIMITACIÓN DE CAUCE FEDERAL:

*Considerando que el cauce es de carácter federal, se debe determinar la delimitación de la zona federal del cauce, la cual se realizará como referente a partir de un gasto asociado a un TR=5 años que en el presente estudio se determinó de **2.769 m³/s**, estimado a partir de la metodología SCS hidrograma unitario triangular.*

RECOMENDACIONES

La delimitación de la zona federal se realizará a través de un modelo hidráulico del tránsito del gasto descrito en este estudio asociado a un TR= 5 años , con el cual se debe tomar la topografía del arroyo en el tramo de delimitación y con secciones aguas arriba y aguas abajo del tramo a delimitar para su correcta modelación hidráulica, debiendo cumplir con los criterios de la CONAGUA para su validación y autorización de la delimitación de la zona federal del cauce en colindancia con el predio de análisis, a partir de la validación de los gastos del presente estudio.”

Al respecto se aclara que si bien existe un cauce federal colindante con el área de cambio de uso de suelo, éste no se verá afectado en su escurrimiento o en su respectiva Zona Federal delimitada, por lo que la presente MIA no recae en el supuesto de la fracción O del artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Asimismo, tampoco será necesario realizar algún otro trámite que deba ante la CONAGUA con el fin de ocupar la Zona Federal.

III.1.8 Normas Oficiales Mexicanas (NOMs)

A continuación, se enlistan las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto de referencia, consistente en la remoción de vegetación forestal de un área que aún la sustenta.



Tabla 5. Normas Oficiales Mexicanas Vinculantes

Norma oficial mexicana	Especificación de la norma	Aplicación al proyecto
RESIDUOS		
NOM-052-SEMARNAT-2005.	Esta NOM establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, e incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.	Los residuos peligrosos generados serán clasificados de conformidad con la LGPGIR, la NOM-052-SEMARNAT-2005, y otras aplicables, y se dará el manejo ambientalmente adecuado de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento, así como con el programa de manejo de residuos anexo en el capítulo II de la presente MIA-P.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Los residuos peligrosos generados serán clasificados de conformidad con la LGPGIR, la NOM-052-SEMARNAT-2005, y otras aplicables, y se dará el manejo ambientalmente adecuado de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento, así como con el programa de manejo de residuos anexo en el capítulo II de la presente MIA-P.
MANEJO DE FLORA Y FAUNA		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo	Si bien no se identificaron especies de flora enlistadas en la Norma en comento, se identificaron tres especies de fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo. Estas serán manejadas con todos los requisitos de la ley. La metodología por llevar a cabo se presenta en los Programas de rescate y reubicación de flora y fauna anexos (Anexo 6) a la presente.
EMISIONES A LA ATMÓSFERA		
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes	Los vehículos utilizados la ejecución del proyecto de remoción de vegetación



Norma oficial mexicana	Especificación de la norma	Aplicación al proyecto
	provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	forestal, obedecerán a las NOMs en materia de emisión de ruido y gases contaminantes a la atmósfera. Esto será regulado mediante el ingreso de vehículos en perfecto estado que cumpla con dichas Normas.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotrices en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	El promovente y los contratistas deberán contar con el documento que acredite que los vehículos utilizados reciben el mantenimiento correspondiente, que garantice que cumplen con los límites fijados en la NOM correspondiente.
NOM-080-SEMARNAT-2017	Que 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.	

Anexo 6 Programas de rescate y reubicación de flora y fauna

Con base en lo antes descrito se acredita que el proyecto no contraviene los Instrumentos Normativos generales (CPEUM, Leyes, Reglamentos y NOMs) dado que se tomarán todas las medidas preventivas, de mitigación o compensación necesarias para su debido cumplimiento.

III.1.9 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

En la sección titulada “Desarrollo Sostenible” el Ejecutivo Federal menciona a la letra:

“El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse



el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.”

Bajo este tenor es que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental el presente proyecto que pretende dotar de oportunidades de empleo mediante un desarrollo industrial a los habitantes en la región poniente del Estado de Querétaro.

III.1.10 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021.

El Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021, es el instrumento rector de la planeación estatal, en el que se incluyen los objetivos, estrategias y lineamientos generales en materia económica, social y política destinados a fomentar el desarrollo integral del Estado y orientar hacia el mismo la acción del gobierno y la sociedad. El proyecto se vincula con los siguientes ejes establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021:

Querétaro Próspero: Estrategia II.1 Promoción del crecimiento económico equilibrado por sectores y regiones del Estado de Querétaro.

- Estimular el crecimiento y permanencia de los clústeres existentes en el Estado.
- Impulsar mecanismos de fomento a la inversión y generación de empleo en la entidad.
- Fortalecer la integración de las cadenas productivas de la entidad con los diferentes sectores económicos en el entorno nacional e internacional.
- Impulsar el desarrollo de proyectos productivos de acuerdo con la vocación regional del Estado.
- Desarrollar proyectos de infraestructura logística y de conectividad en el Estado.
- Reforzar la cultura de emprendimiento en la población.
- Incentivar el uso de tecnologías de la información que generen innovación en el Estado.
- Impulsar el acceso a financiamiento y apoyos para el desarrollo de las MIPYMES en el Estado.

El proyecto estimula la permanencia y crecimiento del desarrollo, se generarán de manera permanente empleos los cuales mejoran las oportunidades de mejorar la calidad de vida en el Estado de Querétaro y el Municipio de Tequisquiapan, se contribuye al fortalecimiento del desarrollo regional, así mismo obedece a los



ordenamientos e instrumentos de planeación utilizando los sistemas de información para la adecuada ejecución del proyecto.

Querétaro con infraestructura para el desarrollo: Estrategia III.1 Impulso al desarrollo sustentable en el patrón de ocupación y utilización del territorio estatal.

- Impulsar el uso y aplicación de la planeación estratégica para el desarrollo de proyectos de infraestructura a largo plazo.
- Promover la elaboración o actualización de los instrumentos que integran el Sistema Estatal de Planeación Urbana.
- Crear mecanismos de coordinación y consenso entre la sociedad y gobierno para el aprovechamiento eficiente del suelo.
- Impulsar la profesionalización de las áreas técnicas encargadas de la planeación, operación y evaluación del desarrollo urbano.
- Socializar los instrumentos del Sistema Estatal de Planeación Urbana para lograr que la sociedad se apropie de ellos.

El proyecto es una infraestructura que se tiene planeada para largo plazo, el uso de suelo propuesto es compatible con lo indicado en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021, y los asignados en los instrumentos de planeación, así mismo, para el desarrollo y ejecución adecuada del proyecto, el promovente asegura que los recursos humanos sean profesionales y especialistas en los tópicos que se aborden.

III.1.10 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021

El Plan Municipal de Desarrollo busca construir un nuevo modelo de gestión que dignifique el trabajo del servidor público, recupere la confianza de la ciudadanía y garantice una mejor calidad de vida para todos.

El Plan ha sido alineado con los objetivos nacionales y estatales con los que tiene convergencia.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

PROYECTO DE NACIÓN	PLAN ESTATAL DE DESARROLLO	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL
SOCIEDAD SEGURA Y ESTADO DE DERECHO.	QUERÉTARO SEGURO.	SEGURIDAD PÚBLICA.
POLÍTICA Y GOBIERNO.	QUERÉTARO CON BUEN GOBIERNO.	CULTURA DE CORRESPONSABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN EFICIENTE.
INFRAESTRUCTURA.	QUERÉTARO CON INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO.	SERVICIOS OPORTUNOS Y OBRAS DE CALIDAD.
DESARROLLO SOCIAL.	QUERÉTARO HUMANO.	DESARROLLO Y ASISTENCIA SOCIAL INCLUYENTE.
ECONOMÍA Y DESARROLLO.	QUERÉTARO PRÓSPERO.	DESARROLLO ECONÓMICO, RURAL, TURÍSTICO Y MEDIO AMBIENTE.

Los objetivos se desprenden como sigue:

1. **SEGURIDAD PÚBLICA Y GOBIERNO ABIERTO:**

Objetivo:

Prever y Generar Acciones y Estrategias encaminadas al fortalecimiento de la Policía Municipal tanto en el aspecto humano como material, para garantizar la seguridad y la paz social en el territorio.

Durante todas las etapas del proyecto, el promovente dentro de su competencia, así como el Municipio de Tequisquiapan, se asegurarán de proveer al desarrollo de los elementos necesarios para asegurar la seguridad de los trabajadores y en su momento, de los habitantes y empleados del desarrollo habitacional.

2. **CULTURA DE CORRESPONSABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN EFICIENTE**

Objetivo:

Implementar acciones encaminadas a la simplificación administrativa para optimizar las funciones y procesos de la gestión pública.

Durante todas las etapas del proyecto, el promovente dentro de su competencia, así como el Municipio de Tequisquiapan, se asegurarán de realizar los trámites correspondientes ante las instancias municipales. Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental para



el cambio de uso de suelos en áreas forestales con la finalidad de realizarlo de manera regular y con todos los permisos y autorizaciones pertinentes.

3. SERVICIOS OPORTUNOS Y OBRAS DE CALIDAD

Sin objetivo pero menciona: *la prioridad para la asignación de recursos y suministro de infraestructura para los servicios públicos en las comunidades del municipio, deberá estar enfocada a la disminución de los índices de alta marginación en las comunidades y colonias del municipio. Así la asignación de obras de infraestructura estará condicionada a disminuir los índices de rezago social. Asimismo, la formulación de políticas públicas tenderá a ordenar el territorio y revisar las políticas federales y estatales en materia de vivienda, servicios públicos y recursos presupuestales.*

Con la ejecución del proyecto mejorarán los niveles de crecimiento y desarrollo sustentable del Municipio de Tequisquiapan.

4. DESARROLLO Y ASISTENCIA SOCIAL INCLUYENTE

Objetivo:

Diseñar y conducir las políticas públicas municipales de manera equitativa, como el medio para impulsar la cohesión social, reduciendo los índices de desigualdad y vulnerabilidad de los sectores más desprotegidos de la sociedad.

El proyecto busca coadyuvar al crecimiento y desarrollo urbano del Municipio de Tequisquiapan. Por ello se vincula con los ordenamientos e instrumentos de planeación y política pública aplicables con el fin de que se asegure su aplicación.

5. DESARROLLO ECONÓMICO, RURAL, TURISMO Y MEDIO AMBIENTE

Objetivo de la Secretaría de Ecología:

Coordinar la ejecución de proyectos en materia de: conservación, protección, preservación y educación ecológica, en congruencia con lo dispuesto por la legislación vigente, dentro de sus funciones deberá instrumentar las políticas ambientales previstas en las leyes y programas de



la materia, que tengan viabilidad económica, técnica y social en el ámbito municipal, está facultada para formular y proponer los programas y proyectos ecológicos que promuevan la protección, rescate y conservación de los recursos naturales del municipio.

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental con el fin de cumplir con la legislación aplicable y proponiendo las medidas de prevención, mitigación y compensación pertinentes con el fin de asegurar la integridad del sistema ambiental.

III.2 Ordenamientos Territoriales existentes

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Al Gobierno Federal, a través de la SEMARNAT, le corresponde establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, tiene que ser analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.)

Regionalización Ecológica

La base para la regionalización ecológica establecida en el POEGT comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

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

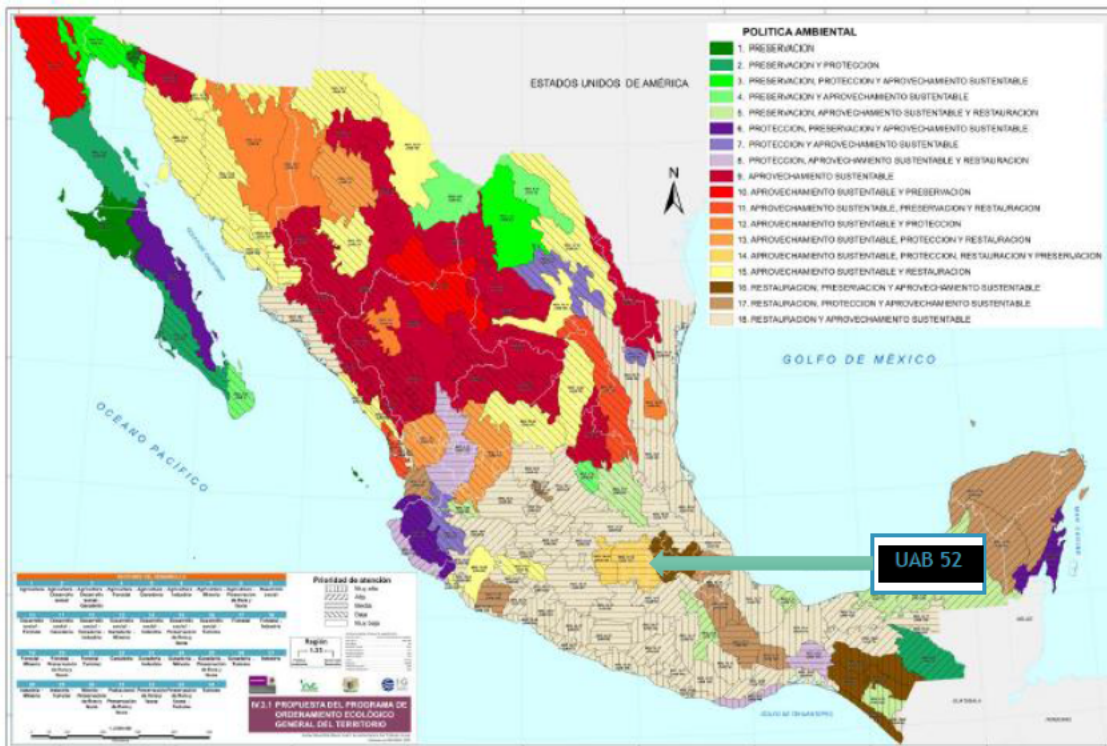
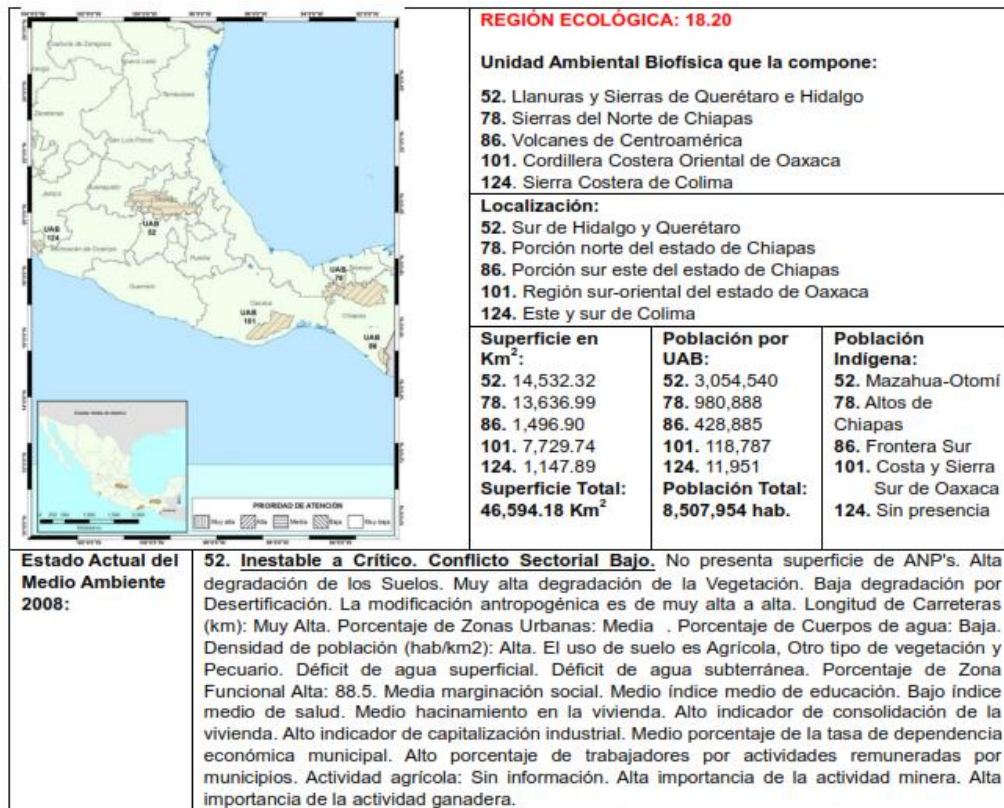


Figura 28. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

La Región Ecológica donde se encuentra el proyecto corresponde a la 18.20, y la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) correspondiente es la 52 denominada “Llanuras de sierras de Querétaro e Hidalgo” donde los rectores del desarrollo corresponden al forestal - preservación flora y fauna; los coadyuvantes del desarrollo son la agricultura, desarrollo social, ganadería y minería, con una política ambiental de restauración y el aprovechamiento sustentable, tal y como se describe en la siguiente figura.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Escenario al 2033:		25, 78, 101 y 104. Inestable a Crítico 86. - Crítico			
Política Ambiental:		16 Restauración y Aprovechamiento Sustentable.			
Prioridad de Atención:		78 y 101. - Alta 52 y 124. - Media 86. - Muy alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
52	Forestal - Preservación de Flora y Fauna	Agricultura - Desarrollo Social - Ganadería - Minería	-	PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
78	Forestal - Preservación de Flora y Fauna	Poblacional	Agricultura - Ganadería	Minería	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
86	Forestal - Preservación de Flora y Fauna	Agricultura - Industria	Ganadería - Minería - Poblacional	-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
101	Forestal - Preservación de Flora y Fauna	Poblacional	Agricultura - Ganadería	CFE- Minería - SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
124	Forestal - Preservación de Flora y Fauna	Minería	Agricultura - Ganadería	Industria	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 28, 29, 36, 38, 44

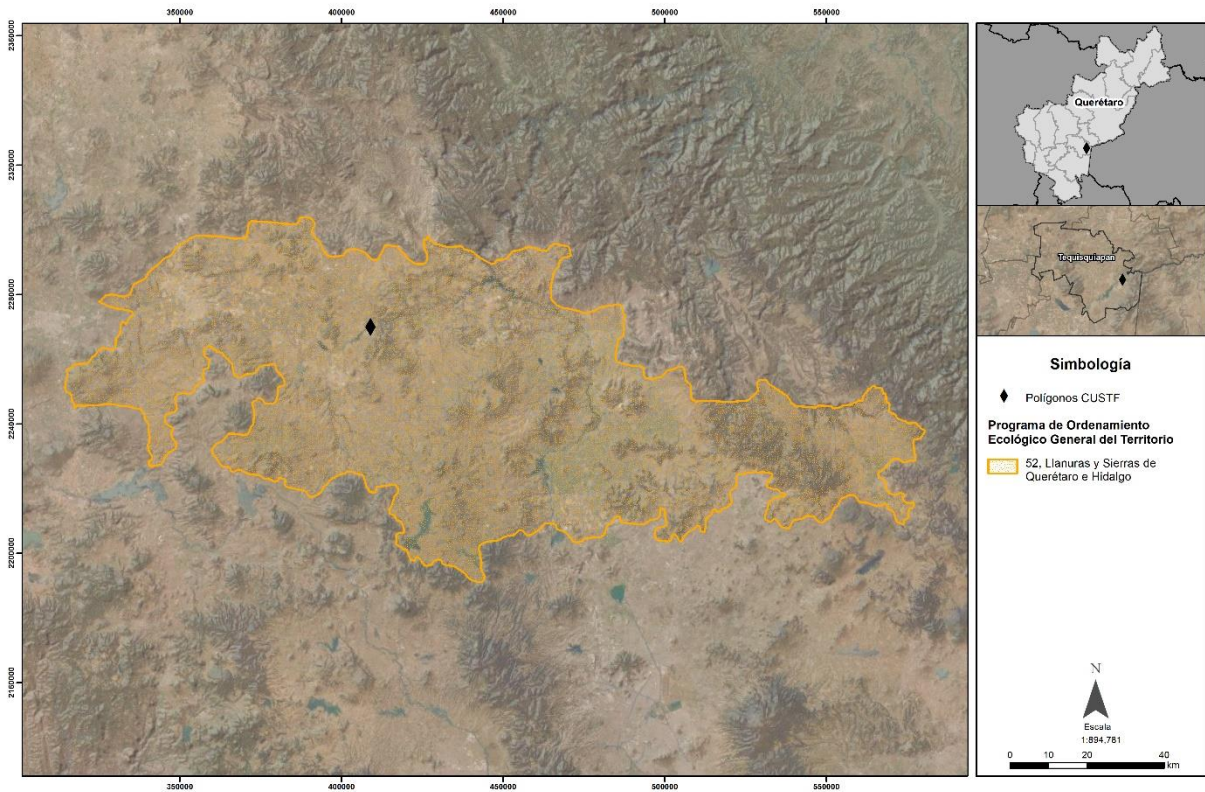


Figura 29. Proyecto dentro del POEGT



En la siguiente tabla se presenta la vinculación del proyecto pretendido cambio de uso de suelo en un área forestal para el desarrollo de proyecto *“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*, con todas y cada una de las estrategias y acciones que se vinculan de manera directa con el proyecto dentro de la UAB 52 Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 6. Vinculación del proyecto con el POEGT

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación in situ, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación	El proyecto queda fuera de las ANP federales, estatales y municipales, por lo que su ejecución no supondrá ningún riesgo de afectación a estas importantes zonas de conservación ecológica
		Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.	El ecosistema que se pretende afectar se encuentra fragmentado, ya que colinda con desarrollos urbanos, sin embargo, se propone el rescate y reubicación de ejemplares de flora, así como el ahuyentamiento y rescate de especies de fauna que pudieran estar en riesgo de conformidad con los planes y programas propuestos.
		Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional	No se vincula con el proyecto, ya que no se verán afectados recursos hídricos superficiales ni subterráneos para la ejecución de este
		Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales	Se contará con una brigada de vigilancia ambiental, para evitar incendios



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
			forestales antes de iniciar las actividades y posteriormente para conservar la zona de rescate y reubicación en las áreas verdes propuestas.
2. Recuperación de especies en riesgo.	Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento		El proyecto no afectará especies de flora con estatus de riesgo de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero sí se encontraron tres especies de fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo. Estas serán manejadas con los requisitos de la Ley.
	Diseñar planes y programas estratégicos para la restauración de Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que han estado sometidas a un uso y manejo constante por la actividad antrópica		No aplicable al presente proyecto, sin embargo, el proyecto no presenta un riesgo para las áreas naturales protegidas.
	<p>Formular directrices sobre translocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas.</p> <p>Erradicar especies exóticas que afectan negativamente a las especies y los ecosistemas naturales de México, con énfasis en el territorio insular y en las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que se consideren prioritarias por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.</p> <p>Establecer disposiciones legales, administrativas y políticas en materia de translocación y el movimiento de especies, y</p>		No aplicable al presente proyecto, no obstante, dentro del proyecto se evitará integrar especies exóticas.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
		que favorezcan la producción, comercio y consumo de las especies nativas	
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad		Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad	Se impartirán pláticas de concientización al personal que labore en la obra, sobre la importancia del respeto, cuidado y conservación de los recursos naturales de la región, previo al inicio de las actividades de la obra
		Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados. Monitorear “puntos de calor” en tiempo real para detectar incendios. Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento. Monitorear y evaluarlas especies exóticas o invasoras	No aplicable al presente proyecto, sin embargo, con la información de la presente MIA que se hará pública se contribuirá para el conocimiento de los ecosistemas de la zona.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	<p>Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, translocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados.</p> <p>Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.</p> <p>Realizar una evaluación, tanto en el aspecto agrícola como en el alimentario, de las bondades y riesgos derivados de la liberación, consumo o utilización de productos transgénicos y organismos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para la salud humana.</p>	No aplicable al presente proyecto.
	5: Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso del suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas de la región que permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad	No aplicable al presente proyecto, dado que no se trata de un suelo agrícola o pecuario.
		Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos	No aplicable al presente proyecto, dado que no se trata de un suelo de uso agrícola o pecuario.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
		Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	No aplicable al presente proyecto, dado que no se trata de un suelo agrícola o pecuario.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	Incrementar la productividad del agua en distritos de riego. Rehabilitar y modernizar distritos y unidades de riego y temporal tecnificado. Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego. Involucrar a las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego y a los Comités técnicos de Aguas Subterráneas en el impulso del ahorro de volúmenes y tecnificación del riego. Potenciar los recursos destinados a la modernización y tecnificación de la infraestructura hidroagrícola.	No aplicable al presente proyecto, dado que no se trata de modernizar infraestructura hidroagrícola.
	7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena. Mantener actualizada la zonificación forestal.	Si bien se trata aún de un predio que sustenta vegetación forestal, ésta presenta un alto grado de amenaza tanto por la urbanización de predios aledaños, así como su propio estado dentro del Programa de Ordenación Territorial respectivo, se implementarán los



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
		<p>Fomentar el aprovechamiento forestal sustentable certificado.</p> <p>Instrumentar los Consejos Regionales Forestales en las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORS).</p> <p>Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales.</p> <p>Impulsar las Promotoras de Desarrollo Forestal.</p> <p>Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables.</p>	<p>programas de rescate y reubicación de flora y fauna.</p> <p>Además, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.</p>
	8: Valoración de los servicios ambientales	<p>Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos</p> <p>Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales, así como a los usuarios y proveedores.</p> <p>Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo.</p>	<p>No aplicable al presente proyecto, adicional a lo antes mencionado a que tampoco se encuentra en una zona prioritaria para la conservación</p> <p>En el capítulo correspondiente se realiza un análisis de los servicios ambientales que presta el predio y como se pretende mitigar los impactos por la remoción de vegetación forestal para no afectar la biodiversidad de la zona.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
C) Protección de los Recursos Naturales	12: Protección de los ecosistemas	Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA.	Se propone un programa de conservación de suelo para el predio en el que se llevará a cabo el cambio de uso de suelo.
		Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería. Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena.	No aplicable al presente proyecto, ya que no corresponde a zonas rurales y/o de población indígena
	13: Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados. Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción. Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplaguicidas en las actividades agrícolas.	No aplicable al presente proyecto, no se utilizarán ningún tipo de plaguicidas agrícolas.
D) Restauración	14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	Se implementará un rescate de flora para el predio.
		Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas	Como se indicó se realizará un programa de rescate y reubicación de especies.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
		<p>agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos.</p> <p>Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies y aplicarlos.</p> <p>Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos.</p> <p>Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.</p>	<p>Se presenta anexo a la MIA-P un programa de rescate y reubicación de especies.</p> <p>El predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos	15: Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos	<p>Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio para promover la inversión en el sector.</p> <p>Brindar capacitación y asesoría técnica de apoyo a la minería.</p> <p>Apoyar con información y conocimiento geocientífico a instituciones e inversionistas, para impulsar y coadyuvar en la atracción de nuevos capitales hacia la actividad minera, así como para solucionar las demandas sociales en lo relacionado al uso óptimo del suelo y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p>	No vinculable al proyecto ya que no se trata de un proyecto minero, sino de remoción de vegetación en un área forestal para destinarlo a habitacional.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
naturales no renovables			
15BIS: Coordinación entre los sectores minero y ambiental		<p>Desarrollar acciones de colaboración entre el sector minero y las autoridades ambientales, que promuevan el desarrollo sustentable de la industria minera, así como mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de sus actividades.</p> <p>Promover la participación de los diversos representantes del sector minero en los ordenamientos ecológicos regionales o locales que se desarrollen.</p> <p>Intensificar acciones de asesoría a los medianos y pequeños mineros, para favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental.</p>	No vinculable al proyecto ya que no se trata de un proyecto minero, sino de remoción de vegetación en un área forestal para destinarlo a un desarrollo habitacional.
18: Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos		Instrumentar esquemas de supervisión que aseguren el cumplimiento al marco regulatorio, destacando las condiciones de seguridad; evitando criterios discrecionales y generando incentivos correctos en las actividades de verificación.	No vinculable al proyecto ya que no se trata de un proyecto del sector de hidrocarburos, sino de remoción de vegetación en un área forestal para destinarlo a un desarrollo habitacional.
		Promover esquemas que eviten la quema y el venteo del gas asociado a los yacimientos de carbón mineral.	No vinculable al proyecto ya que no se trata de un proyecto del sector de hidrocarburos, sino de remoción de vegetación en un área forestal para destinarlo a un desarrollo habitacional.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana			



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
A. Suelo Urbano y vivienda	<p>24: Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio</p>	<p>Mejorar la infraestructura básica y el equipamiento de las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.</p> <p>Generar las condiciones para que las familias mexicanas de menores ingresos tengan acceso a recursos que les permitan contar con una vivienda digna.</p> <p>Apoyar a las familias en condiciones de pobreza para que puedan terminar, ampliar o mejorar su vivienda y, de esta forma, tengan posibilidad de incrementar su patrimonio y mejorar sus condiciones de vida.</p> <p>Asegurar que las viviendas tengan acceso a la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos.</p> <p>Regular la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como a zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, áreas naturales protegidas y zonas de riesgo.</p> <p>Promover que la creación o expansión de desarrollos habitacionales se autoricen en sitios con aptitud para ello e incluyan criterios ambientales que aseguren la disponibilidad y aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, además de sujetarse a la respectiva manifestación de impacto ambiental.</p>	<p>Con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental se evalúan los impactos por el cambio de uso de suelo en áreas forestales.</p> <p>Además, el predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25: Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil	<p>Identificar el riesgo, calculando la pérdida esperada en términos económicos y el impacto en la población debida al riesgo de desastre.</p> <p>Actualizar y capacitar a los responsables de protección civil y sensibilizar a la población sobre los riesgos naturales y antrópicos a los que se encuentran sujetos, así como de la necesidad de incorporar criterios relacionados con la gestión del riesgo en todos los ámbitos de gobierno.</p> <p>Promover un mayor financiamiento entre los sectores público y privado, y fortalecer prácticas de cooperación entre la Federación, los estados y la sociedad civil que permitan atender con mayor oportunidad a la población afectada por fenómenos naturales.</p>	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.
	26: Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de	<p>Promover con fundamento en el Atlas Nacional de Riesgos y los Atlas Estatales de riesgo, la estructuración, adecuación y/o actualización de planes de desarrollo urbano municipal, con un énfasis particular en los peligros y riesgos a nivel local.</p> <p>Promover la inclusión de obras preventivas en los Programas Operativos Anuales de las dependencias y entidades federales, gobiernos estatales y municipales, con una visión transversal de gestión del riesgo.</p> <p>Revisar e instrumentar programas de protección civil para presas de alto riesgo y diversa infraestructura hidráulica, así como diseñar e implementar planes para la atención de</p>	<p>Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.</p> <p>Por otro lado, es importante hacer mención que el proyecto no se encuentra en una zona de riesgo de conformidad con el atlas de riesgo estatal.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
	políticas públicas, entre otras	<p>emergencias hidráulicas, conjuntamente con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Comisión Nacional del Agua, y la Comisión Federal de Electricidad.</p> <p>Instrumentar medidas no estructurales para la reducción de la vulnerabilidad física (educación, información en medios de comunicación, difusión de alertas, reglamentos de construcción) para prevenir un desastre o la disminución de daños, así como implementar medidas estructurales, tales como, rehabilitación y refuerzo de vivienda, implementación de bordos, etc.</p>	<p>Además, el predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.</p> <p>Finalmente es importante hacer mención que si bien con la presente MIA-P solo se evalúan los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación y compensación asociadas a la remoción de vegetación forestal, en el proceso constructivo, el Ejecutivo del Estado podrá evaluar la vulnerabilidad por el proceso constructivo del desarrollo habitacional.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
C) Agua y saneamiento	27: Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región	<p>Fomentar y apoyar el establecimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas y promover el uso de aguas residuales tratadas.</p> <p>Fomentar el incremento de la cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado, induciendo la sostenibilidad de los servicios.</p> <p>Fomentar la calidad del servicio de agua potable y saneamiento por parte de los municipios con el apoyo de los gobiernos estatales y el Gobierno Federal.</p> <p>Promover la certificación sistemática del personal directivo y técnico de los Organismos Operadores de Agua y Saneamiento.</p> <p>Promover, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, la creación de sistemas adecuados de disposición de residuos sólidos urbanos.</p>	El presente proyecto no generará aguas residuales urbanas durante el cambio de uso de suelo, y el agua utilizada para riegos, será agua tratada, por lo cual las acciones de esta estrategia no son aplicables al proyecto de remoción de vegetación forestal para el proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”.
	28: Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	<p>Mejorar el sistema de información estratégica e indicadores del sector hidráulico.</p> <p>Promover el incremento de la proporción de aguas residuales tratadas y fomentar su reúso e intercambio.</p> <p>Monitorear y/o establecer sistemas de tratamiento de las aguas residuales industriales en particular en la industria petroquímica y en la explotación de hidrocarburos.</p>	Se promoverá el uso de aguas tratadas para los riegos, así como el fomento del reúso de agua utilizada el proceso de CUS, por otro lado, ya en el proceso constructivo que será evaluado por Gobierno del Estado, establecerá las medidas pertinentes en el proceso de construcción y operación del desarrollo



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
		<p>Promover que las actividades económicas instrumenten esquemas de uso y reúso del agua.</p> <p>Promover el mejoramiento de la calidad del agua suministrada a las poblaciones.</p> <p>Fortalecer el proceso de formulación seguimiento y evaluación de los programas hídricos de largo plazo por región hidrológica orientados a la sustentabilidad hídrica.</p>	comercial, donde se promuevan esquemas de uso y reúso del agua.
	29: Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional	<p>Desarrollar campañas en medios de comunicación sobre la importancia, uso responsable y pago del agua.</p> <p>Impulsar programas de educación y comunicación para promover la cultura del uso responsable del agua.</p> <p>Incorporar el tema de la problemática y el manejo de los recursos hídricos en libros de texto de educación básica.</p> <p>Elaborar programas de gestión del agua en los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares.</p> <p>Consolidar la operación del Consejo Consultivo del Agua (CCA) y del Comité Mexicano para el Uso Sustentable del Agua (CMUSA).</p> <p>Fomentar y promover el mantenimiento y la ampliación de una red de infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, evitando el desvío o modificación de cauces.</p> <p>Recuperar y revalorizar la tecnología y tradiciones locales que apoyen en el manejo del recurso.</p>	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
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	Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	El presente proyecto, permite el mejoramiento de la oportunidad de empleo en la zona, lo que ve reflejado en una mejor calidad y condiciones de vida de las zonas urbanas y rurales cercanas.
		Fortalecer el rescate de espacios públicos deteriorados e inseguros para fomentar la identidad comunitaria, la cohesión social, la generación e igualdad de oportunidades y la prevención de conductas antisociales.	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario
		Brindar asistencia técnica y apoyos para el fortalecimiento institucional y para la realización de estudios y proyectos en los municipios destinados al mejoramiento de la infraestructura, el equipamiento y la prestación de servicios en materia de transporte y movilidad urbana	
	Promover el incremento de la cobertura en el manejo de residuos sólidos urbanos.	Si bien es una acción que le corresponde al gobierno municipal, es importante indicar que todos los residuos generados serán manejados de conformidad con el programa de manejo de residuos propuesto en la MIA-P	
32: Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo	Acelerar la regularización de los predios y propiciar un desarrollo más ordenado y menos disperso, en el que se facilite la concentración de esfuerzos en zonas con ventajas competitivas.	El presente proyecto se desarrolla en una zona con altas ventajas competitivas, al encontrarse dentro de una zona urbana en desarrollo, por otro lado, también contribuye al ordenamiento territorial	



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS	ACCIONES	VINCULACIÓN
<p>apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional</p>	<p>Incrementar la disponibilidad de suelo apto impulsando mecanismos para la creación de reservas territoriales, tanto para uso habitacional como para actividades económicas, sujetas a disposiciones que garanticen el desarrollo de proyectos habitacionales en un entorno urbano ordenado, compacto, con certidumbre jurídica, con infraestructura, equipamientos y servicios adecuados y suficientes.</p> <p>Concluir la regularización de los asentamientos irregulares que existen hoy en día, acompañados de una política de fortalecimiento municipal y reservas territoriales para que las ciudades puedan crecer de forma ordenada y asegurando los derechos de propiedad de sus habitantes.</p> <p>Promover que las áreas verdes <i>per cápita</i> en las zonas urbanas se ajusten a los estándares recomendados por la Organización Mundial de Salud, OMS, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE.</p>	<p>de la zona, dando cumplimiento a dichos instrumentos de regulación ecológica.</p> <p>La regularización de los asentamientos irregulares corresponde a los órdenes de gobierno, por lo que no es vinculante al proyecto; sin embargo, con este proyecto se promueve una vivienda regular, segura y de calidad.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
E) Desarrollo Social	35: Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos	<p>Inducir la creación de un sistema flexible de prestaciones sociales para los trabajadores eventuales del campo, que integre conceptos como la portabilidad de la seguridad social, la reversión de recursos para la subrogación de servicios y la participación del sector patronal y de los gobiernos en la prestación de los mismos.</p> <p>Inducir la formalización de las relaciones laborales de los mercados de trabajo rural y de una mayor cultura laboral con mecanismos como desarrollo de capacidades, reconocimiento de antigüedad laboral acumulada y de ahorros personales para el retiro, procurando que no se incrementen los costos de producción.</p> <p>Establecer acciones de prevención de riesgos de desastres en coordinación con las instancias federales, estatales y municipales de protección civil.</p> <p>Apoyar a los productores de menor desarrollo relativo afectados por fenómenos climatológicos extremos para atender los efectos negativos de esos fenómenos y reintegrar a los productores a sus procesos productivos.</p>	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.
	36: Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y	<p>Fomentar la reconversión de áreas a cultivos de mayor rentabilidad y con demandas de mercado en zonas con bajo y mediano potencial agrícola.</p> <p>Fortalecer la coordinación interinstitucional para el diseño e instrumentación de una política de producción orgánica con manejo sustentable.</p>	Estas acciones no son vinculantes al proyecto, pues el presente solo consiste en la remoción de vegetación forestal, sin embargo, la materia orgánica que pueda ser utilizada y generada por el despalme, será utilizada en la propia



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
	el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza	<p>Canalizar mayores recursos para promover la acuacultura rural.</p> <p>Fortalecer la acuacultura rural mediante el fomento a proyectos de inversión de pequeña escala, en aguas interiores y/o litorales, para crear unidades de producción acuícola rentables y competitivas, que contribuyan a mejorar la alimentación de la población rural.</p> <p>Promover la producción agrícola orientada a la producción de bioenergéticos, en áreas y cultivos con viabilidad, así como establecer las bases para impulsar la producción, tecnificación, comercialización y empleo de la biomasa.</p> <p>Aprovechar sustentablemente la diversidad genética cuidando que no se pierdan los bosques y selvas en la producción de bioenergéticos.</p>	<p>actividad de preparación del sitio. para la siguiente etapa constructiva.</p> <p>La acuacultura rural no es vinculante al proyecto.</p> <p>La producción agrícola de bioenergéticos no es vinculante al proyecto.</p>
	37: Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades	<p>Desarrollar actividades que permitan aumentar las habilidades, conocimientos y capacidad de gestión de los grupos rurales prioritarios y comunidades con presencia indígena, señalados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), así como asistirlos de manera permanente en sus proyectos productivos.</p> <p>Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial.</p>	<p>En la medida de las posibilidades del proyecto, se incorporarán mujeres y grupos rurales prioritarios, así como comunidades indígenas, para las actividades asociadas a la remoción de vegetación</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
	rurales vinculadas	Brindar servicios que permitan la conciliación entre la vida laboral y familiar, para mejorar la calidad de vida de las mujeres así como la de sus hijos.	
	38: Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza	<p>Asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.</p> <p>Promover la asistencia y permanencia escolar a través de becas educativas para la población más pobre.</p> <p>Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que viven en condición de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo.</p> <p>Apoyar a las personas en condiciones de pobreza para la entrada y permanencia a educación técnica, media y superior u otro tipo de capacitación que facilite el acceso a mejores fuentes de ingreso.</p> <p>Brindar asistencia técnica y capacitación con el fin de facilitar el acceso a fuentes de financiamiento productivo.</p>	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.
	39: Incentivar el uso de los servicios de salud,	Promover que las personas en condiciones de pobreza tengan acceso a los servicios de salud y que asistan regularmente	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
	especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza	tanto a la atención médica como a la capacitación que llevan a cabo las instituciones especializadas.	parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.
	40: Atender 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	Impulsar políticas públicas que atiendan las necesidades de los adultos mayores, y promover cambios para que las instituciones públicas y la sociedad puedan enfrentar el envejecimiento de la población. Elaborar un Programa de Acción Integral para Adultos Mayores que guíe a las personas hacia un envejecimiento saludable y digno.	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
	mayores índices de marginación		
	41: Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad	<p>Procurar el acceso a redes sociales de protección a indígenas, niños y mujeres en condición de violencia, a las personas con discapacidad y a los jornaleros agrícolas, con el fin de que puedan desarrollarse plena e íntegramente.</p> <p>Fortalecer las instituciones para las mujeres en las entidades gubernamentales, además de fomentar la cooperación de la sociedad, el gobierno y las instituciones académicas del territorio para prevenir, detectar y atender la violencia contra las mujeres.</p>	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional			



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural	<p>Defender los derechos de los sujetos agrarios ante los órganos jurisdiccionales o administrativos como función permanente de servicio social, desarrollando programas permanentes de vigilancia al cumplimiento de la ley.</p> <p>Promover programas de ordenamiento de la propiedad rural que garanticen la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en el campo y facilitar el desarrollo del mercado de tierras.</p> <p>Desincorporar tierras de propiedad social para inducir el crecimiento ordenado de ciudades o centros de población.</p> <p>Promover la reestructuración y consolidación de las formas organizativas y asociativas al interior de los Núcleos Agrarios, para optimizar el aprovechamiento de sus recursos conforme a sus vocaciones.</p>	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43: Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos	<p>Desarrollar herramientas de información geográfica, empleando tecnologías actuales como la Cartografía Digital y los Sistemas de Información Geográfica, para facilitar el análisis geográfico, geológico, biológico y estadístico de las características de los Núcleos Agrarios y las Localidades Rurales vinculadas, que contribuya al fortalecimiento de las actividades de organización, gestión y planeación en la propiedad rural.</p> <p>Contribuir al desarrollo rural sustentable, integrando y manteniendo actualizada la información registral y catastral de la propiedad rural del país.</p>	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

ESTRATEGIAS		ACCIONES	VINCULACIÓN
		Integrar al Catastro Rural Nacional información geográfica, geológica, biológica, de uso y vocación del suelo de los Núcleos Agrarios y Localidades Rurales vinculadas.	
	44: Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil	<p>Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas.</p> <p>Establecer procesos de planeación regional que generen políticas sectoriales, transversales, de impacto regional acordes con la realidad de cada región; espacios de diálogo entre los actores públicos y privados involucrados para lograr acuerdos de desarrollo regional; y mecanismos que fomenten la colaboración intersecretarial e institucional en materia de desarrollo regional.</p> <p>Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria.</p> <p>Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada.</p>	Estas acciones no se vinculan con el proyecto, ya que deben ser ejecutadas por los tres órdenes de gobierno, sin embargo, si se requiere el apoyo de la parte promovente, se cuenta con toda la disponibilidad de contribuir en lo que sea necesario.



El pretendido proyecto es congruente con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio al atender cada una de las acciones que le corresponden, tal y como se describen en el rubro de vinculación que a su vez se correlaciona con las acciones y estrategias correspondientes.

En ese sentido, cada una de las estrategias descritas anteriormente, son las que le corresponden al proyecto derivado de su ubicación en la región 18.20 específicamente en la UAB No. 52 “Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo”.

A manera de conclusión, se puede afirmar que la puesta en marcha del proyecto es congruente con las estrategias que se contemplan en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y no contraviene ninguna de ellas.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ)

El modelo de Ordenamiento Ecológico plasma por Unidad de Gestión Ambiental (UGA), los lineamientos ecológicos que pretenden inducir el uso del suelo y las actividades productivas, de modo que se logre la protección del ambiente, así como la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Fue publicado el día 17 de Abril del 2009 en el Diario La Sombra de Arteaga, tiene el objetivo de regular el proceso de planeación y aplicación de las medidas conducentes para programar, regular, inducir y evaluar el uso de suelo y el manejo de los recursos naturales, a fin de proteger el ambiente y lograr su aprovechamiento sustentable, con base en el análisis de su deterioro, de su posible recuperación y de las potencialidades de aprovechamiento del mismo; se crea como instrumento de política ambiental, para propiciar medidas conducentes orientadas a programar, regular, inducir y evaluar el uso de suelo y el manejo de los recursos naturales, a fin de proteger el ambiente y lograr su aprovechamiento sustentable.

A continuación, se presenta el mapa donde se indica las UGA en las cuales se encuentra inmerso el proyecto:



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

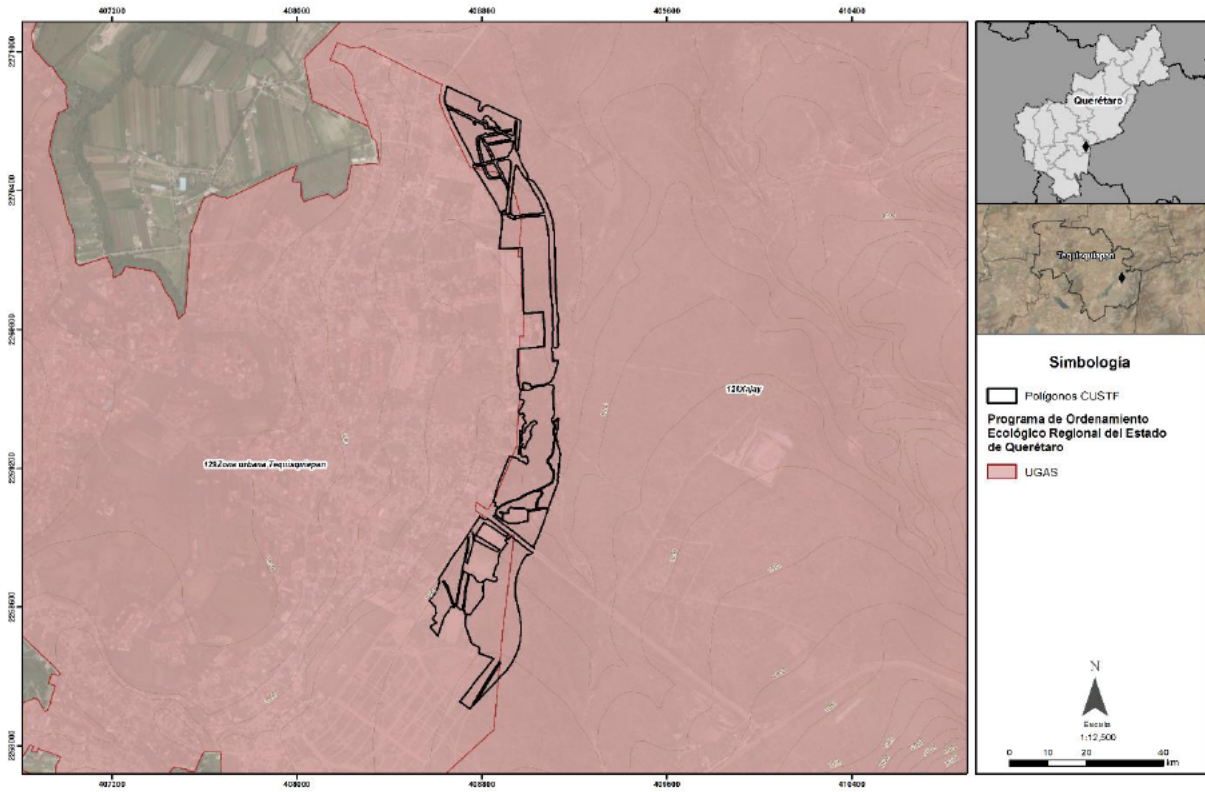


Figura 30. Ubicación del proyecto en el POEREQ

Como se puede observar en la figura anterior, el proyecto se encuentra inmerso en las UGA No. 126 y 129, denominadas respectivamente “Xajay”, la cual cuenta con vegetación de matorrales; y “Zona Urbana Tequisquiapan”, que describe zona urbana. A continuación se presenta una tabla en la que se despliegan las acciones que le corresponden a cada UGA acorde al POEREQ.

Tabla 7. Acciones correspondientes a las UGA del POEREQ

Número	Nombre	Acciones
126	Xajay	A002 A003 A026 A027 A028 A046 A047 A050 A055 A064 A067 A068 A069 A070 A072 A073 A074 A076 A086 A085 A087 A088 A089 A090 A104 A105 A111 A113
129	Zona Urbana Tequisquiapan	A001 A002 A003 A005 A006 A010 A012 A015 A020 A021 A026 A027 A028 A030 A032 A041 A044 A045 A046 A047 A050 A051 A055 A067 A070 A072 A074 A075 A083 A084 A085 A086 A087 A088 A089 A090 A104 A105 A111 A112 A113



En la siguiente tabla se describen las acciones para dicha UGA, así como su medida de cumplimiento para los lineamientos y acciones aplicables al proyecto. Cabe mencionar que al vincular con la acción correspondiente de la UGA, se vincula con el lineamiento específico que da lugar a la acción. Lo anterior responde a que las acciones son las necesarias para lograr los lineamientos o metas ambientales del POEREQ.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 8. Vinculación del proyecto con las UGA No. 126 “Xajay” y 129 “Zona Urbana Tequisquiapan”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
L01	Disminuir en al menos un 50%, el abatimiento anual del acuífero	Se establecen medidas de prevención de escurrimientos y de compensación para los impactos que no se hayan podido mitigar en el apartado correspondiente.	A001	Se aplicará un programa para la captación de agua de lluvia, en un lapso no mayor de cuatro años. Con especial atención a nuevos fraccionamientos habitacionales e industriales. Así como en bordos urbanos y desazolve de vasos reguladores.	El presente proyecto habitacional cuenta con un proyecto pluvial para la captación y conducción de agua de lluvia.
L01	Disminuir en al menos un 50%, el abatimiento anual del acuífero	Se establecen medidas de prevención de escurrimientos y de compensación para los impactos que no se hayan podido mitigar en el apartado correspondiente.	A002	Se regularizará el uso y destino del recurso agua entre concesionarios, en un plazo máximo de tres años.	No es aplicable al proyecto, dado que no se empleará agua como insumo relevante para el desarrollo de este, y el agua utilizada será tratada a través de pipas autorizadas.
L01	Disminuir en al menos un 50%, el abatimiento anual del acuífero	Se establecen medidas de prevención de escurrimientos y de compensación para los impactos que no se hayan podido mitigar en el apartado correspondiente.	A003	Se aplicarán programas para la tecnificación del riego agrícola, incrementando la eficiencia física en al menos un 80 % en un plazo máximo de 5 años.	No aplicable al proyecto, dado que no se empleará agua como insumo relevante para el desarrollo de este y no corresponde a un proyecto de riego tecnificación.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
L03	Controlar el flujo de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado para que no rebasen los límites permisibles de contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas	No es aplicable al proyecto, toda vez que este involucra únicamente el cambio de uso de suelo en áreas forestales y no involucra la instalación de sistemas de alcantarillado de aguas residuales.	A005	Se aumentará al 90% la cobertura de alcantarillado en zonas urbanas, y en 75% en zonas suburbanas y rurales, en un lapso no mayor de cinco años. Con especial atención aquellas que contemplen localidades con una población mayor a 2,500 habitantes.	El presente proyecto pretende realizar únicamente el cambio de uso de suelo en áreas forestales para un desarrollo habitacional, por lo que esta acción no es aplicable para esta etapa del mismo.
L03	Controlar el flujo de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado para que no rebasen los límites permisibles de contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas	No es aplicable al proyecto, toda vez que este involucra únicamente el cambio de uso de suelo en áreas forestales y no involucra la instalación de sistemas de alcantarillado de aguas residuales.	A006	Se construirán, rehabilitarán y operarán plantas de tratamiento de agua para tratar al menos un 70% de las aguas residuales, en un lapso no mayor de cuatro años.	No es aplicable al proyecto y para el caso específico de las aguas sanitarias generadas por los trabajadores serán instalados sanitarios móviles que serán manejados por prestadores de servicios autorizados.
L03	Controlar el flujo de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado para que no rebasen los	No es aplicable al proyecto, toda vez que este involucra únicamente el cambio de uso de suelo en áreas forestales y no involucra la instalación de	A010	Se colocarán trampas de sólidos para reducir la carga que entra a la red de alcantarillado en un período no mayor a siete años, con al	El presente proyecto pretende realizar únicamente el cambio de uso de suelo en áreas forestales para un desarrollo habitacional, por



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Líneamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
	límites permisibles de contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas	sistemas de alcantarillado de aguas residuales.		menos 7 visitas de mantenimiento por año	lo que esta acción no es aplicable para esta etapa de este.
L03	Controlar el flujo de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los sistemas de alcantarillado para que no rebasen los límites permisibles de contaminantes de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas	No es aplicable al proyecto, toda vez que este involucra únicamente el cambio de uso de suelo en áreas forestales y no involucra la instalación de sistemas de alcantarillado de aguas residuales.	A012	Se aplicará la normatividad vigente en la cual se regulan y sancionan aquellas actividades que afecten la calidad del agua en presas, bordos o corrientes de agua, en un lapso no mayor a un año	Por el momento no se prevé la descarga de aguas residuales en bienes nacionales, por lo que no es aplicable al proyecto.
L05	Eliminar la contaminación en cuerpos de agua	Se implementarán las medidas de prevención y mitigación establecidas en el capítulo VI con la finalidad de evitar y eliminar la contaminación en cuerpos de agua, entre las que destaca el programa de manejo de residuos, así como las medidas para evitar la erosión del suelo.	A015	Se aplicará un programa dirigido al uso y tratamiento adecuado de los desechos generados en todos los ranchos ganaderos, de modo que no se contaminen agua, suelo y aire, en un lapso máximo de cinco años. Con especial atención a los municipios de El Marqués, Colón, Ezequiel Montes,	No es aplicable al proyecto al no tratarse de un proyecto o rancho ganadero, sin embargo, se tendrá un control estricto de los residuos generados en la ejecución del proyecto, mediante el programa de manejo de residuos presentado.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
				Pedro Escobedo, Amealco, Querétaro y Tequisquiapan	
L07	Mantener la calidad del aire por debajo de los límites permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales correspondientes	Se implementarán las medidas de prevención y mitigación establecidas en el capítulo VI con la finalidad de mantener la calidad del aire por debajo de los límites permisibles, específicamente en cuanto al cumplimiento de normas oficiales mexicanas para emisiones a la atmósfera por uso de maquinaria.	A020	Se efectuarán monitoreos de la calidad del aire durante una semana, dos veces al año, con la unidad móvil de monitoreo atmosférico	Esta acción no es aplicable al proyecto al encontrarse fuera de la esfera de competencia del promovente, sin embargo se cumplirá con la normatividad oficial mexicana en materia de emisiones a la atmósfera para la maquinaria a utilizar.
L07	Mantener la calidad del aire por debajo de los límites permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales correspondientes	Se implementarán las medidas de prevención y mitigación establecidas en el capítulo VI con la finalidad de mantener la calidad del aire por debajo de los límites permisibles, específicamente en cuanto al cumplimiento de normas oficiales mexicanas para emisiones a la atmósfera por uso de maquinaria.	A021	Se aplicará el reglamento de Verificación Vehicular del estado de Querétaro, para que obligue a la verificación de todos los automotores registrados en el Estado	Todos los vehículos empleados para la ejecución del proyecto deberán contar con las verificaciones vehiculares correspondientes.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
L09	Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.	Los bancos de material a utilizar deberán contar con la autorización vigente de SEDESU.	A026	Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor a cinco años por lo menos en un 80% de los bancos ya abiertos	No es aplicable al proyecto, ya que no se trata de una actividad de extracción de minerales, sino de un cambio de uso de suelo de áreas forestales.
L09	Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.	Los bancos de material a utilizar deberán contar con la autorización vigente de SEDESU.	A027	Únicamente se autorizarán las actividades de extracción de minerales no reservados a la federación a través de la expedición de la licencia de explotación. Deberá efectuarse inmediatamente para bancos de material nuevos, y en un período no mayor de cinco años por lo menos en un 80 % de los bancos ya abiertos. Con especial atención en San Juan del Río, Corregidora,	No es aplicable al proyecto, ya que no se trata de una actividad de extracción de minerales, sino de un cambio de uso de suelo de áreas forestales. Sin embargo, todos los materiales empleados como insumo provendrán de bancos de material autorizados por la SEDESU.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
				Pedro Escobedo, Querétaro y Tequisquiapan	
L09	Regular la explotación, rehabilitación y restauración de la superficie de los bancos de material.	Los bancos de material a utilizar deberán contar con la autorización vigente de SEDESU.	A028	Se rehabilitarán los bancos de material abandonados, autorizándolos como bancos de tiro, para su posterior reforestación con vegetación nativa, en un lapso no mayor de tres años.	Si bien esta acción no es aplicable al proyecto, al no tratarse de un banco de tiro, se asegura que los residuos de manejo especial generados con la ejecución del proyecto serán dispuestos en bancos de tiro autorizados por la SEDESU.
L10	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	Se implementará el Programa de Manejo de Residuos presente en el capítulo II, con la finalidad de apegar el tratamiento y disposición de los residuos a la normatividad vigente en la materia.	A030	Se ampliará el servicio de recolección de basura a un 80%, promoviendo la separación de la basura en fuente para efectuar la recolección selectiva, estableciendo centros de acopio para fortalecer el Plan de Manejo de Residuos Sólidos, logrando la separación y aprovechamiento del 20% de los residuos que se generen.	Los residuos sólidos generados por los trabajadores serán colocados en tambos para su posterior manejo por empresas autorizadas para ser destinados a rellenos sanitarios autorizados.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
L10	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	Se implementará el Programa de Manejo de Residuos presente en el capítulo II, con la finalidad de apegar el tratamiento y disposición de los residuos a la normatividad vigente en la materia.	A032	Se construirá y operará al menos una planta de composteo, para ello se realizarán los estudios técnicos justificativos para la elaboración y venta de composta. De ser un proyecto viable, se buscará financiamiento y procesos de licitación para el desarrollo de la infraestructura de composteo.	No es aplicable al proyecto, ya que no se trata de un proyecto que pretenda generar una cantidad importante de biomasa, sin embargo, el suelo y parte del material orgánico generado será utilizado como abono para el establecimiento de áreas verdes.
L10	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	Se implementará el Programa de Manejo de Residuos presente en el capítulo II, con la finalidad de apegar el tratamiento y disposición de los residuos a la normatividad vigente en la materia.	A041	Se construirá y operará en el sitio de disposición final un área de emergencia, vestidores y servicios sanitarios, sistema de combustión de gases, sistema de captación de lixiviados, sistema de evaporación y recirculación de lixiviados, manual de operación y su uso, elaboración de informe mensual de actividades, franja de amortiguamiento	El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final de residuos pero, a través del Programa de Manejo presente en la Manifestación, se asegurará un manejo integral y correcto de todos los residuos generados.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
				de al menos 500 metros alrededor del sitio, programa de monitoreo de impactos ambientales y programa de clausura, todo conforme a la normatividad aplicable, en un lapso no mayor de tres años.	
L10	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	Se implementará el Programa de Manejo de Residuos presente en el capítulo II, con la finalidad de apegar el tratamiento y disposición de los residuos a la normatividad vigente en la materia.	A044	Se establecerá un centro autorizado de acopio de residuos peligrosos generados en los hogares y por microgeneradores. Se realizará un estudio de viabilidad del proyecto y la caracterización de estos residuos para establecer procedimientos para el acopio, manejo y disposición final.	No aplicable al proyecto, sin embargo, todos los residuos peligrosos generados por el proyecto serán manejados por prestadores de servicios debidamente autorizados por la SEMARNAT.
L10	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y	Se implementará el Programa de Manejo de Residuos presente en el capítulo II, con la finalidad de apegar el tratamiento y disposición de los residuos	A045	Se aplicará un programa para el manejo integral y transporte autorizado de residuos biológico-infecciosos de hospitales, consultorios y crematorios en	No aplicable al proyecto, sin embargo, todos los residuos peligrosos generados por el proyecto serán manejados por prestadores de servicios



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
	Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	a la normatividad vigente en la materia.		un lapso no mayor de dos años.	debidamente autorizados por la SEMARNAT.
L10	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	Se implementará el Programa de Manejo de Residuos presente en el capítulo II, con la finalidad de apegar el tratamiento y disposición de los residuos a la normatividad vigente en la materia.	A046	Se aplicará un programa para lograr el control y clausura de la totalidad de tiraderos a cielo abierto y se prohíbe la apertura de nuevos tiraderos. Con especial atención a aquellas zonas con aptitud para la conservación. En un lapso no mayor de tres años.	La presente Manifestación en el capítulo II refiere al manejo de los residuos generados por el mismo, apegándose en todo momento a lo dispuesto en las leyes y normas oficiales mexicanas aplicables.
L10	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el Estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas	Se implementará el Programa de Manejo de Residuos presente en el capítulo II, con la finalidad de apegar el tratamiento y disposición de los residuos a la normatividad vigente en la materia.	A047	Se construirá y operará un centro de acopio por municipio para el manejo integral de envases desechados de agroquímicos en un lapso no mayor de dos años. Con especial atención a UGAs con agricultura de riego y temporal.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se realizará el cambio de uso de suelo en áreas forestales para un desarrollo habitacional.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
	Oficiales Mexicanas correspondientes.				
L12	Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A050	Se generará un programa estatal de reforestación con especies nativas producto de viveros regionales, definiendo las zonas prioritarias para esta, estableciendo su ubicación cartográficamente. Este programa incluirá las medidas necesarias para que la sobrevivencia sea de al menos el 50 %. El programa se elaborará en un lapso no mayor a un año, y se iniciará su implementación en no más de dos años.	Si bien se acredita la mitigación de impactos con las medidas de prevención y mitigación propuestas dentro del sitio, en caso de ser necesaria la introducción de especies, se cuidará que sean únicamente especies nativas.
L12	Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la	A051	Se establecerá un vivero por región en el que se reproduzcan las especies arbóreas y arbustivas nativas de mayor importancia biológica en todas aquellas UGAs propias de bosques, selvas y/o matorrales	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se realizará el cambio de uso de suelo en áreas forestales para un desarrollo habitacional.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
		compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.		conservados, con especial atención a las propias del bosque mesófilo de montaña y a las especies que se encuentren en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2001. En un plazo máximo de tres años.	
L12	Reglamentar que las reforestaciones, se hagan con especies nativas de los ecosistemas presentes en cada UGA.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A055	Se reforestará con especies nativas las áreas prioritarias para la conservación con especial atención a barrancas y márgenes de arroyo, en un lapso no mayor de cinco años.	Si bien se acredita la mitigación de impactos con las medidas de prevención y mitigación propuestas dentro del sitio, en caso de ser necesaria la introducción de especies, se cuidará que sean únicamente especies nativas.
L13	Mantener la biodiversidad presente en el área.	A través de los programas de rescate y reubicación de flora y fauna se asegura la supervivencia de la biodiversidad en la zona.	A064	Se elaborarán y aplicarán programas turísticos dirigidos al conocimiento de la biodiversidad (seleccionar las actividades conforme a las condiciones de la UGA), en un	No aplicable al proyecto, pues no se trata de una actividad turística, sin embargo, a través de la presente MIA-P se evalúan los impactos ambientales



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
				lapso no mayor de cinco años. Estas actividades deberán de incluir no sólo infraestructura, sino también capacitación y beneficios económicos para la gente de las comunidades de la UGA.	por el cambio de uso de suelo en áreas forestales.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A067	Se prohíbe la extracción de flora y fauna silvestre, en especial aquellas que se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de riesgo.	En la tabla 49 del POEREQ se establece que el indicador para esta acción se medirá en el número de organismos por especie decomisados, de lo que se entiende que extracción en este contexto es aquella remoción de vegetación del sitio sin autorización, por lo que no se realizará extracción alguna para el presente proyecto, no obstante, se propone un programa de rescate y reubicación de flora y de manejo y ahuyentamiento de fauna, poniendo especial énfasis en el rescate de todos aquellos individuos de



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
					especies que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, dentro de la capacitación en temas ambientales que será impartida al personal que laborará en el proyecto se destacará el manejo que se debe dar a la flora y fauna y su prohibición en la extracción de ésta.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A068	A través del programa de educación ambiental, se establecerán comités de vigilancia ambiental participativa (VIGÍAS) y una RED VIGÍA estatal, que permita la participación comunitaria para establecer un sistema efectivo de denuncia y disminución de delitos ambientales como la tala clandestina y la caza furtiva, así también informar a la población sobre el	Esta acción se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente. Sin embargo, los trabajadores del proyecto recibirán una plática de educación ambiental por el promovente. Además, el someter la presente MIA-P ante la SEMARNAT para su evaluación se asegura la



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
				manejo sustentable de los recursos naturales.	regulación de la actividad de cambio de uso de suelo.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A069	Se restringe el crecimiento urbano y el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en el interior de áreas naturales protegidas, áreas prioritarias a la conservación, zonas núcleo, cañadas o barrancas, zonas de riesgo y bancos de material. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU).	Si bien el proyecto se encuentra inmerso en la UGA No. 126 con vegetación de matorrales, a la fecha de presentación de la MIA-P no se ha decretado como un Área Natural Protegida de ningún orden de gobierno.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de	A070	Se aplicará un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente, en un lapso no mayor de dos años.	No aplicable al proyecto, pues no se trata de una actividad turística, sin embargo, a través de la presente MIA-P se evalúan los impactos ambientales por el cambio de uso de suelo en áreas forestales.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
	hidrológicos y geomorfológicos).	vegetación en el estado de Querétaro.			
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A072	La instalación de infraestructura, caminos, líneas de conducción o extracción (energía eléctrica, telefonía, telegrafía, hidrocarburos), termoeléctricas y depósitos de la industria petroquímica, estarán sujetas a previa manifestación de impacto ambiental.	El proyecto se somete a evaluación en cumplimiento al Art. 28 fracción VII de la LGEEPA, por lo que las actividades enlistadas no son objeto de análisis y evaluación del presente.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de	A073	Se regulará cualquier tipo de instalación o infraestructura (incluidos los caminos) en zonas que presenten una o más especies bajo alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuando su trazo divida ecosistemas conservados.	En el predio NO se encontraron especies de flora bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, sí se encontraron 3 especies de fauna, por lo que el proyecto contempla el adecuado manejo conforme a la Ley, así como un programa de rescate y



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
	hidrológicos y geomorfológicos).	vegetación en el estado de Querétaro.			reubicación de flora y fauna anexo a la presente para su consulta y evaluación.
L14	Mantener de forma permanente en los ecosistemas: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad). b) La composición (riqueza y abundancia de especies) y; c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A074	Se restringe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa; la eliminación y daño a la vegetación, así como la quema en orillas de caminos, propiedades o parcelas agrícolas. El municipio deberá establecer sanciones para quien la elimine, la deteriore o la queme, en un lapso no mayor de un año.	Los residuos de manejo especial que serán generados durante el proyecto serán dispuestos en tambos de 200 L y en contenedores de metal debidamente identificados y ubicados en sitios estratégicos del predio, donde permanecerán hasta el momento de su recolección y disposición, la cual será en bancos de tiro autorizados por la SEDESU.
L15	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica	A075	Se elaborarán y aplicarán programas de aprovechamiento de predios baldíos, en un lapso no mayor de dos años.	Esta acción no es aplicable al proyecto al encontrarse fuera de la esfera de competencia del promovente, sin embargo, al ocupar dicho predio, se evitará que se forme un predio baldío.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
		para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.			
L15	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A076	Se aplicará un programa de manejo del pastizal para incrementar su productividad, evitando su deterioro y pérdida del suelo, en un lapso no mayor de dos años.	Esta acción no es aplicable al proyecto al encontrarse fuera de la esfera de competencia del promovente, además que se solicita el cambio de uso de suelo en áreas forestales.
L15	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de	A083	Se prohíbe la apertura de nuevos bancos para la extracción de materiales pétreos reservados o no a la federación a una distancia inferior a 1 Km de cualquier zona urbana y áreas con aptitud para la conservación.	Los materiales empleados en la ampliación provendrán de casas materialistas y/o bancos de material debidamente autorizados por la SEDESU.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
		vegetación en el estado de Querétaro.			
L15	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A084	Se restringe establecer instalaciones termoeléctricas o subestaciones, depósitos de la industria petroquímica, de extracción, conducción o manejo de hidrocarburos, a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos y aquellas zonas de interés para la conservación.	El proyecto no pretende establecer instalaciones de las listadas como restringidas, por lo que se cumple con lo especificado.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como el ahuyentamiento y rescate de fauna, y la compensación específica para la remoción de	A085	Se ofrecerán becas de forma anual para la investigación científica dirigida al conocimiento de la biodiversidad en el área y métodos para su conservación.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promotor, sin embargo, se aportará con la medida de compensación en cuanto a la capacitación en materia de conocimiento de la biodiversidad de la zona y su conservación.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
		vegetación en el estado de Querétaro.			
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como el ahuyentamiento y rescate de fauna, y la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A086	Se restringe la introducción y liberación de ejemplares exóticos de flora y fauna, al medio silvestre.	Queda estrictamente prohibida la introducción de ejemplares exóticos de flora y fauna al medio silvestre.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como el ahuyentamiento y rescate de fauna, y la	A087	Se implementará un programa de regularización de especies ferales y mascotas no convencionales.	Para el proyecto no se pretende introducir nuevas especies a la zona o las colindancias del proyecto.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
		compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.			
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como el ahuyentamiento y rescate de fauna, y la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A088	La autoridad municipal elaborará y aplicará un reglamento en materia de regulación ecológica, en un lapso no mayor de un año.	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como el	A089	Los municipios aplicarán su programa de educación ambiental, en un lapso no mayor de un año.	A pesar de que esta acción va dirigida a los municipios, los trabajadores del proyecto recibirán una plática de educación ambiental por el promovente.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
		ahuyentamiento y rescate de fauna, y la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.			
L16	Proteger la biodiversidad y los recursos naturales, manteniendo la integridad de las especies y los ecosistemas.	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para favorecer la biodiversidad del sistema, en específico el programa de rescate y reubicación de flora, así como el ahuyentamiento y rescate de fauna, y la compensación específica para la remoción de vegetación en el estado de Querétaro.	A090	Se aplicarán las normatividades correspondientes al uso y construcción de fosas sépticas en un lapso no mayor de dos años.	Se considera la instalación de 1 baño portátil por cada 12 trabajadores, mismos que serán manejados por empresas que cumplan la normatividad y presten el manejo adecuado a los mismos.
L19	Propiciar la retención de los suelos en las zonas más susceptibles a la erosión.	Se implementarán las medidas de mitigación descritas en el capítulo VI, en específico la instalación de terrazas de piedra acomodada, con la	A104	Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuarán acciones como construcción de terrazas, presas de gaviones, tinas ciegas, o	Para evitar la erosión hídrica y eólica para poder retener el suelo perdido por la remoción de vegetación, se proponen una serie de medidas que se describen



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
		finalidad de mitigar la erosión del suelo.		cualquier otra que permita retener el suelo en aquellas zonas más susceptibles a la erosión hídrica y eólica, siempre combinando estas técnicas con prácticas vegetativas en un plazo no mayor de tres años.	de manera detallada en el capítulo VI de la presente MIA, consistentes entre otras en la remoción de suelo progresivamente y la integración de barreras de piedra acomodada.
L19	Propiciar la retención de los suelos en las zonas más susceptibles a la erosión.	Se implementarán las medidas de mitigación descritas en el capítulo VI, en específico la instalación de terrazas de piedra acomodada, con la finalidad de mitigar la erosión del suelo.	A105	Considerando la dinámica del agua superficial en las microcuencas, se efectuará la reforestación inmediata aguas arriba, sumado a obras de conservación del suelo, para evitar la continua erosión hídrica y eólica.	Para evitar la erosión hídrica y eólica para poder retener el suelo perdido por la remoción de vegetación, se proponen una serie de medidas que se describen de manera detallada en el capítulo VI de la presente MIA, específicamente realizar el cambio de uso de suelo progresivamente e integrar barreras de piedra acomodada.
L22	Mantener la calidad de los productos agrícolas y pecuarios generados en el Estado.	No aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agropecuarias.	A111	Se aplicarán los programas enfocados a la sanidad vegetal, inocuidad agroalimentaria y campañas fitosanitarias en	Esta acción no es aplicable al proyecto, ya que no pretende realizar actividades relacionadas al sector agroalimentario.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Lineamiento	Vinculación	No.	Acción	Vinculación
				cumplimiento de la normatividad vigente, en un lapso no mayor de dos años	
L23	Integrar la educación ambiental para la sustentabilidad, en todas las actividades ecológicas del Estado.	Se realizará una capacitación en materia ambiental al personal que labore el proyecto, con la finalidad de integrar a este, buenas prácticas en materia de medio ambiente.	A112	Se instrumentará el Plan Estatal de Educación Ambiental con enfoque de Cuenca y se elaborarán los programas de educación ambiental municipales, involucrando a los diferentes sectores de la población, en un lapso no mayor de dos años.	Si bien esta actividad no es aplicable al proyecto, se realizará una capacitación en materia ambiental para todo el personal del proyecto.
L23	Integrar la educación ambiental para la sustentabilidad, en todas las actividades ecológicas del Estado.	Se realizará una capacitación en materia ambiental al personal que labore el proyecto, con la finalidad de integrar a este, buenas prácticas en materia de medio ambiente.	A113	Se informará y/o capacitará a los diferentes sectores de la población en el manejo integral de residuos sólidos en calidad de agua y aire, en un lapso no mayor de dos años.	Si bien esta actividad no es aplicable al proyecto, se realizará una capacitación en materia ambiental para todo el personal del proyecto.



El pretendido proyecto es vinculante y no contraviene el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), al atenderse como fue planteado en líneas anteriores cada uno de los lineamientos y acciones que le corresponden a través de las medidas de cumplimiento propuestas por el proyecto. En ese sentido cada una de las estrategias descritas anteriormente, son las que le corresponden al proyecto esto por su ubicación en la UGA No. 126 “Xajay” y No. 129 “Zona Urbana Tequisquiapan”.

III.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan

El Ordenamiento Ecológico es un instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos. Publicado el 30 de julio del 2015 en el periódico oficial del Estado “Sombra de Arteaga”.

El Ordenamiento Ecológico Local (POEL) tiene como objetivo determinar el diagnóstico de las condiciones ambientales y tecnológicas, regular los usos del suelo fuera de los centros de población. En ellos se establecen los criterios de regulación ecológica de los centros de población, para que sean integrados en los programas de desarrollo urbano con carácter obligatorio para las autoridades municipales, de acuerdo con lo que establecen los artículos 20 bis 4 y bis 5 de la LGEEPA y los artículos 57 al 61 de su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Asimismo, los Municipios tendrán que formular su programa de ordenamiento con bases en las leyes locales en la materia. De igual forma los Municipios en cuestión podrán invitar al Gobierno Federal a participar en el Proceso de Ordenamiento Ecológico a través de la suscripción de un convenio de coordinación, o bien, en los casos en que exista un área natural protegida federal, la participación del Gobierno Federal será cuestión obligada.

- Políticas

Con base en el uso actual del suelo, la ubicación de las unidades de gestión ambiental y la problemática ambiental se proponen un conjunto de políticas, estrategias y lineamientos ambientales para la construcción del modelo de Ordenamiento Ecológico (MOET).

Las políticas territoriales asignadas a las UGA's de acuerdo a su vocación territorial corresponden a aprovechamiento sustentable, desarrollo urbano, restauración, conservación y protección.



Aprovechamiento Sustentable

Se asigna a aquellas áreas que por sus características, son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente. Incluye las áreas con usos de suelo actual o potencial, siempre que estas no sean contrarias o incompatibles con la aptitud del territorio.

Desarrollo urbano

Esta política corresponde a las áreas urbanas, los cuales son las áreas con usos urbanos, industriales o comerciales actuales, y su proyección de crecimiento a futuro marcado por los instrumentos vigentes como los planes y programas de desarrollo urbano del Municipio y el Estado.

Restauración

Se aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. La restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras que dejan de ser productivas por su deterioro o al restablecimiento de su funcionalidad para un aprovechamiento sustentable futuro. Para la elaboración de esta aptitud territorial, se consideró la capa de restauración elaborada en la fase de diagnóstico.

Conservación

Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante. Esta dirigida a todas aquellas áreas que poseen un equilibrio en sus ecosistemas y cuyos usos actuales no afectan o alteran su funcionamiento. Serán zonas que por sus características de estabilidad en algún momento podrían ser utilizadas para aprovechamiento, media vez este garantice la sostenibilidad de la flora y fauna y que este no afecte su equilibrio o disminuya su potencial poniendo en riesgo su estabilidad. Al encontrarse estas áreas en torno a los asentamientos humanos poseerán prioridad sobre estos por su importancia y función ecológica, la inclusión de estas áreas al sistema de áreas naturales protegidas en el ámbito municipal será opcional.

Protección

Corresponde a aquellas áreas del territorio con condiciones ambientales relevantes para la preservación de especies de flora y fauna, ecosistemas acuáticos, elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico y la producción de agua como el suelo y su cobertura, áreas forestales, de valor paisajístico, histórico, arqueológico o científico así como áreas identificadas como



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

zonas de riesgo o en función de su sujeción a limitaciones o servidumbres para la protección del dominio público; son zonas que cuentan con algún régimen especial de protección o que son susceptibles a integrarse a un sistema de áreas naturales protegidas de carácter Federal, Estatal o Municipal.

Son áreas que no son aptas para urbanización y cuyo principal propósito es el aseguramiento del equilibrio ecológico del sistema, que permita mantener y mejorar las condiciones y componentes que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas, los servicios ambientales que prestan, y el abastecimiento de recursos importantes para la población y los asentamientos humanos.

El proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”, se ubica en las UGA No. 18 “El Sabino”, 19 “Cerro Boludo” y 62 “Nahui Ollin”, con una política de Aprovechamiento Sustentable, Conservación y Urbana, respectivamente.

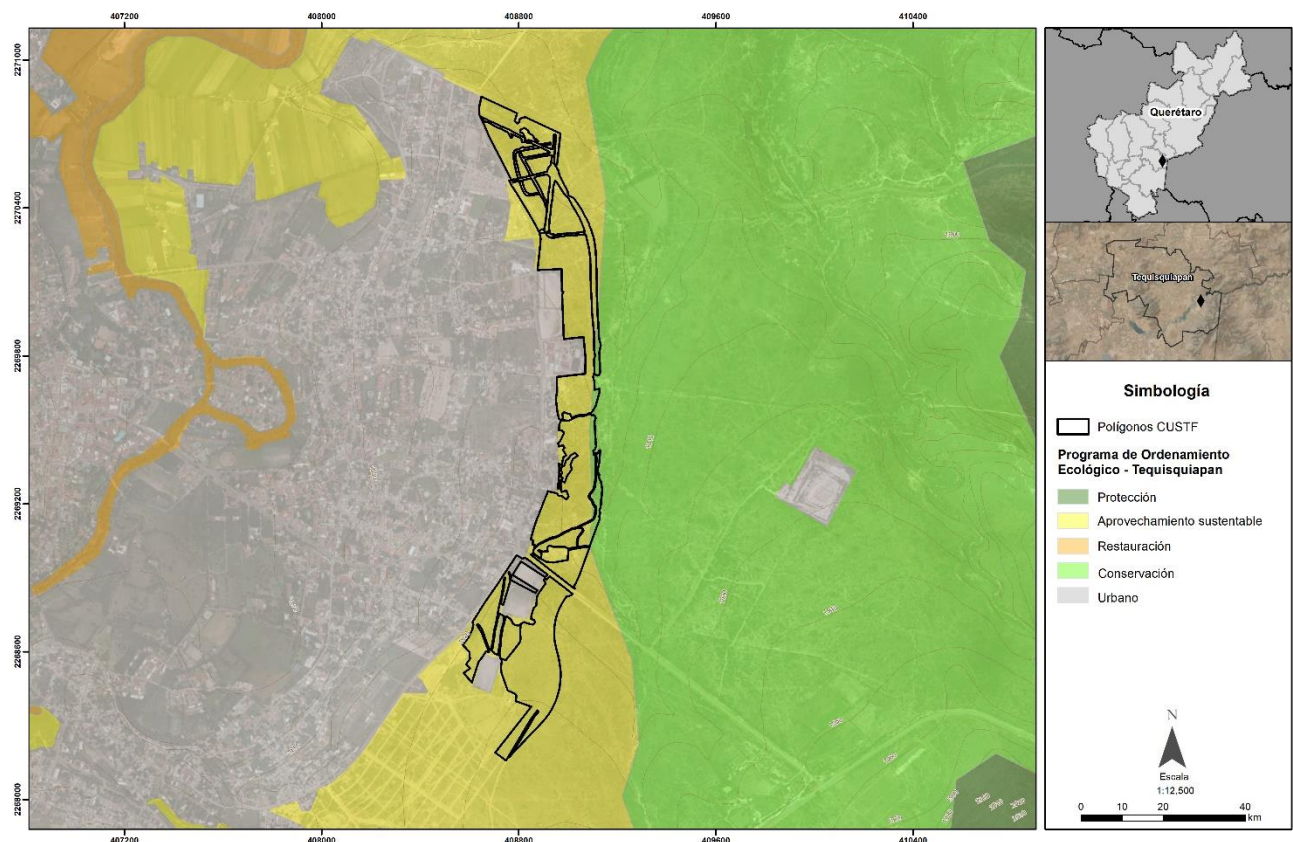


Figura 31. Ubicación del proyecto en el POEL



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 9. Usos, políticas y fundamentación jurídica aplicable al proyecto

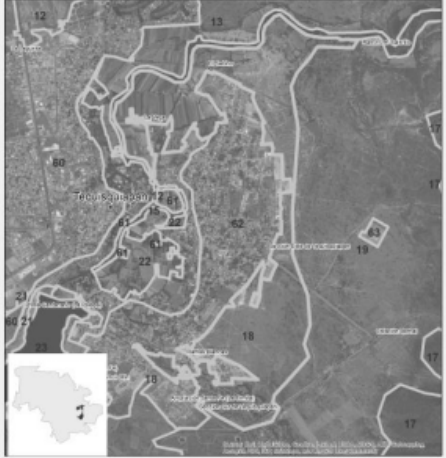
UGA	Nombre	Localidades Principales	Política Ambiental	Estrategia Ambiental	Lineamiento Ambiental	Vinculación
18	El Sabino	El Sabino, Sección Sureste de Tequisquiapan	Aprovechamiento	Aa Ab	Aumentar la producción de agricultura de temporal en 10 años en un 10% Aumentar la producción de agricultura de riego en 10 años en un 15% Ajustar el índice de carga animal en áreas de pastoreo a 5 años.	El Proyecto versa sobre el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que este lineamiento no es aplicable.
19	Cerro Boludo	Estancia, Bernal, Arroyo Blanco, Rancho El Salitrillo y Fam. Ángeles	Conservación	Ca	Conservar el 75% de la vegetación natural a 10 años dejando 25% restante de la UGA para el desarrollo de los sectores bajo regulaciones pertinentes.	La intersección del CUS del Ejido Tequisquiapan con la UGA es de 17,027.348 m ² ; esto es un 25% que puede ser aprovechado para el desarrollo de los sectores. El 75% restante será conservado, lo que equivale a 51,082.04 m ² aproximadamente.
62	Nahui Ollin	Fracc. Nahui Ollin, Ramas Blancas, Ampliación Santa Fé, Fam. Jiménez, Sección sur de Tequisquiapan, Sección este de Tequisquiapan, Casa de Matanza Municipal	Urbana	Ac Ae	Consolidar el Programa de Desarrollo Urbano a un año	El proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales apegándose al marco de la Ley aplicable y vigente para desarrollar un fraccionamiento inmobiliario, por lo que es totalmente compatible con la política.

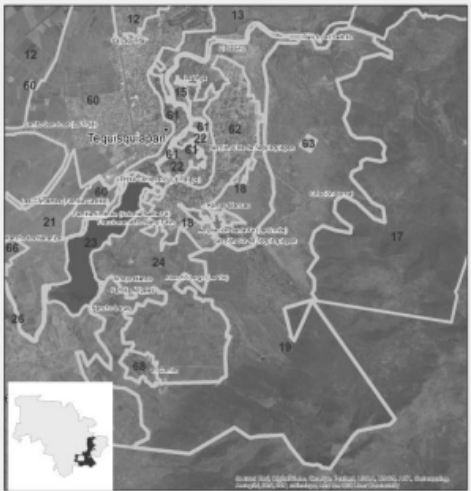
A continuación se presentan las fichas resumen de las UGA sobre las que recae el polígono del presente proyecto.

Figura 32. Fichas resumen de las UGA el POEL Del Municipio de Tequisquiapan



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

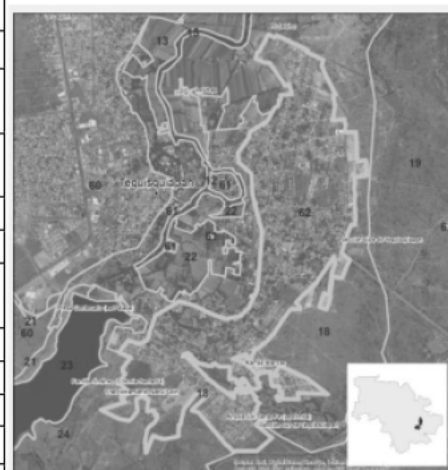
Unidad de gestión ambiental No.		18		
Nombre	El Sabino	Población total		26
Municipio	Tequisquiapan	Superficie (ha)		356.2
Política	Aprovechamiento sustentable	Estrategia		Aa Ab
Caracterización				
Localidades	2			
Uso de suelo y vegetación	Agrícola (temporal y humedad), con relictos de matorral crassicaule perturbado y asentamientos			
Edafología	Phaeozem háplico, Vertisol pélico			
Acuífero	Valle de Tequisquiapan			
Geología	Q (al), Ts (ar-cg), Ts (R- Ta)			
Criterios de regulación ecológica				
Mi	MI01 MI02 MI03 MI04 MI05 MI06 MI07 MI08 MI09 MI10 MI11 MI12 MI13 MI14 MI15 MI16			
Co	Co01 Co03 Co05 Co06 Co07 Co08 Co09 Co10 C011 Co14 Co15 Co16 Co17 Co18 Co19 Co20 Co21 Co22 Co24 Co25 Co26 Co27			
In	In19 In20 In21 In22 In23 In24			
AhVi	AhVI23			
Tu	Tu01 Tu02 Tu03 Tu04 Tu05 Tu06 Tu07 Tu08 Tu09 Tu10 Tu11 Tu12 Tu14 Tu15			
Ag	Ag01 Ag02 Ag03 Ag04 Ag05 Ag06 Ag07 Ag08 Ag09 Ag13 Ag15 Ag16 Ag19	Coordenadas extremas (UTM WGS84 Z14N)		
Fo	Fo02Fo05 Fo06 Fo09 Fo12	X Max	409833.05	
Pc	Pc01 Pc02 Pc03 Pc04 Pc05 Pc06 Pc07 Pc08 Pc09 Pc10 Pc11	Y Max	2271731.22	
Pe	-	X Min	407067.7	
If	If01 If02 If03 If04 If05 If06 If07 If08 If09 If10 If11 If12 If13	Y Min	2267047.06	

Unidad de gestión ambiental No.		19		
Nombre	Cerro Boludo	Población total		35
Municipio	Tequisquiapan	Superficie (ha)		2281.23
Política	Conservación	Estrategia		Ca
Caracterización				
Localidades	4			
Uso de suelo y vegetación	Matorral crassicaule y matorral subtropical con distintos grados de perturbación.			
Edafología	Cuerpo de agua, Phaeozem háplico, Vertisol pélico			
Acuífero	Huichapan-Tecoautla y Valle de Tequisquiapan			
Geología	C.agua, Q (al), Ts (A), Ts (ar-cg), Ts (R- Ta), Ts (Ta- Bva)			
Criterios de regulación ecológica				
Mi	MI17			
Co	Co01 Co02 Co03 Co05 Co06 Co07 Co08 Co09 Co10 C011 Co12 Co14 Co15 Co16 Co17 Co18 Co19 Co20 Co21 Co22 Co23 Co24 Co25 Co26 Co27 Co28 Co29			
In	In24			
AhVi	AhVI23			
Tu	Tu02 Tu03 Tu04 Tu05 Tu06 Tu07 Tu11 Tu12 Tu13			
Ag	Ag09 Ag10 Ag11 Ag12 Ag13 Ag14 Ag15 Ag16 Ag17 Ag18 Ag19 Ag20	Coordenadas extremas (UTM WGS84 Z14N)		
Fo	Fo01 Fo02 Fo03 Fo04 Fo05 Fo06 Fo07 Fo08 Fo09 Fo10 Fo11 Fo12	X Max	411819.35	



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Unidad de gestión ambiental		No.	62
Nombre	Nahui Ollin	Población total	1487
Municipio	Tequisquiapan	Superficie (ha)	348.21
Política	Desarrollo urbano	Estrategia	Ac Ae
Caracterización			
Localidades	7		
Uso de suelo y vegetación	Asentamiento urbano		
Edafología	Phaeozem háplico, Vertisol pélico		
Acuífero	Valle de Tequisquiapan		
Geología	Q (al), Ts (ar-cg)		
Criterios de regulación ecológica			
Mi	Mi17		
Co	Co01 Co03 Co09 Co16 Co17 Co19 Co20 Co21 Co22 Co27		
In	In24		
AhVi	AhVi01 AhVi02 AhVi03 AhVi04 AhVi05 AhVi06 AhVi07 AhVi08 AhVi09 AhVi10 AhVi11 AhVi12 AhVi13 AhVi14 AhVi15 AhVi16 AhVi17 AhVi18 AhVi19 AhVi20 AhVi21 AhVi22 AhVi23		
Tu	Tu01 Tu02 Tu03 Tu04 Tu05 Tu06 Tu07 Tu08 Tu09 Tu10 Tu11 Tu12 Tu13		
Ag	-		Coordenadas extremas (UTM WGS84 Z14N)
Fo	Fo02	X Max	409072.88
Pc	Pc12	Y Max	2271096.9
Pe	-	X Min	406495.58
If	If15	Y Min	2267044.21



○ **Lineamientos y Estrategias**

Las estrategias ambientales buscan promover la integración de los objetivos específicos, proyectos, programas y responsables con el objeto de lograr el cumplimiento de los Lineamientos Ambientales y Criterios de Regulación Ecológica a cada UGA. Los Lineamientos Ambientales por su parte representan metas o enunciados que proyectan el estado deseable de la UGA, estos se designan en función de la política designada.

Tabla 10. Estrategias y Lineamientos Ambientales

Clave	Estrategia	Vinculación
Aprovechamiento Sustentable y Desarrollo Urbano (A)		
Agricultura - Aa-	Aprovechamiento agrícola. Se trata de una gestión de los recursos agrícolas que tiendan a la sustentabilidad del sector incorporando mejoras tecnológicas y buenas prácticas de manejo que tiendan hacia la sustentabilidad del sector.	El giro del proyecto es un cambio de uso de suelo en áreas forestales con el fin de desarrollar un fraccionamiento



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

		habitacional por lo que no es vinculable.
Ganadería. - Ab-	Aprovechamiento pecuario. Se trata de la gestión de los recursos pecuarios del municipio respetando los índices de agostadero e incrementando la productividad mediante mejora genética y manejo integrado de pastizales.	El giro del proyecto es un cambio de uso de suelo en áreas forestales con el fin de desarrollar un fraccionamiento habitacional por lo que no es vinculable.
Asentamiento humano urbano -Ac-	Aprovechamiento para asentamientos humanos. El territorio es utilizado para consolidar de manera sustentable los espacios urbanos, mejorar su equipamiento y servicios y realizar construcciones de vivienda y servicios de manera responsable. Los criterios son orientados a mejorar la imagen urbana, fortalecer los Programas de Desarrollo Urbano y, en el caso de la cabecera municipal, mantener la continuidad de la imagen urbana.	El giro del proyecto es un cambio de uso de suelo en áreas forestales con el fin de desarrollar un fraccionamiento habitacional regulado y presentando todos los estudios necesarios. El en capítulo II de la presente MIA-P se detallan nlas características del desarrollo inmobiliario.
Turismo -Ae-	Se pretende el desarrollo de actividades turísticas no convencionales con base en la explotación del turismo rural y actividades del llamado turismo alternativo.	No vinculable ya que no se pretende desarrollar un proyecto turístico sino uno habitacional.
Conservación (C)		
Espacio natural terrestre con actividades productivas limitadas (forestal, turismo alternativo). -Ca-	Preservación de asociaciones de matorral crasicaule y matorral subtropical perturbado. Se trata de zonas en donde se prevé mantener el ecosistema pero permitiendo el desarrollo de proyectos de bajo impacto ambiental forestales y de turismo alternativo (rural, cultural y de naturaleza).	El giro del proyecto es un cambio de uso de suelo en áreas forestales con todas las medidas de prevención y mitigación de impactos necesarias con el fin de minimizar el impacto ambiental causado por la actividad, dentro de las que se incluyen la conservación de la diversidad mediante el rescate y reubicación de flora y fauna.



		Además, el predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.
--	--	---

○ **Criterios de regulación ecológica**

A partir de las estrategias y lineamientos ambientales, y para cumplir lo estipulado en el art. 20 bis 4 Frac. II y III de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 2 Fracción IV, 8 Fracciones IV, VIII, 31, 35-45 de la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro se diseñaron un conjunto de Criterios de Regulación Ecológica a partir de lo expresado en el cuarto taller de planeación participativa del POETL. Los Criterios de Regulación Ecológica siguen dos patrones de diseño. En el primero de ellos se generan criterios de fomento de buenas prácticas de manejo ambiental sustentable como lo es la creación de un fondo verde para darle seguimiento al POETL por parte del Comité Técnico. En el segundo patrón, los criterios de regulación ecológica compilan la legislación aplicable de los tres órdenes de gobierno, en combinación con Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas y criterios de manejo territorial específicos. El diseño está concebido para cumplir tanto las políticas como estrategias y lineamientos ambientales de la UGA correspondiente. Teniendo en cuenta las anteriores presiones se definieron los criterios de regulación de acuerdo a temas específicos.

Minería (Mi)		
Clave	Criterio	Vinculación



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Mi01	Todo aprovechamiento de materiales pétreos y bancos de material deberán contar con la licencia ambiental única emitida por la SEDESU prevista en la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro.	Si bien el proyecto no es de giro minero, todo el material provendrá de bancos de aprovechamiento autorizados por la SEDESU.
Mi02	Las áreas posibles de explotación minera, ya sea del ámbito federal o estatal, deberán sujetarse a una superficie máxima de aprovechamiento del 5% de la superficie total de la UGA.	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería.
Mi03	La autorización o incremento de las cuotas de explotación de materiales pétreos sólo podrá otorgarse si se presenta una Manifestación de Impacto Ambiental y un estudio de Riesgo Ambiental que incluya de manera clara el programa de explotación del banco y un programa de abandono productivo que haga referencia explícita a los mecanismos, métodos y técnicas para la restauración del sitio. En caso de ser favorable, el resolutivo correspondiente deberá condicionarse a que el promovente otorgue una garantía (fianza) que cubra los costos del Programa de Abandono Productivo a favor del Fondo Verde estipulado en el criterio Co03 y, en su caso, de restauración del banco conforme a las estipulaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración, previo a la terminación del proceso administrativo con la autoridad reguladora de la extracción dentro de la UGA con base en el o los programas propuestos dentro del propio programa de Abandono Productivo.	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería.
Mi04	Todo proyecto minero nuevo, ya sea de competencia federal o estatal deberá presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). En dicha MIA y para su autorización correspondiente, así como para el otorgamiento de la licencia de funcionamiento municipal y el otorgamiento de la licencia ambiental única estatal, el promovente o titular de la concesión minera (ya sea de exploración o explotación), deberá desarrollar y presentar un Programa de Abandono Productivo que haga referencia explícita a los mecanismos, métodos y técnicas para la restauración	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería. Se presenta Manifestación de Impacto Ambiental por cambio de uso de suelo en áreas forestales. Además, el predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
*“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*

	<p>del sitio conforme a las estipulaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración, previo a la terminación del proceso administrativo con la autoridad reguladora de la extracción dentro de la UGA. Para garantizar el cumplimiento de dicho programa, y para el otorgamiento de las licencias estatales y municipales antes referidas, el promovente o titular de la concesión minera deberá presentar una fianza a favor del Fideicomiso Ambiental referido en el criterio Co03 por el monto total del costo del Programa de Abandono Productivo antes mencionado.</p>	<p>establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.</p>
Mi05	<p>Todo proyecto minero, ya sea de competencia federal o estatal, deberá contemplar como medida ambiental compensatoria la restauración de cinco veces la superficie afectada, ya sea in situ o ex situ dentro del territorio municipal, para que se autorice el permiso correspondiente de explotación a través del resolutivo de impacto ambiental federal, la licencia ambiental única federal o estatal y la licencia de funcionamiento municipal ya sea nuevo, por renovación o ampliación.</p>	<p>Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería. Sin embargo, se contemplan medidas de mitigación y compensación por las actividades de cambio de uso de suelo en áreas forestales.</p>
Mi06	<p>El comité técnico del POETL deberá promover que las autoridades de fiscalización ambiental como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus competencias, realicen auditorías o inspecciones mínimamente una vez al año a los productores mineros con referencia al manejo de sus residuos conforme a los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y sus reglamentos. Una copia de los reportes de dichas inspecciones deberá ser incorporada a la bitácora ambiental del POETL.</p>	<p>Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería. Sin embargo, en el presente artículo se vincula con las mencionadas leyes y cómo se acatarán las disposiciones aplicables.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Mi07	El comité técnico del POEL deberá promover que las autoridades de fiscalización ambiental como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus competencias realicen auditorías o inspecciones mínimamente una vez al año a los productores mineros con referencia al cumplimiento de la normatividad ambiental y, en su caso, las condicionantes que hayan establecido en su autorización la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o la SEDESU. Una copia de los reportes de dichas inspecciones deberá ser incorporada a la bitácora ambiental del POETL.	Si bien el giro del proyecto no es minero se contempla el seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental con el objetivo de cumplir con las medidas y disposiciones que emita la autoridad competente en los resolutive de impacto ambiental.
Mi08	Los titulares predios mineros o de concesiones mineras de todo tipo deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas que regulan los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035SEMARNAT-1993, NOM-043-SEMARNAT-1993) y de calidad de agua (NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996)	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería.
Mi09	Se deberá promover el otorgamiento estímulos fiscales, de carácter estatal y municipal, a los titulares de concesiones mineras que cuenten con un programa de restauración efectivo auditado y certificado por la autoridad ambiental estatal o federal correspondiente.	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería.
Mi10	Las nuevas actividades mineras se deberán restringir a las zonas de mayor degradación de la UGA (suelos desnudos).	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería.
Mi11	En caso de actividades mineras de competencia de la federación, estas deberán sujetarse a la normatividad ambiental federal y a lo establecido en la NOM-SEMARNAT-120-1997.	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería.
Mi12	Dadas las condiciones de cobertura vegetal y fragilidad en la UGA y, de acuerdo al art. 39 de la Ley Minera y al art. 11 Fracc. IV del Reglamento de la Ley Federal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, los proyectos mineros de exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias	Si bien el proyecto no es de giro minero, se presenta Manifestación de Impacto Ambiental por cambio de uso de suelo en áreas forestales.



reservadas a la federación deberán presentar invariablemente una Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad regional por los posibles efectos sinérgicos y acumulativos de los proyectos en la zona.

En la Manifestación de Impacto Ambiental se deberá incluir de manera clara y explícita lo siguiente:

- El programa de explotación de la mina
- Ubicación y características de la construcción, adecuación o acondicionamiento de caminos de acceso, patios de maniobras y planillas de barrenación.
- Características, manejo y almacenamiento de los materiales, cárcamos y residuos de los trabajos de explotación (terreros, jales, escorias y graseros, entre otros). En el caso de almacenamiento deberá estar claramente identificadas las medidas de ingeniería para el control de la erosión de materiales secos, el confinamiento de lodos de perforación y su disposición final.
- El programa de manejo de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos conforme a lo estipulado en la Ley General de Residuos y sus reglamentos.
- Un programa de abandono productivo o de restauración que incluya de manera clara y programada las actividades de restauración de la mina. Este programa deberá adecuarse de manera mínima más no exhaustiva, a las estipulaciones de la NOM-EM-138-ECOL-2002, que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración.
- Los costos totales del programa de abandono productivo o de restauración y su desglose anual y por concepto.
- Presentación en un anexo del desglose y cumplimiento de las especificaciones de la NOM-SEMARNAT-120-1997, que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

	<p>- Los programas de monitoreo de calidad de agua de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996</p> <p>- En su caso, los programas de monitoreo para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que regulan los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035-SEMARNAT-1993, NOM-043-SEMARNAT-1993).</p> <p>En caso de ser favorable, el resolutive correspondiente deberá incluir los programas antes mencionados en sus condicionantes.</p>	
Mi13	<p>En caso de que un proyecto minero pretenda emplear explosivos invariablemente se deberá acompañar la Manifestación de Impacto Ambiental de un Estudio de Riesgo Ambiental. El estudio de Riesgo Ambiental deberá contener las previsiones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos o polvorín(es), lugar(es) de empleo y establecer de manera clara e inequívoca los perímetros y salvaguardas de seguridad de cada uno de ellos.</p>	<p>No se contempla el uso de explosivos en ninguna etapa del proyecto.</p>
Mi14	<p>En su caso, las cartas de “conformidad respecto a seguridad y ubicación de los lugares de consumo de explosivos” y de “conformidad respecto a seguridad y ubicación de los polvorines” por el presidente municipal para el uso de explosivos que alude el formulario RFA-EX - 004 para el otorgamiento del permiso respectivo por parte de la Secretaría de la Defensa Nacional estará condicionado a que el promovente entregue de manera previa a la presidencia municipal los resultados de la Evaluación de Riesgo Ambiental correspondiente con un aval técnico por parte de las autoridades federales o estatales respectivas.</p>	<p>No se contempla el uso de explosivos en ninguna etapa del proyecto.</p>
Mi15	<p>En su caso, la carta de opinión favorable por parte del gobernador del estado de Querétaro para el uso de explosivos que alude el formulario RFA-EX - 004 para el otorgamiento del permiso respectivo por parte de la Secretaría de la Defensa Nacional estará condicionado a que el titular de la SEDESU avale de manera previa los resultados de la Evaluación de Riesgo Ambiental respectiva bajo los supuestos establecidos en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</p>	<p>No se contempla el uso de explosivos en ninguna etapa del proyecto.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Mi16	La autorización de la licencia de funcionamiento municipal para todo tipo de proyectos mineros estará condicionada a la presentación de dos garantías (fianza a favor del fondo verde consignado en el criterio Co03) que cubran los costos del Programa Restauración propuesto en la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente. El monto de la primera de estas garantías será por el 100% de los costos anuales del programa de restauración y la segunda por el 10% del monto total del programa. La primera garantía será reemplazada de manera periódica a la par de la solicitud de renovación de la licencia de funcionamiento municipal.	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería.
Mi17	Se deberá desalentar el establecimiento de nuevos proyectos mineros en la UGA.	Este criterio no es aplicable al proyecto al no involucrar actividades relacionadas con la minería.
Conservación (Co)		
Clave	Criterio	Vinculación
Co01	Promover la reforestación de la UGA con especies nativas de todo tipo de estrato.	Se implementarán las medidas pertinentes para mitigar los impactos que se pudieran presentar sobre la vegetación.
Co02	Incentivar la conservación de la UGA a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) o cualquier otro instrumento formal de conservación como lo pueden ser Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas, los Planes de Manejo Forestal, los Planes Rectores de Microcuencas o los Planes de Desarrollo Rural Sustentable, asegurando la participación ciudadana conforme los lineamientos y reglas de operación que tienen estos instrumentos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente. Sin embargo, se implementarán las medidas pertinentes para mitigar los impactos que se pudieran presentar sobre la vegetación.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Co03	Promover la conformación de un fondo o fideicomiso ambiental verde municipal para las actividades de conservación, protección y restauración de la UGA.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente. Sin embargo, se implementarán las medidas pertinentes para mitigar los impactos que se pudieran presentar sobre la vegetación.
Co05	Promover técnicas de manejo e infraestructura para la conservación de suelo y agua, tanto las oficiales sancionadas por SEMARNAT, SAGARPA o CONAGUA, como otras sugeridas por instituciones académicas y tecnológicas nacionales o internacionales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente. Sin embargo, se implementarán las medidas pertinentes para mitigar los impactos que se pudieran presentar sobre el suelo y agua con la ejecución del proyecto.
Co06	Promover la rotación de cultivos dentro de la UGA.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades agrícolas.
Co07	Incentivar los trabajos de conservación con prácticas agrosilvícolas integradas.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades agrícolas.
Co08	Incentivar programas agroforestales que deriven en el pago por servicios ambientales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades agroforestales.
Co09	Realizar prácticas de preservación de la vegetación natural de la UGA.	Se implementarán las medidas pertinentes para mitigar los impactos que se pudieran presentar sobre la vegetación.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Co10	Fomentar el establecimiento de viveros de especies de mezquite, encino y matorral crassicaule y subtropical	Se implementarán las medidas pertinentes para mitigar los impactos que se pudieran presentar sobre la vegetación motivo del cambio de uso de suelo.
Co11	Promover auditorías ambientales dentro de la UGA.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Co12	Dar seguimiento a la normatividad federal, estatal y municipal en materia ambiental a través de inspecciones periódicas, sobre todo la relacionada a materia forestal.	Este criterio se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Co14	En todos los escurrimientos se deberá favorecer el establecimiento y no remoción del estrato herbáceo.	Dentro del predio no existen cauces o escurrimientos hídricos, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
Co15	Se deberán conservar los cauces de los ríos de la UGA cuya toponimia está reconocida por el INEGI, protegiendo la vegetación de galería y de otras coberturas vegetales naturales de la misma, en una franja de 50 metros a partir de la delimitación de la zona federal.	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS.
Co16	Desarrollar prácticas de conservación de los escurrimientos perenes de la UGA, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 25 metros a partir de la delimitación de la zona federal del cauce. En caso de no existir delimitación de la zona federal se deberán proteger 30 metros en cada margen del escurrimiento.	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS.
Co17	Desarrollar prácticas de conservación de los escurrimientos efímeros de la UGA, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 5 metros en cada margen del mismo.	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal,



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

		misma que queda fuera del polígono de CUS.
Co18	Se deberán respetar la morfología natural de los cauces y escurrimientos de la UGA	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS, por lo que se respeta la morfología natural de los cauces y escurrimientos de la UGA.
Co19	Cualquier obra que interrumpa los cauces o escurrimientos naturales de competencia federal deberá contar con la autorización correspondiente de la CNA o la SEMARNAT en el ámbito de sus competencias.	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS, por lo que no interrumpe cauces o escurrimientos naturales.
Co20	La construcción de caminos y todo tipo de infraestructura deberá evitarse dentro de las zonas ribereñas y de inundación de los cauces.	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS, es así que la presente autorización no es requerida para construcción de caminos o infraestructura, sino únicamente por la remoción de la vegetación.
Co21	El diseño de ingeniería de caminos o cualquier tipo de infraestructura sobre cauces deberá discutirse y sustentarse dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, dependiendo de las atribuciones federales, estatales o municipales en la materia.	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal,



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

		misma que queda fuera del polígono de CUS, sin embargo, no se pretende instalar o construir obras en las zonas ribereñas, federales o en los cauces.
Co22	Para la restauración de áreas deforestadas se deberá promover el establecimiento de estratos de vegetación de modo que favorezca el desarrollo de la estructura del ecosistema original.	El giro del proyecto es el cambio de uso de suelo en áreas forestales y contempla el rescate y reubicación de flora así como el uso de especies nativas para las áreas verdes del desarrollo habitacional.
Co24	En los cauces poco profundos (<30 cm) de la UGA deberán evitarse cualquier actividad, y deberá favorecerse el establecimiento de una zona de amortiguamiento que incluya, a partir del límite de la zona federal, al menos 5 m a cada lado del cauce.	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS, por lo que se respetan al menos 5 m que establece este criterio.
Co25	Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de barreras, bordos o cercas deberán garantizar que éstas permitan el libre paso de la fauna silvestre.	Se implementarán las medidas pertinentes para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna que pudiera estar presente en el predio.
Co26	Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de campamentos o infraestructura temporal deberán aprovechar preferentemente las áreas abiertas libres de vegetación, y ubicarse en zonas al menos a una distancia de 100 metros de cauces y cuerpos de agua	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS. Así, las instalaciones temporales estarán a más de 100 m del cauce.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Co27	Se deberán mantener sin alteración los canales de comunicación entre los cuerpos de agua naturales y se deberán rehabilitar aquellos que presenten degradación.	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS.
Co28	Si la autoridad competente, por excepción, autoriza desmontes en terrenos con vegetación forestal, éstos se deberán realizar de manera gradual conforme al avance de obra, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas.	Se cuenta con los programas de rescate y reubicación de flora y fauna así como se prevé el desmonte gradual de la superficie forestal.
Co29	Se deberá restringir el tránsito de todo tipo de vehículos fuera de los caminos de la UGA.	Debido a que se solicita el cambio de uso de suelo en áreas forestales, se indica que todo el movimiento de maquinaria deberá ser dentro del predio y ésta llegará por los caminos actualmente existentes.
Industria (In)		
Clave	Criterio	Vinculación
In19	Se deberá apoyar el desarrollo de iniciativas empresariales locales que busquen la utilización innovadora de recursos naturales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades de giro industrial.
In20	Se deberán otorgar facilidades para el establecimiento de empresas que coadyuven al logro de la seguridad alimentaria del Estado.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades de giro industrial.
In21	Se deberá promover el encadenamiento productivo al interior del municipio.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades de giro industrial.
In22	Se deberá promover el establecimiento de pequeñas agroindustrias considerando los productos locales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades de giro industrial.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

In23	Promover la autorregulación mediante las certificaciones de calidad, producción y manejo.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades de giro industrial.
In24	Se deberá desalentar la instauración de establecimientos industriales en la UGA definidos como tales en el Código Urbano para el Estado de Querétaro y el Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra actividades de giro industrial.
Asentamientos Humanos y Vivienda (AhVi)		
Clave	Criterio	Vinculación
AhVi01	Cualquier desarrollo unifamiliar, plurifamiliar o inmobiliario deberá respetar y considerar, de manera enunciativa más no limitativa, los criterios establecidos en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, las disposiciones del Código Urbano para el estado de Querétaro y el Reglamento de Construcciones para el Estado de Querétaro y considerar los criterios establecido en el presente Programa de Ordenamiento Ecológico Local. Asimismo, y para su autorización respectiva por los tres órdenes de gobierno, en el ámbito de sus competencias, deberán seguir los principios del Código de Edificación de Vivienda emitido por la Comisión Nacional de Vivienda publicados en el 2010 o su actualización correspondiente.	Si bien el proyecto en evaluación considera únicamente el cambio de uso de suelos en áreas forestales, cuando se inicie la urbanización y construcción de los lotes habitacionales se respetarán los instrumentos aplicables.
AhVi02	Para la autorización de la licencia de construcción de cualquier tipo de desarrollo plurifamiliar, inmobiliario comercial o de servicios se requerirá del dictamen previsto en la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable - Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos.	Si bien el proyecto en evaluación considera únicamente el cambio de uso de suelos en áreas forestales, cuando se inicie la urbanización y construcción de los lotes habitacionales se respetarán los instrumentos aplicables.
AhVi03	Cualquier tipo de vivienda unifamiliar, plurifamiliar o desarrollo inmobiliario o de servicios nuevos en la UGA requerirá de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de acuerdo a las modalidades y términos de referencia que emitan las autoridades de los tres órdenes de gobierno en el ámbito de sus competencias	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

	<p>y de un Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso del Suelo en caso de requerirse.</p>	<p>de uso de suelo en áreas forestales. Una vez obtenido el resolutivo se presentará el estudio correspondiente para la urbanización de un desarrollo habitacional ante la SEDESU.</p>
<p>AhVi04</p>	<p>Sin menoscabo en lo establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable - Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos, la dotación de servicios, equipamiento e infraestructura urbana, turística o de vivienda plurifamiliar, de comercio o servicios en la UGA será siempre a cargo del desarrollador. Los servicios, equipamiento e infraestructura se refieren a los siguientes rubros establecidos por la Comisión Nacional de Vivienda y del Código Urbano para el Estado de Querétaro y el Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro:</p> <p>Agua potable. Con factibilidad del servicio emitido por la Comisión Estatal del Agua de Querétaro (CEA) para todo el desarrollo y por conducto de toma domiciliaria y con garantía de cumplimiento de la NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización y la NOM-179-SSA1-1998, Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público; y siguiendo las indicaciones del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento (agua potable) de la Comisión Nacional del Agua.</p> <p>Aguas residuales y drenaje. A través de conexión al albañal (descarga domiciliaria) y con garantía de cumplimiento de la 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 o a través de plantas de tratamiento de aguas residuales; o, en su caso, fosa séptica si la Comisión Estatal del Agua de Querétaro (CEA) lo aprueba y en</p>	<p>Se presenta el Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo en áreas forestales. Una vez obtenido el resolutivo se presentará el estudio correspondiente para la urbanización de un desarrollo habitacional ante la SEDESU.</p>



cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-006-CONAGUA-1997 fosas sépticas - especificaciones y métodos de prueba; y siguiendo las indicaciones del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento (alcantarillado y saneamiento) de la Comisión Nacional del Agua. En todo momento, el sistema de drenaje de aguas residuales deberá ser independiente del pluvial. Aguas pluviales. Que cuente con drenes marginales para la eliminación de las aguas pluviales excedentes con áreas disponibles para la disposición de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de conformidad con lo establecido por la Comisión Estatal del Agua de Querétaro (CEA). En su caso, el drenaje pluvial deberá integrar en su diseño un sistema de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes. El sistema de drenaje de aguas pluviales deberá ser independiente del sanitario y aguas residuales.

Energía eléctrica. Debe contar en la vialidad de acceso al terreno y cumplir con la normatividad que establece la Comisión Federal de Electricidad y empleando preferentemente el uso de energías alternativas en los esquemas de autogeneración o cogeneración que tiene la Comisión Federal de Electricidad.

Alumbrado público. Según necesidades del proyecto sancionado por las autoridades municipales y estatales de acuerdo a la a la normatividad aplicable del estado de Querétaro.

Vialidad. Debe contar con vialidad de acceso al terreno con pavimentos que permitan la absorción de agua.

Guarniciones. Se requiere para habitar el desarrollo de acuerdo a la normatividad aplicable del estado de Querétaro.

Pavimentación en vialidades. Se requiere para habitar el desarrollo de acuerdo a la normatividad aplicable para el estado de Querétaro, las normas que marca la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano en todas sus modalidades- y contar con la aprobación y validación de las Dirección de Obras Públicas del ayuntamiento de Tequisquiapan.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

	<p>Telefonía. De acuerdo a la factibilidad del servicio.</p> <p>Gas. Se requiere para habitar el desarrollo de conformidad con la validación y aprobación de la dirección de Protección Civil municipal.</p> <p>Seguridad. Se deberá presentar un proyecto de seguridad validado y aprobado por las Dirección de Seguridad Pública municipal.</p> <p>Transporte Público. Acuerdo con la dirección de Tránsito Municipal correspondiente para la provisión del servicio.</p> <p>Limpia y disposición de residuos sólidos urbanos. Contar con la aprobación y visto bueno de la dotación de servicio de recolección de basura y disposición final de residuos por parte de la autoridad municipal y estatal correspondientes.</p> <p>Mobiliario Urbano. Deberá desarrollarse conforme a los lineamientos establecidos por la la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano y tomando en consideración el empleo de materiales de bajo costo de mantenimiento, diseño sustentable e integrados a los lineamientos de imagen urbana que las autoridades municipales establezcan.</p> <p>Servicios ambientales: espacios que deben contar con arbolado de acuerdo a la normatividad aplicable del estado de Querétaro.</p>	
<p>AhVi05</p>	<p>Para cualquier desarrollo inmobiliario y de servicios en la UGA se deberá demostrar en la MIA cómo el desarrollador proveerá de servicios, equipamiento e infraestructura urbana referidos en el lineamiento AhVi04.</p>	<p>Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo en áreas forestales. Una vez obtenido el resolutivo se presentará el estudio correspondiente para la urbanización de un desarrollo habitacional ante la SEDESU.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

AhVi06	El otorgamiento de la licencia de construcción estará condicionada a que el desarrollador presente las garantías suficientes a manera de seguros o fianzas a favor del fondo o fideicomiso ambiental descrito en el criterio Co03, para asegurar las condicionantes provistas en los resolutivos de impacto ambiental que emitan las autoridades correspondientes de acuerdo a las previsiones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente, la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro y sus reglamentos en materia de impacto ambiental.	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo en áreas forestales. Una vez obtenido el resolutivo se presentará el estudio correspondiente para la urbanización de un desarrollo habitacional ante la SEDESU.
AhVi07	Se deberá incentivar desde el punto de vista fiscal municipal a aquellos desarrollos o inmuebles comerciales o de servicios que demuestren la aplicación de técnicas de ahorro y reciclamiento de agua. Las ecotecnias susceptibles de estos estímulos son aquellas certificadas y reconocidas por el Instituto de Fomento a la Vivienda.	Se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación pertinentes para asegurar el cuidado del agua durante la duración del proyecto.
AhVi08	Incentivar desde el punto de vista fiscal municipal a aquellos desarrollos o inmuebles que demuestren la aplicación de técnicas de ahorro de energía, así como su uso equilibrado. Las ecotecnias susceptibles de estos estímulos son aquellas certificadas y reconocidas por el Instituto de Fomento a la Vivienda.	Este criterio se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
AhVi09	Para la autorización y otorgamiento de la licencia de construcción el desarrollador deberá presentar un plan de manejo de –Residuos de manejo especial correspondiente a los residuos de construcción y operación con base en lo estipulado en los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y sus reglamentos. La disposición temporal y final de los residuos deberá seguir de manera estricta los lineamientos del plan de manejo. El área de almacenamiento temporal de dichos residuos siempre deberá ser confinada y se tomará en cuenta para los cálculos del Coeficiente de Ocupación del Suelo. Se deberán evitar los tiraderos a cielo abierto	Se realizará el manejo y disposición de residuos en conformidad con lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos presentado en el capítulo II de la presente MIA-P, así como en la normatividad vigente en la materia.



	<p>para la disposición de residuos sólidos, así como la quema de los residuos.</p>	
<p>AhVi10</p>	<p>El comité técnico del POETL de Tequisquiapan deberá promover que las autoridades de fiscalización ambiental como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus competencias, realicen auditorías o inspecciones al menos una vez durante la etapa de construcción de un desarrollo inmobiliario, de servicios o comercial y de manera periódica en la operación (mínimo dos veces al año) con referencia al cumplimiento del Plan manejo de los –Residuos de Manejo Especialll, producto de la construcción y operación, referido en el lineamiento AhVi09 y estar conforme con los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y sus reglamentos. Las transgresiones al propio plan de manejo serán meritorias de las máximas sanciones previstas por la legislación municipal, estatal y federal en la materia y por aquellas previstas en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</p>	<p>Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.</p>
<p>AhVi11</p>	<p>El manejo y disposición final de lodos y otros residuos generado en el tratamiento de aguas residuales es responsabilidad del propietario u operador del sistema que la genere quien deberá presentar reportes periódicos, al menos dos veces al año ante la</p>	<p>El proyecto habitacional contará con un proyecto hidrosanitario, el cual será validado por el organismo operador competente.</p>



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

	SEDESU y la SEMARNAT del manejo y disposición de dichos residuos de acuerdo a lo establecido en la normatividad y requerimientos oficiales de estos dos órdenes de gobierno.	
AhVi12	Las áreas de donación para equipamiento urbano que marcan las disposiciones del Código Urbano para el Estado de Querétaro deberán ser siempre colindantes en su caso, con la zona federal de cauces o arroyos permanentes o intermitentes. En caso de que un proyecto sea vecino de otro proyecto ya establecido o previamente autorizado, las áreas de donación del nuevo proyecto deberán ser colindantes con las del primero, o bien las zonas mejor conservadas del predio. Sólo por excepción se autorizará la permuta parcial o total fuera de la superficie del fraccionamiento	Al oriente del predio existe un escurrimiento para el cual se realizó un estudio hidrológico anexo para su evaluación, y se delimitó su respectiva zona federal, misma que queda fuera del polígono de CUS.
AhVi13	Sólo por excepción se autorizará la permuta parcial o total fuera de la superficie del fraccionamiento de las áreas de donación para equipamiento urbano que marcan las disposiciones del Código Urbano para el Estado de Querétaro. En caso de autorizarse el área de donación por permuta deberá ser de diez veces la superficie del área original del proyecto y, como lo marca el Código Urbano, de calidad equiparable, en sitios de interés municipal y de acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano respectivo.	El proyecto no contempla un área de donación.
AhVi14	En caso de ser autorizado, un desarrollo inmobiliario o de servicios, en el resolutivo correspondiente deberá establecerse que el promovente aporte un 2% del valor declarado de su proyecto a favor del fondo ambiental verde previsto en el criterio Co03 e incorporar garantías ambientales (fianza o seguro ambiental) a favor del mismo fondo ambiental verde con fin de promover los costos de conservación de la UGA.	El presente proyecto pretende solo ser autorizado por cambio de uso de suelo en áreas forestales. Una vez autorizado se buscará el resolutivo por parte de la SEDESU donde se dará cumplimiento a este criterio.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

AhVi15	En caso de ser autorizado, la superficie mínima de lote, frente mínimo de lote, índice de edificación, altura máxima de edificación, cajones de estacionamiento por vivienda, restricciones frontales, porcentaje de jardinado para la restricción frontal, restricciones laterales y posteriores y los modos de edificación para viviendas unifamiliares, plurifamiliares o nuevos proyecto de desarrollo inmobiliarios dentro de la UGA se ceñirán al Programa Municipal de Desarrollo Urbano, los Planes parciales de Desarrollo Urbano, las disposiciones del Código Urbano para el Estado de Querétaro y el Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro y las propias disposiciones de éste Programa de Ordenamiento Ecológico Local.	Si bien el presente estudio solo busca autorización de impacto ambiental por cambio de uso de suelo en áreas forestales, el proyecto de lotificación se ceñirá a todos los programas y planes de desarrollo urbano y de ordenamiento.
AhVi16	Las áreas jardinadas de los proyectos inmobiliarios, de servicios y comercio deberán emplear de manera preferente especies nativas del matorral crasicaule o tropical	Las áreas verdes contendrán vegetación nativa rescatada de la misma zona.
AhVi17	El porcentaje de aprovechamiento para el desarrollo de proyectos de vivienda plurifamiliar o proyectos inmobiliarios, de comercio o de servicios, incluyendo los turísticos será del 10% del área total de la UGA. A este porcentaje de aprovechamiento se le deberá aplicar el Coeficiente de Ocupación del Suelo y Coeficiente de Utilización del Suelo y densidades especificadas en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano en los polígonos especificados para desarrollo turístico-inmobiliario. Estas densidades serán las correspondientes para Turismo Campestre especial (TCe). En caso de no existir dicho programa se deberán elaborar Planes Parciales de Desarrollo Urbano que sólo tomarán en cuenta los usos del suelo y los criterios de Turismo Campestre especial (TCe). EL TCe considerará de manera obligatoria al menos los siguientes lineamientos: -Densidad máxima de habitantes/ha: 10 -Densidad máxima de viviendas/ha: 2 -Superficie mínima de lote: 3,600 m ² -Frente mínimo de lote: 60 metros lineales -Índice de Edificación: 3,200 m ² -Coeficiente de Ocupación del Suelo: 0.1 -Coeficiente de Utilización del suelo: 0.2	El proyecto de lotificación contempla cumplir con todos los preceptos mencionados en el criterio mismos que serán evaluados por las autoridades correspondientes.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

	Para el resto de los lineamientos se deberá considerar lo indicado por el Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro.	
AhVi18	Se deberá evitar el establecimiento de asentamientos humanos irregulares.	El presente proyecto será sometido a la evaluación de las autoridades competentes, por lo que no será irregular.
AhVi19	Los camellones, banquetas y áreas verdes públicas deberán contar con vegetación preferentemente nativa de la región.	Las áreas verdes contendrán ejemplares nativos, con la finalidad de favorecer la biodiversidad.
AhVi20	La definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos, deberá evaluar las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta del presente instrumento.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
AhVi21	Se deberá promover la elaboración de un plan parcial de desarrollo urbano en la UGA	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
AhVi22	Se deberán seguir los lineamientos del Programa de Desarrollo Urbano de la UGA	Se seguirán todas las acciones, lineamientos y criterios aplicables al proyecto establecidos en los ordenamientos ecológicos.
AhVi23	Se deberá desalentar el establecimiento de viviendas y asentamientos humanos en la UGA.	Se somete el presente proyecto para su evaluación en materia de impacto ambiental con la finalidad de asegurar que este cuente con las medidas pertinentes para prevenir, mitigar o compensar todos los impactos que se pudieran generar con la ejecución del proyecto. Así mismo, se vincula al proyecto con todos los instrumentos jurídicos y ordenamientos



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

		territoriales aplicables, con la finalidad de asegurar que no se contravenga ninguno.
Turismo (Tu)		
Clave	Criterio	Vinculación
Tu01	Los desarrollos inmobiliarios turísticos campestres deberán cumplir con todos los criterios de regulación ecológica del sector Asentamientos Humanos y Vivienda (AhVi) correspondientes, indicados en el presente instrumento.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu02	Se deberá fomentar la creación y difusión de una imagen de marca propia del área de ordenamiento ecológico.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu03	Se deberá fomentar los programas oficiales de turismo rural, cultural y de naturaleza en la UGA.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu04	Se deberá fomentar programas de turismo rural, cultural y de naturaleza de carácter privado y social.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu05	Se deberá fomentar la consolidación y ampliación de los corredores turísticos del área de ordenamiento ecológico.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu06	Se deberá promover la participación de las comunidades organizadas y usuarios tradicionales en la creación y mantenimiento de la infraestructura turística.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu07	Con el fin de desarrollar el turismo rural se deberá propiciar el contar con casas de la comunidad como albergues, casas rurales, haciendas, senderos y paraderos turísticos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
*“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*

Tu08	El sembrado de los proyectos de desarrollo turístico o recreativo deberá realizarse preferentemente en áreas deforestadas o degradadas.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu09	Todo desarrollo o actividad turística que implique la modificación de la cobertura natural del suelo, requerirán de una autorización en materia de Impacto Ambiental de carácter federal, estatal o municipal en el ámbito de sus competencias además de un estudio técnico justificativo en materia forestal para la autorización de cambio de uso del suelo.	El predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.
Tu10	El comité técnico del POETL de Tequisquiapan deberá promover que las autoridades de fiscalización ambiental como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus competencias, realicen auditorías o inspecciones al menos una vez al año a las instalaciones turísticas con referencia al manejo de sus residuos conforme a los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y sus reglamentos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tu11	El comité técnico del POETL de Tequisquiapan deberá promover que las autoridades de fiscalización ambiental como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus competencias, realicen auditorías o inspecciones al menos una vez al año a las instalaciones turísticas al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que regulan los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035-ECOL-1993, NOM-043-ECOL-1993- en caso de contar con calderas en sus establecimientos-) y de calidad de agua (NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996) así como de las obligaciones administrativas que las empresas tengan en materia de emisiones a la atmósfera y descarga de aguas residuales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu12	Se deben emplear en la medida de lo posible, materiales y diseños de construcción que armonicen con el entorno y paisaje del sitio.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu13	El turismo en las áreas con vegetación de matorrales de todo tipo, riparia y encinares será del tipo clasificado como Turismo de Naturaleza y se deberá promover su realización a través de la creación de Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAs) u otro instrumento o programas del sector ambiental.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Tu14	La construcción y operación de campos de golf deberá: 1) Preferentemente basarse en estudios científicos y técnicos que permitan identificar y disminuir los impactos y afectaciones al entorno., 2) considerar las topofomas naturales y evitar la modificación drástica de éstas, particularmente el relleno de zonas bajas y la interrupción de flujos de agua superficiales hacia zonas inundables o cauces de ríos. 3) demostrar mediante estudios técnicos - científicos la no afectación del acuífero por el proceso de riego, o bien contar con la concesión de extracción de la CONAGUA.	El presente proyecto no involucra la construcción de complejos turístico-inmobiliarios, campos de golf, ni cualquier otro proyecto recreativo similar.



	<p>4) evitarla infiltración de nutrientes al subsuelo en los cuerpos de agua artificiales y zonas bajas cercanas a los humedales mediante “liners”, o cualquier estrategia equivalente que demuestre tal garantía.</p> <p>5) presentar un programa de manejo integral de residuos, agroquímicos y agua.</p> <p>6) utilizar especies de pasto con alta capacidad de tolerancia al riego con agua de baja calidad, de bajo consumo de agroquímicos, y alta capacidad de tolerancia a sequías e inundaciones.</p> <p>7) proyectar de ser posible, los lagos artificiales totalmente impermeables y aislados del manto freático y que se distribuyan en función de la demanda de agua de las distintas áreas del proyecto.</p> <p>8) utilizar al máximo posible como fuente de abasto de los lagos artificiales, las aguas tratadas, y/o pluviales.</p> <p>9) Para el riego podrán utilizarse sistemas como los sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>10) mantener o en su caso reforestar con especies nativas las zonas adyacentes a las pistas, a los “tees”, “greens” y vialidades.</p> <p>11) demostrar que se utilizan las mejores prácticas para el ahorro de agua.</p> <p>12) favorecer el diseño del campo de golf que mantenga la mayor extensión de la vegetación forestal nativa</p>	
Tu15	Se deberá desalentar el establecimiento de complejos turístico-inmobiliarios, campos de golf u otro tipo de proyectos recreativos similares en la UGA	El presente proyecto no involucra la construcción de complejos turístico-inmobiliarios, campos de golf, ni cualquier otro proyecto recreativo similar.
Agricultura (Ag)		
Clave	Criterio	Vinculación
Ag01	Se deberá fomentar la rotación de cultivos dentro de la UGA, preferentemente empleando algún cultivo de leguminosas así como la trituration al suelo de los esquilmos al término de la cosecha.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
*“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*

Ag02	Favorecer el establecimiento de cultivos con técnicas de ahorro de agua.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag03	Favorecer el establecimiento de cercos vivos entre parcelas como técnica para el control de la erosión.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag04	Se limitarán y condicionarán los apoyos oficiales e incentivos a la producción de las actividades agropecuarias a aquellos productores que manejen sistemas de riego de agua rodada.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag05	Favorecer el establecimiento de invernaderos tecnificados.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag06	Sólo se podrán emplear agroquímicos que estén dentro de los catálogos y normas establecidos por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag07	Se deberá fomentar la capacitación de los productores agrícolas en el uso apropiado y seguro de agroquímicos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag08	Se favorecerán los incentivos a la producción agropecuaria oficiales a aquellos productores que eviten o minimicen el uso de agroquímicos sobre aquellos productores que empleen el uso de estas sustancias.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag09	Se deberán cumplir con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable dentro de la UGA.	El predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

		Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.
Ag10	Se deberán promover los Planes de Manejo Forestal dentro de la UGA con base en la NOM-152-SEMARNAT-2006 que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas.	El presente proyecto se somete a evaluación por cambio de uso de suelo en áreas forestales por lo que no se contempla el aprovechamiento de recursos maderables.
Ag11	El cambio de uso del suelo forestal a agrícola o pecuario estará condicionado a la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental federal, estatal o municipal y a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo Federal para cambio de uso del suelo. En todo caso el diseño del proyecto en cuestión deberá garantizar la continuidad de los procesos físicos y biológicos de la UGA y presentar las garantías que establecen las legislaciones ambientales de los tres órdenes de gobierno al respecto.	El predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente. Se contemplan medidas que garanticen la continuidad de los procesos físicos y biológicos de la UGA.
Ag12	Para la UGA se deberán seguir los lineamientos de la NOM-062-SEMARNAT-1994 que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad ocasionados por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.	La mencionada NOM fue cancelada en noviembre de 2016 por lo que su aplicación ya no resulta conducente, además de que el uso no será agropecuario.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Ag13	En la UGA se deberá observar la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-1997 que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección del combate de los incendios forestales.	No se contempla el uso de fuego en las actividades de cambio de uso de suelo en áreas forestales.
Ag14	Se deberán promover opciones de cultivos semiperennes o perennes en suelos con pendientes mayores al 15% y evitar la siembra de cultivos anuales	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag15	Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo deben realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag16	Se deberá promover la fertilización de cultivos con fuentes orgánicas y manteniendo al suelo dentro del ciclo de carbono.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
Ag19	Ningún programa de fomento gubernamental se autorizará para el aumento de la superficie de cultivo sobre terrenos en suelos con pendientes mayores al 15% y de alta susceptibilidad a la erosión.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agrícolas.
A20	Se deberá desalentar la ampliación de nuevas tierras agrícolas.	El proyecto contempla el cambio de uso de suelo en áreas forestales para un desarrollo habitacional, no la ampliación de tierras agrícolas.
Forestal (Fo)		
Clave	Criterio	Vinculación
Fo01	Todo proyecto de explotación de recursos forestales debe sustentarse en estudios que garanticen los siguientes elementos: a) la sustentabilidad productiva a largo plazo; b) las microcuencas como unidad de manejo espacial; y c) el concepto de uso múltiple de ecosistemas como principios rectores. Estos elementos se desarrollarán bajo los lineamientos y autorizaciones que dictan la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley Forestal Sustentable del Estado de Querétaro y sus reglamentos así como los dictados de la NOM-152-SEMARNAT-2006 que	El predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

	establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas.	Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.
Fo02	Se deberán emplear en las reforestaciones exclusivamente especies nativas y las densidades naturales, según el tipo de vegetación en su expresión local y de preferencia fomentando viveros locales.	La presente MIA se somete a evaluación por cambio de uso de suelo en áreas forestales por lo que este criterio no es aplicable al proyecto. Sin embargo, en las áreas verdes y proyectos de reforestación se utilizarán especies nativas resactadas.
Fo03	Se debe dar preferencia a la rehabilitación de caminos de terracería existentes en vez de construir nuevas.	Los caminos serán empleados para el movimiento de maquinaria para las actividades de cambio de uso de suelo en áreas forestales
Fo04	Los propietarios y poseedores de terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal están obligados a prevenir los incendios forestales mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	Debido a que se pretende el cambio de uso de suelo en áreas forestales no se plantea el uso de fuego para las actividades.
Fo05	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.	Quedará estrictamente prohibido el uso de leña para fogatas en todas las etapas del proyecto.
Fo06	En la UGA se deberá observar la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-1997 que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección del combate de los incendios forestales.	No se contempla el uso de fuego en las actividades de cambio de uso de suelo en áreas forestales.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Fo07	En áreas con pendientes mayores a 10% se deberá desalentar el aprovechamiento forestal y se deberá conservar o en su caso restaurar la vegetación del matorral.	La presente MIA se somete a evaluación por cambio de uso de suelo en áreas forestales, el predio no excede de una pendiente de 10%.
Fo08	El uso de maquinaria para el aprovechamiento forestal estará condicionado a la autorización correspondiente por parte de las autoridades federales en la materia.	El predio es considerado un Terreno Forestal, en función a lo establecido por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, por lo que será sometido a la presentación de un Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, a la par de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de apegarse a lo establecido en la normatividad vigente.
Fo09	Se deberá promover la cultura forestal, a través de programas educativos, de capacitación, desarrollo tecnológico e investigación en materia forestal.	Se implementará como medida de compensación general para el proyecto, una capacitación en materia ambiental para los trabajadores del proyecto.
Fo10	El sector público dará prioridad a los productores que apliquen esquemas que aseguren la conservación y el adecuado aprovechamiento de los recursos forestales bajo programas de manejo forestal sustentable autorizados por las autoridades competentes en la materia.	La presente MIA se somete a evaluación por cambio de uso de suelo en áreas forestales, no aprovechamiento.
Fo11	Para la UGA se deberán seguir los lineamientos de la NOM-061-SEMARNAT-1994 que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.	La presente MIA se somete a evaluación por cambio de uso de suelo en áreas forestales, no aprovechamiento.
Fo12	Se deberán establecer áreas de exclusión temporal de ganadería y uso público en los sitios reservados para la regeneración natural del matorral y bosque de encino.	La presente MIA se somete a evaluación por cambio de uso de suelo en áreas forestales, no aprovechamiento.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Fo13	Las brechas y veredas para el desarrollo de actividades forestales deberán contar con obras de contención del suelo y garantizar la continuidad de los patrones naturales de los flujos hídricos.	La presente MIA se somete a evaluación por cambio de uso de suelo en áreas forestales, no aprovechamiento.
Pecuario (Pc)		
Clave	Criterio	Vinculación
Pc01	El comité técnico del POETL de Tequisquiapan deberá promover que las autoridades de fiscalización ambiental como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus competencias, realicen auditorías o inspecciones al menos una vez al año a los productores de especies pecuarias definidas como tales en la Ley de Desarrollo Pecuario del Estado de Querétaro de producción intensiva y en confinamiento con referencia al manejo de sus residuos conforme a los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y sus reglamentos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Pc02	El Programa Estatal de Desarrollo Agropecuario estipulados en Ley de Desarrollo Pecuario del Estado de Querétaro deberán contar con la opinión técnica de la SEDESU para evaluar su congruencia con las condiciones ambientales de la UGA.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Pc03	Se deberán seguir los lineamientos de la NOM-020-SEMARNAT-2001 que establece los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agropecuarias.
Pc04	Se deberán seguir los coeficientes de agostadero estipulados por la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) de la SAGARPA y su comisión estatal.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Pc05	Sólo se autorizarán programas oficiales de fomento pecuario de ganadería intensiva a predios con pendientes menores al 10%. En caso que el terreno en cuestión sea mayor del 10%, la propuesta deberá ser sometida a un procedimiento de Evaluación de	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agropecuarias.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

	Impacto Ambiental mismo que será sancionado y autorizado, en su caso, por la SEDESU.	
Pc06	Los programas oficiales de fomento pecuario deberán desalentar la apertura de nuevas áreas para la instalación de pastizales. En su caso, se favorecerán propuestas que conlleven a la mejora de áreas con pastizales ya existentes así como proyectos de mejora genética, diversificación y de manejo pecuario estabulado.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Pc07	Se deberá realizar una campaña permanente de regularización de cédulas agropecuarias como instrumento normativo oficial para la vigilancia ambiental del sector dentro de la UGA.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que se encuentra fuera de la esfera de competencia del promovente.
Pc08	El uso y construcción de baños garrapaticidas, así como el uso y lavado de bombas garrapaticidas deberán ubicarse a una distancia mayor a 100 metros de cauces y cuerpos de agua, los sitios para tal fin deberán contar con recubrimiento impermeabilizante, con el fin de minimizar el riesgo de contaminación por la infiltración hacia el acuífero y/o el escurrimiento hacia los cuerpos de agua.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agropecuarias.
Pc09	Las actividades pecuarias definidas como tales en la Ley de Desarrollo Pecuario del Estado de Querétaro que se desarrollen bajo métodos de producción intensiva y en confinamiento, deberán prever 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.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agropecuarias.
Pc10	Toda actividad pecuaria deberá realizarse fuera de una franja de 20 metros a partir de la zona federal a ambos lados de cauces de ríos, arroyos y escorrentías, permanentes o temporales exceptuando la actividad apícola.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra el desarrollo de actividades agropecuarias.
Pc11	De acuerdo al artículo 52 de la Ley de Desarrollo Pecuario del Estado de Querétaro, es obligación de los	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

	dueños de predios rústicos o de cualquier tipo de tenencia, cercarla en sus áreas colindantes y mantener esta estructura en buen estado; procurando construir cercas o guarda ganado en los lugares de acceso colindantes con un predio ganadero, agrícola o vía pública, a fin de evitar las introducciones o salidas de los animales. Los propietarios que no observen la presente norma serán acreedores a las sanciones que prevé la Ley de Desarrollo Pecuario del Estado de Querétaro amén de otras posibles sanciones civiles o penales.	no involucra el desarrollo de actividades agropecuarias.
Pc12	Se desalentará toda actividad pecuaria en centros de población y zonas de restauración.	El proyecto no involucra el desarrollo de actividades agropecuarias.
Infraestructura (If)		
Clave	Criterio	Vinculación
If01	En los caminos que atraviesan áreas forestales, de conservación y restauración se considerará en su operación y mantenimiento, la no interrupción de corredores naturales y cauces de agua.	El proyecto contempla el cambio de uso de suelo en áreas forestales con medidas que contemplan la no interrupción de cauces de agua así como otras que aseguran la conservación de la biodiversidad descritas en el Capítulo VI.
If02	Los sitios para la disposición de residuos sólidos deberán seguir los lineamientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Los residuos generados con la ejecución del proyecto serán dispuestos conforme a lo establecido en el programa de manejo de residuos presentado en el capítulo II.
If03	Se deberán formular los planes de manejo de residuos por parte de las autoridades municipales conforme a los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y sus reglamentos.	Los residuos generados con la ejecución del proyecto serán dispuestos conforme a lo establecido en el programa de manejo de residuos presentado en el capítulo II.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

If04	En la construcción de infraestructura carretera se deberá tomar en consideración el respeto de los recursos y valores paisajísticos del municipio.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra la construcción de infraestructura carretera.
If05	La construcción de caminos y carreteras deberán estar por lo menos a 200 m de zonas históricas o arqueológicas o estar sujeta a lo que en su momento dictamine el Instituto Nacional de Antropología e Historia en el ámbito de su competencia.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no involucra la construcción de infraestructura carretera.
If06	Toda la infraestructura de conducción hidráulica deberá estar entubada	Se cuenta con proyectos hidrosanitario y pluvial, los cuales serán validados por el organismo operador competente.
If07	Los proyectos, obras y actividades que puedan causar un deterioro severo del suelo y sus recursos deberán llevar a cabo acciones de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural. Se entenderá que se puede causar un deterioro severo de los suelos, cuando, entre otras: se afecte su integridad física y su capacidad productiva; su uso cause un desequilibrio ecológico; se favorezca la erosión, degradación o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos; se promueva la pérdida duradera de la cobertura vegetal; o, se genere deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo. En todo caso, y de ser autorizados, los proyectos, obras y actividades deberán cumplir de manera cabal con las condicionantes que las autoridades federales y estatales establezcan en el ámbito de sus competencias.	Se implementarán las medidas pertinentes para prevenir y mitigar la erosión del suelo, las cuales se describen a detalle en el capítulo VI la presente MIA-P.
If08	Para toda obra o proyecto, durante las etapas de preparación y construcción, deberá mantenerse en todo momento una plataforma para el mantenimiento de equipo y maquinaria, la cual deberá contar con la infraestructura necesaria para garantizar la no infiltración de materiales peligrosos al subsuelo.	Quedará prohibido el mantenimiento de maquinaria dentro del sitio del proyecto, realizándolo en talleres cercanos a la zona, lo anterior con evitar la contaminación del suelo.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
*“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*

If09	En toda obra o proyecto, los materiales destinados para la construcción de infraestructura y el relleno de las zonas, deberá provenir preferentemente de las actividades de excavación y nivelación del proyecto, reduciendo el uso de materiales provenientes de otros sitios. Todos los materiales deberán ser almacenados de manera tal que se garantice su no dispersión por agua o viento.	Se reutilizaría en la medida de lo posible, el material derivado de las excavaciones los rellenos y construcción de infraestructura.
If10	En caso de que un proyecto de infraestructura pretenda emplear explosivos invariablemente se deberá acompañar la Manifestación de Impacto Ambiental de un Estudio de Riesgo Ambiental. El estudio de Riesgo Ambiental deberá contener las previsiones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos o polvorín, lugares de empleo y establecer de manera clara e inequívoca los perímetros y salvaguardas de seguridad.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretenden emplear explosivos en ninguna etapa del proyecto.
If11	En su caso, las cartas de conformidad respecto a seguridad y ubicación de los lugares de consumo de explosivos ^{II} y de –conformidad respecto a seguridad y ubicación de los polvorines ^{II} por el presidente municipal para el uso de explosivos que alude el formulario RFA-EX - 003 para el otorgamiento del permiso respectivo por parte de la Secretaría de la Defensa Nacional estará condicionado a que el promovente entregue de manera previa a la presidencia municipal los resultados de la Evaluación de Riesgo Ambiental correspondiente con un aval técnico por parte de las autoridades federales o estatales respectivas.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretenden emplear explosivos en ninguna etapa del proyecto.
If12	En su caso, la carta de opinión favorable por parte del gobernador del estado de Querétaro para el uso de explosivos que alude el formulario RFA-EX - 003 para el otorgamiento del permiso respectivo por parte de la Secretaría de la Defensa Nacional estará condicionado a que el titular de la SEMADES avale de manera previa los resultados de la Evaluación de Riesgo Ambiental respectiva bajo los supuestos establecidos en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no se pretenden emplear explosivos en ninguna etapa del proyecto.
If13	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de	Se contará con sanitarios móviles, acceso a agua potable y un programa de



	residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender cualquier contingencia. La documentación respectiva que avale este criterio deberá presentarse como un anexo técnico dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental respectiva.	manejo de residuos durante todas las etapas del proyecto,
If14	Se deberá desalentar el establecimiento de infraestructura en la UGA.	El proyecto pretende el cambio de uso de suelo en áreas forestales para el establecimiento de un desarrollo habitacional.

El proyecto es compatible con cada uno de los lineamientos y criterios de Regulación Ecológica que establece el POEL del municipio de Tequisquiapan, al encontrarse dentro de UGA No. 18 “El Sabino”, 19 “Cerro Boludo” y 62 “Nahui Ollin”, con una política de Aprovechamiento Sustentable, Conservación y Urbana, respectivamente compatibles con la actividad pretendida que consiste en el cambio de uso de suelo en áreas forestales para el proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”.

III.3 Planes Parciales de Desarrollo

III.3.1 Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan Del Río -Tequisquiapan “POZM SJR-TX”

El predio motivo de estudio se encuentra dentro de una Zona de Actuación Urbanización a largo plazo.

En concordancia con los artículos del 52 al 60 del Código Urbano del Estado de Querétaro, en los que se establece el procedimiento para elaborar y los contenidos de los programas de ordenación de las zonas metropolitanas, el Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro y los municipios de San Juan del Río y Tequisquiapan suscribieron el pasado 12 de noviembre de 2015, el Convenio Marco de Coordinación y Colaboración para la Implementación del Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan del Río-Tequisquiapan, documento que fue publicado en el periódico oficial La Sombra de Arteaga el 4 de diciembre de 2015.

Las dinámicas propias de los municipios de San Juan del Río y Tequisquiapan han conformado una conurbación funcional en la que el centro de población de San Juan del Río tiene un papel



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

fundamental al aprovechar su capacidad industrial instalada. Situación que al paso del tiempo ha propiciado una incipiente conurbación física, que demanda de la coordinación entre las autoridades de los tres niveles de gobierno y del diseño de respuestas eficientes y eficaces a los fenómenos que produce el avance metropolitano. El Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan del Río - Tequisquiapan (POZM SJR-Tx) es una acción que busca definir con visión de conjunto, políticas generales para ambos territorios.

A continuación, se presenta la ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenación:

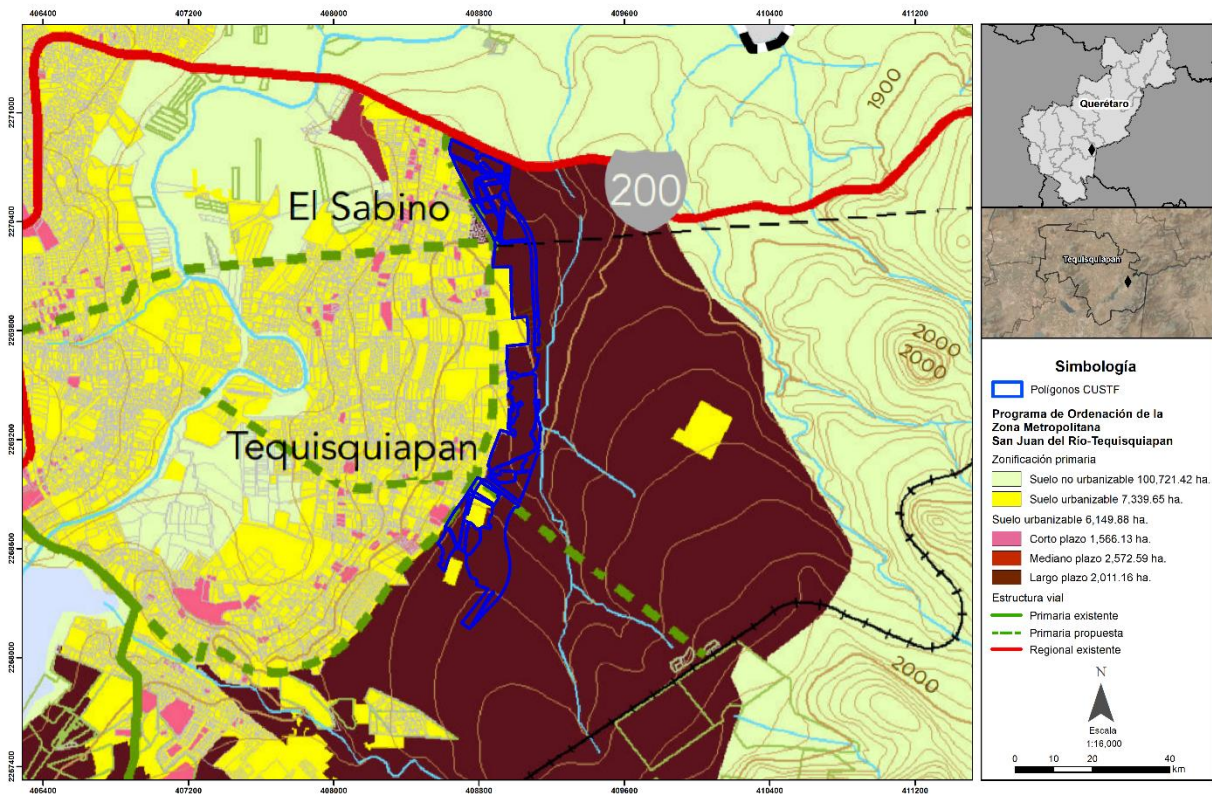


Figura 33. Proyecto dentro del POZM SJR Tx

Como se puede observar en la figura anterior, el predio se encuentra dentro de la Zona de Actuación Urbanización a largo plazo, por lo que se considera compatible con el proyecto que se pretende ejecutar. Lo anterior conforme al Programa que menciona:

Área urbanizable.- A partir de los instrumentos de planeación urbana vigentes y de la política de crecimiento, se incorporarán al desarrollo urbano 6,149.88 ha., de las cuales, 1,566.13 ha.



se incorporarán en el corto plazo (2018), 2,572.59 ha. en el mediano plazo (2021) y 2,011.16 ha. en el largo plazo (2030).

Podemos concluir que en la zonificación primaria del programa, el proyecto es compatible con las políticas y normatividad de suelo de dicho programa, al encontrarse en una Zona de Actuación Urbanización a largo plazo por lo que el proyecto *“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*, es totalmente compatible con dicho instrumento.

Conclusiones

Derivado de lo anterior, se puede concluir que el proyecto *“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*, es compatible con todos los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental.

Respecto a los ordenamientos territoriales, al proyecto le aplican el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan (POEL) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Circuito Universidades del Municipio de Tequisquiapan.

Respecto al POEREQ, se tiene que el proyecto se encuentra inmerso en la UGA No. 126 y 129, denominadas “Xajay”, la cual cuenta con vegetación de matorrales, y “Zona Urbana Tequisquiapan”, que describe zona urbana, respectivamente. Si bien la 126 no se describe como territorio urbano, es menester aclarar que el POEREQ es de carácter inductivo, mas no restrictivo, por lo que el promovente se compromete a dar cumplimiento a las acciones aplicables al proyecto, con la finalidad de que este sea compatible con el mismo.

Respecto al POEL del Municipio de Tequisquiapan, el proyecto se encuentra dentro de la UGA No. 18 “El Sabino”, 19 “Cerro Boludo” y 62 “Nahui Ollin”, con una política de Aprovechamiento Sustentable, Conservación y Urbana, respectivamente. Si bien no todas las UGA poseen una política urbana, la mayoría recae dentro de la política de Aprovechamiento Sustentable y solo una pequeña fracción en el nororiente en la política de Conservación finalmente el proyecto se encuentra en una Zona de Actuación Urbanización a largo plazo acorde al Programa de



Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan del Río-Tequisquiapan, por lo que es compatible con el proyecto.

Derivado del análisis anterior, se puede concluir que el proyecto es compatible con todos los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, y por lo tanto se considera viable en los términos planteados.



IV. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO NATURAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 Sistema Ambiental y Área de influencia del proyecto

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), el predio en el que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número No. 236 y No.275, denominadas “Cerro El Resbaladero y “Santa María Ticomán”, respectivamente (Gobierno del Estado de Querétaro, 2006).

A continuación, se puede observar la delimitación del polígono del proyecto, es decir el área del proyecto.



Figura 34. Ubicación del Proyecto

Debido a que las medidas principales de mitigación de los impactos ambientales se realizarán dentro del polígono del proyecto como los escurrimientos excedentes por el cambio de uso de suelo, la erosión de suelo y el rescate y reubicación de especies de flora, dicha justificación nos



permite especificar el área de influencia del proyecto como el predio donde se llevará a cabo el cambio de uso de suelo.

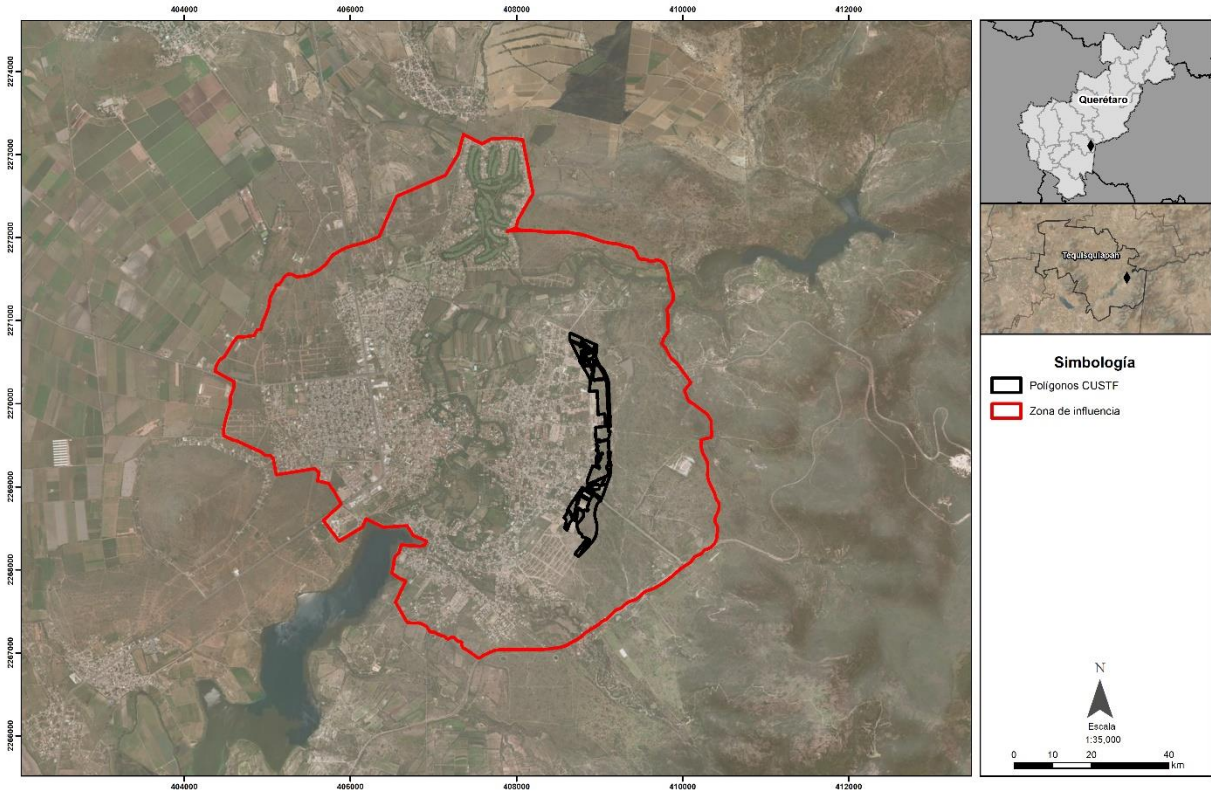


Figura 35. Área de influencia del proyecto

La delimitación del área de influencia del proyecto se proyectó de acuerdo con el 1) UGA del POEREQ Cerro El Resbaladero, 2) Zonas urbanas cercanas al predio e importantes en número 3) Microcuenca hidrológica sobre la que se encuentra el proyecto 4) Unidades de retención de escurrimientos con influencia del predio, lo anterior, con la siguiente justificación:

- Se incluye a algunas de las zonas urbanas más cercanas al predio en evaluación, toda vez que el predio tiene aptitud urbana, conforme a lo dispuesto en el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan del Río-Tequisquiapan. Así mismo, la presión que generan dichas zonas urbanas sobre el medio biótico ha causado que la vegetación en el predio se encuentre en estado de perturbación y que la fauna silvestre se desplace. Dicha delimitación obedece en cuanto al alcance de afectación del proyecto, es decir, hasta dónde los impactos ambientales, principalmente al medio biótico al rubro social, pudieran tener implicaciones para su evaluación e



implementación, por lo que al elegir zonas urbanas aledañas se cubre el rubro social, y en materia ambiental denotando la perturbación y las consecuencias que pudiera traer la modificación del proyecto hacia el área circunvecina del proyecto, todo lo anterior referente a los alcances del proyecto para la evaluación en la presente MIA que es el cambio de uso de suelo en áreas forestales.

- Así mismo, se consideraron criterios tales como el clima, el uso de suelo y vegetación, edafología e hidrología, ya que dichas condiciones son similares a las del predio, por lo que se pueden evaluar los procesos erosivos y de infiltración y como se verían impactados con la ejecución del proyecto.

En conclusión se realizó un análisis de los elementos que conforman el sistema ambiental y se delimitó hasta dónde el desarrollo del proyecto podría presentar las principales afectaciones al medio biótico y abiótico, con la finalidad de que la exhaustividad de los cálculos e investigaciones se hicieran dentro del área de influencia del proyecto elegida y dar así la información suficiente a la SEMARNAT para que pueda comprobar la capacidad de acogida del sistema ambiental para el proyecto que se presenta.

Es menester aclarar que el área de influencia se encuentra impactada por actividades antropogénicas. Para delimitar el sistema ambiental se utilizó la diferente cartografía de interés en materia ambiental, específicamente microcuencas hidrológicas, edafología y Unidades de Gestión Ambiental del POEREQ, debido a que dentro del mismo se encuentran dos características importantes dentro del sistema que es el paisaje totalmente urbano y el paisaje no urbanizado y con un estado de conservación que al menos en los muestreos es de consideración.

Es así como se obtuvo lo siguiente:



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

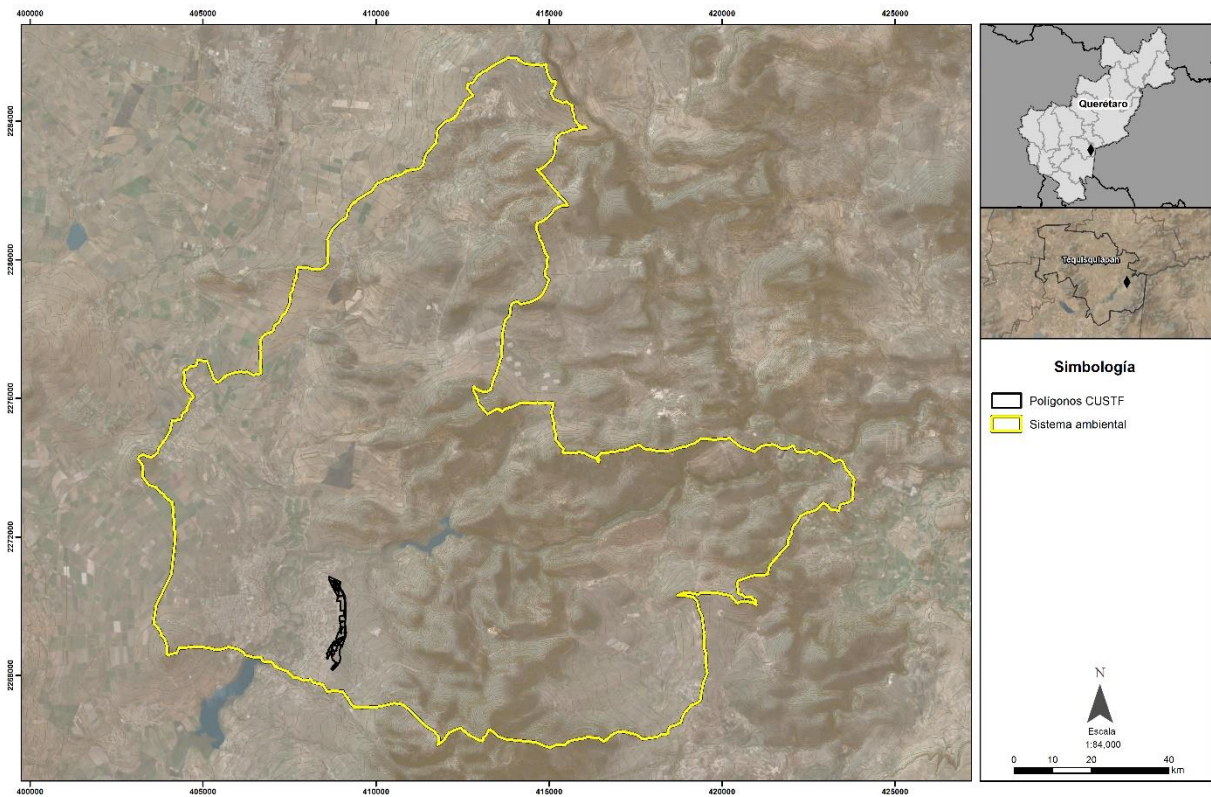


Figura 36. Sistema Ambiental para el proyecto

Asimismo, a manera de justificación, el sistema ambiental incluye las distintas características ambientales importantes que pudieran influir en el medio ambiente por la actividad a desarrollar dentro del predio como son:



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

- Escurrimientos hídricos de consideración para el funcionamiento de la cuenca hidrológica:

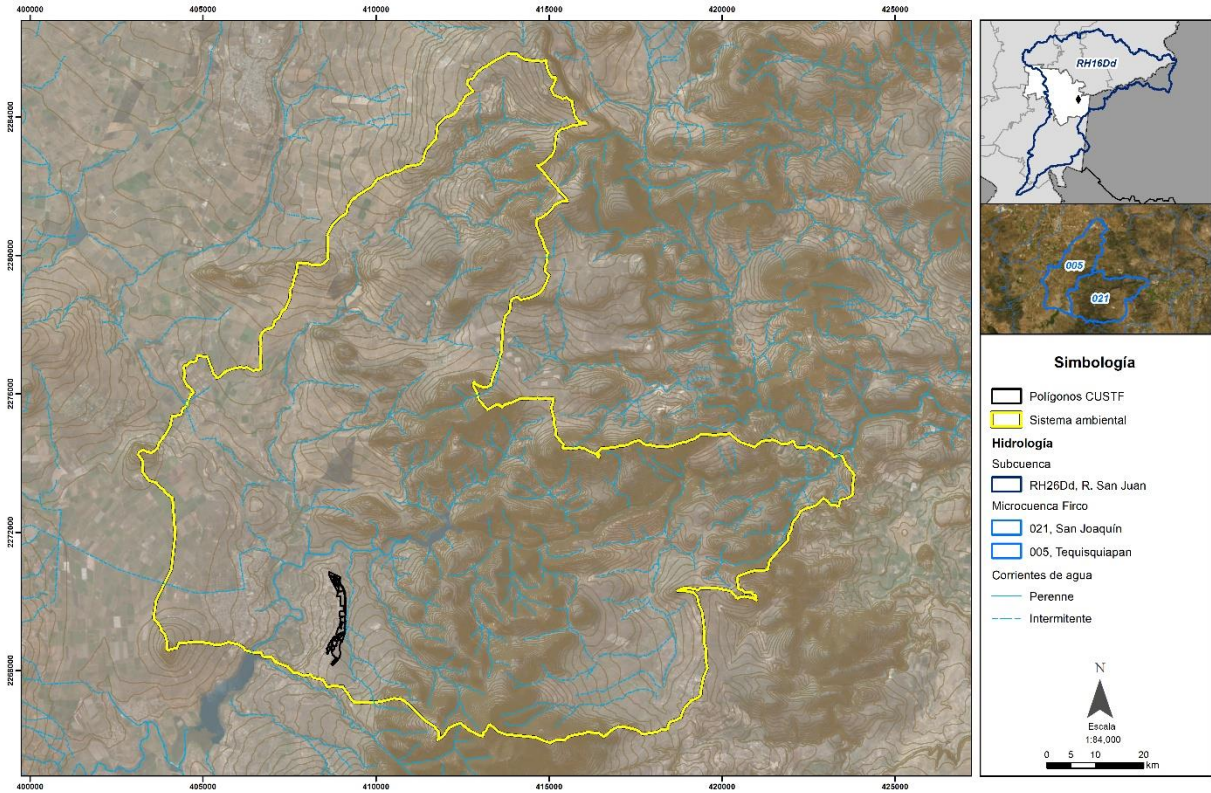


Figura 37. Ubicación del Sistema Ambiental del Proyecto dentro de la Subcuenca Hidrológica



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

- Los diferentes tipos de vegetación y aptitudes del suelo:

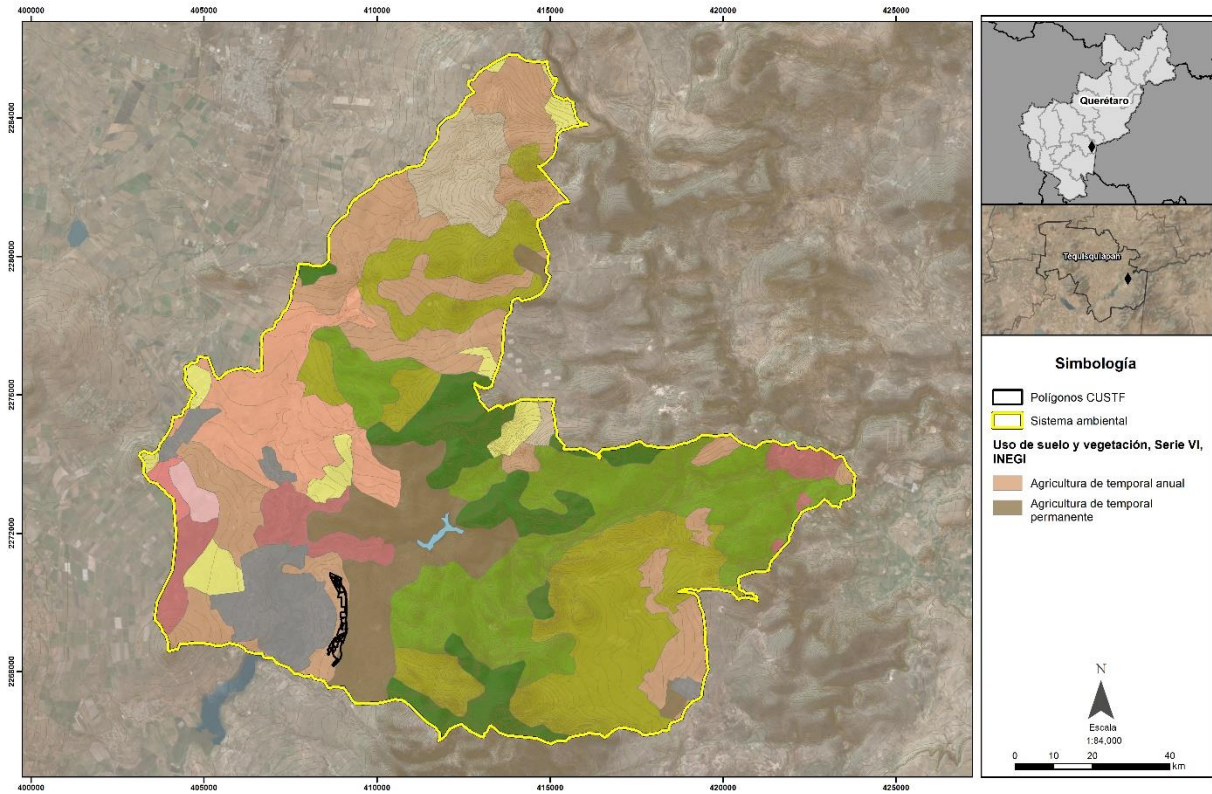


Figura 38. Uso de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

- El sistema ambiental involucra los ordenamientos dictados para el crecimiento de la urbanidad, como lo dicta el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Zona Sur-Poniente del Municipio de Tequisquiapan, Qro.:

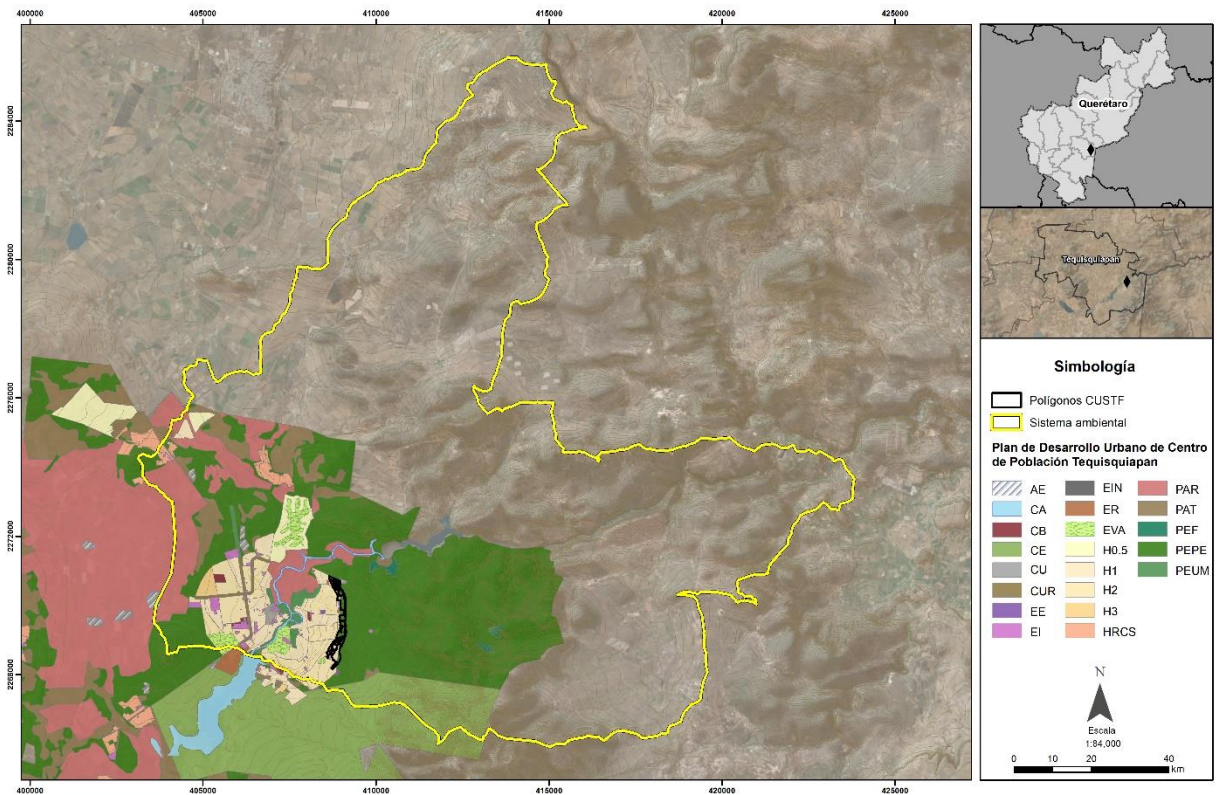


Figura 39. Plan parcial de desarrollo urbano “Zona Sur-Poniente” dentro del Sistema Ambiental



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

- Las diferentes Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro, que representan las dualidades en aptitudes:

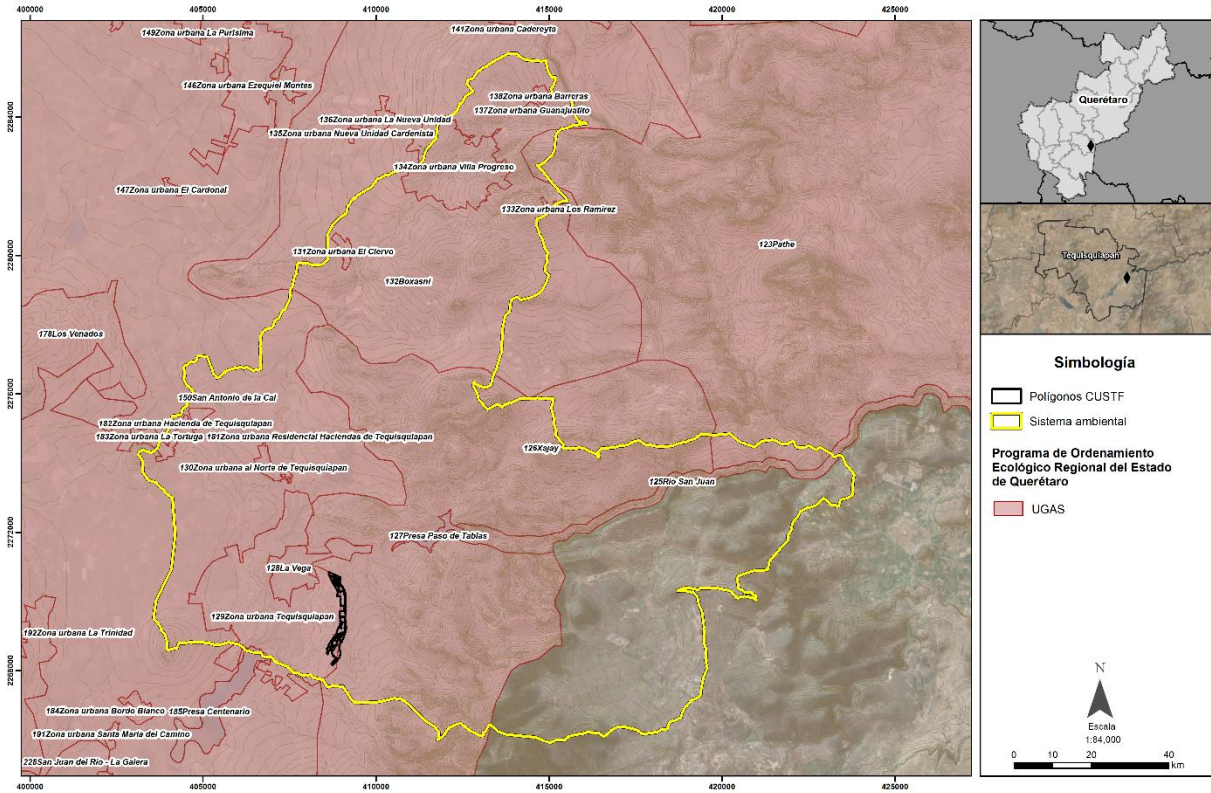


Figura 40. Unidades de Gestión Ambiental del POEREQ dentro del Sistema ambiental



- Las diferentes Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan:

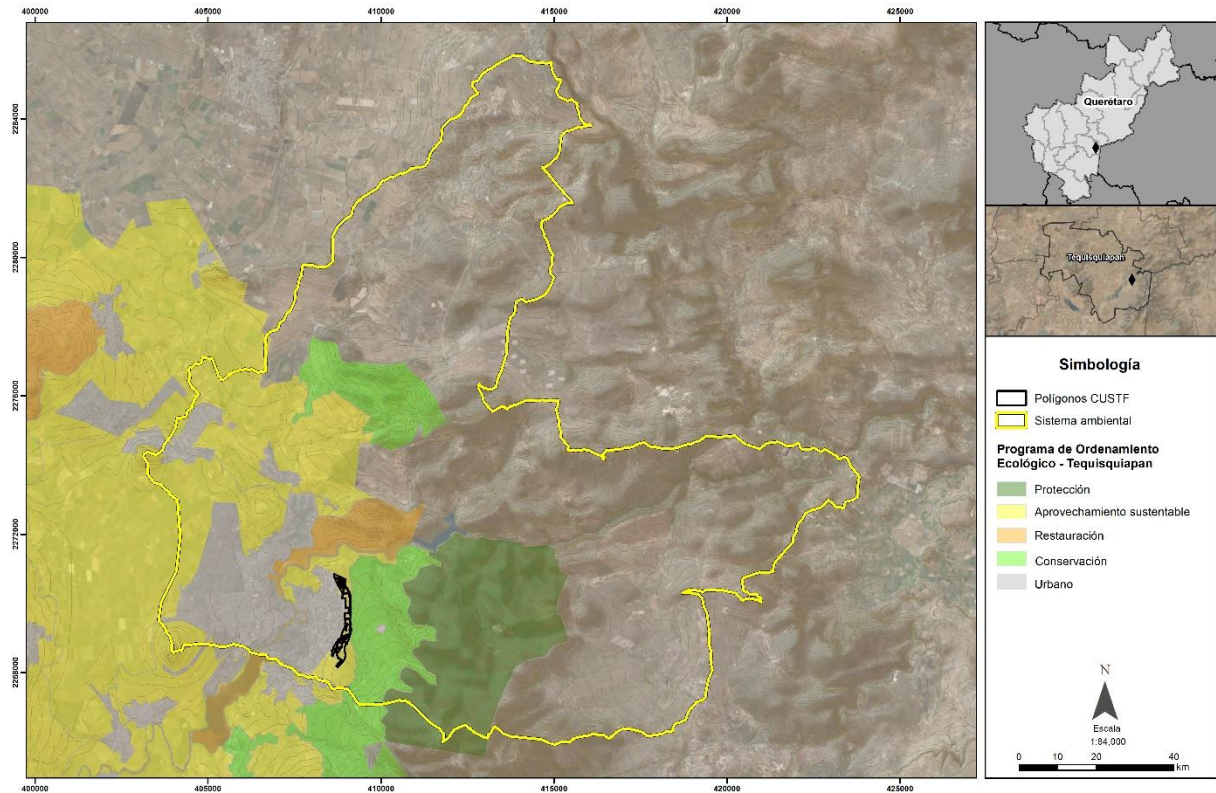


Figura 41. Sistema ambiental respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan

En conclusión, el Sistema Ambiental se encuentra delimitado de tal manera que quedan representadas las características no solamente ambientales sino jurídicas que definen las aptitudes del suelo, por lo que se cuenta con una guía para proceder a su descripción y obtener los datos necesarios para que la autoridad pueda tomar una decisión informada en cuanto a la pertinencia y acogida del proyecto dentro del sistema ambiental.



IV.2 Identificación de los atributos ambientales

IV.2.1 Descripción del medio abiótico

- *Clima*

Tipo de clima

La región a la que pertenece el lugar del proyecto, de acuerdo con la información de la cartografía de INEGI (1985), la región climática característica de la zona es del tipo BS₁kw(w), el cual es Semiseco templado, con una temperatura media anual de 12 a 18°C, una temperatura del mes más frío de entre 3 y 18°C, una temperatura del mes más caliente mayor de 18°C; lluvias en verano y en invierno.

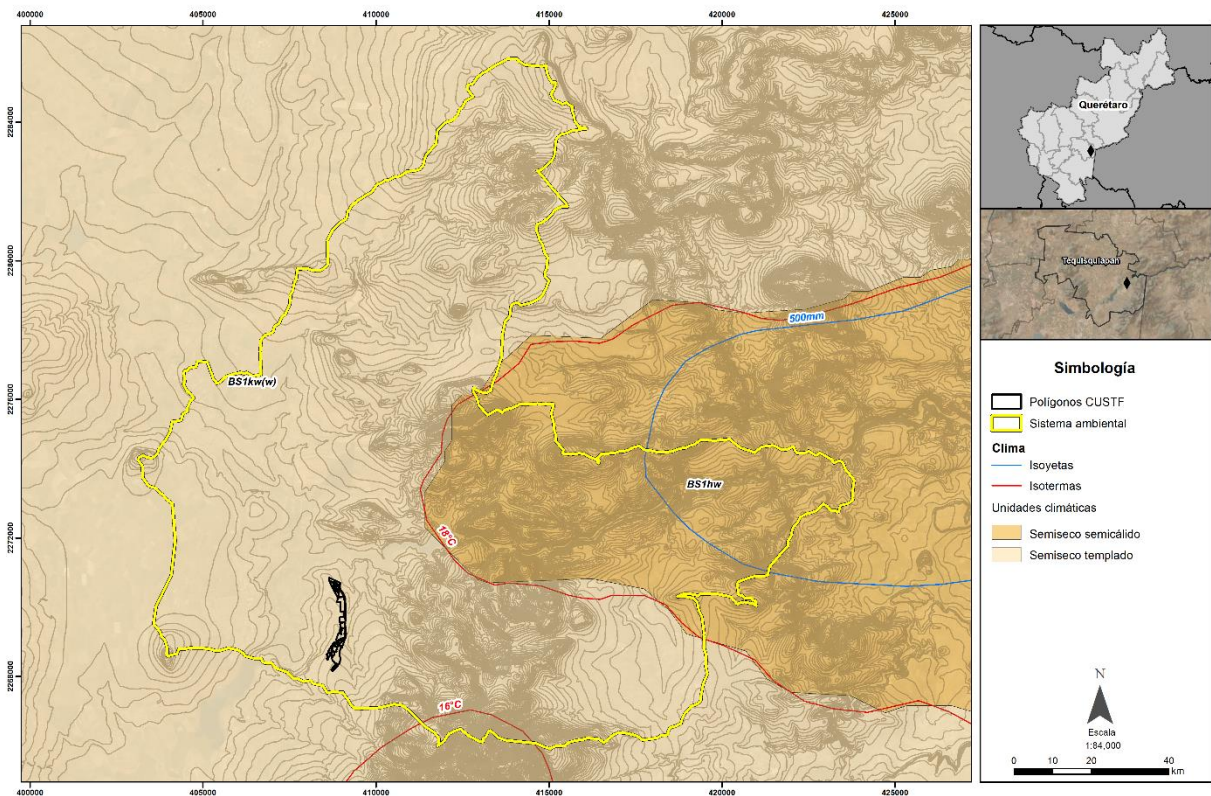


Figura 42. Mapa del Clima del Sistema Ambiental

Como se puede observar en la imagen anterior, este tipo de clima se presenta tanto en la totalidad de la superficie del proyecto como en el Sistema Ambiental.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

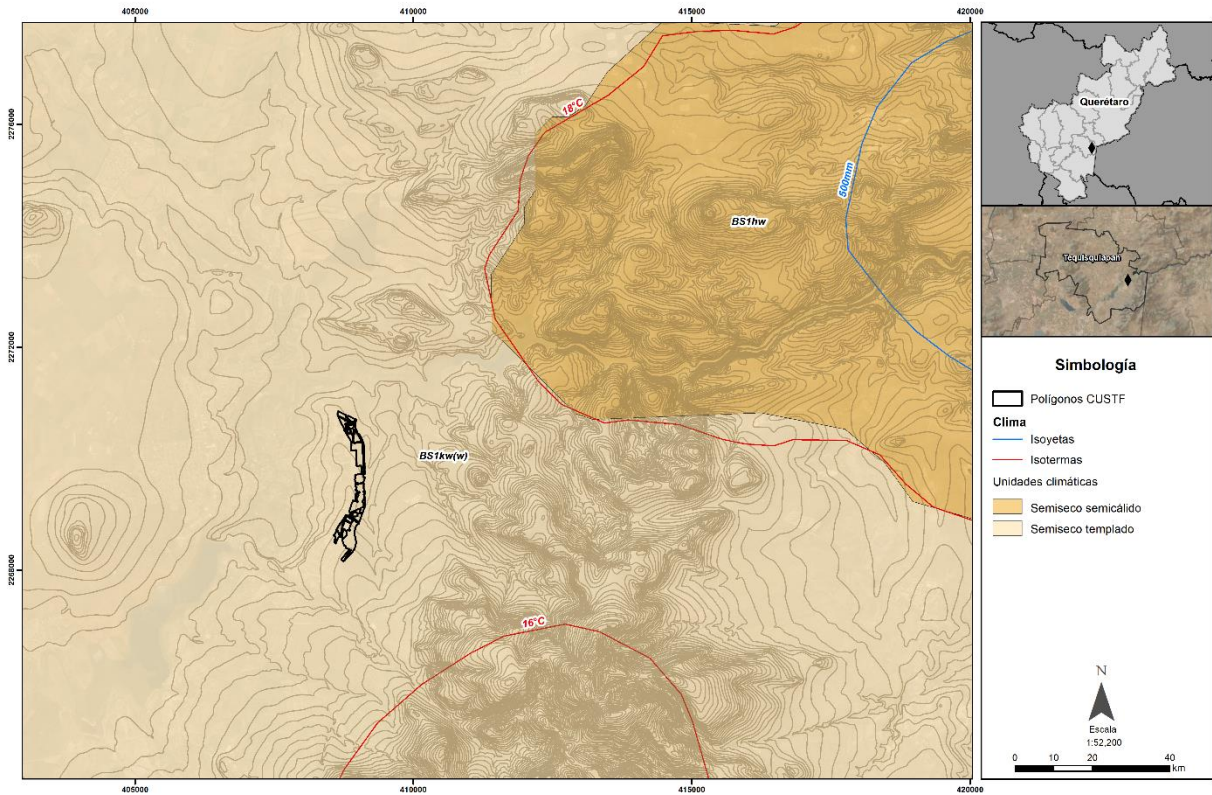


Figura 43. Mapa del Clima del proyecto

Para la obtención de los siguientes datos se determinaron las áreas de influencia de las estaciones climatológicas de la CONAGUA con el método de polígonos de Thiessen, resultando en lo siguiente.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

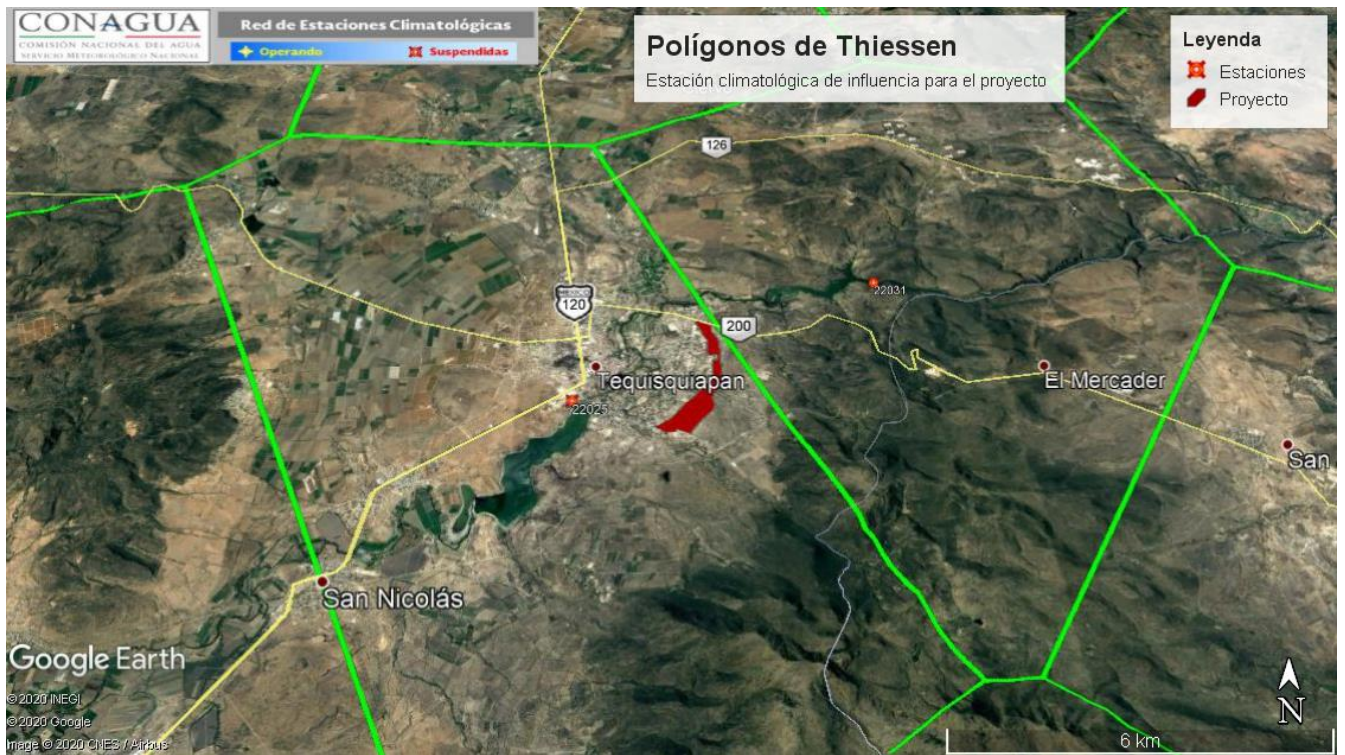


Figura 44. Polígonos de Thiessen de las estaciones meteorológicas para el proyecto

Como se puede observar, la estación de influencia es la 22025 “Presa Centenario”, aunque actualmente se encuentra suspendida cuenta con suficientes datos en los años comprendidos de 1981-2010 completos con el fin de extraer la información más relevante y certera.

Temperatura

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional en su estación 22025 de nombre “Presa Centenario”, en la base de datos en los años comprendidos de 1981-2010, existen temperaturas extremas normales registradas de 22.7°C para enero y 29.5°C para mayo, calculándose una media anual normal de 18.5°C. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010)

Precipitación

Los datos de la estación meteorológica respecto a este rubro se obtuvieron en los años comprendidos de 1981-2010, para los meses junio a septiembre se han detectado precipitaciones promedio de 406.1 mm (que representan la temporada con mayor precipitación), repartidas en un promedio de 46.6 días por año.



Por otra parte, estos datos identifican al mes de julio con 186.9 mm de precipitación en el año 1999, siendo el de mayor precipitación registrada para el rango de años de dicha estación. Respecto a precipitaciones máximas diarias, julio registró un valor de 70.5 mm y febrero con 14.5 mm como la mínima registrada. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010).

Nubosidad e insolación

Como medida indirecta de la nubosidad están los datos de radiación e insolación, los cuales son inversamente proporcionales a la cantidad de nubes en el cielo. Los datos de radiación solar en su última actualización en la estación QO11 del municipio de Tequisquiapan del Servicio Meteorológico Nacional al 24 de enero de 2018 registraron una radiación mínima de 0 W/m² y máxima de 850 W/m respectivamente.

Niebla

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional en los registros comprendidos del año de 1981-2010, se tienen datos que, para el lugar el sitio del proyecto, los días promedio anuales son 5.8 de acuerdo con la estación meteorológica 22025 “Presa Centenario”. Este fenómeno no es muy probable el cual no tiene efecto ni causa considerable dentro de las acciones del proyecto. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010)

Granizo

En el lugar del proyecto, en el periodo de 1981-2010, se tienen registros que anualmente hay un promedio de 0.0 días de granizo. Este fenómeno natural no es peligro para la zona del proyecto, ya que los días que el promedio que se presenta es mínimo. Esto de acuerdo con la estación meteorológica 22025 “Presa Centenario”, la cual se encuentra a una distancia aproximada de 1.7 km del predio. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010).

Heladas

En el caso la estación meteorológica 22025 “Presa Centenario”, históricamente las temperaturas más bajas se registraron en el año 1986, con datos del Servicio Meteorológico Nacional, la temperatura mínima normal de 6.1°C y mínima mensual de 0.5°C. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010).



Tormentas eléctricas

En el municipio de Querétaro para la estación 22025 “Presa Centenario” en el periodo de 1981-2010, según registros del Servicio meteorológico Nacional, el promedio anual de tormentas eléctricas es de 1.9 días. (Servicio Meteorológico Nacional SMN, 2010)

Inundaciones

Para la zona del proyecto no se encontró información notable respecto a inundaciones, pero se deduce que por las características del relieve no se considera como zona de riesgo por inundación gracias a la capacidad de infiltración del suelo, la vegetación natural y la cárcava que conduce escurrimientos al interior del predio. El riesgo que remotamente puede presentarse es el de un aumento de nivel de los cuerpos de agua cercanos.

- *Características litológicas*

El tipo de roca para la zona del proyecto es denominada ígnea extrusiva ácida, se caracteriza por las rocas volcánicas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos (del griego *pyro*, fuego, y *klastos*, quebrado), son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños. (Secretaría de Economía). El suelo del terreno predial del proyecto tiene estabilidad y por su gran contenido en sílice se define como ácida.

Las rocas ígneas extrusivas, tanto ácidas, como intermedias y básicas, son aquéllas formadas a partir de magma volcánico bajo temperaturas elevadas y sobrepresiones, por lo que es constituida por minerales y metales que se encuentran debajo de la corteza terrestre. Este tipo de rocas son ideales para la construcción de proyectos de edificación civil, y a que son rocas resistentes y poco sensibles a la deformación por temperatura.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

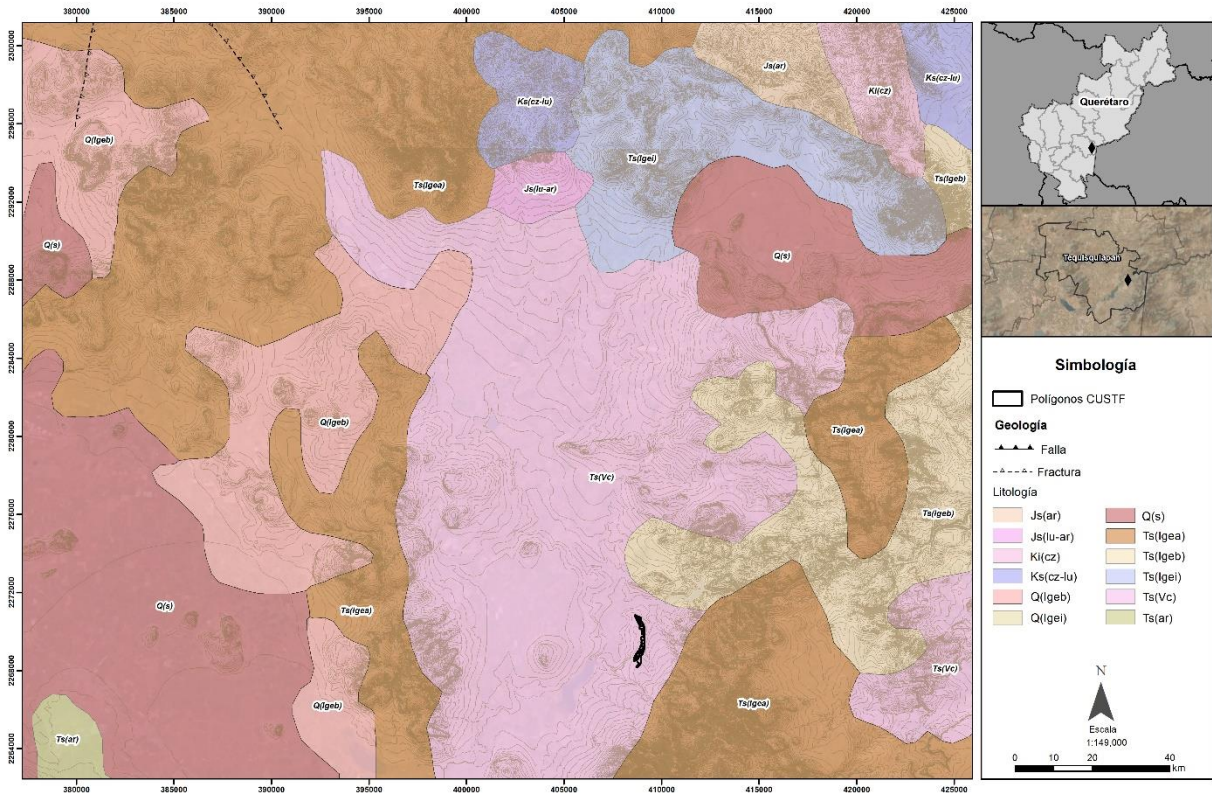


Figura 45. Geología del Proyecto

Características geomorfológicas y de relieve

La geomorfología de acuerdo a la Gaceta Ecológica en el centro del municipio se caracteriza por tener un relieve endógeno el cual se forma por las fuerzas internas que actúan sobre la corteza y por derrames mesetiformes haciendo referencias a lavas de composición máfico con una morfología aplanada en forma de mesetas, de las cuales sobreyacen las ignimbritas las cuales se depositaron en derrames fisurales (Márques, 2016).

Fallas y fracturas

Existe una fractura que atraviesa el predio en el límite noreste del predio, la cual se dirige hacia el oeste. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgo, el predio se encuentra en una zona de bajo riesgo.

- *Sismicidad*



El Estado de Querétaro dentro del mapa de Regionalización Sísmica de la República Mexicana, se encuentra en la zona B donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

En la región de Querétaro se han registrado sismos de poca peligrosidad con magnitudes en la escala de Richter de 3 y 4 grados. El área del proyecto se encuentra dentro de la región sísmica B, en el Atlas de Riesgos de la República Mexicana. Aun cuando esta región pertenece a la provincia fisiológica del Eje Neovolcánico Trans-mexicano, no existen manifestaciones de vulcanismo activo que pudiera significar un riesgo para la población, sus actividades o el entorno, a pesar de tener un volcán extinto del Cimatarío a muy corta distancia del proyecto.

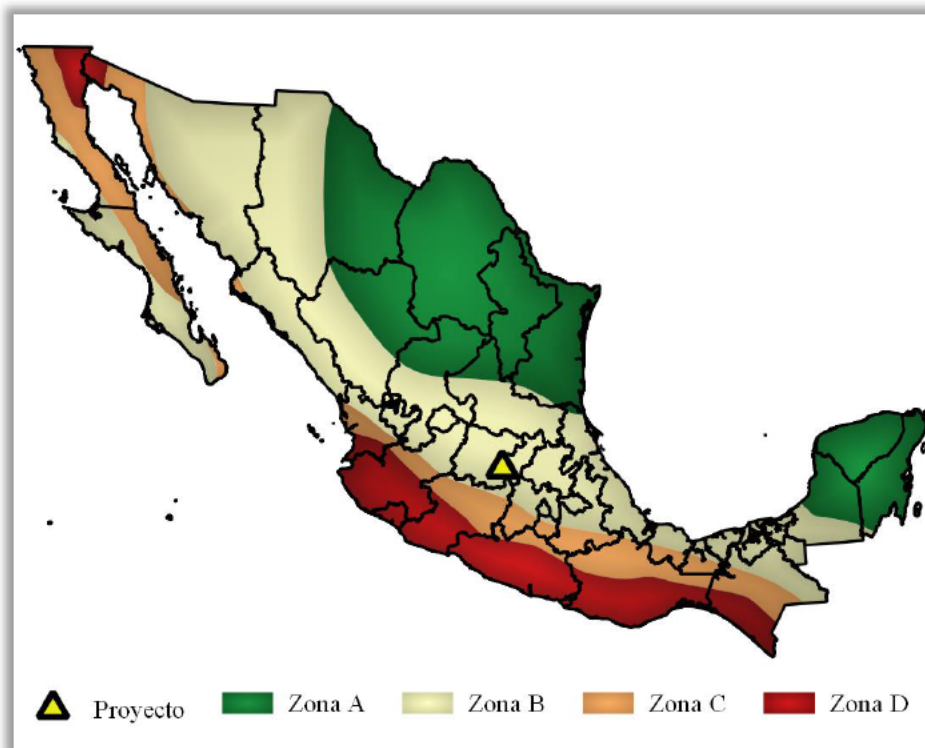


Figura 46. Mapa de las regiones sísmicas del territorio nacional

- *Suelo*

Los suelos del área del son los Vertisoles (INEGI, 1993). Debido a sus arcillas expansivas, la presencia de Vertisoles resulta un problema en el establecimiento de infraestructura, por lo que generalmente son retiradas para evitar problemas de estabilidad. No obstante, su potencial agrícola es muy alto, debido a que cuentan con una fertilidad química natural para el



establecimiento de cultivos y vegetación en general. Sin embargo, la baja precipitación representa una limitante agrícola importante y al mismo tiempo una ventaja para el establecimiento de asentamientos ya que reduce el riesgo a inundaciones.

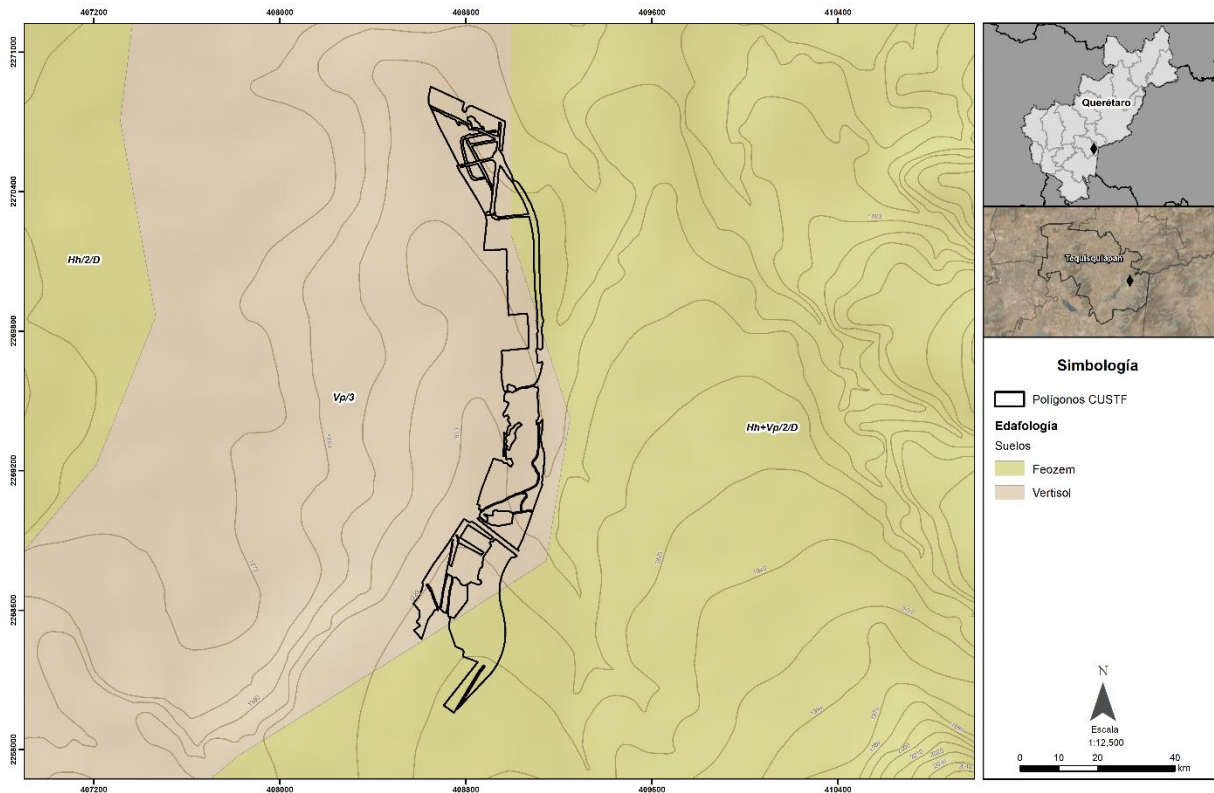


Figura 47. Tipos de suelo presentes en el sitio del proyecto

El término Vertisol se deriva del latín *Vertere*, que significa volteado o revuelto. Estos suelos se caracterizan por presentar grietas anchas y profundas que parecen en ellos en la época de sequía, son suelos ricos en arcilla, frecuentemente negros o grises; son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos, en ocasiones son salinos, por lo general son fértiles aunque presentan ciertos problemas para su manejo debido a su dureza dificulta la labranza y frecuentemente presentan problemas de drenaje; se desarrollan en climas semisecos y templados, en zonas donde hay una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural de estos suelos es muy variada, desde la selva baja hasta los pastizales y matorrales de los climas semisecos, son de origen residual (SEMARNAT, 2010).

La infiltración del agua en los Vertisoles secos (agrietados), con una superficie estructurada es inicialmente rápida. Sin embargo, una vez que la superficie del suelo se encuentra totalmente



humedecida y las grietas se han cerrado, el índice de infiltración de agua se vuelve casi nulo. El proceso de expansión/encogimiento indica que los poros son discontinuos y no permanentes.

Los Vertisoles tienen perfiles A (B) C; el horizonte A comprende ambos, la superficie estructurada (o corteza) y el horizonte estructurado subyacente que cambia sólo gradualmente con la profundidad. El suelo subsuperficial con una clara estructura vértica conforma la definición de un horizonte vértico, pero no está siempre claro donde termina el *horizonte A* y donde empieza el horizonte *B*. Características morfológicas importantes, tales como: el color del suelo, textura, composición de los elementos, etc., suelen ser muy uniformes a través del solum. Existe dificultad para cualquier movimiento de los componentes solubles o coloidales. (Cuando tal transporte ocurre, la perturbación lo contrarresta). Un horizonte cálcico o una concentración de calcáreo suave y pulverulento puede presentarse en o por debajo del horizonte Vértico. Puede presentarse también yeso, distribuido uniformemente en la matriz del suelo o en concreciones cristalinas (Ibáñez & Manríquez Cosío, 2011).

Los Vertisoles son suelos formados de materiales sedimentarios compuestos por arcillas expandibles, que se tornan muy plásticos y pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando se secan, lo que da lugar a cuarteaduras y fisuras de tamaños y profundidades variables (Francisco, 2011)

La infiltración del agua en los Vertisoles secos (agrietados), con una superficie estructurada es inicialmente rápida. Sin embargo, una vez que la superficie del suelo se encuentra totalmente humedecida y las grietas se han cerrado, el índice de infiltración de agua se vuelve casi nulo. (El proceso de expansión/encogimiento indica que los poros son discontinuos y no permanentes (Francisco, 2011)

Pélico, del griego *pellos*: grisáceo. Subunidad exclusiva de los Vertisoles. Indican un color negro o gris oscuro.

Los Feozems del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemljá*: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos (Fig. 27 y 28). Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente



en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego. Su símbolo en la carta edafológica es (H).

Háplico, del griego *haplos*: simple. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertostipos de suelo

Consideraciones previas

En la estimación de la erosión se calcularán la erosión total, la erosión hídrica y la erosión eólica. La estimación de la erosión total se basará en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, conocida también por sus siglas en inglés USLE.

Para el análisis de datos se parte del hecho de que el proyecto yace sobre la región 5 del mapa de erosividad, por lo que se utilizará su ecuación correspondiente. Respecto al factor K se considera que el suelo es un Vertisol con una textura fina, es decir, un factor de 0.026. La precipitación media anual es de 515.5 mm, la longitud de la pendiente de 1,715 m tomando la máxima distancia longitudinal del predio y el grado de pendiente de 1.11% según estimaciones cartográficas a partir de una altura máxima y mínima en el área del estudio de 2,050 y 2,030 msnm, respectivamente. El factor de P se considerará como 0.05, debido a que se plantea la realización de barreras a contrapendiente como medida de mitigación de impactos al recurso suelo, y el factor de C como 0.65 debido al reporte de matorral crasicaule en la zona (anexo se encuentra la memoria de cálculo correspondiente)

Anexo 7. Memoria de cálculo de erosión

La estimación de la erosión eólica se hará según la ecuación de erosión eólica (WEQ, por sus siglas en inglés), los detalles metodológicos y las tablas para la asignación de coeficientes se encuentran anexas al final del presente estudio.

Para el análisis de datos se parte del hecho de que el proyecto yace sobre suelos arcillosos no calcáreos, por lo que el factor I es de 85. El porcentaje de inclinación está entre 10 y 11%, es decir, el factor I_s se considerará como 1.45. La precipitación y la temperatura se consideran según los promedios mensuales de la estación 22025 la velocidad del viento se toma como 8.82



m/s anuales. El factor de V' se considerará 0.3 al ser la vegetación de matorral crasicaule. Debido a las medidas de mitigación de barreras, las cuales favorecen la rugosidad del terreno y, por tanto, reducen la erosión eólica, se considerará un factor K' de 0.05.

Finalmente, para la estimación de la erosión hídrica se utilizaron los resultados de los cálculos de la erosión total y los de la erosión eólica. La cantidad de erosión eólica está incluida en dentro de la erosión total, toda vez que los cálculos de la erosión total (USLE) son la suma de toda forma de erosión (i.e. hídrica y eólica). Por lo tanto, una resta entre los resultados de la erosión total y la erosión eólica dará como resultado la cantidad de erosión hídrica.

Metodología

Para conocer la erosión del suelo se hizo uso de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés), la cual se la cual se ha utilizado para definir las prácticas y obras de conservación de suelo y agua definiendo primero la erosión potencial y luego haciendo arreglos con modificaciones en la vegetación o con prácticas de conservación.

$$A = R \cdot K \cdot (LS) \cdot C \cdot P$$

Donde:

A = tasa de erosión anual (ton/ha*año).

R = factor de erosividad de la lluvia (MJ.mm/ha*h).

K = factor de erodabilidad del suelo (ton*h/MJ.mm).

LS = factor topográfico longitud-pendiente.

C = factor de vegetación y cultivo.

P = factor de prácticas conservación

Factor R

Tabla 11. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en las diferentes regiones del país.

Región	Ecuación	R ²
1	1.2078*P + 0.002276*P ²	0.92
2	3.4555*P + 0.006470* P ²	0.93
3	3.6752*P - 0.001720* P ²	0.94



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Región	Ecuación	R ²
4	$2.8959*P + 0.002983* P^2$	0.92
5	$3.4880*P - 0.000188* P^2$	0.94
6	$6.6847*P + 0.001680* P^2$	0.90
7	$(-0.0334)*P + 0.0061* P^2$	0.98
8	$1.9967*P + 0.003270* P^2$	0.98
9	$7.0458*P - 0.002096* P^2$	0.97
10	$6.8938*P + 0.000442* P^2$	0.95
11	$3.7745*P + 0.004540* P^2$	0.98
12	$2.4619*P + 0.006067* P^2$	0.96
13	$10.7427*P - 0.001008* P^2$	0.97
14	$1.5005*P + 0.002640* P^2$	0.95

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Para la estimación del factor se empleó del arreglo regular de precipitación de Agroasemex con datos diarios de 1979 a 2007, para la estimación de la precipitación media anual. Dicho arreglo ha sido creado mediante la metodología de interpolación de Cressman.



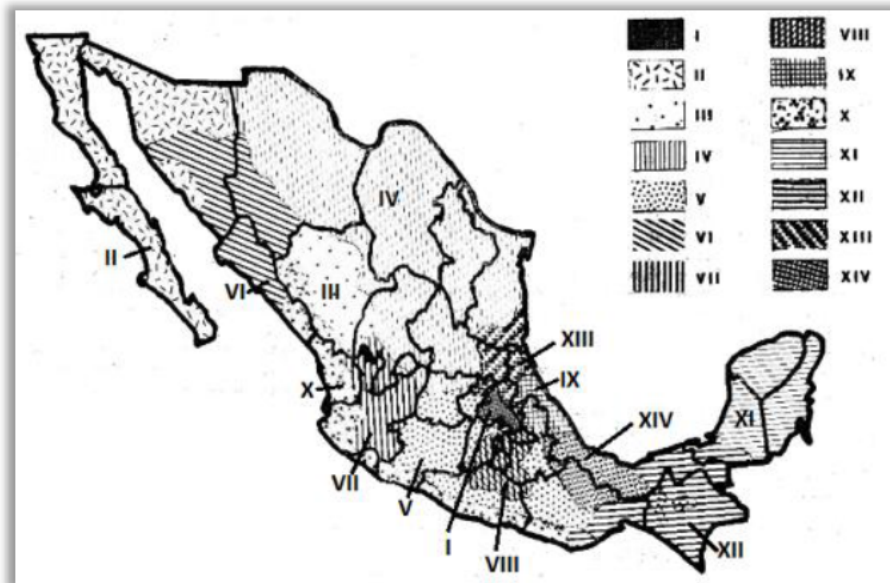


Figura 48. Mapa de erosividad de la República Mexicana.

El método se basa en la corrección de un campo preliminar de precipitación modelada que es corregido a partir de los registros de precipitación presentes en la base de CLICOM y GASIR. El producto final consiste en un arreglo de datos diarios con resolución espacial de 20 km. Estas interpolaciones fueron regionalizadas en 14 ecuaciones para distintas regiones de la república mexicana.

Factor K

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por: 1) el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia, 2) el flujo superficial o 3) por la acción de ambos fenómenos. Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada. En este proyecto se usará la metodología usada para el mapa nacional de erosión potencial, también conocida como la metodología de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

Tabla 12. Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Grupo de suelo	Textura		
	Gruesa	Media	Fina
Acrisol	0.026	0.04	0.013
Albeluvisol	0.026	0.04	0.013
Alisol	0.026	0.04	0.013
Andosol	0.013	0.02	0.007
Anthrosol	0.013	0.02	0.007
Arenosol	0.053	0.079	0.026
Calcisol	0.026	0.04	0.013
Cambisol	0.053	0.079	0.026
Chernozem	0.026	0.04	0.013
Cryosol	0.013	0.02	0.007
Durisol	0.026	0.04	0.013
Ferralsol	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	0.053	0.02	0.007
Gleysol	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	0.013	0.02	0.007
Histosol	0.026	0.04	0.013
Kastanozem	0.013	0.02	0.007
Leptosol	0.013	0.02	0.007
Lixisol	0.013	0.02	0.007
Luvisol	0.053	0.079	0.026
Nitisol	0.026	0.04	0.013
Phaeozem	0.026	0.04	0.013
Planosol	0.026	0.04	0.013
Plinthosol	0.053	0.079	0.026
Podzol	0.026	0.04	0.013
Regosol	0.053	0.079	0.026
Solonetz	0.053	0.079	0.026



Grupo de suelo	Textura		
	Gruesa	Media	Fina
Umbrisol	0.026	0.04	0.013
Vertisol	0.053	0.079	0.026

Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud L se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido.

El factor LS se calcula como:

$$LS = \lambda^m \cdot (0.0138 + 0.00965 \cdot S + 0.00138 \cdot S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno

m = Parámetro factor cuyo valor es 0.5

Para la estimación de la pendiente se utilizó un celular Android y la aplicación *Clinometer* versión 2.4 y un celular modelo XT914 con un sistema operativo Android versión 4.4.2. La forma de hacer las mediciones fue utilizando el borde más largo del teléfono celular de la misma forma que un clinómetro, apuntando a un objeto de la misma altura que el observador ubicado pendiente arriba o pendiente abajo. Una vez apuntado al objeto se sujeta el teléfono y cuidadosamente se observa el valor registrado por el teléfono, cuidando de no moverlo a la hora de observar la medición. En cuanto a la longitud de la pendiente se utilizó la información de la longitud del predio.

Factor C

El factor C se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión. Se trata del factor usado con más frecuencia para comparar el



efecto relativo de diferentes opciones de manejo en un plan de conservación. Dicho factor indica cómo el plan de conservación afectará la tasa promedio anual de erosión, y cómo la pérdida potencial de suelo se distribuirá en el tiempo durante las actividades de construcción, rotación de cultivos u otros esquemas de manejo, así como los cambios en el uso de suelo.

Para una condición estándar, es decir, sin cobertura vegetal y con barbecho continuo, la cual es extrema en cuanto a que representa las condiciones más favorables para la erosión, el valor de C es la unidad. A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de C es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección). El valor asociado con este factor se basará en la recopilación hecha para el mapa nacional de erosión potencial.

Tabla 13. Factor para vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de Encino	0.10	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.10	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de táscate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.50
Manglar	0.10	Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Matorral de coníferas	0.20	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.10
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaula	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85



Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1.0
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Factor P

Por definición, el factor de práctica de soporte P en USLE es la tasa relativa de pérdida de suelo con una práctica específica con respecto a la pérdida de suelo correspondiente con un laboreo combinado, volteando el suelo pendiente arriba y pendiente abajo. Las prácticas de soporte afectan principalmente la erosión mediante la modificación del patrón de flujo, grado de pendiente o dirección del escurrimiento superficial, y mediante la reducción de la tasa y cantidad de escurrimiento.

Tabla 14. Valores de P para las prácticas mecánicas.

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75 - 0.90
Surcos rectos	0.8 - 0.95
Franjas al contorno	0.6 - 0.8
Barreras (2 - 7% de pendiente)	0.5
Barreras (7 - 13% de pendiente)	0.6
Barreras (mayor de 13 %)	0.8
Barreras de Banco	0.1
Barreras de Banco en contrapendiente	0.05

El término de erosión eólica abarca tanto la remoción y depósito de las partículas del suelo por la acción del viento, como los efectos abrasivos de las partículas móviles cuando estas son transportadas.

La erosión eólica es y ha sido un problema grave en diversas partes del mundo, prueba de ello son los grandes depósitos eólicos de eras geológicas pasadas. El fenómeno de la erosión



provocada por el viento, de acuerdo con algunos estudios de Hagen y Hoodrugff (1973), en que estimaron que la erosión del suelo en las grandes planicies contribuyó al polvo atmosférico con 244 millones de toneladas en 1950 y con 77 millones en 1970.

Antes de definir la metodología empleada para el cálculo de la erosión eólica, se describe brevemente los factores que influyen en el proceso, posteriormente la forma de cuantificar dichos factores y la equivalencia de estos en la ecuación de erosión eólica (WEQ, por sus siglas en inglés), mencionando en este último paso la fuente de información empleada para usarlos dentro de la ecuación.

Factores que influyen en el proceso de erosión eólica.

La intensidad con que se presenta en el proceso de la erosión eólica siempre está determinada por la erosionabilidad del suelo que es la susceptibilidad del suelo a ser removido, así como por la erosionabilidad del viento, o sea la capacidad del viento para producir erosión (Wilson y Cooke, 1984).

La erosión eólica ocurre bajo las siguientes condiciones: escasa precipitación, fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, así como vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo; en áreas extensas de exposición, terrenos con superficie casi uniforme y plana, así como suelos secos y sueltos; y en áreas con escasa o ninguna cubierta vegetal (SEMARNAT-UACH, 2002). Este claro que las condiciones que favorecen este tipo de erosión son interdependientes debido a que, en áreas con baja precipitación, regularmente el suelo está seco y la vegetación es escasa.

Elementos considerados por la ecuación de erosión eólica.

La ecuación de erosión eólica (WEQ, por sus siglas en inglés), fue publicada en 1965 por Woodruft y Soddoway, la cual se expresa en toneladas por acre al año. La base de la ecuación se sustenta en 11 variables, a continuación, se describen brevemente.

a) Índice de erosionabilidad del suelo (I), erosionabilidad en montículos (Is)

El valor de I es la pérdida de suelo de un campo extenso, aislado y sin protección alguna, con superficie desnuda y plana. Los valores se asignan de acuerdo con las propiedades del suelo, y fueron obtenidos de forma experimental en túneles de viento y en campo. Cuando sucede el caso de que se presentan montículos con pendientes a barlovento y longitudes menores a 150 m, es necesario realizar ajustes al valor de I, empleando el valor de erosionabilidad en



montículos (ls), que aumenta con relación a la pendiente como con la posición en relación con la cima de la pendiente.

b) Estabilidad de la costra superficial (Fs)

Cuando se presentan costras superficiales, se considera que su estabilidad mecánica (Fs), es baja ya que se desintegra por efecto de la abrasión una vez que se ha iniciado el proceso de erosión eólica. Este factor se considera importante para eventos diarios en una parcela dada, pero cuando se determina la erosión para un período completo, comúnmente no se toma en cuenta dicho factor (Woodeuff y Siddoway, 1965).

c) Rugosidad del suelo (Kr)

Es una medida de la rugosidad de la superficie del suelo en forma de lomos o pequeñas ondulaciones y pueden ser naturales o artificiales. Esta se determina como una medida lineal de la rugosidad superficial (Woodeuff y Siddoway, 1965).

d) Velocidad erosiva del viento (V)

Para cálculos de pérdida de suelo anual promedio, se emplea la velocidad media anual corregida a una altura de 9.1 m. Las velocidades del viento atmosférico siguen una distribución estadística normal, de modo que, a mayor velocidad media anual, mayor es la probabilidad de que se presenten vientos muy fuertes (Woodeuff y Siddoway, 1965).

e) Humedad superficial del suelo (M)

La tasa de movimiento del suelo varía inversamente con el cuadrado de la humedad efectiva del suelo superficial (Chepil, 1965). Generalmente no se dispone de información sobre humedad superficial efectiva, por tal motivo se usa el índice de efectividad de precipitación (P-E) de Thornthwaite (1931).

f) Distancia a lo largo del terreno (Df)

Df es la distancia total a lo largo de un campo determinado medida en la dirección prevaleciente de la erosión eólica. El cálculo de Df se puede emplear el ancho del terreno si se conoce la dirección del viento (Chepil, 1959).

g) Distancia protegida (Db)

En el caso de que exista una barrera al extremo del terreno, Db corresponde a la distancia protegida por la barrera, medida a lo largo de la dirección predominante de la erosión eólica.



Debido a que no hay información sobre la efectividad de las barreras rompe vientos, se calcula la distancia protegida de una manera empírica, a través de la multiplicación de la altura de la barrera por 10 (Woodeuff y Siddoway, 1965).

h) Cantidad de cubierta vegetal (R')

Se refiere a la cantidad de residuos de cosecha, para su estimación, es necesario que se tomen muestras de los residuos, se limpien, sequen y pesen. El valor asignado al valor de R', es el peso de dichos residuos multiplicado por 1.2.

i) Clase de cubierta vegetal (S)

Se refiere al área total de la sección transversal del material vegetal. Al ser más densa la vegetación, reducirá la velocidad del viento sobre la superficie del suelo (Woodeuff y Siddoway, 1965).

j) Orientación de la cubierta vegetal (Ko)

La orientación de la cubierta vegetal influye en la rugosidad de la superficie, si la posición es vertical, a medida que aumenta la altura sobre la superficie del terreno, tendrá un mayor efecto en la reducción de la velocidad del viento. El factor combina la influencia de la distribución y posición de la cubierta vegetal, definidos por la dirección y ancho de los surcos.

En la siguiente tabla se presenta la relación entre los factores individuales mencionados y su equivalencia con factores que se emplean en la ecuación de erosión hídrica.

Tabla 15. Equivalencias entre los factores que intervienen en el proceso de erosión eólica con respecto a la WEQ.

Factores individuales principales		Factores equivalentes	
Erosionabilidad del suelo	I	Erosionabilidad del suelo	I'
Erosionabilidad en los montículos	Ls		
Estabilidad de la costra superficial	Fs	Se desprecia, se considera que la costra es transitoria	-
Rugosidad del suelo	Kr	Factor de rugosidad del suelo	K'
Velocidad del viento	V	Factor climático local	C'
Humedad de la superficie del suelo	M		
Distancia a través del terreno	Df	Longitud equivalente del terreno	L'
Distancia protegida	Db		
Cantidad de cubierta vegetal	R'	Cantidad equivalente de cubierta vegetal	V'
Clase de cubierta vegetal	S		
Orientación de la cubierta vegetal	Ko		



La ecuación de predicción de erosión eólica se expresa como:

$$E = f(l', K', C', L', V')$$

Dónde: El promedio anual de pérdida de suelo, E, expresada en toneladas por hectárea al año, está en función de los factores l', K', C', L' y V'. La estimación de estos parámetros se mencionará a continuación, no sin antes señalar que el grado de exactitud dependerá de que los valores asignados a dichos parámetros estén apegados a la realidad.

Para la estimación del factor l' se multiplican los valores de los factores l y ls. Ambos valores se obtienen de tablas según la textura, si el suelo es calcáreo, el porcentaje de pendiente y la posición en la pendiente, de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla 16. Tabla de equivalencias para la estimación del factor l

Textura	Calcáreo	No calcáreo
Arenoso	544	544
Arena franca	301	301
Franco arenoso	193	193
Franco	193	193
Franco limoso	193	193
Limoso	126	193
Franco arcilloso	126	126
Franco areno arcilloso	108	126
Franco limo arcilloso	108	108
Arcillo arenoso	85	108
Arcillo limoso	85	193
Arcilloso	85	193
Suelos muy mojados o muy pedregosos que no pueden cultivarse, donde la erosión eólica no es un problema	-	-

Los valores para el factor l' pueden ser obtenidos por medio de tablas, en las que se relaciona la textura del suelo y si el suelo es calcáreo o no calcáreo. Los suelos calcáreos (contenido de CaCO₃ superior al 5%), son más susceptibles a ser erosionados.

Los montículos son geofomas caracterizadas por pendientes cortas y abruptas hacia barlovento. El potencial de erosión es mayor en las pendientes de los montículos que en los terrenos con



lomeríos suaves, porque el flujo del viento se comprime y la velocidad de este aumenta cerca de la cima de los montículos.

La corrección al índice de erosionabilidad del suelo (I') se realiza cuando las pendientes a barlovento son menores de 150m y el aumento de la pendiente es superior al 3%.

Tabla 17. Tabla de equivalencias para la estimación del factor ls

Porcentaje de inclinación	Factor de corrección (ls)	Factor de corrección en la cima del montículo
3	1.3	1.5
4	1.6	1.9
5	1.9	2.5
6	2.3	3.2
8	3	4.8
10	3.6	6.8
10 a 15	2	
15 a 20	1.4	
Mayor de 20	1	

El factor K', es una medida del efecto de bordos formados por el equipo de labranza sobre el proceso de erosión. Debido a que los bordos absorben y desvían la energía del viento, atrapan las partículas en movimiento; sin embargo, una rugosidad excesiva puede causar un movimiento acelerado de las partículas del suelo.

Para la estimación del factor K', es necesario calcular el equivalente de rugosidad Kr, por tanto, es necesario ingresar la separación y altura de bordos. Con base en dicha información, se calcula el valor de K'. Cabe aclarar que el valor de K' puede asignarse un valor de 1, cuando se realizan estimaciones anuales, debido a que el terreno acumula vegetación, el comportamiento de la rugosidad es al azar, por tanto, el valor de K' bajo esas condiciones no se puede estimar de forma consistente. Por lo que en este caso el valor de K' se considera de 1.

De acuerdo con Chepil et al., (1962), el valor de C' está definido como:

$$C' = \frac{V^3}{0.26 \cdot (PE)^2}$$

Dónde:



C' = es el índice climático local anual;

V = es la velocidad media anual del viento en m/s a 9.1 m de altura.

P-E = es el índice de precipitación- evaporación (adimensional) de Thornthwaite (1931), también denominado Índice de eficacia pluviométrica ($10\sum$ (radio P/E)), el cual se calcula convirtiendo a unidades inglesas la precipitación (in) y la temperatura (°F) según la siguiente fórmula:

$$P/E = 10 * \sum_{i=1}^{12} 11.5 * \left(\frac{\frac{P_i}{25.4}}{(1.8T_i + 32.2) - 10} \right)^{\frac{10}{9}}$$

Dónde:

P_i es la precipitación mensual en mm

T_i la temperatura media mensual (°C)

Todas las temperaturas por debajo de 28.4° Fahrenheit se calculan como 28. 4°, todos los radios P-E superiores a 40 se calculan como 40.

El factor V' se estima mediante el efecto de la cobertura vegetal, se tomaron como base los valores reportados por SEMARNAT-UACH (2002).

Tabla 18. Tabla de equivalencias para tipo de cobertura

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
agrícola-pecuaria-forestal	0.2	0.325	0.45	0.575	0.7
asentamientos humanos	0	0	0	0	0
bosque de ayarín arbórea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de ayarín arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
bosque de ayarín primario	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de cedro primario	0.001	0.038	0.076	0.113	0.15
bosque de encino arbórea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de encino arbustiva	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de encino herbácea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de encino primario	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de encino-pino arbórea	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
bosque de encino-pino arbustiva	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de encino-pino herbácea	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de encino-pino primario	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de galería arbórea	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
bosque de galería arbustiva	0.05	0.088	0.125	0.163	0.2
bosque de galería primario	0.05	0.088	0.125	0.163	0.2
bosque de oyamel arbórea	0.001	0.038	0.076	0.113	0.15
bosque de oyamel arbustiva	0.05	0.113	0.175	0.238	0.3
bosque de oyamel primario	0.001	0.038	0.076	0.113	0.15
bosque de pino arbórea	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de pino arbustiva	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de pino herbácea	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de pino primario	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de pino-encino arbórea	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de pino-encino arbustiva	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de pino-encino herbácea	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de pino-encino primario	0.001	0.076	0.151	0.225	0.3
bosque de táscate arbórea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque de táscate arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
bosque de táscate herbácea	0.05	0.138	0.225	0.313	0.4
bosque de táscate primario	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
bosque mesófilo de montaña arbórea	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
bosque mesófilo de montaña arbustiva	0.05	0.088	0.125	0.163	0.2
bosque mesófilo de montaña herbácea	0.05	0.088	0.125	0.163	0.2
bosque mesófilo de montaña primario	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
Chaparral	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
chaparral arbustivo	0.3	0.425	0.55	0.675	0.8
cuerpo de agua	0	0	0	0	0
desprovisto de vegetación	1	1	1	1	1



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
manglar arbóreo	0	0	0	0	0
manglar arbustivo	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
manglar herbáceo	0.001	0.013	0.026	0.038	0.05
manglar primario	0	0	0	0	0
matorral crasicaule arbustiva	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral crasicaule herbácea	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral crasicaule primario	0.03	0.248	0.465	0.683	0.9
matorral de coníferas arbustiva	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral de coníferas primario	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral desértico micrófilo arbustiva	0.4	0.55	0.7	0.85	1
matorral desértico micrófilo herbácea	0.5	0.625	0.75	0.875	1
matorral desértico micrófilo primario	0.4	0.55	0.7	0.85	1
matorral desértico rosetófilo arbustiva	0.4	0.55	0.7	0.85	1
matorral desértico rosetófilo primario	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral espinoso tamaulipeco arbustiva	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral espinoso tamaulipeco herbácea	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral espinoso tamaulipeco primario	0.2	0.325	0.45	0.575	0.7
matorral rosetófilo costero arbustiva	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral rosetófilo costero herbácea	0.3	0.475	0.65	0.825	1
matorral rosetófilo costero primario	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9
matorral sarcocaula arbustiva	0.5	0.625	0.75	0.875	1
matorral sarcocaula primario	0.4	0.525	0.65	0.775	0.9
matorral sarco-crasicaule arbustiva	0.4	0.525	0.65	0.775	0.9
matorral sarco-crasicaule de neblina arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
matorral sarco-crasicaule de neblina herbácea	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral sarco-crasicaule de neblina primario	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
matorral sarco-crasicaule herbácea	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral sarco-crasicaule primario	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
matorral submontano arbustiva	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
matorral submontano primario	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral subtropical arbustiva	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
matorral subtropical primario	0.15	0.263	0.375	0.488	0.6
mezquital arbóreo	0.4	0.475	0.55	0.625	0.7
mezquital arbustivo	0.5	0.575	0.65	0.725	0.8
mezquital primario	0.15	0.263	0.375	0.488	0.6
palmar inducido	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
palmar natural arbórea	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
palmar natural arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
palmar natural primario	0.15	0.238	0.325	0.413	0.5
pastizal gipsófilo arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
pastizal gipsófilo primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pastizal halófilo arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
pastizal halófilo primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pastizal inducido	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pastizal natural arbustiva	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
pastizal natural herbácea	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pastizal natural primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Popal	0	0	0	0	0
pradera de alta montaña primario	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
sabana primaria	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Sabanoide	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
selva alta perennifolia arbórea	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva alta perennifolia arbustivo	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva alta perennifolia herbáceo	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva alta perennifolia primario	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva alta subperennifolia arbórea	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva alta subperennifolia arbustiva	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva alta subperennifolia herbácea	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
selva alta subperennifolia primario	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva baja caducifolia arbórea	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja caducifolia arbustiva	0.3	0.375	0.45	0.525	0.6
selva baja caducifolia herbácea	0.3	0.375	0.45	0.525	0.6
selva baja caducifolia primario	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja espinosa caducifolia arbórea	0.3	0.375	0.45	0.525	0.6
selva baja espinosa caducifolia arbustiva	0.4	0.475	0.55	0.625	0.7
selva baja espinosa caducifolia herbácea	0.4	0.475	0.55	0.625	0.7
selva baja espinosa caducifolia primario	0.3	0.375	0.45	0.525	0.6
selva baja espinosa subperennifolia arbórea	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja espinosa subperennifolia arbustiva	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
selva baja espinosa subperennifolia herbácea	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
selva baja espinosa subperennifolia primario	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja perennifolia arbórea	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva baja perennifolia arbustiva	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva baja perennifolia primario	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva baja subcaducifolia arbórea	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva baja subcaducifolia arbustiva	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva baja subcaducifolia primario	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva de galería arbórea	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva de galería primario	0.01	0.033	0.055	0.078	0.1
selva mediana caducifolia arbórea	0.05	0.113	0.175	0.238	0.3
selva mediana caducifolia arbustiva	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva mediana caducifolia herbácea	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva mediana caducifolia primario	0.05	0.113	0.175	0.238	0.3
selva mediana perennifolia arbustiva	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
selva mediana perennifolia primario	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva mediana subcaducifolia arbórea	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva mediana subcaducifolia arbustiva	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tipo de cobertura	% cobertura				
	80-100	60-80	40-60	20-40	0-20
selva mediana subcaducifolia herbácea	0.2	0.275	0.35	0.425	0.5
selva mediana subcaducifolia primario	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2
selva mediana subperennifolia arbórea	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
selva mediana subperennifolia arbustiva	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
selva mediana subperennifolia herbácea	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
selva mediana subperennifolia primario	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
sin vegetación aparente	1	1	1	1	1
Tular	0	0	0	0	0
vegetación de desiertos arenosos arbustiva	1	1	1	1	1
vegetación de desiertos arenosos primario	1	1	1	1	1
vegetación de dunas costeras primario	0.9	0.925	0.95	0.975	1
vegetación de galería primario	0.01	0.058	0.105	0.153	0.2
vegetación de peten arbórea	0.01	0.058	0.105	0.153	0.2
vegetación de peten primario	0.01	0.058	0.105	0.153	0.2
vegetación gipsófila primario	0.8	0.85	0.9	0.95	1
vegetación halófila arbustiva	0.9	0.925	0.95	0.975	1
vegetación halófila herbácea	0.8	0.85	0.9	0.95	1
vegetación halófila primario	0.8	0.85	0.9	0.95	1
zona urbana	0	0	0	0	0

Resultados

Tabla con resultados de la erosión actual y potencial del predio



Tabla 19. Erosión potencial en el predio

FACTOR	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
a	Área del predio	Ha	46.443308
A	Tasa de Erosión anual	ton/Ha año	1.52
	Erosión potencial anual del predio	ton/año	70.42
	Erosión potencial total del predio	ton/6 años	422.54
E	Erosión eólica potencial	ton/Ha año	0.31
	Erosión eólica potencial anual del predio	ton/año	14.37
	Erosión eólica potencial total del predio	ton/6 años	86.20
Erosión potencial total anual		ton	25.44
Erosión potencial total		ton	508.75

De no existir el proyecto la erosión actual total anual sería de 25.44 ton/año, valor que asciende 508.75 toneladas en un escenario potencial a seis años, que es la duración del proyecto de cambio de uso de suelo.

Para el Sistema Ambiental se tienen los siguientes resultados:

Tabla 20. Erosión potencial el en Sistema Ambiental

FACTOR	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
a	Área SA	Ha	19,719.19
A	Tasa de Erosión anual	ton/Ha año	1.52
	Erosión potencial anua SA	ton/año	29,900.93
	Erosión potencial total SA	ton/6 años	179405.61
E	Erosión eólica potencial	ton/Ha año	0.31
	Erosión eólica potencial anual SA	ton/año	6,100.16
	Erosión eólica potencial total SA	ton/6 años	36,600.93
Erosión potencial total anual		ton	72,002.18
Erosión potencial total		ton	216,006.54

Para el Sistema Ambiental la erosión actual total anual sería 72,002.18 ton/año, valor que asciende 216,006.54 toneladas en un escenario potencial a seis años, que es la duración del proyecto de cambio de uso de suelo.

- *Hidrología*

Superficial

El predio se encuentra dentro de la Región Hidrológica 26 Pánuco (RH26), cuenca Río Moctezuma (RH12D) y subcuenca Río San Juan (RH12Dd) del tipo exorréica.



Existe un escurrimiento superficial innominado hacia el oriente del predio que reúne las características para ser considerado como de competencia federal tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.



Figura 49. Corrientes y cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto

Es por lo que se realizó un Estudio Hidrológico con el fin de determinar la zona federal del cauce, el cual arrojó las siguientes conclusiones:

Se consideró métodos basados en el Hidrograma Unitario Triangular debido a que arrojan resultados más adecuados a las condiciones de la cuenca y sus características fisiográficas.

El método Racional aporta valores superiores comparados con los otros dos y este dato confirma que este método es válido para cuencas pequeñas. Considerando que la cuenca en estudio no es pequeña, no se tomó en cuenta los resultados del método racional.

ESCURRIMIENTO PARA LA DELIMITACIÓN DE CAUCE FEDERAL:

Considerando que el cauce es de carácter federal, se debe determinar la delimitación de la zona federal del cauce, la cual se realizará como referente a partir de un gasto asociado a un



TR=5 años que en el presente estudio se determinó de **2.769 m³/s**, estimado a partir de la metodología SCS hidrograma unitario triangular.

RECOMENDACIONES

La delimitación de la zona federal se realizará a través de un modelo hidráulico del tránsito del gasto descrito en este estudio asociado a un TR= 5 años , con el cual se debe tomar la topografía del arroyo en el tramo de delimitación y con secciones aguas arriba y aguas abajo del tramo a delimitar para su correcta modelación hidráulica, debiendo cumplir con los criterios de la CONAGUA para su validación y autorización de la delimitación de la zona federal del cauce en colindancia con el predio de análisis, a partir de la validación de los gastos del presente estudio.

Con las recomendaciones y los análisis realizados se delimitó la zona federal, la cual no sobrepasa las delimitaciones del proyecto motivo de estudio.

Para la estimación de la escorrentía en el predio se recurrirá al cálculo planteado según los lineamientos de la NOM-011-CONAGUA-2015 para el cálculo del Volumen Medio Anual de Esguerrimiento Natural. Para ello se requiere conocer los siguientes factores: Precipitación anual (P), Coeficiente de esguerrimiento anual (Ce), Área total (A_t), Parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo (K).

Para el cálculo del coeficiente de esguerrimiento anual adimensional (Ce) se recurre a identificar primero el parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo (K), según tablas que la misma normatividad provee. Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de esguerrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Si K resulta menor o igual que 0.15, es decir, $K \leq 0.15$

$$Ce = K \cdot \frac{P - 250}{200}$$

Si K resulta mayor que 0.15, es decir, $K > 0.15$

$$Ce = K \cdot \frac{P - 250}{200} + \frac{K - 0.15}{1.15}$$

Donde:

Ce = Coeficiente de esguerrimiento anual adimensional

P = Precipitación anual, en mm

K = Parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo



Una vez determinado el coeficiente de escurrimiento anual y se conoce la precipitación anual y el área total a analizar (v.g. el área de la microcuenca, el área del predio o el área del cambio de uso de suelo forestal) se procede al cálculo del volumen medio anual de escurrimiento natural, según la siguiente fórmula:

$$V_{ea} = P_m \cdot A_t \cdot Ce$$

Donde:

V_{ea} = Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural

P_m = Precipitación anual en metros

A_t = Área total en metros cuadrados

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual, adimensional

A continuación, se presentan los cálculos de escorrentía para el predio sin proyecto.

Tabla 21. Escorrentía del predio sin proyecto

Infiltración			
Factor	Descripción	Valor	Unidades
PMA	Precipitación media anual	0.4061	m/año
T	Temperatura	18.5	°C
S	Superficie	433,048.00	m ²
ETR		0.3391	
Vm	Volumen medio de escurrimiento anual	16,465.20	m ³
Ce	Coeficiente de escurrimiento anual	0.0936	
Pm	Precipitación	406.10	mm
A	Área	43.30	ha
X		0.2950	
K	Parámetro de suelo	0.26	
Infiltración		12,537.27	m ³

Predio con proyecto:



Tabla 22. Escorrentía del predio con proyecto

Infiltración			
Factor	Descripción	Valor	Unidades
PMA	Precipitación media anual	0.4061	m/año
T	Temperatura	18.5	°C
S	Superficie	433,048.00	m ²
ETR		0.3391	
Vm	Volumen medio de escurrimiento anual	20,394.20	m³
Ce	Coefficiente de escurrimiento anual	0.1160	
Pm	Precipitación	406.10	mm
A	Área	43.30	ha
X		0.2950	
K	Parámetro de suelo	0.29	
Infiltración		8,608.28	m³

Con estos datos se tiene que el proyecto da como resultado una merma de infiltración de 10,365.92 m³/año con respecto de la infiltración en el predio sin el proyecto. Esta diferencia será abordada en la proposición de medidas de mitigación y compensación, con el fin de aminorar dicha brecha.

Por otro lado se presentan los datos de la escorrentía en todo el Sistema Ambiental a continuación en la siguiente tabla, usando la misma metodología descrita anteriormente.



Tabla 23. Escorrentía del Sistema Ambiental

Infiltración			
Factor	Descripción	Valor	Unidades
PMA	Precipitación media anual	0.4061	m/año
T	Temperatura	18.5	°C
S	Superficie	197,191,896.17	m ²
ETR		0.3391	
Vm	Volumen medio de escurrimiento anual	5,112,096.67	m ³
Ce	Coeficiente de escurrimiento anual	0.0638	
Pm	Precipitación	406.10	mm
A	Área	19,719.19	ha
X		0.2950	
K	Parámetro de suelo	0.22	
Infiltración		8,094,412.33	m ³

Subterránea

El agua subterránea se encuentra circunscrita al acuífero Valle de San Juan del Río, el cual tiene 2,264.48 km². Cubre en su totalidad al municipio del mismo nombre, así como parte de los municipios de Amealco, Pedro Escobedo, Huimilpan, Tequisquiapan, Colón y Tequisquiapan, dónde se encuentra situado el presente proyecto.

Dentro de las principales poblaciones se encuentra la ciudad de San Juan del Río, Pedro Escobedo, El Colorado, El Sauz, Galindo, San Fandila, la Piedad y parte de San Isidro Miranda. La población más importante por sus actividades económicas es San Juan del Río, ya que en ellas se asientan cerca de 150,000 habitantes, el potencial industrial existente y la mayor producción agrícola del estado.

El crecimiento acelerado de la población, el desarrollo industrial, el aumento de servicios y la agricultura ubicadas en el valle han provocado una competencia en el uso del recurso agua subterránea, lo que ha ocasionado sobreexplotación en dicho acuífero (CONAGUA, 2015).

La disponibilidad de aguas subterráneas se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). De acuerdo con la



expresión anterior, la disponibilidad media de agua subterránea en la unidad hidrogeológica resultó ser de $-12\,929\,028\text{ m}^3/\text{año}$. A continuación, se muestran los valores de dicha ecuación:

$$[-12\,929\,028 = 309\,000\,000 - 26\,040\,000 - 295\,889\,028] \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

El acuífero se encuentra en déficit, por lo que el proyecto beneficiará a su recarga, ya que el agua almacenada lentamente percolará y contribuirá a su abastecimiento.

Región hidrológica, cuenca y subcuenca para la zona del proyecto

El área de la cuenca forma parte de la Región Hidrológica 26 Pánuco (RH26), esta cuenca abarca buena parte del municipio de Tequisquiapan. El río Pánuco nace en el centro de México y descarga en el Golfo de México, en los límites de los estados de Veracruz y Tamaulipas. A lo largo de su recorrido, el cauce principal recibe el nombre de río Tula, río Moctezuma y en la parte baja, río Pánuco. Es una de las regiones hidrológicas más importantes de la República Mexicana; el volumen de sus corrientes superficiales la sitúan dentro de las cinco más grandes del país. Es drenada por un conjunto de corrientes intermitentes pequeñas y por corrientes perennes, presentando un patrón de drenaje dendrítico subparalelo.

La Subregión Hidrológica Valle de México-Río Tula abarca desde el nacimiento de éste, en el cerro de la Bufa, con el nombre de río Tepeji o San Jerónimo hasta antes de la confluencia del río San Juan. La mayor parte de las aguas que lo conforman están contaminadas, ya que es utilizado como canal receptor de desecho por las ciudades y zonas industriales.

La cuenca a la que pertenece el sistema ambiental es la de Río Moctezuma. La cuenca Río Moctezuma se localiza al noreste de la entidad, comprende el 35.45% de la superficie estatal. Al norte se extiende al interior de los estados de Querétaro de Arteaga e Hidalgo. Geográficamente se ubica en el centro del país y en la parte alta de la Región Hidrológica. El drenaje es de tipo dendrítico subparalelo, conformado por corrientes perennes y subcolectores intermitentes de segundo y tercer orden. El río San Juan en el estado de México y Querétaro (río Tula al pasar por el estado de Hidalgo) da origen a la corriente más importante de esta cuenca: el río Moctezuma, que recibe este nombre después de un recorrido de 174 km desde su nacimiento, y se considera el principal afluente del río Pánuco.

El proyecto se encuentra inmerso en dos subcuencas Bernal y Río San Juan-Tula, ambas están dentro de la cuenca Río Moctezuma y contienen dentro al sistema ambiental.

Microcuenca



Corresponde con la CH, su nombre es “La Griega”, (SAGARPA-FIRCO, 2004). Según su drenaje, está clasificada como exorreica y en ella se forman los afluentes una de las partes altas de la Región Hidrológica, por lo que los problemas hídricos que se generen en ésta pasarán a tener repercusiones en todo el Río Querétaro, el Lerma y el Santiago.



Figura 50. Acuíferos en la zona del proyecto

IV.2.2 Descripción del medio biótico

- *Uso del suelo y Vegetación*

Para el área del proyecto, según la serie VI de INEGI, se caracteriza el principal tipo de vegetación y usos del terreno como matorral crasicaule (INEGI, 2003). Para comprobar ello, se realizó un muestreo el cual se detalla en los siguientes apartados.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

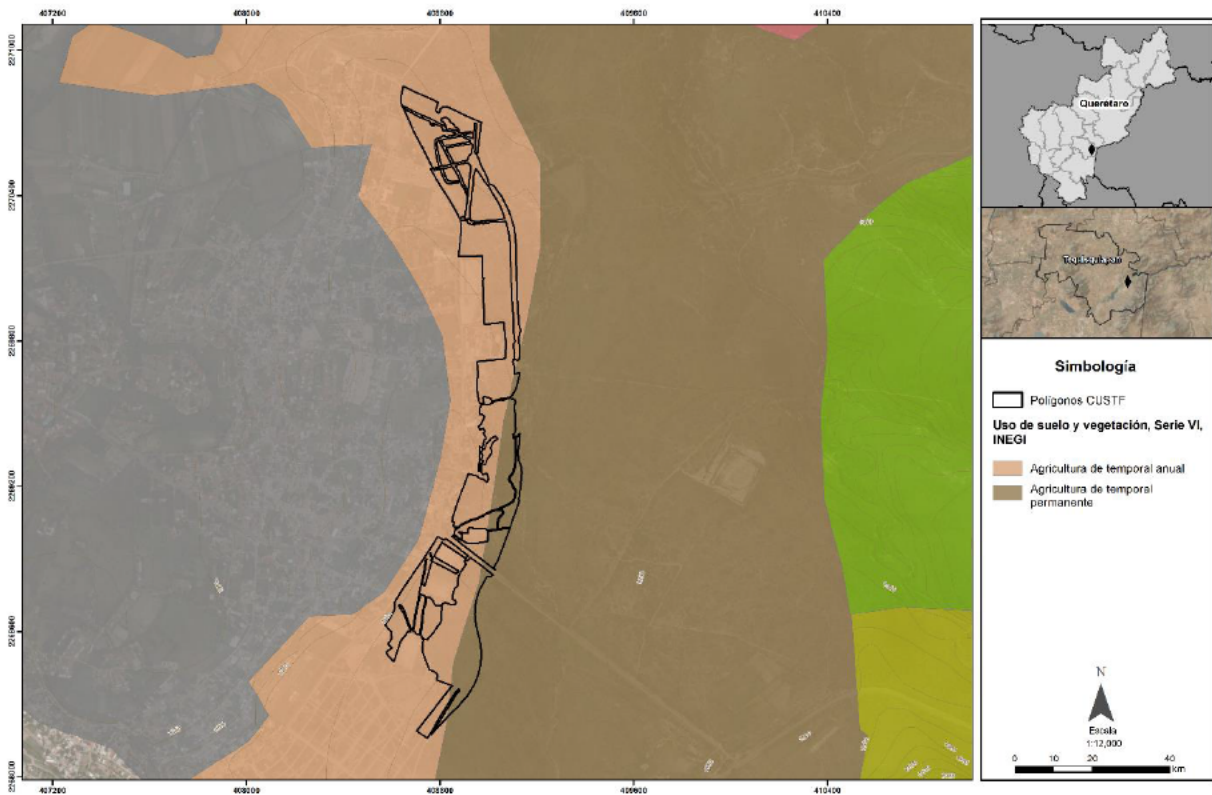


Figura 51. Uso de suelo y vegetación

- Flora

Tipos de vegetación por afectar

Sistema Ambiental

VEGETACIÓN

Tomando como referencia el POEREQ con escala 1:50,000, el uso de suelo y vegetación de la microcuenca presenta la distribución que se muestra en la siguiente tabla, donde se observa que el porcentaje más grande lo ocupa el matorral subinerme con un 18.40%, seguido por el matorral crasicaule perturbado con un 16.67% y en tercer lugar la agricultura de temporal con 15.88%.

Tabla 24. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje en la microcuenca (%)
Agricultura riego	648.5320	4.099
Agricultura temporal	2,512.6556	15.880



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje en la microcuenca (%)
Bosque de encino	94.0988	0.595
Cuerpo de agua	58.0103	0.367
Matorral crasicaule	748.0170	4.728
Matorral crasicaule perturbado	2,638.5744	16.676
Matorral espinoso	60.0443	0.379
Matorral inerme	2,140.4345	13.528
Matorral subinerme	2,911.9458	18.404
Matorral subinerme perturbado	1,085.9415	6.863
Pastizal inducido	1,134.7849	7.172
Sin vegetación	197.2670	1.247
Zona industrial	6.4197	0.041
Zona urbana	1,585.5643	10.021
Total	15,822.2900	100

Fuente. SIG/POEREQ

La vegetación por intervenir en el cambio de uso de suelo corresponde a Matorral crasicaule perturbado, por lo que al interior de la microcuenca se evaluó este mismo tipo de vegetación de acuerdo con lo siguiente.



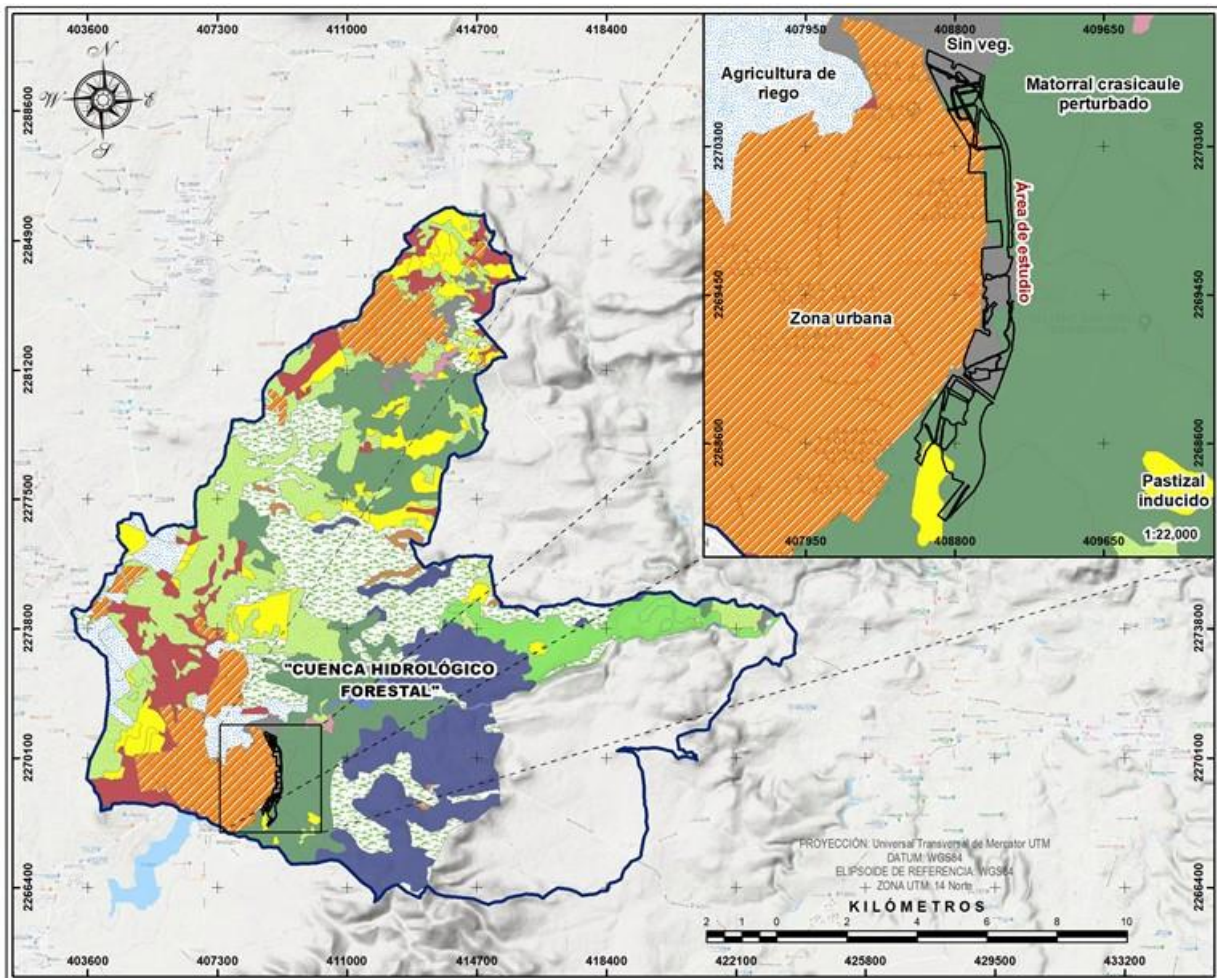


Figura 52. Uso de suelo y vegetación en la microcuenca

Tipo de vegetación

Usando la “Guía para la interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación Serie VI”, publicada por INEGI en el año 2017 la cual se complementa con las obras publicadas por el INEGI correspondientes a las Guías para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación Escala 1:250 000 serie III y serie IV; y de acuerdo con la información recabada en campo se observa que se afectará por el CUSAF; matorral crasicuale perturbado, que tiene una riqueza de 47 especies de árboles, arbustos, cactus y hierbas que conforman esta vegetación, la cual se describe a continuación:

“Matorral crasicuale: Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país, su distribución marcaría los límites tropical y templado al interior del desierto



Chihuahuense para las especies de portes más altos. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600mm y la temperatura es de 16 a 22 °C en promedio anual y con temperaturas mínimas de 10-12 °C. En algunas partes de San Luis Potosí y de Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus spp.* Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como por ejemplo, especies de *Mimosa spp.*, *Acacia spp.*, *Dalea spp.*, *Prosopis spp.*, *Rhus spp.*, *Larrea sp.*, *Brickellia sp.*, *Eupatorium sp.*, *Buddleja sp.*, *Celtis sp.*, etcétera.”

“El Matorral Crasicaule que se establece en la parte central de Zacatecas y algunas zonas adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí se presenta como cubierta vegetal de plantas del género *Opuntia*, siendo las principales especies dominantes de estas “nopaleras” *Opuntia streptacantha* (Nopal Cardón) y *Opuntia leucotricha*.”

“Algunas especies comunes son: *O. hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. leucotricha*, *O. cantabrigiensis*, *O. tomentosa*, *O. violacea*, *O. imbricata* (Cardenche), *O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos puede tener una diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4m, excepcionalmente más, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras cilindropuntias.”

Tabla 25. Riqueza de especies vegetales por estrato en Matorral crasicaule en la microcuenca.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
1	Arbóreo	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
2	Arbóreo	Granjeno	<i>Celtis pallida</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
3	Arbóreo	Acebuche	<i>Forestiera phillyreoides</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
4	Arbóreo	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
5	Arbóreo	Huizache chino	<i>Acacia schaffneri</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
6	Arbóreo	Condalia	<i>Condalia velutina</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
7	Arbóreo	Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
8	Arbóreo	Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
9	Arbóreo	Palo xixote	<i>Bursera fagaroides</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
10	Cactácea	Cardón	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
11	Cactácea	Agrito	<i>Echinocactus cinerascens</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
12	Cactácea	Nopal tunero	<i>Opuntia engelmannii</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
13	Cactácea	Nopal rastrero	<i>Opuntia stenopetala</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
14	Cactácea	Tasajo	<i>Opuntia leptocaulis</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
15	Cactácea	Biznaga ganchuda	<i>Ferocactus latispinus</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
16	Cactácea	Garambullo	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
17	Cactácea	Maguey	<i>Agave salmiana</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
18	Cactácea	Biznaga de 8 espinas	<i>Coryphantha octacantha</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
19	Cactácea	Biznaga chilitos	<i>Mammillaria magnimamma</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
20	Cactácea	Biznaga de espina blanca	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	No endémica *	No enlistada *	Anexo II
21	Cactácea	Nopal hartón	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
22	Cactácea	Nopal bondota	<i>Opuntia robusta</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
23	Cactácea	Biznaga araña	<i>Coryphantha radians</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
24	Cactácea	Nopal cardón	<i>Opuntia streptacantha</i>	No endémica	No enlistada	Anexo II
25	Arbustivo	Uñita de gato o Garabatillio	<i>Mimosa biuncifera</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
26	Arbustivo	Sangregado	<i>Jatropha dioica</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
27	Arbustivo	Vara ceniza	<i>Zaluzania augusta</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
28	Arbustivo	Huele de noche	<i>Tephrosia purpurea</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
29	Arbustivo	Vara prieta	<i>Cordia parviflora</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
30	Arbustivo	Escobilla	<i>Baccharis conferta</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
31	Arbustivo	Vara blanca	<i>Verbesina serrata</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
32	Arbustivo	Aserrada	<i>Acalypha subviscida</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
33	Arbustivo	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
34	Arbustivo	Pie de paloma	<i>Iresine schaffneri</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
35	Arbustivo	Vara de cuete	<i>Ambrosia cordifolia</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
36	Herbáceo	Pasto colorado	<i>Melinis repens</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
37	Herbáceo	Pasto cola de zorra 2	<i>Arundo donax</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
38	Herbáceo	Pasto barba de chivo	<i>Chloris radiata</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
39	Herbáceo	Velludita	<i>Lippia queretarensis</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
40	Herbáceo	Hierba del cáncer	<i>Castillejo integra</i>	No endémica	No enlistada	No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
41	Herbáceo	Algodoncillo	<i>Chonchua forelensis</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
42	Herbáceo	Peludita	<i>Heliotropium curassavicum</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
43	Herbáceo	Zacate buffel	<i>Pennisetum ciliare</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
44	Herbáceo	Golondrina	<i>Euphorbia heterophylla</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
45	Herbáceo	Oreja de ratón	<i>Dichondra argentea</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
46	Herbáceo	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
47	Herbáceo	Hojita suave	<i>Artemisa glaucilis</i>	No endémica	No enlistada	No incluida

* En la NOM-059 se enlista una subespecie diferente a la encontrada en el área de estudio.

Fuente. Elaborado con información de campo y con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora Silvestres (CITES).

- Distribución de la vegetación en la unidad hidrológico-forestal

Como se mencionó anteriormente, el predio del Ejido Tequisquiapan sustente vegetación conocido como Matorral crasicaule perturbado de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Regional del Estado de Querétaro, la vegetación forestal en la microcuenca ocupa una superficie de 2,638.5744 hectáreas de las cuales se afectarán por el CUSAF 46.9679, es decir, el 1.78 % de la superficie total.

Tabla 26. Distribución de la vegetación forestal en el SA.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje en el SA (%)
Bosque de encino	94.10	0.59
Matorral crasicaule	748.02	4.73
Matorral crasicaule perturbado	2,638.57	16.68
Matorral espinoso	60.04	0.38
Matorral inerme	2,140.43	13.53
Matorral subinerme	2,911.95	18.40
Matorral subinerme perturbado	1,085.94	6.86
Total	9,679.06	61.17



- Caracterización de la vegetación
 - Metodología de muestreo empleada

El estudio de la vegetación se llevó a cabo mediante un muestreo sistemático no alineado, en el cual se combinan las características de los diseños de muestreo aleatorios simples y las de los diseños de muestreo sistemáticos. En estos diseños, una parcela de muestra se asigna una ubicación de una cuadrícula o una matriz de células seleccionada de forma aleatoria. La ventaja del muestreo sistemático es que maximiza la distancia media entre parcelas y, por lo tanto, minimiza la correlación espacial entre las observaciones e incrementa la eficacia estadística (White et ál.1992).

Para el caso particular de este estudio, se utilizaron sitios circulares con separación entre cada sitio de 100 metros.

- Determinación de las dimensiones de los sitios de muestreo

Inicialmente se eligieron sitios de forma circular por que de acuerdo con Romahn de la Vega, C. F., 1994 se facilita su delimitación ya que una vez establecida la posición de su centro basta con “lanzar” radios desde éste hacia la periferia y así tener las referencias de sus límites. Ahora bien, como se indica en la Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales², para contar con información de las condiciones de hábitat a nivel de rodales se requiere información que permita determinar la heterogeneidad estructural de los rodales (Lindenmayer & Franklin 2002), lo cual debe incluir una descripción de su estructura vertical y horizontal, y la presencia de componentes, estructuras o microhábitats particulares (Vargas-Larreta 2013).

La caracterización de los hábitats puede hacerse a través de observaciones sistemáticas para obtener datos cualitativos o semicuantitativos que puedan registrarse en formatos de campo estandarizados que complementen la información en los sitios de muestreo de los inventarios forestales o en muestreos específicos de otros tipos de hábitat que son importantes para la conservación de la biodiversidad, aunque no tengan potencial maderable. La mayor parte de estos datos se basan en observaciones o mediciones sencillas. Pueden servir para propósitos

¹Romahn de la Vega, C. F., H. Ramírez M., J. L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 353 pág.

²Enrique J. Jardel Peláez, CONAFOR, PNUD, Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales. 2015. México.



puramente descriptivos o analizarse con métodos de análisis multivariado de clasificación u ordenación (Pojar et ál. 1987, Jongman et ál. 1995, McCune & Mefford 1999), para una caracterización más detallada y para determinar patrones de interés desde el punto de vista ecológico.

Otras técnicas de muestreo pueden ser utilizadas para obtener índices para la caracterización de la estructura de rodales, que aportan información sobre las condiciones de hábitat. Estos índices incluyen la evaluación de la mezcla de especies, la uniformidad de los rodales, la dominancia, y la diferenciación diamétrica y de altura (Aguirre et ál. 2003, Corral-Rivas et ál. 2006, Vargas-Larreta 2013).

La cuantificación de estructuras como la cobertura de arbustos o el material leñoso caído, que son componentes importantes de los hábitats forestales, puede obtenerse a través de métodos de líneas de interceptación (Morfin-Rios et ál. 2012; véase también Vargas- Larreta 2013).

Los datos de inventario forestal de madera aportan por su parte información utilizable para la caracterización de hábitat. A partir de los datos de inventario forestal, puede hacerse la descripción de la composición de especies arbóreas y de la fisonomía de la vegetación, para una caracterización más detallada de los tipos de hábitat, utilizando información cuantitativa sobre altura del dosel, densidad de la masa forestal, área basal, y estructura de tamaños, distribución del número de árboles por categorías de diámetro.

Los criterios de selección de indicadores para describir las características de los hábitats a escala de rodales deben considerar aquellos elementos estructurales que son importantes para el mantenimiento de biodiversidad (Gardner 2010). Estos indicadores pueden seleccionarse considerando el precedente de lo que se ha usado en estudios previos reportados en la literatura científica, la experiencia práctica o estudios de referencia específicos. Sin duda existe una necesidad de investigación y validación de los indicadores que son apropiados para generar información útil que sirva de guía para monitorear y evaluar los resultados del manejo de hábitat en la conservación de biodiversidad.

Para la clasificación de hábitats a escala de rodales, se recomienda la toma de datos sobre ciertos indicadores, la cual puede obtenerse del inventario forestal o punto de muestreo, por ser áreas excluidas del aprovechamiento maderable o no corresponder a coberturas boscosa, pero que constituyen hábitat para numerosas especies. Los indicadores o elementos clave para la caracterización de hábitat a escala de rodales, son los siguientes:



1. Tipo de hábitat: indicar la categoría correspondiente del mapa de hábitat definido como unidad ambiental o del paisaje en función de la zona de vida, el tipo de vegetación y las condiciones geomorfoedafológicas.
2. Asociaciones florísticas: indicar el tipo de asociación florística presente en el rodal donde se ubica el sitio de muestreo, señalando la especie dominante, la que representa 50% o más del área basal o la cobertura de copas en la vegetación arbolada, la especie codominante (la que sigue en importancia a la dominante en cobertura o área basal) y una especie distintiva, que puede ser arbórea o una especie arbustiva o herbácea abundante en el sotobosque.
3. Clase de estructura: las clases de estructura se refieren a etapas de desarrollo sucesional de los rodales o a condiciones creadas por eventos de perturbación como incendios o huracanes, o bien por intervenciones de corta. Las clases de estructura presentes en un área de estudio deben identificarse cualitativamente en recorridos de campo y describirse en un cuadro sinóptico, para luego poderse asignar sistemáticamente durante el levantamiento de los sitios de muestreo. Una primera clasificación de las estructuras puede hacerse de manera cualitativa o semicuantitativa, elaborando perfiles de vegetación que describan la estratificación vertical de la vegetación, indicando los estratos como dosel, subdosel, arbustivo, herbáceo, y su altura, la densidad de los estratos de la vegetación, con clases de cobertura por estrato de la vegetación, y la estructura de edades.
4. Estructura de edades: la clasificación de los rodales por su estructura de edades es información básica para los inventarios forestales, y aporta información relevante para la caracterización de hábitats, permitiendo una mejor definición de las etapas de desarrollo de los rodales y las clases de estructura.
5. Estructura de tamaños: la información sobre la distribución de diámetros por especie o grupos de especies (pinos, encinos, latifoliadas u hojosas), es útil para caracterizar aspectos tales como la interpretación de la respuesta del estrato arbóreo a intervenciones silvícolas en el pasado o el futuro, y las posibles tendencias sucesionales (Jardel et ál. 2004b) o bien puede servir de guía para el diseño de las prescripciones silvícolas o aportar información sobre la distribución de productos maderables. Esta información es útil para una mejor definición de clases de estructura. En los inventarios forestales generalmente solo se miden los árboles que pueden aprovecharse, con diámetros mayores a 10 o 15 cm, pero desde un punto de vista ecológico, para evaluar la dinámica de los rodales y sus posibles respuestas a intervenciones de manejo, y para caracterizar el hábitat, se requiere información acerca de todos los componentes del



estrato arbóreo, incluyendo arboles pequeños y juveniles. Se recomienda un diámetro mínimo de medición de 2.5 cm y el conteo de todos los tallos leñosos que han pasado la altura de 1.30 m; estos árboles se pueden medir en subparcelas de menores dimensiones (100 m², por ejemplo) que las de los sitios donde se inventarían los árboles con diámetro mayor a 10 ó 15 cm (parcelas de 500 ó 1000 m²). De acuerdo con lo anterior, se optó por usar sitios de 500 m² de área.

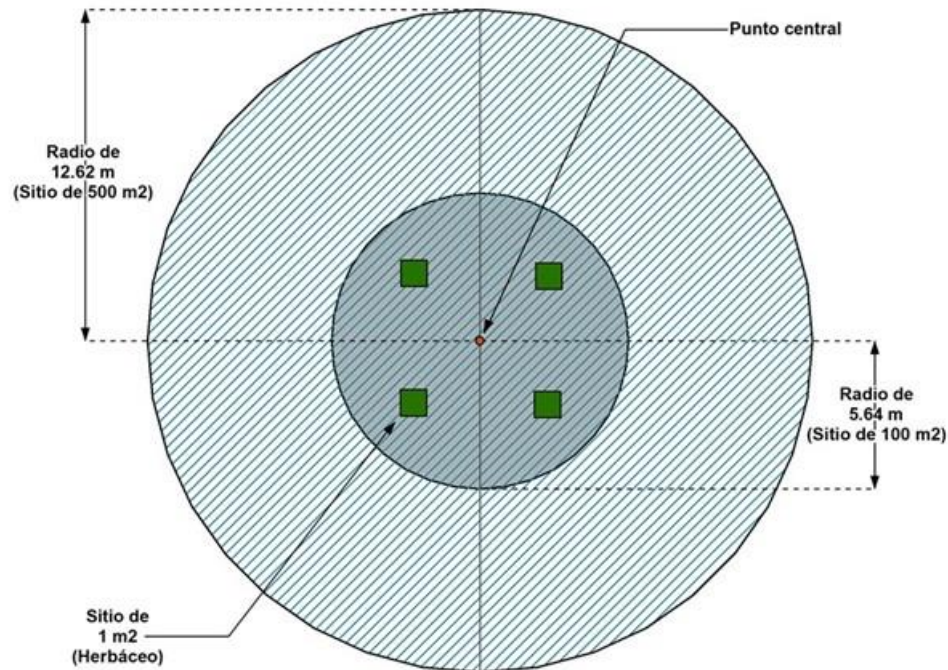


Figura 53. Esquema de la forma y dimensiones de los sitios de muestreo.

Debido a que el proyecto se ubica en un área relativamente homogénea en cuanto al tipo de vegetación se eligió para su evaluación el muestreo sistemático que es un esquema de muestro muy sencillo y es el método que normalmente se aplica en el muestreo forestal, el diseño corresponde a una distribución regular (cuadrangular) con distancias iguales entre las unidades de muestreo. Además, se eligió el muestreo sistemático por:

- La facilidad para armar la muestra.

La forma justa de seleccionar una muestra a partir de una población, ya que cada miembro tiene igualdad de oportunidades de ser seleccionado.



La representatividad de la población. En teoría, lo único que puede poner en peligro su representatividad es la suerte. Si la muestra no es representativa de la población, la variación aleatoria es denominada error de muestreo.

- Determinación del tamaño de muestra

El tamaño de la muestra para la microcuenca se determinó de acuerdo con el tamaño de la población del predio sujeto a CUSAF, para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

Media: Es una medida de tendencia central, y se define como:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Donde:

X_i : valor observado de la unidad i -ésima de la muestra

n : N° de unidades de la muestra (tamaño de la muestra)

Varianza: Es la media de las diferencias con la media elevadas al cuadrado. Se define como el cuadrado de la desviación estándar

Desviación estándar: Es una medida que caracteriza la dispersión de los individuos con respecto a la media. Da una idea de los individuos en una población si están próximos a la media o están diseminados. Se define como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

Coefficiente de variación: Es una medida que expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media. Es decir:

$$CV\% = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

El coeficiente de variación permite comparar la variabilidad de poblaciones que tienen diferentes medias.

El tamaño de la muestra se refiere al área total por inventariar, expresado en número de sitios de tamaño definido. El tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del tipo de vegetación (CV%) y del error máximo requerido. En términos generales, el tamaño de la muestra



se puede calcular en función del error máximo requerido o en relación con una unidad de intensidad de muestreo establecida.

Si se desea calcular el tamaño de muestras (n), en base a un error prefijado, se deben conocer los estimadores de la desviación estándar (S) y la media poblacional (\bar{X}), los cuales permiten calcular el coeficiente de variación de la población a muestrear (CV%). El CV% puede estimarse utilizando los resultados de inventarios en bosques similares al estudiado, o haciendo un muestreo preliminar de baja intensidad.

Este método se puede emplear en poblaciones infinitas y finitas. Para el caso de poblaciones infinitas el tamaño de la muestra se deriva de la fórmula de cálculo del error máximo requerido (E%), de lo planteado se obtiene la siguiente expresión:

$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{(E\%)^2} =$$

Donde:

t $\alpha/2$, gl: es un valor de t de Student con un nivel de confianza establecido (1- α) y n-1 grados de libertad (gl)

CV%: coeficiente de variación de estimado de la población por muestrear

E%: Error máximo requerido en por ciento a un nivel de confianza establecido (1- α)

Para el caso de poblaciones finitas (N= tamaño de población conocido) la fórmula para estimar n se deriva de la ecuación para calcular el error máximo requerido de la media poblacional finita. El resultado de despejar n de esta ecuación es:

$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2 + \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{N}}$$

Como se aprecia, es necesario disponer de información relativa a la variabilidad de la población, bien mediante la varianza o en forma relativa a través del coeficiente de variación. Dicha información suele ser no conocida cuando se va a hacer un nuevo inventario, por ello se recurre a la realización de un muestreo piloto.

El tamaño de la muestra para la microcuenca se determinó de acuerdo con el tamaño de la población del predio sujeto a CUSAF en este caso 469,679.9561 m² de Matorral crasicaule, (recordando que solo se solicitan 433,048 m² debido a que se tiene un polígono sujeto a



procedimiento con PROFEPA y, por lo tanto, queda fuera de la solicitud) determinándose para este tipo de vegetación el siguiente número de sitios:

Tabla 27. Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el SA.

Tipo de vegetación	Superficie en m ² en el área de CUSAF	Número de sitios calculado	Número de sitios levantados en el área de CUSAF	Número de sitios levantados en la Microcuencia
Matorral crasicaule	469,679.9561	14	20	20

El Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal (2000), menciona que “El número de muestras a tomarse en un estudio, requiere hacer un estudio piloto, ya que es necesario calcular algunas variables a partir de datos reales. En muchos casos, dichas variables se pueden obtener de estudios muy similares al objetivo del estudio a iniciarse”, por lo tanto, para determinar el tamaño de la muestra se tomaron datos de riqueza de un premuestreo en la zona para el tipo de vegetación y se desarrolló la siguiente metodología.

Con los datos de un muestreo previo realizado en una vegetación de tipo matorral crasicaule similar al área de estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 28. Resultados de un inventario piloto realizado

Sitio	X= Riqueza/sitio	X ²
1	25	625
2	22	484
3	23	529
4	21	441
5	19	361
6	24	576
7	26	676
8	22	484
Total	182	4,176

Con esta información se calculan los estadísticos hasta llegar al coeficiente de varianza, que es el valor que se necesita para calcular el número de sitios a muestrear.



Cálculo del número de muestras (n) para muestreo al azar

Con los datos obtenidos de volumen en cada uno de los sitios del muestreo piloto, se realiza el cálculo:

Media

$$\bar{X} = \frac{25 + 22 + 23 + 21 + 19 + 24 + 26 + 22}{8} = \frac{182}{8} = 22.75$$

Varianza

$$S^2 = \frac{4,176 - (182)^2/8}{8 - 1} = 5.07$$

Desviación estándar

$$S = \sqrt{5.07} = 2.2520$$

Coefficiente de variación

$$CV\% = \frac{2.2520}{22.75} \times 100 = 9.8988\%$$

Con el coeficiente de variación (CV%), se puede aplicar la fórmula para determinar el tamaño de muestra (n). El valor de “t” se obtiene de la tabla correspondiente con n-1 grados de libertad, es decir, 5-1=4 y con 95% de probabilidad, por lo que se calcula t de Student para un nivel de significancia del 5% o 0.05, siendo t igual a 1.8946 y un error de muestreo del 5%.

De lo anterior determinamos el número de sitios de muestreo para una población infinita, teniendo en cuenta de que se trata de una población desconocida.

Sustituyendo tenemos:

$$n = \frac{(t_{\alpha,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2} = \frac{(1.8946)^2 (9.8988)^2}{(5)^2} = 14.0687 \approx 14$$

De acuerdo con los datos anteriores tenemos que para la microcuenca se deben levantar por lo menos 14 sitios de muestreo, por lo tanto, los 20 sitios levantados son representativos respecto a la superficie que presenta el Matorral crasicaule.

Tabla 29. Ubicación de los centros de los sitios de muestreo para los estratos arbóreo, arbustivo y el grupo de cactáceas en la microcuenca.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	m Este	m Norte	Sitio	m Este	m Norte
1	408954	2268251	11	409214	2269561
2	409030	2268399	12	409222	2269724
3	409173	2268401	13	409297	2269886
4	409028	2268555	14	409180	2270010
5	409027	2268706	15	409204	2270074
6	409197	2268964	16	409174	2270290
7	409180	2269106	17	409210	2270444
8	409321	2269099	18	409065	2270452
9	409334	2269410	19	409187	2270603
10	409215	2269413	20	409031	2270618

(Coordenadas UTM, DATUM WGS84 Zona 14N)

La siguiente imagen muestra la ubicación física de los sitios de muestreo, con respecto a los predios propuestos para CUSAF.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junipero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

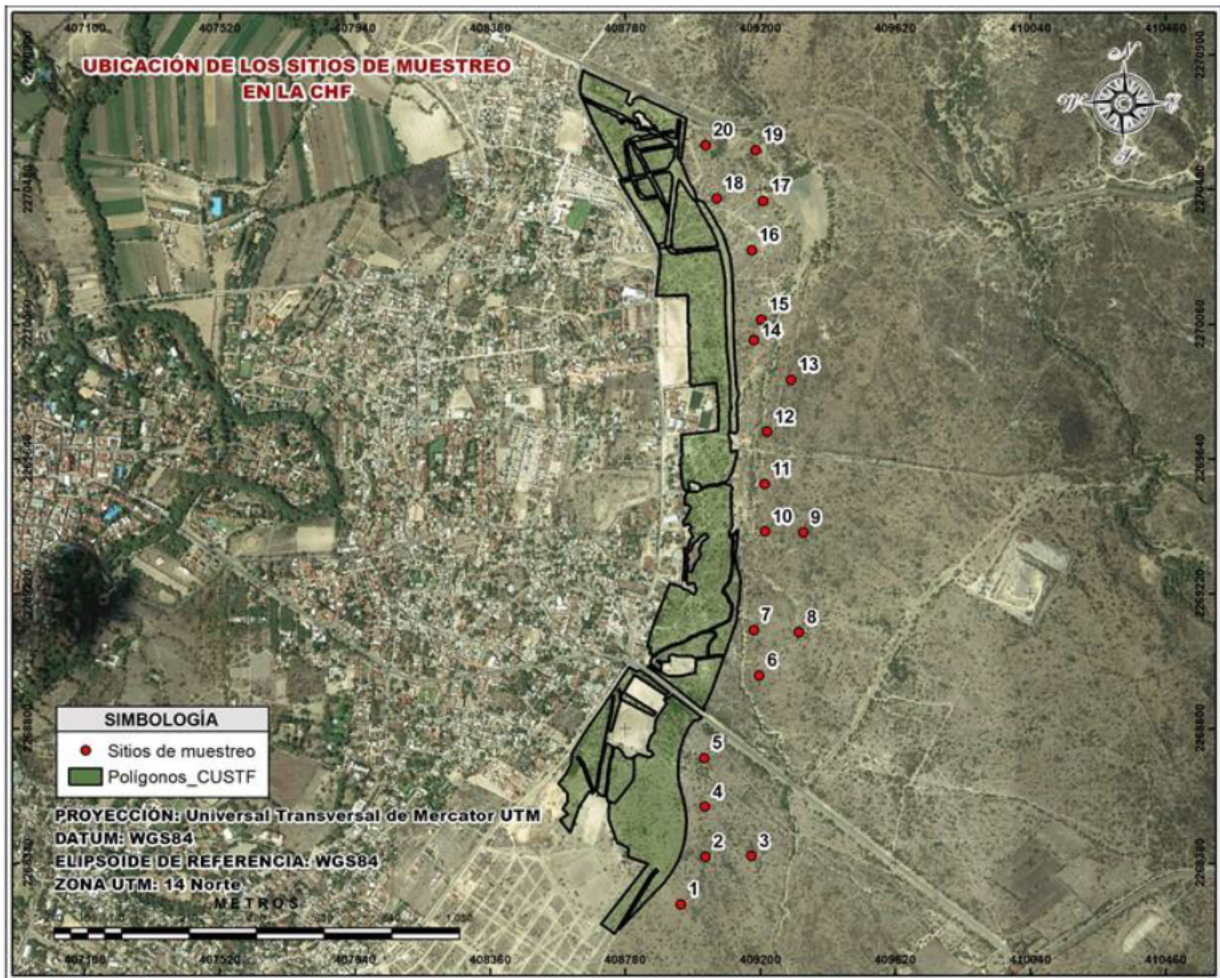


Figura 54. Ubicación de los puntos de muestreo en la microcuenca

Las siguientes son las coordenadas de las parcelas de muestreo del estrato Herbáceo, que se realizaron a su vez dentro de los cuadrantes delimitados en los sitios del estrato arbóreo, cuatro sitios herbáceos por cada sitio Arbóreo.

Tabla 30. Ubicación de los centros de los sitios de muestreo para el estrato herbáceo.

Parcela	m Este	m Norte	Parcela	m Este	m Norte
Sitio 1			Sitio 11		
1	408959	2268248	1	409216	2269565
2	408956	2268248	2	409217	2269560
3	408953	2268251	3	409212	2269561



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Parcela	m Este	m Norte	Parcela	m Este	m Norte
4	408959	2268255	4	409214	2269563
Sitio 2			Sitio 12		
1	409033	2268400	1	409224	2269725
2	409029	2268394	2	409224	2269721
3	409026	2268395	3	409219	2269722
4	409027	2268402	4	409222	2269726
Sitio 3			Sitio 13		
1	409176	2268402	1	409297	2269886
2	409171	2268395	2	409296	2269881
3	409168	2268398	3	409293	2269884
4	409172	2268403	4	409292	2269886
Sitio 4			Sitio 14		
1	409034	2268555	1	409183	2270009
2	409027	2268549	23	409182	2270006
3	409025	2268556	3	409180	2270003
4	409019	2268557	4	409180	2270010
Sitio 5			Sitio 15		
1	409030	2268708	1	409205	2270076
2	409029	2268705	2	409203	2270070
3	409021	2268704	3	409200	2270071
4	409023	2268708	4	409201	2270077
Sitio 6			Sitio 16		
1	409200	2268965	1	409175	2270293
2	409200	2268958	2	409174	2270287
3	409194	2268958	3	409169	2270284
4	409194	2268966	4	409168	2270289
Sitio 7			Sitio 17		
1	409180	2269111	1	409210	2270447
2	409188	2269105	2	409213	2270441
3	409183	2269104	3	409207	2270440
4	409182	2269112	4	409206	2270446



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Parcela	m Este	m Norte	Parcela	m Este	m Norte
Sitio 8			Sitio 18		
1	409327	2269099	1	409067	2270455
2	409322	2269094	2	409067	2270450
3	409317	2269101	3	409062	2270452
4	409320	2269104	4	409063	2270457
Sitio 9			Sitio 19		
1	409338	2269411	1	409193	2270603
2	409335	2269405	2	409188	2270599
3	409327	2269406	3	409184	2270601
4	409332	2269415	4	409187	2270609
Sitio 10			Sitio 20		
1	409221	2269413	1	409026	2270617
2	409218	2269409	2	409033	2270616
3	409213	2269410	3	409032	2270619
4	409213	2269417	4	409027	2270620

(Coordenadas UTM, DATUM WGS84 Zona 14N)

- Metodología para la generación de Curva de acumulación de especies

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, siendo ésta el estimado de especies existentes.

A fin de determinar la cantidad de posibles especies presentes en la superficie del proyecto incluyendo aquellas especies “raras” o de distribución “restringida” (considerando que no todas las especies tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución), se generó una curva de acumulación mediante el empleo del software denominado EstimateS en su versión 9.1.0. Para obtener la Rarefacción, dicho sistema, en un procedimiento de premuestreo, selecciona al azar individuos o unidades de muestreo, hasta que todos los individuos o unidades de muestreo en la muestra de referencia se han acumulado.



Para generar las curvas de acumulación se realizaron los siguientes procedimientos:

Primero se integró la matriz de especies encontradas y su abundancia, matriz que indica en cada fila la abundancia por especie encontrada en cada sitio de muestreo (ubicados en cada columna).

La matriz antes referida se ingresó al sistema EstimateS en su versión 9.1.0, a fin de “aleatorizar” los datos y obtener los valores de la “curva empírica”, es decir, la que se desprende de esta aleatorización.

Posteriormente los resultados de software EstimateS se ingresaron al sistema STATISTICA, el cual permitió el ajuste de los datos y la generación de la curva de acumulación mediante el método Simplex & Quasi-Newton, que de acuerdo con Jiménez -Valverde y Hortal (2003)³ es uno de los métodos más robustos.

Complementariamente se obtuvieron los valores relacionados a la curva de acumulación, como son el coeficiente de determinación R², la pendiente de la curva y la cobertura de especies, que permiten evaluar la confiabilidad del tamaño de muestra. En tal sentido se empleó el modelo Exponencial, también llamado Exponencial negativo $S(t) = (a/b) * (1 - \exp(-b * t))$ por ser el que dio un mejor resultado por el tipo de datos obtenidos en campo. El Coeficiente de determinación R², que para nuestro muestreo presenta valores cercanos 1, corrobora un buen ajuste de los datos al emplear el modelo Exponencial. Por su parte, la pendiente de la curva en todos los estratos o grupos florísticos tiene un valor menor a 0.1, lo que según Jiménez -Valverde y Hortal (2003), “nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable”.

De esta forma se generaron las curvas de acumulación empleando la ecuación del modelo Exponencial $S(t) = (a/b) * (1 - \exp(-b * t))$, donde S(t) es el número de especies estimado, t es el tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, a es la ordenada al origen, es decir la intercepción con el eje Y, que representa la tasas de incremento de especies al inicio del muestreo, y b es la pendiente de la curva:

³ Jiménez-Valverde A., Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8, 31- XII-2003. Sección Artículos y Notas Pp. 151 - 161. Madrid. España.



Para obtener la asíntota de la curva se dividió el valor de a entre b (a/b), obteniendo así, como resultado del análisis de los datos, el número de especies que se estima pueden ser encontradas en el área de muestreo.

Por otra parte, el cociente que resulta de la división del número de especies registradas en el muestreo entre las especies que se estima puedan ser encontradas, nos indica la cobertura que logramos sobre la riqueza de especies. En este sentido, tal y como lo refieren Jiménez -Valverde y Hortal (2003), “A menos que se alcance el número asíntótico de especies (...) no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo (...). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asíntótica se hacen estables”. Con base en lo anterior, y a falta de parámetros aplicables al modelo Exponencial, es este (70%) el criterio que empleamos para determinar si nuestra muestra fue lo suficientemente completa.

Aunado a lo anterior también debe tomarse en cuenta, según los autores citados, que a medida que el inventario se va completando es cada vez más difícil encontrar nuevas especies en las unidades de muestro que se agregan, lo que tiene como consecuencia el decremento en la pendiente de la curva. De lo anterior se requiere un mayor esfuerzo para registrar nuevas especies. conllevaría mayores costos, sin embargo, la probabilidad de encontrar nuevas especies va disminuyendo con cada nueva unidad de muestreo, por lo que debe tomarse en cuenta la relación Resultado-Costo al momento de determinar el tamaño de la muestra.

Las curvas de acumulación de especies que resultan del procedimiento descrito muestran en el eje X el esfuerzo de muestreo efectuado (t ; unidades de esfuerzo). y el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado y los puntos sobre la línea son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo.



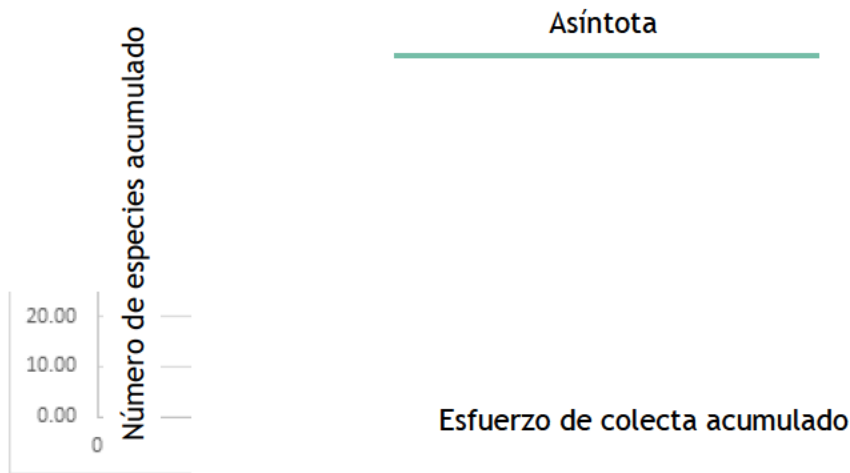


Figura 55. Ejemplo de una curva de acumulación de especies.

- Resultados del matorral crasicaule

A continuación, se presentan las matrices generadas con los datos de campo para el Matorral crasicaule, en las que se observa a las especies registradas dentro de la microcuenca por cada sitio de muestreo según su abundancia por especie en cada estrato. Estas matrices son las mismas con que se alimentó al sistema EstimateS para aleatorizar los datos 100 veces antes de ingresarlos al sistema STATISTICA.

Como se puede observar en las siguientes tablas fueron 20 los sitios de muestreo levantados en la microcuenca, lo cual equivale a 80 sitios para el estrato Herbáceo en virtud de que la metodología plantea el levantamiento de 4 sitios de este estrato por cada sitio arbóreo.

Tabla 31. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del estrato Arbóreo en el matorral crasicaule.

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Prosopis laevigata</i>	8	18	4	9	14	15	9	8	12	12	4	5	5	1	12	8	13	8	66	14
<i>Celtis pallida</i>	11	3	0	0	5	10	7	12	11	3	0	1	1	1	1	5	2	2	0	0
<i>Forestiera phillyreoides</i>	0	0	0	0	0	13	13	12	12	2	8	0	0	1	0	4	3	6	0	0
<i>Acacia farnesiana</i>	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	1	
<i>Acacia schaffneri</i>	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Condalia velutina</i>	2	0	0	1	3	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Forestiera angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	13
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bursera fagaroides</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0

Tabla 32. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas en el matorral crasicaule.

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Mimosa biuncifera</i>	51	81	31	37	39	26	44	23	48	52	30	8	45	50	53	84	51	55	15	51
<i>Jatropha dioica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	15	51	1	35	0	0	250
<i>Zaluzania augusta</i>	0	0	7	0	5	1	1	15	4	10	7	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Tephrosia purpurea</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	4	5	7	9	25	1	0	0	0	0	3	0
<i>Cordia parviflora</i>	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis conferta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Verbesina serrata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Acalypha subviscida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Iresine schaffneri</i>	0	17	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ambrosia cordifolia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 33. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo de Cactáceas y rosetófilas en el matorral crasicaule.

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	2	7	3	3	6	6	10	2	7	7	16	15	5	20	14	32	15	25	28	9
<i>Echinocactus cinerascens</i>	3	1	0	1	2	1	1	2	1	1	0	2	0	12	6	5	7	1	0	14
<i>Opuntia engelmannii</i>	0	0	0	0	0	11	5	3	6	1	0	0	0	0	3	3	7	6	0	0
<i>Opuntia stenopetala</i>	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	4	8	7	0	0	0	0	2



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1	2	0	0	0	1	0	0	6	3	2	1	0	0	0	2	0	0	0	
<i>Ferocactus latispinus</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5	6	2	1	3	1
<i>Myrtillocactus geometrizzans</i>	0	0	0	1	0	0	3	1	3	2	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0
<i>Agave salmiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coryphantha octacantha</i>	0	0	0	1	0	4	1	2	0	1	0	0	0	2	0	1	1	1	0	0
<i>Mammillaria magnimamma</i>	0	2	0	0	0	2	5	1	1	0	0	0	0	0	4	1	1	2	6	1
<i>Thelocactus leucacanthus</i>	0	3	0	3	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	5	0	0	0	2
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0
<i>Opuntia robusta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coryphantha radians</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	6	0
<i>Opuntia streptacantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tabla 34. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del estrato Herbáceo en el matorral crasicaule.

Especie	Sitio de muestreo																																			
	1				2				3				4				5				6				7				8							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<i>Melinis repens</i>	31	25	18	29	20	13	27	6	33	47	53	29	17	25	19	21	23	27	22	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arundo donax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	16	15	12	25	35	19	21	13	6	5				
<i>Chloris radiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Lippia queretarensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	9	0	0	0	0				
<i>Castillejo integra</i>	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	11	6	21	17	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Chonchua forelensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Heliotropium curassavicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Pennisetum ciliare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Dichondra argentea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0				
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Artemisa glaucilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Especie	Sitio de muestreo																															
	9				10				11				12				13				14				15				16			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Melinis repens</i>	0	0	0	30	0	0	0	0	3	23	19	37	31	34	25	27	27	34	29	36	0	0	0	0	18	7	12	27	0	0	0	0
<i>Arundo donax</i>	17	11	19	0	7	7	33	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	29	15	24	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chloris radiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	40	1	10	43
<i>Lippia queretarensis</i>	0	0	0	0	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	24	3	25
<i>Castillejo integra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	1	5	7	0	0	0	0	7	13	7	1	2	1	9	1	0	0	0	0



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Especie	Sitio de muestreo																																			
	9				10				11				12				13				14				15				16							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<i>Chonchua forelensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heliotropium curassavicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pennisetum ciliare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra argentea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artemisa glaucilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0

Especie	Sitio de muestreo															
	17				18				19				20			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Melinis repens</i>	0	0	0	1	0	0	2	20	19	7	2	0	0	0	0	0
<i>Arundo donax</i>	0	4	0	0	13	0	0	0	0	0	0	12	54	27	45	35
<i>Chloris radiata</i>	36	42	41	27	22	55	40	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lippia queretarensis</i>	0	0	7	3	12	7	8	14	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Castillejo integra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chonchua forelensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heliotropium curassavicum</i>	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pennisetum ciliare</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra argentea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artemisa glaucilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Las siguientes son las tablas de salida de EstimateS, en las que se observa el esfuerzo de muestreo, la cantidad acumulativa de individuos y el número de especies que integran la “curva empírica” antes de ser ajustada mediante modelo estadístico en STATISTICA.

Tabla 35. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Cactáceas en el Matorral crasicaule.

Sitios de muestreo	Arbóreo	Cactáceas y rosetófilas	Arbustivo y Enredaderas	Sitios de muestreo	Arbóreo	Cactáceas y rosetófilas	Arbustivo y Enredaderas
	S(est)				S(est)		
1	3.76	6.1	2.75	11	8.47	13.6	8.63
2	5.32	8.77	3.97	12	8.55	13.77	8.96
3	6.3	10.3	4.87	13	8.62	13.94	9.27
4	6.94	11.27	5.57	14	8.68	14.09	9.56
5	7.4	11.91	6.15	15	8.74	14.25	9.84
6	7.72	12.36	6.67	16	8.8	14.4	10.11
7	7.96	12.71	7.14	17	8.85	14.55	10.35
8	8.13	12.97	7.53	18	8.9	14.7	10.58
9	8.26	13.21	7.92	19	8.95	14.85	10.8
10	8.37	13.41	8.28	20	9	15	11

Tabla 36. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, del estrato Herbáceo en el Matorral crasicaule.

Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)
1	1.75	21	8.21	41	10.16	61	11.35
2	2.94	22	8.33	42	10.23	62	11.39
3	3.79	23	8.45	43	10.31	63	11.44
4	4.43	24	8.56	44	10.38	64	11.48
5	4.93	25	8.68	45	10.45	65	11.52
6	5.34	26	8.79	46	10.52	66	11.56
7	5.69	27	8.9	47	10.58	67	11.6



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)
8	5.98	28	9	48	10.65	68	11.63
9	6.24	29	9.1	49	10.71	69	11.67
10	6.47	30	9.2	50	10.77	70	11.71
11	6.68	31	9.3	51	10.83	71	11.74
12	6.88	32	9.4	52	10.89	72	11.77
13	7.06	33	9.49	53	10.94	73	11.8
14	7.22	34	9.58	54	11	74	11.84
15	7.38	35	9.67	55	11.05	75	11.87
16	7.53	36	9.75	56	11.11	76	11.89
17	7.68	37	9.84	57	11.16	77	11.92
18	7.82	38	9.92	58	11.21	78	11.95
19	7.95	39	10	59	11.26	79	11.98
20	8.08	40	10.08	60	11.3	80	12

Empleando el software estadístico llamado STATISTICA, se ajustó la información obtenida de EstimateS empleando el método antes descrito al inicio de esta sección, y se obtuvieron las curvas de acumulación ajustadas mediante el modelo Exponencial, así como los valores de ellas derivados, que se presentan continuación:

- Curvas de acumulación de especies del Matorral crasicaule



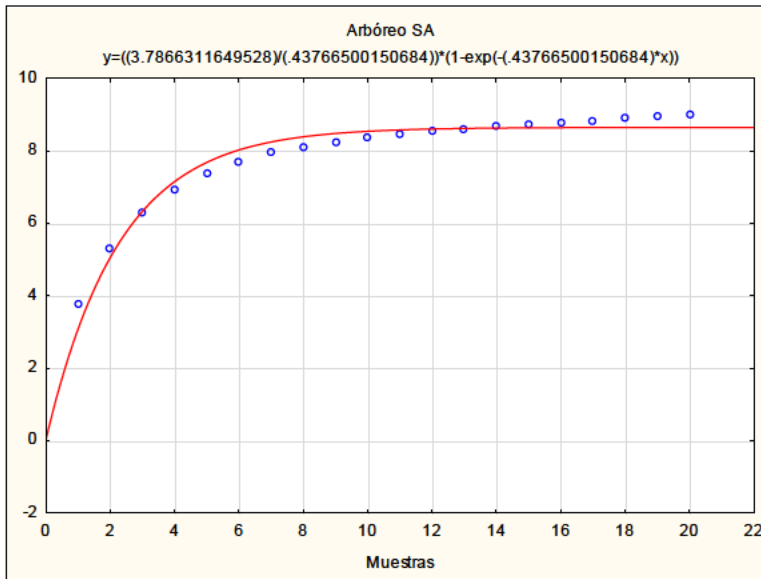


Figura 56. Curva de acumulación del estrato Arbóreo en la microcuena, para el Matorral crasicaule

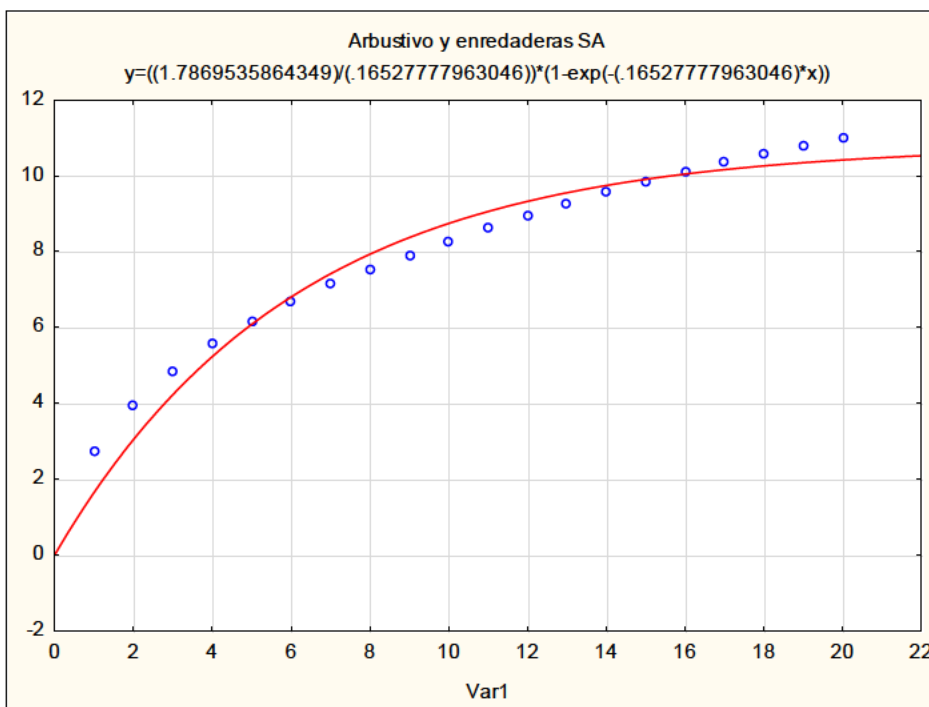


Figura 57. Curva de acumulación del estrato Arbustivo y Enredaderas en la microcuena, para el Matorral crasicaule



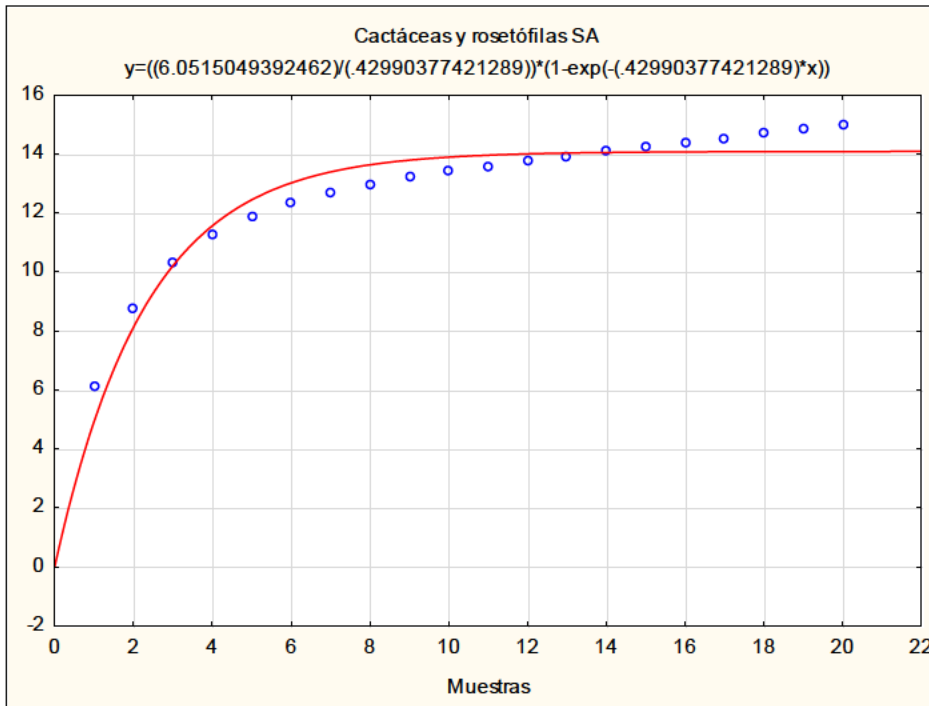


Figura 58. Curva de acumulación del grupo de Cactáceas en la microcuenca, para el Matorral crasicaule

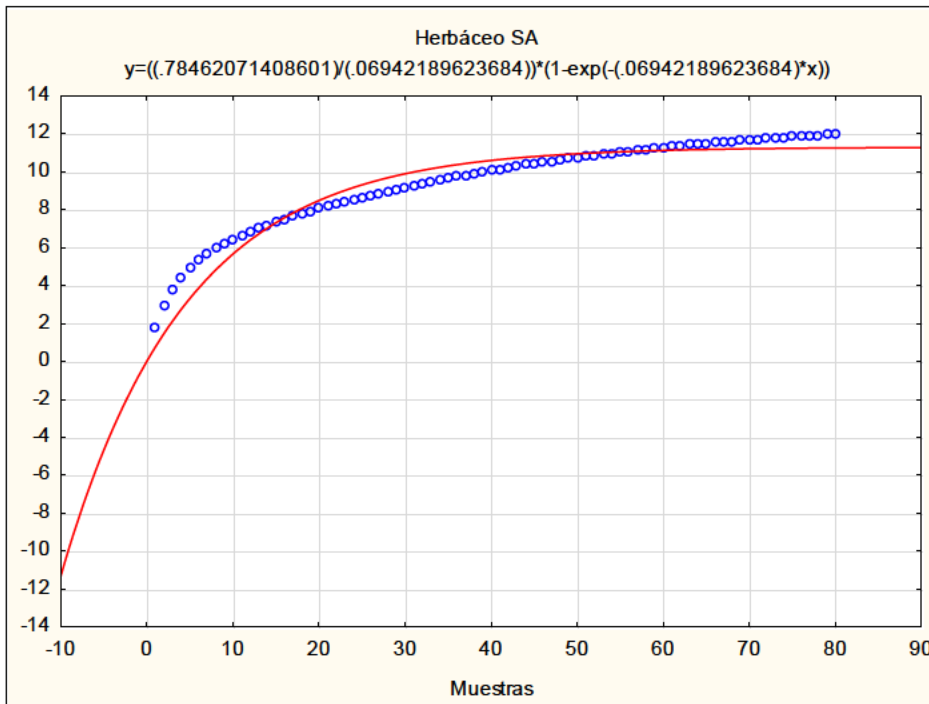


Figura 59. Curva de acumulación del estrato Herbáceo en la microcuenca, para el Matorral crasicaule



Tabla 37. Parámetros para cada estrato en la microcuenca en el Matorral crasicaule.

Parámetro	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas	Herbáceo
Sitios de Muestreo	20	20	20	80
Especies Muestreadas	9	15	11	12
Asíntota (especies)	9	15	11	12
Pendiente al Final de la Curva	0.0006	0.0011	0.0655	0.0030
Cobertura de especies%	100	100	100	100
Coefficiente de determinación R2	0.9614	0.9327	0.9593	0.9212

Como se puede observar en los resultados anteriores la totalidad de las muestras alcanzan una cobertura igual al 100% de las especies que la asíntota indica pueden encontrarse en la microcuenca. Por su parte la R2 confirma un buen ajuste del modelo Exponencial a nuestro diseño de muestreo. Asimismo la pendiente al final de la curva es menor a 0.1. De esta forma se constata que el tamaño de muestra aplicado fue el adecuado.

- Toma de información en campo

Una vez definido el tamaño de muestra, ubicados los sitios en imagen de satélite y registradas las coordenadas se realizó el trabajo de campo que consistió en:

Para los estratos arbóreo y cactáceas se delimitaron sitios circulares de muestreo de 500 m² con 12.62 m de radio, se ubicó el centro con una bandera y se lanzaron cuatro radios a los cuatro puntos cardinales marcándolo con una cinta plástica amarilla.





Figura 60. Delimitación de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.

Para el estrato arbustivo y las enredaderas se usó el mismo centro delimitado para los árboles y las cactáceas y se lanzaron radios de 5.64 m para obtener un sitio de 100 m².



Figura 61. Delimitación con cinta plástica de los sitios de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas.

Para el estrato herbáceo se establecieron cuatro parcelas de 1 m² ubicadas en el cada uno de los cuadrantes generados en el estrato arbóreo, las parcelas se delimitaron con un bastidor y se marcaron con estacas de madera pintadas con pintura de color visible.



Figura 62. Delimitación de las parcelas del estrato Herbáceo.

Ya delimitados los sitios para árboles y cactáceas se registraron por especie para los árboles los datos dasométricos como abundancia, altura total y diámetro de copa para los estratos arbóreo, cactáceas, así como arbustos y enredaderas. Para las herbáceas se les asignó un valor de porcentaje de ocupación dentro de un metro cuadrado.

- Análisis de diversidad de la vegetación
 - Riqueza y abundancia de especies

La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios (McIntosh, 1967).

- Abundancia relativa

La abundancia relativa es el número de especímenes de una especie que se registran dentro de las unidades de muestreo en relación con el número total de especies presentes en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar =Abundancia Relativa



Ax = Número total de individuos de la especie x

Atotal = Número Total de individuos de todas las especies

A partir de la información levantada en campo se calculó la riqueza y abundancia relativa por cada uno de los estratos, es decir la abundancia de una especie en referencia a la abundancia de todas las especies registradas en la microcuenca; la memoria de cálculo forma parte de los anexos.

- Abundancia por hectárea

La fórmula para obtener la abundancia por hectárea es la siguiente:

$$AH = N / (SM) * 10,000$$

Donde:

AH= Abundancia por hectárea

N= número de individuos contados por especie

SM= Superficie muestreada en m²

10,000= Superficie de una hectárea en m²

- Índice de Shannon-Wiener

Para el cálculo de la biodiversidad en este estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener H'.

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Para el cálculo de este parámetro se utiliza el logaritmo natural de la abundancia relativa y los resultados se expresan como bits/ind.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:



p_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran menciona que para el Índice de Shannon- Wiener, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Otro índice utilizado en este estudio fue el índice de equidad de Pielou que 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 igual de abundantes.

- Índice de valor de importancia IVI

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

Donde:

Frecuencia relativa (FR). La frecuencia es estimada como el número de unidades de muestreo (parcelas) en que apareció cada especie, es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral particular.

$$FR = \text{Frecuencia de la especie } x / \sum \text{ de las frecuencias de todas las especies (100)}$$

Densidad relativa (DR). Es el número de individuos (N) en un área determinada (A) y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada.



Densidad= No. Individuos/área muestreada

Densidad relativa= Densidad de una especie x 100 / Densidad de todas las especies

Dominancia relativa (DmR). En árboles se calcula el área basal y se convierte a porcentaje de cobertura, para las herbáceas, arbustivas y cactáceas se puede expresar únicamente como porcentaje de cobertura.

$$DmR= \text{área basal de la especie } x / \Sigma \text{ del área basal de todas las especies (100)}$$

- Resultados del inventario forestal

Matorral crasicaule

Con la información recabada en el muestreo, se obtuvieron los siguientes datos; riqueza, abundancia y biodiversidad de las especies en los diferentes estratos:

A partir de la información levantada en campo se calculó la riqueza y abundancia relativa por cada uno de los estratos, es decir la abundancia de una especie en referencia a la abundancia de todas las especies registradas en la microcuenca; la memoria de cálculo forma parte de los anexos.

Tabla 38. Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbóreo del matorral crasicaule.

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	<i>Celtis pallida</i>	11	11	<i>Forestiera phillyreoides</i>	8
1	<i>Prosopis laevigata</i>	8	11	<i>Prosopis laevigata</i>	4
1	<i>Condalia velutina</i>	2	11	<i>Bursera fagaroides</i>	1
Sitio 1		21	11	<i>Condalia velutina</i>	1
2	<i>Prosopis laevigata</i>	18	Sitio 11		14
2	<i>Celtis pallida</i>	3	12	<i>Forestiera angustifolia</i>	7
2	<i>Acacia schaffneri</i>	2	12	<i>Prosopis laevigata</i>	5
Sitio 2		23	12	<i>Condalia velutina</i>	1
3	<i>Prosopis laevigata</i>	4	12	<i>Celtis pallida</i>	1
3	<i>Acacia schaffneri</i>	2	12	<i>Acacia farnesiana</i>	1
3	<i>Acacia farnesiana</i>	1	Sitio 12		15
Sitio 3		7	13	<i>Prosopis laevigata</i>	5



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
4	<i>Prosopis laevigata</i>	9	13	<i>Acacia schaffneri</i>	2
4	<i>Condalia velutina</i>	1	13	<i>Acacia farnesiana</i>	1
4	<i>Bursera fagaroides</i>	1	13	<i>Celtis pallida</i>	1
Sitio 4		11	Sitio 13		9
5	<i>Prosopis laevigata</i>	14	14	<i>Condalia velutina</i>	2
5	<i>Celtis pallida</i>	5	14	<i>Forestiera angustifolia</i>	1
5	<i>Condalia velutina</i>	3	14	<i>Prosopis laevigata</i>	1
5	<i>Bursera fagaroides</i>	1	14	<i>Celtis pallida</i>	1
Sitio 5		23	14	<i>Forestiera phillyreoides</i>	1
6	<i>Prosopis laevigata</i>	15	Sitio 14		6
6	<i>Forestiera phillyreoides</i>	13	15	<i>Prosopis laevigata</i>	12
6	<i>Celtis pallida</i>	10	15	<i>Celtis pallida</i>	1
6	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1	15	<i>Acacia schaffneri</i>	1
6	<i>Bursera fagaroides</i>	1	Sitio 15		14
Sitio 6		40	16	<i>Prosopis laevigata</i>	8
7	<i>Forestiera phillyreoides</i>	13	16	<i>Celtis pallida</i>	5
7	<i>Prosopis laevigata</i>	9	16	<i>Forestiera phillyreoides</i>	4
7	<i>Celtis pallida</i>	7	16	<i>Bursera fagaroides</i>	1
7	<i>Acacia farnesiana</i>	2	Sitio 16		18
7	<i>Condalia velutina</i>	1	17	<i>Prosopis laevigata</i>	13
7	<i>Acacia schaffneri</i>	1	17	<i>Forestiera phillyreoides</i>	3
7	<i>Bursera fagaroides</i>	1	17	<i>Celtis pallida</i>	2
Sitio 7		34	17	<i>Bursera fagaroides</i>	2
8	<i>Celtis pallida</i>	12	Sitio 17		20
8	<i>Forestiera phillyreoides</i>	12	18	<i>Prosopis laevigata</i>	8
8	<i>Prosopis laevigata</i>	8	18	<i>Forestiera phillyreoides</i>	6
Sitio 8		32	18	<i>Celtis pallida</i>	2
9	<i>Forestiera phillyreoides</i>	12	Sitio 18		16
9	<i>Prosopis laevigata</i>	12	19	<i>Prosopis laevigata</i>	66



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
9	<i>Celtis pallida</i>	11	19	<i>Acacia farnesiana</i>	2
Sitio 9		35	Sitio 19		68
10	<i>Prosopis laevigata</i>	12	20	<i>Prosopis laevigata</i>	14
10	<i>Celtis pallida</i>	3	20	<i>Forestiera angustifolia</i>	13
10	<i>Forestiera phillyreoides</i>	2	20	<i>Acacia farnesiana</i>	1
10	<i>Acacia farnesiana</i>	1	Sitio 20		28
Sitio 10		18	Total general		452

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla 39. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbóreo en el Matorral crasicaule.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059	
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	245	0.5420	0.6124	0.3320	No endémica	No enlistada	
2	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	75	0.1659	1.7962	0.2980	No endémica	No enlistada	
3	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	74	0.1637	1.8096	0.2963	No endémica	No enlistada	
4	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	9	0.0199	3.9165	0.0780	No endémica	No enlistada	
5	<i>Condalia velutina</i>	Condalia	11	0.0243	3.7158	0.0904	No endémica	No enlistada	
6	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	8	0.0177	4.0342	0.0714	No endémica	No enlistada	
7	<i>Bursera fagaroides</i>	Palo xixote	8	0.0177	4.0342	0.0714	No endémica	No enlistada	
8	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	21	0.0465	3.0692	0.1426	No endémica	No enlistada	
9	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	1	0.0022	6.1137	0.0135	No endémica	No enlistada	
Totales			452	1.0000	29.1018	1.3936	0 Endémicas	0 En Peligro de Extinción	
Riqueza (S)			9						0 Amenazada
Índice de Shannon			1.3936						0 Sujeta a Protección Especial
Diversidad máx			2.1972						
Equidad (J)			0.6343						



El estrato Arbóreo en el sistema ambiental posee una riqueza específica de 9 especies, las cuales tienen una distribución de 0.6343, lo que refleja una equidad media debido a la relevancia que posee el Mezquite (*Prosopis laevigata*) en este estrato. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbóreo en nuestra área de estudio es de 2.1972 y la H' es de 1.3936 (bits/individuo), lo que nos indica que el índice de diversidad es medio, ya que se encuentra debajo de 1.6 según Magurran. La abundancia relativa nos indica que la especie dominante en la microcuenca es el Mezquite (*Prosopis laevigata*) con un valor de 54.2%, que indica que de cada 10 individuos en la microcuenca 5 pertenecen a esta especie. Tomando en cuenta la abundancia relativa la especie más susceptible a ser afectada por el CUSAF es el Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), del que se presenta únicamente un individuo por hectárea.

Tabla 40. Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas del Matorral crasicaule

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	<i>Mimosa biuncifera</i>	51	11	<i>Mimosa biuncifera</i>	30
1	<i>Cordia parviflora</i>	5	11	<i>Tephrosia purpurea</i>	7
Sitio 1		56	11	<i>Zaluzania augusta</i>	7
2	<i>Mimosa biuncifera</i>	81	Sitio 11		44
2	<i>Iresine schaffneri</i>	17	12	<i>Tephrosia purpurea</i>	9
Sitio 2		98	12	<i>Mimosa biuncifera</i>	8
3	<i>Mimosa biuncifera</i>	31	12	<i>Zaluzania augusta</i>	1
3	<i>Zaluzania augusta</i>	7	Sitio 12		18
3	<i>Cordia parviflora</i>	3	13	<i>Mimosa biuncifera</i>	45
Sitio 3		41	13	<i>Tephrosia purpurea</i>	25
4	<i>Mimosa biuncifera</i>	37	Sitio 13		70
Sitio 4		37	14	<i>Mimosa biuncifera</i>	50
5	<i>Mimosa biuncifera</i>	39	14	<i>Jatropha dioica</i>	15
5	<i>Zaluzania augusta</i>	5	14	<i>Tephrosia purpurea</i>	1
5	<i>Iresine schaffneri</i>	2	Sitio 14		66



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
5	<i>Ambrosia cordifolia</i>	1	15	<i>Mimosa biuncifera</i>	53
Sitio 5		47	15	<i>Jatropha dioica</i>	51
6	<i>Mimosa biuncifera</i>	26	15	<i>Verbesina serrata</i>	7
6	<i>Tephrosia purpurea</i>	2	15	<i>Zaluzania augusta</i>	1
6	<i>Zaluzania augusta</i>	1	Sitio 15		112
Sitio 6		29	16	<i>Mimosa biuncifera</i>	84
7	<i>Mimosa biuncifera</i>	44	16	<i>Jatropha dioica</i>	1
7	<i>Zaluzania augusta</i>	1	Sitio 16		85
7	<i>Verbesina serrata</i>	1	17	<i>Mimosa biuncifera</i>	51
Sitio 7		46	17	<i>Jatropha dioica</i>	35
8	<i>Mimosa biuncifera</i>	23	17	<i>Baccharis conferta</i>	2
8	<i>Zaluzania augusta</i>	15	Sitio 17		88
Sitio 8		38	18	<i>Mimosa biuncifera</i>	55
9	<i>Mimosa biuncifera</i>	48	18	<i>Acalypha subviscida</i>	1
9	<i>Tephrosia purpurea</i>	4	Sitio 18		56
9	<i>Zaluzania augusta</i>	4	19	<i>Mimosa biuncifera</i>	15
Sitio 9		56	19	<i>Tephrosia purpurea</i>	3
10	<i>Mimosa biuncifera</i>	52	Sitio 19		18
10	<i>Zaluzania augusta</i>	10	20	<i>Jatropha dioica</i>	250
10	<i>Tephrosia purpurea</i>	5	20	<i>Mimosa biuncifera</i>	51
10	<i>Jatropha dioica</i>	3	20	<i>Zaluzania augusta</i>	2
10	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	1	Sitio 20		303
Sitio 10		71	Total general		1,379

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla 41. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato arbustivo y enredaderas en el Matorral crasicaule.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uñita de gato o Garabatillio	4,370	0.6338	0.4560	0.2890	No endémica	No enlistada
2	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	1,775	0.2574	1.3570	0.3493	No endémica	No enlistada
3	<i>Zaluzania augusta</i>	Vara ceniza	270	0.0392	3.2401	0.1269	No endémica	No enlistada
4	<i>Tephrosia purpurea</i>	Huele de noche	280	0.0406	3.2038	0.1301	No endémica	No enlistada
5	<i>Cordia parviflora</i>	Vara prieta	40	0.0058	5.1497	0.0299	No endémica	No enlistada
6	<i>Iresine schaffneri</i>	Pie de paloma	95	0.0138	4.2847	0.0590	No endémica	No enlistada
7	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	40	0.0058	5.1497	0.0299	No endémica	No enlistada
8	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jarilla	5	0.0007	7.2291	0.0052	No endémica	No enlistada
9	<i>Ambrosia cordifolia</i>	Vara de cuete	5	0.0007	7.2291	0.0052	No endémica	No enlistada
10	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	10	0.0015	6.5360	0.0095	No endémica	No enlistada
11	<i>Acalypha subviscida</i>	Aserrada	5	0.0007	7.2291	0.0052	No endémica	No enlistada
Totales			6,895	1.0000	51.0642	1.0393	0 Endémicas	0 En Peligro de Extinción
Riqueza (S)			11					0 Amenazada
Índice de Shannon			1.0393					0 Sujeta a Protección Especial
Diversidad máx			2.3979					
Equidad (J)			0.4334					

El estrato Arbustivo y de enredaderas en la microcuenca posee una riqueza específica de 11 especies, las cuales tienen una distribución de 0.4334, que refleja una equidad baja, esto se debe a que las especies Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) y el Sangregado (*Jatropha dioica*) son las mayormente distribuidas, presentando la mayor abundancia relativa en el ecosistema, con 63.4% y 25.7% cada una, es decir que de cada 10 individuos presentes en la microcuenca 6 son de la especie Uñita de gato y casi 3 corresponden al Sangregado. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo en nuestra área de estudio es de 2.3979 y la H' es de 1.0393 (bits/individuo), lo que nos indica que el índice de diversidad es bajo ya que se encuentra debajo de 1.6 según Magurran. Tomando en cuenta la abundancia relativa son cuatro las especies más susceptibles a ser afectadas por el CUSAF: la Aserrada (*Acalypha subviscida*), la Vara de cuete (*Ambrosia cordifolia*), la Jarilla (*Barkleyanthus salicifolius*) y la Escobilla (*Baccharis conferta*).



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 42. Abundancia por sitio de muestreo del grupo de Cactáceas y rosetófilas del Matorral crasicaule

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	<i>Echinocactus cinerascens</i>	3	11	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	16
1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	2	11	<i>Opuntia leptocaulis</i>	2
1	<i>Opuntia stenopetala</i>	1	Sitio 11		18
1	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1	12	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	15
Sitio 1		7	12	<i>Opuntia stenopetala</i>	2
2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	7	12	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2
2	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	3	12	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1
2	<i>Opuntia leptocaulis</i>	2	12	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1
2	<i>Mammillaria magnimamma</i>	2	12	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1
2	<i>Opuntia stenopetala</i>	1	12	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1
2	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	Sitio 12		23
2	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	13	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	5
Sitio 2		17	13	<i>Opuntia stenopetala</i>	4
3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	3	13	<i>Agave salmiana</i>	3
3	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	Sitio 13		12
Sitio 3		4	14	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	20
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	3	14	<i>Echinocactus cinerascens</i>	12
4	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	3	14	<i>Opuntia stenopetala</i>	8
4	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	14	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	2
4	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	14	<i>Coryphantha octacantha</i>	2
4	<i>Coryphantha octacantha</i>	1	Sitio 14		44
4	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	15	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	14
Sitio 4		10	15	<i>Opuntia stenopetala</i>	7
5	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	6	15	<i>Echinocactus cinerascens</i>	6
5	<i>Opuntia stenopetala</i>	2	15	<i>Ferocactus latispinus</i>	5
5	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2	15	<i>Mammillaria magnimamma</i>	4
5	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1	Sitio 15		36
5	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	16	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	32



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
Sitio 5		12	16	<i>Ferocactus latispinus</i>	6
6	<i>Opuntia engelmannii</i>	11	16	<i>Echinocactus cinerascens</i>	5
6	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	6	16	<i>Opuntia engelmannii</i>	3
6	<i>Coryphantha octacantha</i>	4	16	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1
6	<i>Mammillaria magnimamma</i>	2	16	<i>Coryphantha radians</i>	1
6	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	16	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1
6	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1	16	<i>Coryphantha octacantha</i>	1
6	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1	Sitio 16		50
6	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	17	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	15
Sitio 6		27	17	<i>Echinocactus cinerascens</i>	7
7	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	10	17	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	5
7	<i>Opuntia engelmannii</i>	5	17	<i>Opuntia engelmannii</i>	3
7	<i>Mammillaria magnimamma</i>	5	17	<i>Opuntia leptocaulis</i>	2
7	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	3	17	<i>Ferocactus latispinus</i>	2
7	<i>Opuntia robusta</i>	1	17	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1
7	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	17	<i>Coryphantha radians</i>	1
7	<i>Coryphantha octacantha</i>	1	17	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1
7	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	17	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1
Sitio 7		27	17	<i>Coryphantha octacantha</i>	1
8	<i>Opuntia engelmannii</i>	3	Sitio 17		39
8	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	2	18	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	25
8	<i>Coryphantha octacantha</i>	2	18	<i>Opuntia engelmannii</i>	7
8	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2	18	<i>Mammillaria magnimamma</i>	2
8	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	18	<i>Coryphantha radians</i>	2
8	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1	18	<i>Ferocactus latispinus</i>	1
Sitio 8		11	18	<i>Coryphantha octacantha</i>	1
9	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	7	18	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1
9	<i>Opuntia engelmannii</i>	6	Sitio 18		39
9	<i>Opuntia leptocaulis</i>	6	19	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	28
9	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	3	19	<i>Opuntia engelmannii</i>	6
9	<i>Opuntia streptacantha</i>	2	19	<i>Coryphantha radians</i>	6



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
9	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	19	<i>Mammillaria magnimamma</i>	6
9	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	19	<i>Ferocactus latispinus</i>	3
9	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1	19	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2
Sitio 9		27	Sitio 19		51
10	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	7	20	<i>Echinocactus cinerascens</i>	14
10	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	3	20	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	9
10	<i>Opuntia leptocaulis</i>	3	20	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	2
10	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2	20	<i>Opuntia stenopetala</i>	2
10	<i>Coryphantha octacantha</i>	1	20	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1
10	<i>Ferocactus latispinus</i>	1	20	<i>Ferocactus latispinus</i>	1
10	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	Sitio 20		29
10	<i>Opuntia engelmannii</i>	1	Total general		502
Sitio 10		19			

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla 43. Integración del Índice de Shannon-Wiener del grupo de Cactáceas y rosetófilas en el Matorral crasicaule.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	232	0.4622	0.7719	0.3567	No endémica	No enlistada
2	<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	60	0.1195	2.1243	0.2539	No endémica	No enlistada
3	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	45	0.0896	2.4119	0.2162	No endémica	No enlistada
4	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	27	0.0538	2.9228	0.1572	No endémica	No enlistada
5	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	15	0.0299	3.5105	0.1049	No endémica	No enlistada
6	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	26	0.0518	2.9605	0.1533	No endémica	No enlistada
7	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	18	0.0359	3.3282	0.1193	No endémica	No enlistada
8	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	26	0.0518	2.9605	0.1533	No endémica	No enlistada
9	<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	14	0.0279	3.5795	0.0998	No endémica	No enlistada



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
10	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	18	0.0359	3.3282	0.1193	No endémica *	No enlistada *
11	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	10	0.0199	3.9160	0.0780	No endémica	No enlistada
12	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	5	0.0100	4.6092	0.0459	No endémica	No enlistada
13	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	2	0.0040	5.5255	0.0220	No endémica	No enlistada
14	<i>Agave salmiana</i>	Magüey	3	0.0060	5.1200	0.0306	No endémica	No enlistada
15	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	1	0.0020	6.2186	0.0124	No endémica	No enlistada
Totales			502	1.0000	53.2876	1.9230	1 Endémicas	0 En Peligro de Extinción
Riqueza (S)			15					0 Amenazada
Índice de Shannon			1.9230					0 Sujeta a Protección Especial
Diversidad máx			2.7081					
Equidad (J)			0.7101					

* En la NOM-059 se enlista una subespecie diferente a la encontrada en el área de estudio.

En el grupo de Cactáceas y rosetófilas fueron 15 las especies encontradas, las cuales tienen una distribución de 0.7101, lo que refleja una equidad media, esto se debe a que la especie Cardón (*Cylindropuntia imbricata*) es la mayormente distribuida, presentando la mayor abundancia en el ecosistema. La abundancia relativa de 46.2% nos indica que casi la mitad de los individuos presentes en la microcuena corresponde a esta especie. El resto de las especies tienen una abundancia homogénea a excepción del Nopal bondota (*Opuntia hyptiacantha*), Magüey (*Agave salmiana*), Nopal cardón (*Opuntia streptacantha*), y Nopal hartón (*Opuntia pubescens*), que son las especies más susceptibles por afectar por el CUSAF. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato de las cactáceas en nuestra área de estudio es de 2.7081 y la H' es de 1.9230 (bits/individuo) lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra dentro del rango de 1.6 a 3.4 según Magurran.

Tabla44. Abundancia por sitio y por parcela de muestreo del estrato Herbáceo del Matorral crasicaule.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	1	<i>Melinis repens</i>	31	12	1	<i>Melinis repens</i>	31
	Parcela 1		31	12	1	<i>Castillejo integra</i>	2
1	2	<i>Melinis repens</i>	25		Parcela 1		33
	Parcela 2		25	12	2	<i>Melinis repens</i>	34
1	3	<i>Melinis repens</i>	18	12	2	<i>Castillejo integra</i>	1
	Parcela 3		18		Parcela 2		35
1	4	<i>Melinis repens</i>	29	12	3	<i>Melinis repens</i>	25
1	4	<i>Castillejo integra</i>	8	12	3	<i>Castillejo integra</i>	5
	Parcela 4		37		Parcela 3		30
2	1	<i>Melinis repens</i>	20	12	4	<i>Melinis repens</i>	27
	Parcela 1		20	12	4	<i>Castillejo integra</i>	7
2	2	<i>Melinis repens</i>	13		Parcela 4		34
2	2	<i>Euphorbia heterophylla</i>	7	13	1	<i>Melinis repens</i>	27
	Parcela 2		20	13	1	<i>Chonchua forelensis</i>	7
2	3	<i>Melinis repens</i>	27	13	1	<i>Chloris radiata</i>	2
	Parcela 3		27		Parcela 1		36
2	4	<i>Melinis repens</i>	6	13	2	<i>Melinis repens</i>	34
	Parcela 4		6	13	2	<i>Chloris radiata</i>	3
3	1	<i>Melinis repens</i>	33		Parcela 2		37
3	1	<i>Chloris radiata</i>	5	13	3	<i>Melinis repens</i>	29
	Parcela 1		38		Parcela 3		29
3	2	<i>Melinis repens</i>	47	13	4	<i>Melinis repens</i>	36
	Parcela 2		47		Parcela 4		36
3	3	<i>Melinis repens</i>	53	14	1	<i>Arundo donax</i>	24
	Parcela 3		53	14	1	<i>Castillejo integra</i>	7
3	4	<i>Melinis repens</i>	29		Parcela 1		31
	Parcela 4		29	14	2	<i>Arundo donax</i>	29
4	1	<i>Melinis repens</i>	17	14	2	<i>Castillejo integra</i>	13
4	1	<i>Castillejo integra</i>	11		Parcela 2		42
	Parcela 1		28	14	3	<i>Arundo donax</i>	15
4	2	<i>Melinis repens</i>	25	14	3	<i>Castillejo integra</i>	7



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
4	2	<i>Castillejo integra</i>	6		Parcela 3		22
4	2	<i>Chonchua forelensis</i>	6	14	4	<i>Arundo donax</i>	24
	Parcela 2		37	14	4	<i>Castillejo integra</i>	1
4	3	<i>Castillejo integra</i>	21		Parcela 4		25
4	3	<i>Melinis repens</i>	19	15	1	<i>Melinis repens</i>	18
4	3	<i>Chonchua forelensis</i>	2	15	1	<i>Chloris radiata</i>	15
	Parcela 3		42	15	1	<i>Castillejo integra</i>	2
4	4	<i>Melinis repens</i>	21		Parcela 1		35
4	4	<i>Castillejo integra</i>	17	15	2	<i>Melinis repens</i>	7
	Parcela 4		38	15	2	<i>Castillejo integra</i>	1
5	1	<i>Melinis repens</i>	23		Parcela 2		8
	Parcela 1		23	15	3	<i>Melinis repens</i>	12
5	2	<i>Melinis repens</i>	27	15	3	<i>Castillejo integra</i>	9
5	2	<i>Chonchua forelensis</i>	4		Parcela 3		21
	Parcela 2		31	15	4	<i>Melinis repens</i>	27
5	3	<i>Melinis repens</i>	22	15	4	<i>Castillejo integra</i>	1
5	3	<i>Castillejo integra</i>	3		Parcela 4		28
	Parcela 3		25	16	1	<i>Chloris radiata</i>	40
5	4	<i>Melinis repens</i>	23	16	1	<i>Lippia queretarensis</i>	5
5	4	<i>Castillejo integra</i>	1	16	1	<i>Artemisa glacialis</i>	5
	Parcela 4		24	16	1	<i>Dichondra argentea</i>	4
6	1	<i>Arundo donax</i>	7		Parcela 1		54
	Parcela 1		7	16	2	<i>Lippia queretarensis</i>	24
6	2	<i>Arundo donax</i>	14	16	2	<i>Chloris radiata</i>	1
	Parcela 2		14		Parcela 2		25
6	3	<i>Arundo donax</i>	16	16	3	<i>Chloris radiata</i>	10
6	3	<i>Lippia queretarensis</i>	4	16	3	<i>Lippia queretarensis</i>	3
	Parcela 3		20		Parcela 3		13
6	4	<i>Arundo donax</i>	15	16	4	<i>Chloris radiata</i>	43
	Parcela 4		15	16	4	<i>Lippia queretarensis</i>	25
7	1	<i>Arundo donax</i>	12		Parcela 4		68



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
	Parcela 1		12	17	1	<i>Chloris radiata</i>	36
7	2	<i>Arundo donax</i>	25	17	1	<i>Heliotropium curassavicum</i>	5
	Parcela 2		25		Parcela 1		41
7	3	<i>Arundo donax</i>	35	17	2	<i>Chloris radiata</i>	42
7	3	<i>Dichondra argentea</i>	8	17	2	<i>Arundo donax</i>	4
	Parcela 3		43		Parcela 2		46
7	4	<i>Arundo donax</i>	19	17	3	<i>Chloris radiata</i>	41
7	4	<i>Lippia queretarensis</i>	9	17	3	<i>Lippia queretarensis</i>	7
	Parcela 4		28		Parcela 3		48
8	1	<i>Arundo donax</i>	21	17	4	<i>Chloris radiata</i>	27
	Parcela 1		21	17	4	<i>Lippia queretarensis</i>	3
8	2	<i>Arundo donax</i>	13	17	4	<i>Heliotropium curassavicum</i>	2
	Parcela 2		13	17	4	<i>Melinis repens</i>	1
8	3	<i>Arundo donax</i>	6		Parcela 4		33
	Parcela 3		6	18	1	<i>Chloris radiata</i>	22
8	4	<i>Arundo donax</i>	5	18	1	<i>Arundo donax</i>	13
	Parcela 4		5	18	1	<i>Lippia queretarensis</i>	12
9	1	<i>Arundo donax</i>	17	18	1	<i>Pennisetum ciliare</i>	1
	Parcela 1		17		Parcela 1		48
9	2	<i>Arundo donax</i>	11	18	2	<i>Chloris radiata</i>	55
	Parcela 2		11	18	2	<i>Lippia queretarensis</i>	7
9	3	<i>Arundo donax</i>	19		Parcela 2		62
	Parcela 3		19	18	3	<i>Chloris radiata</i>	40
9	4	<i>Melinis repens</i>	30	18	3	<i>Lippia queretarensis</i>	8
	Parcela 4		30	18	3	<i>Melinis repens</i>	2
10	1	<i>Arundo donax</i>	7		Parcela 3		50
	Parcela 1		7	18	4	<i>Melinis repens</i>	20
10	2	<i>Arundo donax</i>	7	18	4	<i>Lippia queretarensis</i>	14
10	2	<i>Lippia queretarensis</i>	4		Parcela 4		34



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
	Parcela 2		11	19	1	<i>Melinis repens</i>	19
10	3	<i>Arundo donax</i>	33		Parcela 1		19
10	3	<i>Lippia queretarensis</i>	7	19	2	<i>Melinis repens</i>	7
	Parcela 3		40	19	2	<i>Lippia queretarensis</i>	3
10	4	<i>Arundo donax</i>	42		Parcela 2		10
	Parcela 4		42	19	3	<i>Pennisetum ciliare</i>	17
11	1	<i>Melinis repens</i>	3	19	3	<i>Melinis repens</i>	2
	Parcela 1		3		Parcela 3		19
11	2	<i>Melinis repens</i>	23	19	4	<i>Arundo donax</i>	12
11	2	<i>Taraxacum officinale</i>	5	19	4	<i>Chloris radiata</i>	1
11	2	<i>Dichondra argentea</i>	3		Parcela 4		13
	Parcela 2		31	20	1	<i>Arundo donax</i>	54
11	3	<i>Melinis repens</i>	19		Parcela 1		54
11	3	<i>Castillejo integra</i>	5	20	2	<i>Arundo donax</i>	27
	Parcela 3		24		Parcela 2		27
11	4	<i>Melinis repens</i>	37	20	3	<i>Arundo donax</i>	45
11	4	<i>Taraxacum officinale</i>	3		Parcela 3		45
11	4	<i>Chloris radiata</i>	2	20	4	<i>Arundo donax</i>	35
	Parcela 4		42		Parcela 4		35
					Total general		2311

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla 45. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Herbáceo en el Matorral crasicaule.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	<i>Melinis repens</i>	Pasto colorado	489,000	0.4232	0.8599	0.3639	No endémica	No enlistada
2	<i>Arundo donax</i>	Pasto cola de zorra	303,000	0.2622	1.3386	0.3510	No endémica	No enlistada



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
3	<i>Chloris radiata</i>	Pasto barba de chivo	192,500	0.1666	1.7922	0.2986	No endémica	No enlistada
4	<i>Castillejo integra</i>	Hierba del cáncer	64,000	0.0554	2.8934	0.1603	No endémica	No enlistada
5	<i>Lippia queretarensis</i>	Velludita	67,500	0.0584	2.8402	0.1659	No endémica	No enlistada
6	<i>Chonchua forelensis</i>	Algodoncillo	9,500	0.0082	4.8010	0.0395	No endémica	No enlistada
7	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	7,500	0.0065	5.0374	0.0327	No endémica	No enlistada
8	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	9,000	0.0078	4.8551	0.0378	No endémica	No enlistada
9	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Peludita	3,500	0.0030	5.7995	0.0176	No endémica	No enlistada
10	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	4,000	0.0035	5.6660	0.0196	No endémica	No enlistada
11	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Golondrina	3,500	0.0030	5.7995	0.0176	No endémica	No enlistada
12	<i>Artemisa glacialis</i>	Hojita suave	2,500	0.0022	6.1360	0.0133	No endémica	No enlistada
Totales			1,155,500	1.0000	47.8187	1.5177	0 Endémicas	0 En Peligro de Extinción
Riqueza (S)			12					0 Amenazada
Índice de Shannon			1.5177					0 Sujeta a Protección Especial
Diversidad máx.			2.4849					
Equidad (J)			0.6108					

Finalmente, el estrato Herbáceo en la microcuenca posee una riqueza específica de 12 especies, las cuales tienen una distribución de 0.6108, lo que refleja una equidad media, esto nos indica que un poco más de la mitad de las especies tienen una abundancia proporcional, sin embargo en este estrato es evidente el predominio de las especies Pasto colorado (*Melinis repens*), Pasto cola de zorra 2 (*Arundo donax*) y Pasto barba de chivo (*Chloris radiata*), con abundancias relativas de 42.2, 26.2 y 16.7% respectivamente. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato Herbáceo en nuestra área de estudio es de 2.4849 y la H' es de 1.5177 (bits/individuo) lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra por encima de 1.5 según Magurran. Tomando en cuenta la abundancia relativa las especies más susceptibles al CUSAF son la Hojita suave (*Artemisa glacialis*), la Golondrina (*Euphorbia*



heterophylla), el Diente de león (*Taraxacum officinale*) y la Peludita (*Heliotropium curassavicum*).

La siguiente tabla muestra el resumen de los índices de biodiversidad obtenidos para cada grupo o estrato florístico del Matorral crasicaule. Se puede observar que el grupo de Cactáceas y rosetófilas es el que mayor riqueza (15), biodiversidad (1.9230) y equidad (0.7101) presenta en el SA; por otro lado, el estrato que menor riqueza posee es el estrato Arbóreo con solo 9 especies, sin embargo es el estrato Arbustivo y de enredaderas el que cuenta con la menor biodiversidad (1.0393) y menor equidad (0.4334). Únicamente el grupo de Cactáceas y el estrato Herbáceo presentan una biodiversidad media por encontrarse por encima del valor de 1.5 según Magurran. Los estratos Arbóreo y Arbustivo con enredaderas cuentan con una biodiversidad baja. La dominancia del grupo de Cactáceas y del estrato Herbáceo indica que se trata de un matorral en estado de perturbación.

Tabla 46. Resumen de Riqueza, Biodiversidad y Equidad del Matorral crasicaule

Estrato	Riqueza Microcuenca	Índice Biodiversidad de (H')	Índice de Biodiversidad Máximo (H'máx) Microcuenca	Índice de Equidad (H'/H'máx) Microcuenca
Arbóreo	9	1.3936	2.1972	0.6343
Cactáceas y rosetófilas	15	1.9230	2.7081	0.7101
Arbustivo y enredaderas	11	1.0393	2.3979	0.4334
Herbáceo	12	1.5177	2.4849	0.6108
TOTAL	47			

Fuente. Elaboración propia con información de campo.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

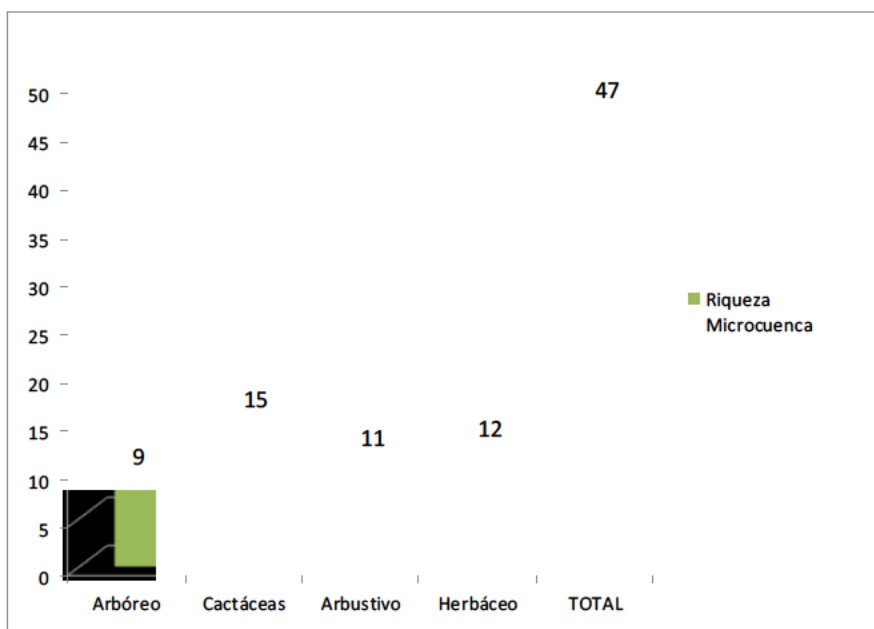


Figura 63. Riqueza de flora, por estrato y total en el Matorral crasicaule

- Resultados del Índice de valor de importancia (IVI) del Matorral crasicaule

Tabla 47. Valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo del Matorral crasicaule, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	26.6667	54.2035	78.3272	159.1974
2	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	20.0000	16.5929	5.9780	42.5710
3	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuché	13.3333	16.3717	5.5936	35.2986
4	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	9.3333	1.9912	2.4267	13.7512
5	<i>Condalia velutina</i>	Condalia	9.3333	2.4336	1.7494	13.5164
6	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	6.6667	1.7699	4.5438	12.9803
7	<i>Bursera fagaroides</i>	Palo xixote	9.3333	1.7699	0.0212	11.1244
8	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	4.0000	4.6460	1.3352	9.9812
9	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	1.3333	0.2212	0.0249	1.5794
Totales			100	100	100	300



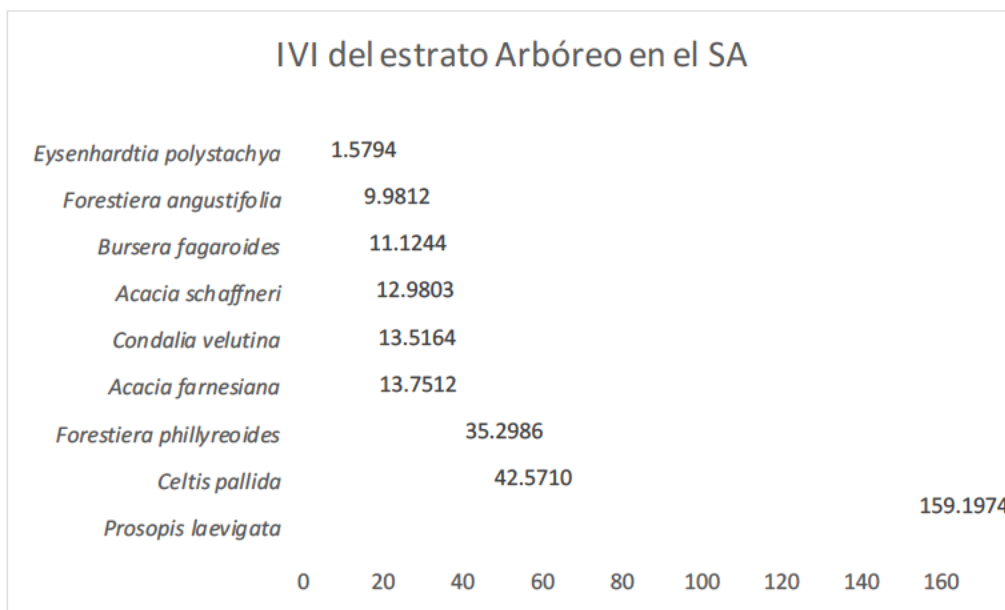


Figura 64. Gráfica del Índice de valor de la importancia del estrato arbóreo en el Matorral crasicaule.

En el estrato Arbóreo la especie con mayor valor de importancia es el Mezquite (*Prosopis laevigata*) con un IVI de 159.20, esto se debe principalmente a que cuenta con los valores más altos de frecuencia relativa (27%) densidad relativa (54%) y dominancia relativa (78%), es decir que de los 452 individuos que se pueden encontrar por hectárea 245 pertenecen a esta especie. El mezquite aporta la mitad del valor del IVI en este estrato, y junto con el Granjeno (*Celtis pallida*) y el Acebuche (*Forestiera phillyreoides*) aportan en conjunto el 79% del IVI, es decir un valor de 237. En contraste se encuentran el Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), presentando un IVI de 1.58, y el Panalero (*Forestiera angustifolia*), con un IVI de 9.98. Podemos atribuir que este estrato se encuentra en estado de perturbación debido a la baja abundancia de sus especies a excepción del Mezquite.

Tabla 48. Valor de Importancia de las especies del estrato Arbustivo y enredaderas del Matorral crasicaule, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uñita de gato o Garabatillio	36.3636	63.3793	67.8277	167.5706



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
2	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	10.9091	25.7433	8.2533	44.9057
3	<i>Zaluzania augusta</i>	Vara ceniza	20.0000	3.9159	6.8418	30.7577
4	<i>Tephrosia purpurea</i>	Huele de noche	14.5455	4.0609	9.7511	28.3575
5	<i>Cordia parviflora</i>	Vara prieta	3.6364	0.5801	3.7018	7.9183
6	<i>Iresine schaffneri</i>	Pie de paloma	3.6364	1.3778	0.8451	5.8592
7	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	3.6364	0.5801	1.5313	5.7478
8	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jarilla	1.8182	0.0725	0.7503	2.6410
9	<i>Ambrosia cordifolia</i>	Vara de cuete	1.8182	0.0725	0.4632	2.3539
10	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	1.8182	0.1450	0.0306	1.9938
11	<i>Acalypha subviscida</i>	Aserrada	1.8182	0.0725	0.0038	1.8945
Totales			100	100	100	300

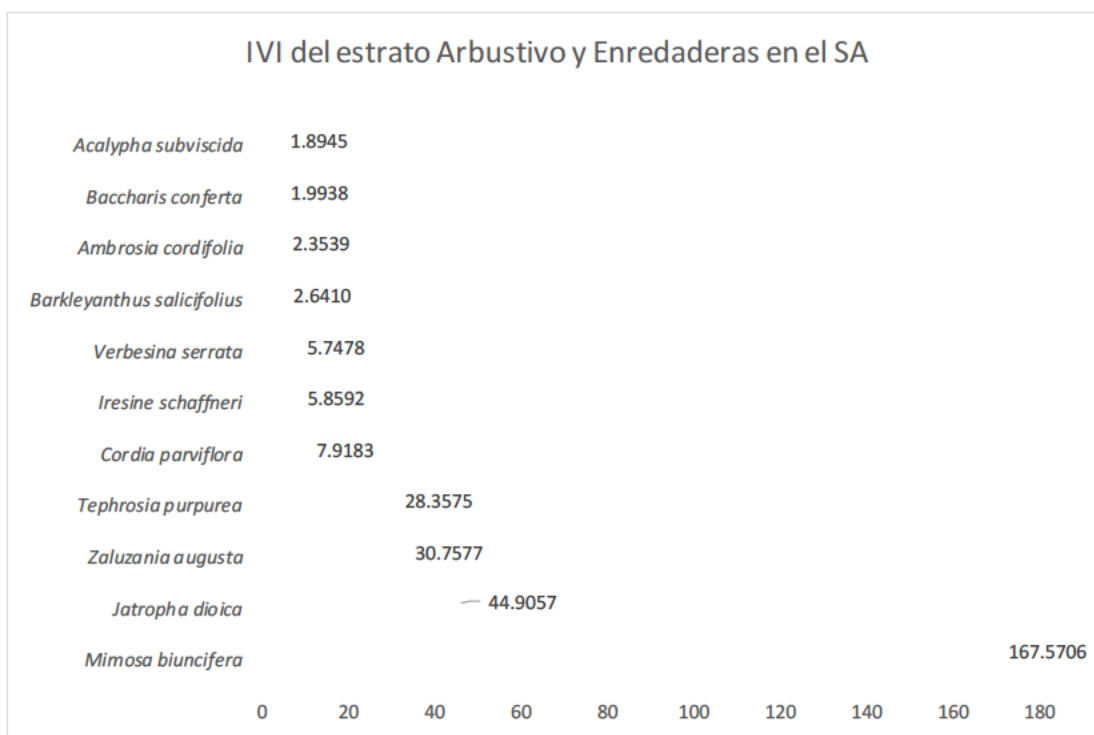


Figura 65. Índice de valor de la importancia del estrato Arbustivo y enredaderas en el Matorral crasicaule.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

En la gráfica anterior se pueden apreciar los valores de importancia del estrato Arbustivo y Enredaderas. En este grupo se tiene una riqueza de 11 especies, teniendo el mayor IVI la Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) y el Sangregado (*Jatropha dioica*) con IVI's de 167.57 y 44.91 respectivamente, que en conjunto suman el 71% del valor del IVI. Tomando en cuenta este mismo indicador las especies menos representativas en la microcuenca son la Aserrada (*Acalypha subviscida*), la Escobilla (*Baccharis conferta*), la Vara de cuete (*Ambrosia cordifolia*) y la Jarilla (*Barkleyanthus salicifolius*), con valores de IVI de 1.89, 1.99, 2.35 y 2.64 respectivamente.

Tabla 49. Valor de Importancia de las especies del grupo de Cactáceas y rosetófilas del Matorral crasicaule, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	16.3934	46.2151	64.8287	127.4373
2	<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	13.1148	11.9522	5.1126	30.1795
3	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	7.3770	8.9641	9.5802	25.9214
4	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	6.5574	5.3785	5.6283	17.5641
5	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	7.3770	2.9880	6.9669	17.3320
6	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	11.4754	5.1793	0.1656	16.8203
7	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	6.5574	3.5857	4.6034	14.7465
8	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	9.0164	5.1793	0.2288	14.4245
9	<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	7.3770	2.7888	0.1709	10.3368
10	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	5.7377	3.5857	0.1656	9.4890
11	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	3.2787	1.9920	0.0066	5.2774
12	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	3.2787	0.9960	0.5657	4.8404
13	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón	0.8197	0.3984	1.7105	2.9286
14	<i>Agave salmiana</i>	Maguey	0.8197	0.5976	0.0259	1.4431



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

15	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	0.8197	0.1992	0.2403	1.2592
	Totales		100	100	100	300

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

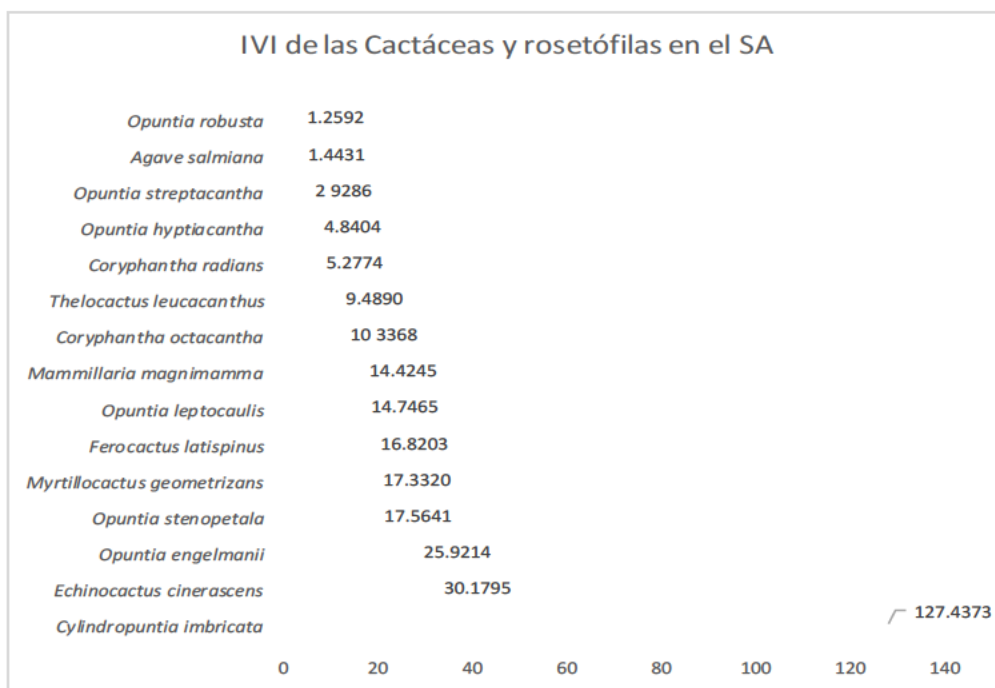


Figura 66. Índice de valor de importancia del grupo de Cactáceas y rosetófilas en el Matorral crasicaule.

En el estrato de las Cactáceas y Rosetófilas son 15 las especies encontradas, siendo la especie más importante por su índice de valor de importancia (IVI) el Cardón (*Cyllindropuntia imbricata*), con un IVI de 127.44. A esta especie le siguen de lejos el Agrito (*Echinocactus cinerascens*) con un IVI de 30.18 y el Nopal tunero (*Opuntia engelmannii*) con un IVI de 25.92, acumulando las tres especies en conjunto un IVI de 183.54, que representa el 61% del IVI total para este grupo florístico. Por otro lado se observa que las especies con los IVI's más bajos son el Nopal bondota (*Opuntia hyptiacantha*), el Maguey (*Agave salmiana*), el Nopal cardón (*Opuntia streptacantha*), y el Nopal hartón (*Opuntia pubescens*), con IVI's de 1.25, 1.44, 2.93 y 4.84 respectivamente. Cabe mencionar que, por su importancia en el ecosistema como alimento de fauna silvestre, se efectuará el rescate de la totalidad de individuos de este grupo florístico presentes en el área de CUSAF.

Tabla 50. Valor de Importancia de las especies del estrato Herbáceo del Matorral crasicaule, ordenados de mayor a menor.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	<i>Melinis repens</i>	Pasto colorado	30.7143	42.3193	41.7066	114.7403
2	<i>Arundo donax</i>	Pasto cola de zorra 2	21.4286	26.2224	32.4665	80.1175
3	<i>Chloris radiata</i>	Pasto barba de chivo	12.1429	16.6595	15.7284	44.5307
4	<i>Castillejo integra</i>	Hierba del cáncer	14.2857	5.5387	2.6761	22.5005
5	<i>Lippia queretarensis</i>	Velludita	10.7143	5.8416	3.5345	20.0904
6	<i>Chonchua forelensis</i>	Algodoncillo	2.8571	0.8222	1.3128	4.9921
7	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	2.1429	0.6491	0.5554	3.3473
8	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	1.4286	0.7789	1.0603	3.2678
9	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Peludita	1.4286	0.3029	0.3030	2.0344
10	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	1.4286	0.3462	0.1515	1.9262
11	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Golondrina	0.7143	0.3029	0.2525	1.2696
12	<i>Artemisa glaucilis</i>	Hojita suave	0.7143	0.2164	0.2525	1.1831
	Totales		100	100	100	300

Fuente. Elaboración propia con información de campo.



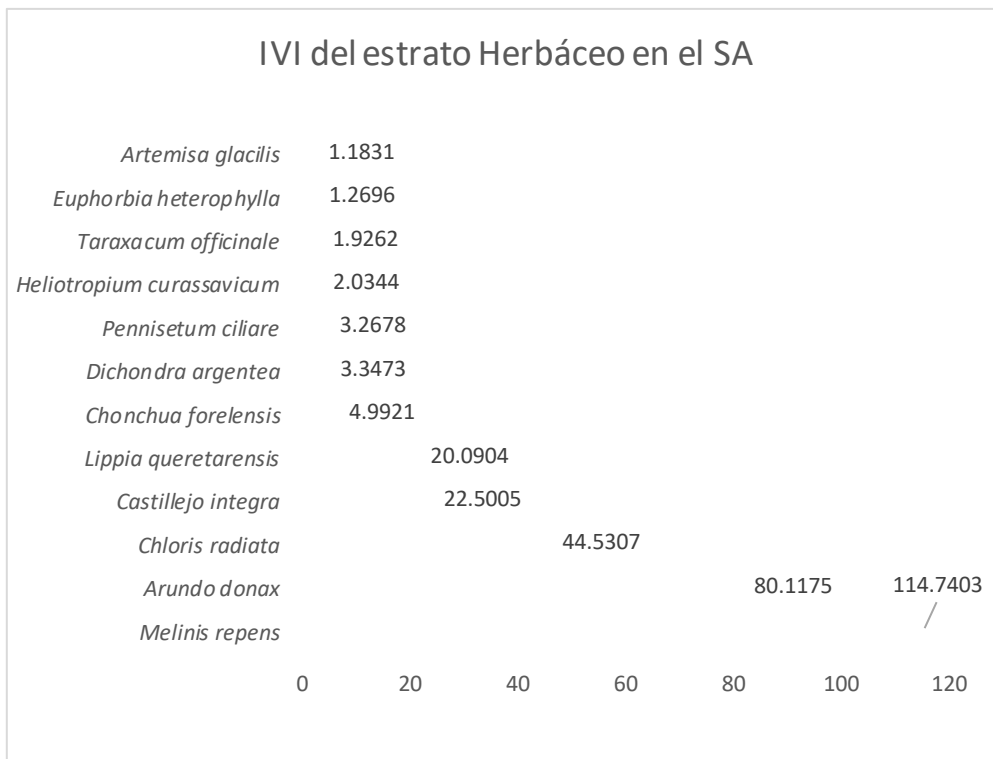


Figura 67. Índice de valor de la importancia del estrato herbáceo en el Matorral crasicuale

Finalmente, el estrato Herbáceo presentó una riqueza de 12 especies, en este sentido se observa que las especies con mayor IVI son el Pasto colorado (*Melinis repens*) con un IVI de 114.74; el Pasto cola de zorra 2 (*Arundo donax*) con un IVI de 80.12, y el Pasto barba de chivo (*Chloris radiata*), con un IVI de 44.53. Estas tres especies acumulan un IVI de 239.39, que representa el 80% del IVI total de este estrato. El Pasto colorado debe su preponderancia a que dispone de la mayor frecuencia, densidad y dominancia relativas. La mitad de las especies de este estrato presentan un IVI bajo, y en conjunto acumulan un valor de 18.02, éstas son la Hojita suave (*Artemisa glaucilis*), la Golondrina (*Euphorbia heterophylla*), el Diente de león (*Taraxacum officinale*), la Peludita (*Heliotropium curassavicum*), el Zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), la Oreja de ratón (*Dichondra argentea*) y el Algodoncillo (*Chonchua forelensis*). Se propone que al momento de llevar a cabo la ejecución del proyecto se realice el rescate de mantillo (top soil) en los sitios del CUSAF con la finalidad de rescatar germoplasma que se reincorporará en el área de conservación, manteniendo así la biodiversidad que actualmente presenta el SA.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

- Estado de Conservación de la Vegetación en la microcuenca.

En la microcuenca, como resultado del inventario forestal realizado, se registraron 47 especies de flora en total; 9 pertenecen al estrato Arbóreo, 15 al grupo de Cactáceas y rosetófilas, 11 al estrato Arbustivo y de enredaderas, y 12 al estrato Herbáceo. De estas especies obtenidas ninguna ocupa una distribución endémica ni un estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como se muestra en la siguiente lista:

Tabla 51. Estado de las especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
1	Arbóreo	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	No endémica	No enlistada
2	Arbóreo	Granjeno	<i>Celtis pallida</i>	No endémica	No enlistada
3	Arbóreo	Acebuche	<i>Forestiera phillyreoides</i>	No endémica	No enlistada
4	Arbóreo	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	No endémica	No enlistada
5	Arbóreo	Huizache chino	<i>Acacia schaffneri</i>	No endémica	No enlistada
6	Arbóreo	Condalia	<i>Condalia velutina</i>	No endémica	No enlistada
7	Arbóreo	Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i>	No endémica	No enlistada
8	Arbóreo	Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	No endémica	No enlistada
9	Arbóreo	Palo xixote	<i>Bursera fagaroides</i>	No endémica	No enlistada
10	Cactácea	Cardón	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	No endémica	No enlistada
11	Cactácea	Agrito	<i>Echinocactus cinerascens</i>	No endémica	No enlistada
12	Cactácea	Nopal tunero	<i>Opuntia engelmannii</i>	No endémica	No enlistada
13	Cactácea	Nopal rastrero	<i>Opuntia stenopetala</i>	No endémica	No enlistada
14	Cactácea	Tasajo	<i>Opuntia leptocaulis</i>	No endémica	No enlistada
15	Cactácea	Biznaga ganchuda	<i>Ferocactus latispinus</i>	No endémica	No enlistada
16	Cactácea	Garambullo	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	No endémica	No enlistada
17	Cactácea	Magüey	<i>Agave salmiana</i>	No endémica	No enlistada
18	Cactácea	Biznaga de 8 espinas	<i>Coryphantha octacantha</i>	No endémica	No enlistada
19	Cactácea	Biznaga chilitos	<i>Mammillaria magnimamma</i>	No endémica	No enlistada
20	Cactácea	Biznaga de espina blanca	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	No endémica *	No enlistada *



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
21	Cactácea	Nopal hartón	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	No endémica	No enlistada
22	Cactácea	Nopal bondota	<i>Opuntia robusta</i>	No endémica	No enlistada
23	Cactácea	Biznaga araña	<i>Coryphantha radians</i>	No endémica	No enlistada
24	Cactácea	Nopal cardón	<i>Opuntia streptacantha</i>	No endémica	No enlistada
25	Arbustivo	Uñita de gato o Garabatillio	<i>Mimosa biuncifera</i>	No endémica	No enlistada
26	Arbustivo	Sangregado	<i>Jatropha dioica</i>	No endémica	No enlistada
27	Arbustivo	Vara ceniza	<i>Zaluzania augusta</i>	No endémica	No enlistada
28	Arbustivo	Huele de noche	<i>Tephrosia purpurea</i>	No endémica	No enlistada
29	Arbustivo	Vara prieta	<i>Cordia parviflora</i>	No endémica	No enlistada
30	Arbustivo	Escobilla	<i>Baccharis conferta</i>	No endémica	No enlistada
31	Arbustivo	Vara blanca	<i>Verbesina serrata</i>	No endémica	No enlistada
32	Arbustivo	Aserrada	<i>Acalypha subviscida</i>	No endémica	No enlistada
33	Arbustivo	Jarilla	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	No endémica	No enlistada
34	Arbustivo	Pie de paloma	<i>Iresine schaffneri</i>	No endémica	No enlistada
35	Arbustivo	Vara de cuete	<i>Ambrosia cordifolia</i>	No endémica	No enlistada
36	Herbáceo	Pasto colorado	<i>Melinis repens</i>	No endémica	No enlistada
37	Herbáceo	Pasto cola de zorra 2	<i>Arundo donax</i>	No endémica	No enlistada
38	Herbáceo	Pasto barba de chivo	<i>Chloris radiata</i>	No endémica	No enlistada
39	Herbáceo	Velludita	<i>Lippia queretarensis</i>	No endémica	No enlistada
40	Herbáceo	Hierba del cáncer	<i>Castillejo integra</i>	No endémica	No enlistada
41	Herbáceo	Algodoncillo	<i>Chonchua forelensis</i>	No endémica	No enlistada
42	Herbáceo	Peludita	<i>Heliotropium curassavicum</i>	No endémica	No enlistada
43	Herbáceo	Zacate buffel	<i>Pennisetum ciliare</i>	No endémica	No enlistada
44	Herbáceo	Golondrina	<i>Euphorbia heterophylla</i>	No endémica	No enlistada
45	Herbáceo	Oreja de ratón	<i>Dichondra argentea</i>	No endémica	No enlistada
46	Herbáceo	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	No endémica	No enlistada
47	Herbáceo	Hojita suave	<i>Artemisa glaucilis</i>	No endémica	No enlistada

* En la NOM-059 se enlista una subespecie diferente a la encontrada en el área de estudio.



Fuente. Elaborado con información de campo y con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora Silvestres (CITES).

En términos de valor de importancia el estrato arbóreo está representado principalmente por el Mezquite (*Prosopis laevigata*) con un IVI de 159.20; en las Cactáceas domina el Cardón (*Cylindropuntia imbricata*) con un IVI de 127.44; en el estrato Arbustivo sobresale la Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) con un IVI de 167.57. Por su parte en el estrato herbáceo se tiene dominancia del Pasto Colorado (*Melinis repens*), cuyo IVI es de 114.74.

Tomando como referencia la riqueza, el índice de biodiversidad y la equidad, tenemos que el grupo de Cactáceas y rosetófilas es el más rico en el ecosistema con 15 especies, cuenta con la mayor biodiversidad con un índice de Shannon de 1.9230, considerado medio, y una equidad de 0.7101, afectada por la dominancia del Cardón (*Cylindropuntia imbricata*).

El estrato Herbáceo ocupa el segundo lugar con 12 especies, una biodiversidad de 1.5177 y una equidad de 0.6108 por la preponderancia del Pasto colorado (*Melinis repens*), especie comunmente introducida en potreros como forraje para alimento de ganado.

En términos de riqueza el tercer lugar lo ocupa el estrato Arbustivo y de enredaderas, con 11 especies, estrato dominado por la Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) con un IVI de 167.57, especie que se encuentra de manera natural en sitios perturbados.

Por último se encuentra el estrato Arbóreo, que presenta la riqueza más baja de todos los estratos con 9 especies, su índice de biodiversidad es de 1.3936 y su equidad de 0.6343, siendo el Mezquite (*Prosopis laevigata*) la especie dominante. La baja abundancia de los árboles benefició el desarrollo de los estratos Arbustivo y Herbáceo, generando así la presencia de especies indicadoras de perturbación.

Los valores de importancia definidos establecieron que el Matorral crasicaule evaluado se encuentra perturbado como se puede apreciar en la siguiente imagen satelital:



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

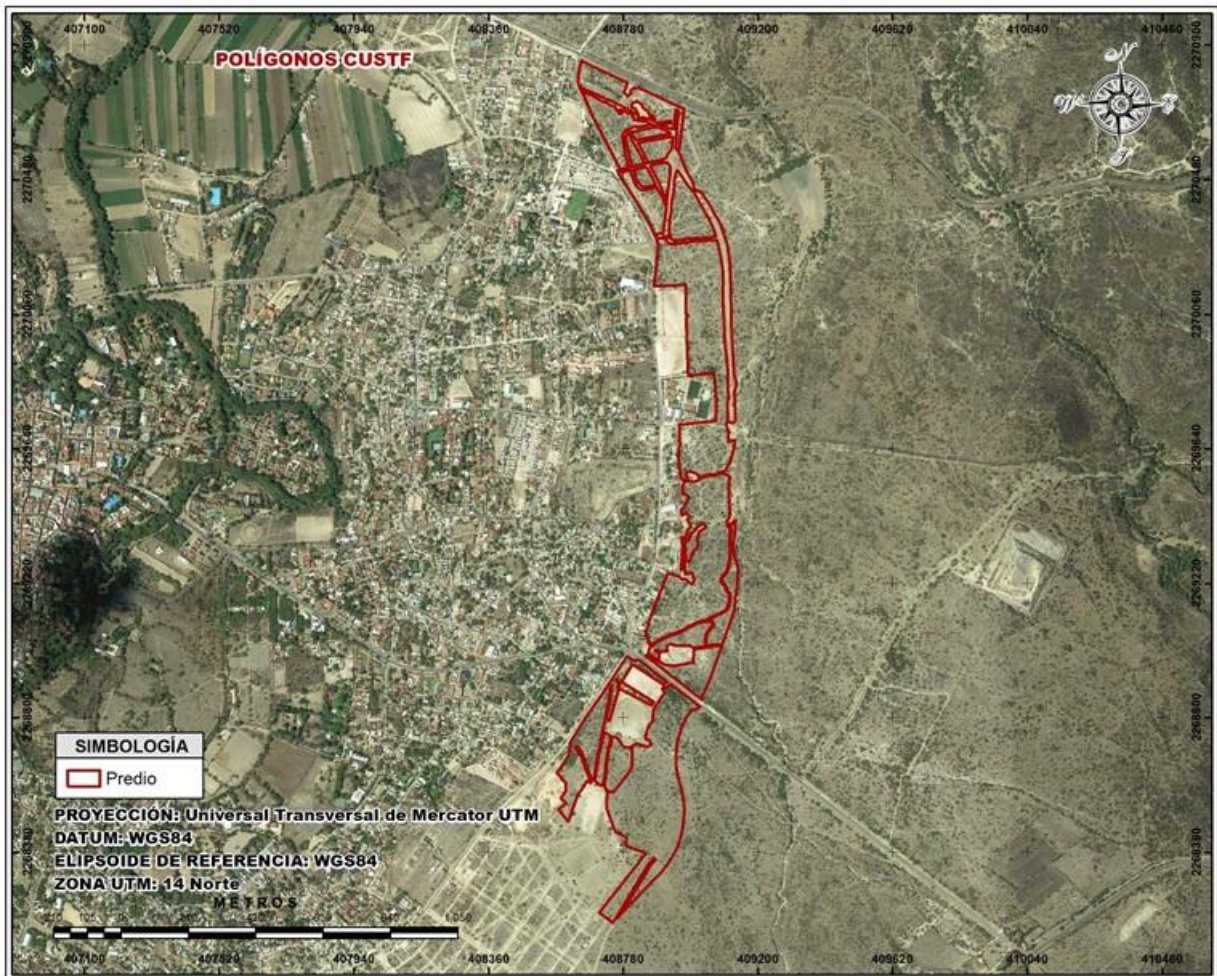


Figura 68. Imagen de satélite donde se observa el uso del suelo en el área de influencia de la microcuenca.

En conclusión, tenemos que el presente trabajo brindó información cuantitativa de la flora de la microcuenca que presentó un predominio del grupo de Cactáceas y rosetófilas, seguido por el estrato Herbáceo sobre los estratos Arbustivo y Arbóreo. Mediante la aplicación del IVI se reconoció la dominancia de la Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) y del Pasto colorado (*Melinis repens*), ambas especies son indicadoras de perturbación. Asimismo, en este inventario realizado no se registró ninguna especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo tanto, se puede concluir que el estado actual de conservación de la vegetación es MATORRAL CRASICAULE PERTURBADO.



Área sometida a CUSAF

De acuerdo con la información recabada en campo es un tipo de vegetación que se verá afectado por la ejecución del proyecto: **Matorral crasicaule**. Se describe a continuación de acuerdo con la **Guía para la interpretación de cartografía de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000, Serie VI**, presentada por el INEGI en 2017.

Matorral crasicaule

Usando la “Guía para la interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación Serie VI”, publicada por INEGI en el año 2017, y de acuerdo con la información recabada en campo, se observa que el tipo de vegetación presente en las áreas propuestas para CUSAF corresponde a Matorral crasicaule. De esta forma se delimitó una superficie forestal propuesta a CUSAF de 46.9679 hectáreas. Este tipo de vegetación se define de la siguiente manera:

“Matorral crasicaule: Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país, su distribución marcaría los límites tropical y templado al interior del desierto Chihuahuense para las especies de portes más altos. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600mm y la temperatura es de 16 a 22 °C en promedio anual y con temperaturas mínimas de 10-12 °C. En algunas partes de San Luis Potosí y de Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus* spp. Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como por ejemplo, especies de *Mimosa* spp., *Acacia* spp., *Dalea* spp., *Prosopis* spp., *Rhus* spp., *Larrea* sp., *Brickellia* sp., *Eupatorium* sp., *Buddleja* sp., *Celtis* sp., etcétera.”

“El Matorral Crasicaule que se establece en la parte central de Zacatecas y algunas zonas adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí se presenta como cubierta vegetal de plantas del género *Opuntia*, siendo las principales especies dominantes de estas “nopaleras” *Opuntia streptacantha* (Nopal Cardón) y *Opuntia leucotricha*.”

“Algunas especies comunes son: *O. hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. leucotricha*, *O. cantabrigiensis*, *O. tomentosa*, *O. violacea*, *O. imbricata* (Cardenche), *O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos puede tener una diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4m,



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

excepcionalmente más, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras cilindropuntias.”

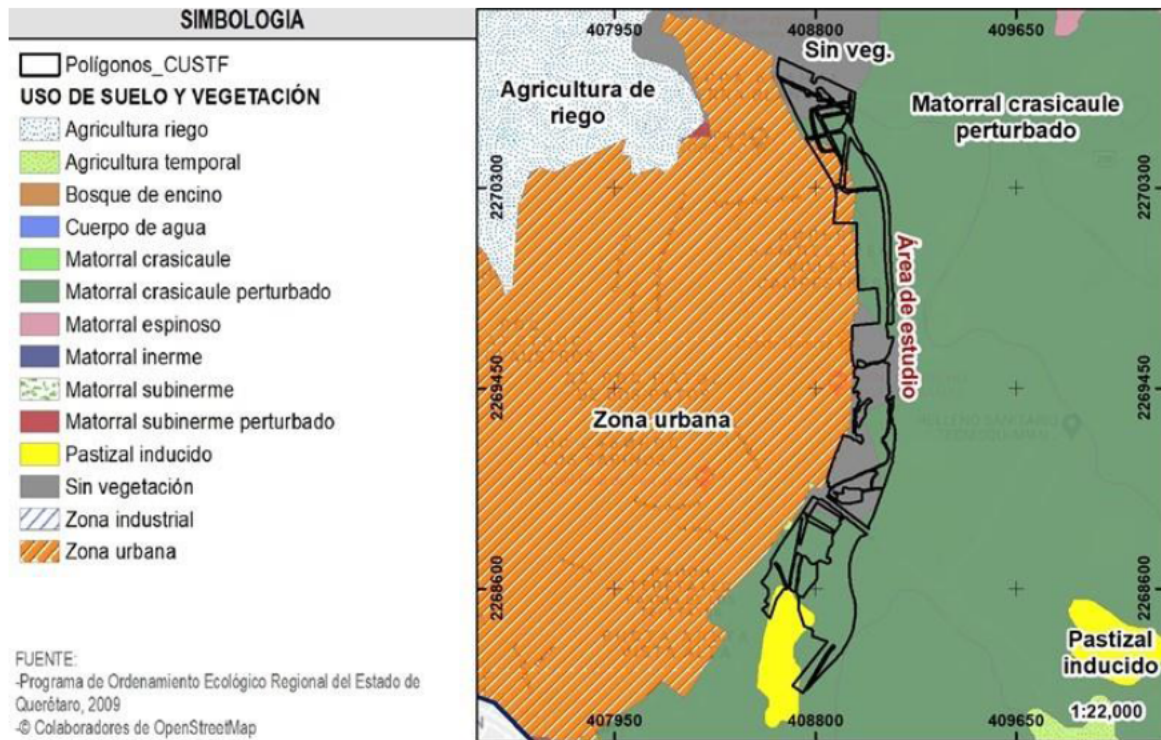


Figura 69. Uso de suelo y Vegetación en los predios propuestos para CUSAF.

Como se indicó anteriormente y se puede observar en la siguiente tabla, el tipo de vegetación por afectar dentro del área forestal y de la que se encuentra bajo procedimiento de PROFEPA corresponde a Matorral crasicaule, con una riqueza de 40 especies, integradas por 8 especies del estrato Arbóreo, 14 del grupo de cactáceas y rosetófilas, 8 del estrato Arbustivo y de enredaderas, y 10 especies de estrato Herbáceo.

Tabla 52. Riqueza de especies vegetales por estrato en Matorral subinerme en el área de CUSAF

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
1	Arbóreo	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	No endémica	No enlistada	No incluida
2	Arbóreo	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	No endémica	No enlistada	No incluida
3	Arbóreo	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	No endémica	No enlistada	No incluida
4	Arbóreo	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	No endémica	No enlistada	No incluida
5	Arbóreo	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	No endémica	No enlistada	No incluida
6	Arbóreo	<i>Condalia velutina</i>	Condalia	No endémica	No enlistada	No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
7	Arbóreo	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	No endémica	No enlistada	No incluida
8	Arbóreo	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	No endémica	No enlistada	No incluida
9	Cactácea	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	No endémica	No enlistada	Anexo II
10	Cactácea	<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	No endémica	No enlistada	Anexo II
11	Cactácea	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	No endémica	No enlistada	Anexo II
12	Cactácea	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	No endémica	No enlistada	Anexo II
13	Cactácea	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	No endémica	No enlistada	Anexo II
14	Cactácea	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	No endémica	No enlistada	Anexo II
15	Cactácea	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	No endémica	No enlistada	Anexo II
16	Cactácea	<i>Agave salmiana</i>	Maguey	No endémica	No enlistada	No incluida
17	Cactácea	<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	No endémica	No enlistada	Anexo II
18	Cactácea	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	No endémica	No enlistada	Anexo II
19	Cactácea	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	No endémica*	No enlistada*	Anexo II
20	Cactácea	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	No endémica	No enlistada	Anexo II
21	Cactácea	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	No endémica	No enlistada	Anexo II
22	Cactácea	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	No endémica	No enlistada	Anexo II
23	Arbustivo	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uñita de gato o Garabatillio	No endémica	No enlistada	No incluida
24	Arbustivo	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	No endémica	No enlistada	No incluida
25	Arbustivo	<i>Zaluzania augusta</i>	Vara ceniza	No endémica	No enlistada	No incluida
26	Arbustivo	<i>Tephrosia purpurea</i>	Huele de noche	No endémica	No enlistada	No incluida
27	Arbustivo	<i>Cordia parviflora</i>	Vara prieta	No endémica	No enlistada	No incluida
28	Arbustivo	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	No endémica	No enlistada	No incluida
29	Arbustivo	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	No endémica	No enlistada	No incluida
30	Arbustivo	<i>Acalypha subviscida</i>	Aserrada	No endémica	No enlistada	No incluida
31	Herbáceo	<i>Melinis repens</i>	Pasto colorado	No endémica	No enlistada	No incluida
32	Herbáceo	<i>Arundo donax</i>	Pasto cola de zorra 2	No endémica	No enlistada	No incluida
33	Herbáceo	<i>Chloris radiata</i>	Pasto barba de chivo	No endémica	No enlistada	No incluida
34	Herbáceo	<i>Lippia queretarensis</i>	Velludita	No endémica	No enlistada	No incluida
35	Herbáceo	<i>Castillejo integra</i>	Hierba del cáncer	No endémica	No enlistada	No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
36	Herbáceo	<i>Chonchua forelensis</i>	Algodoncillo	No endémica	No enlistada	No incluida
37	Herbáceo	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Peludita	No endémica	No enlistada	No incluida
38	Herbáceo	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	No endémica	No enlistada	No incluida
39	Herbáceo	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Golondrina	No endémica	No enlistada	No incluida
40	Herbáceo	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	No endémica	No enlistada	No incluida

* En la NOM-059 se enlista una subespecie diferente a la encontrada en el área de estudio.

Fuente. Elaborado con información de campo y con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora Silvestres (CITES).

- CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL PREDIO

Metodología para realizar el inventario de la vegetación en el predio

El estudio de la vegetación se llevó a cabo mediante un muestreo sistemático no alineado, en el cual se combinan las características de los diseños de muestreo aleatorios simples y las de los diseños de muestreo sistemáticos. En estos diseños, una parcela de muestra se asigna una ubicación de una cuadrícula o una matriz de células seleccionada de forma aleatoria. La ventaja del muestreo sistemático es que maximiza la distancia media entre parcelas y, por lo tanto, minimiza la correlación espacial entre las observaciones e incrementa la eficacia estadística (White et ál.1992).

Para el caso particular de Este estudio, se utilizaron sitios circulares con separación entre cada sitio de 100 metros.

Determinación de las dimensiones de los sitios de muestreo

Inicialmente se eligieron sitios de forma circular por que de acuerdo con Romahn de la Vega, C. F, 1994 se facilita su delimitación ya que una vez establecida la posición de su centro basta con “lanzar” radios desde éste hacia la periferia y así tener las referencias de sus límites. Ahora

4Romahn de la Vega, C. F., H. Ramírez M., J. L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 353 pág.



bien, como se indica en la Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales⁵, para contar con información de las condiciones de hábitat a nivel de rodales se requiere información que permita determinar la heterogeneidad estructural de los rodales (Lindenmayer & Franklin 2002), lo cual debe incluir una descripción de su estructura vertical y horizontal, y la presencia de componentes, estructuras o microhábitats particulares (Vargas-Larreta 2013).

La caracterización de los hábitats puede hacerse a través de observaciones sistemáticas para obtener datos cualitativos o semicuantitativos que puedan registrarse en formatos de campo estandarizados que complementen la información en los sitios de muestreo de los inventarios forestales o en muestreos específicos de otros tipos de hábitat que son importantes para la conservación de la biodiversidad, aunque no tengan potencial maderable. La mayor parte de estos datos se basan en observaciones o mediciones sencillas. Pueden servir para propósitos puramente descriptivos o analizarse con métodos de análisis multivariado de clasificación u ordenación (Pojar et ál. 1987, Jongman et ál. 1995, McCune & Mefford 1999), para una caracterización más detallada y para determinar patrones de interés desde el punto de vista ecológico.

Otras técnicas de muestreo pueden ser utilizadas para obtener índices para la caracterización de la estructura de rodales, que aportan información sobre las condiciones de hábitat. Estos índices incluyen la evaluación de la mezcla de especies, la uniformidad de los rodales, la dominancia, y la diferenciación diamétrica y de altura (Aguirre et ál. 2003, Corral-Rivas et ál. 2006, Vargas-Larreta 2013).

La cuantificación de estructuras como la cobertura de arbustos o el material leñoso caído, que son componentes importantes de los hábitats forestales, puede obtenerse a través de métodos de líneas de interceptación (Morfin-Ríos et ál. 2012; véase también Vargas-Larreta 2013).

Los datos de inventario forestal de madera aportan por su parte información utilizable para la caracterización de hábitat. A partir de los datos de inventario forestal, puede hacerse la descripción de la composición de especies arbóreas y de la fisonomía de la vegetación, para una caracterización más detallada de los tipos de hábitat, utilizando información cuantitativa sobre

⁵ Enrique J. Jardel Peláez, CONAFOR, PNUD, Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales. 2015. México.



altura del dosel, densidad de la masa forestal, área basal, y estructura de tamaños, distribución del número de árboles por categorías de diámetro.

Los criterios de selección de indicadores para describir las características de los hábitats a escala de rodales deben considerar aquellos elementos estructurales que son importantes para el mantenimiento de biodiversidad (Gardner 2010). Estos indicadores pueden seleccionarse considerando el precedente de lo que se ha usado en estudios previos reportados en la literatura científica, la experiencia práctica o estudios de referencia específicos. Sin duda existe una necesidad de investigación y validación de los indicadores que son apropiados para generar información útil que sirva de guía para monitorear y evaluar los resultados del manejo de hábitat en la conservación de biodiversidad.

Para la clasificación de hábitats a escala de rodales, se recomienda la toma de datos sobre ciertos indicadores, la cual puede obtenerse del inventario forestal o punto de muestreo, por ser áreas excluidas del aprovechamiento maderable o no corresponder a coberturas boscosa, pero que constituyen hábitat para numerosas especies. Los indicadores o elementos clave para la caracterización de hábitat a escala de rodales, son los siguientes:

1. Tipo de hábitat: indicar la categoría correspondiente del mapa de hábitat definido como unidad ambiental o del paisaje en función de la zona de vida, el tipo de vegetación y las condiciones geomorfoedafológicas.
2. Asociaciones florísticas: indicar el tipo de asociación florística presente en el rodal donde se ubica el sitio de muestreo, señalando la especie dominante, la que representa 50% o más del área basal o la cobertura de copas en la vegetación arbolada, la especie codominante (la que sigue en importancia a la dominante en cobertura o área basal) y una especie distintiva, que puede ser arbórea o una especie arbustiva o herbácea abundante en el sotobosque.
3. Clase de estructura: las clases de estructura se refieren a etapas de desarrollo sucesional de los rodales o a condiciones creadas por eventos de perturbación como incendios o huracanes, o bien por intervenciones de corta. Las clases de estructura presentes en un área de estudio deben identificarse cualitativamente en recorridos de campo y describirse en un cuadro sinóptico, para luego poderse asignar sistemáticamente durante el levantamiento de los sitios de muestreo. Una primera clasificación de las estructuras puede hacerse de manera cualitativa o semicuantitativa, elaborando perfiles de vegetación que describan la estratificación vertical de la vegetación, indicando los estratos como dosel, subdosel, arbustivo, herbáceo, y su altura, la



densidad de los estratos de la vegetación, con clases de cobertura por estrato de la vegetación, y la estructura de edades.

4. Estructura de edades: la clasificación de los rodales por su estructura de edades es información básica para los inventarios forestales, y aporta información relevante para la caracterización de hábitats, permitiendo una mejor definición de las etapas de desarrollo de los rodales y las clases de estructura.

5. Estructura de tamaños: la información sobre la distribución de diámetros por especie o grupos de especies (pinos, encinos, latifoliadas u hojosas), es útil para caracterizar aspectos tales como la interpretación de la respuesta del estrato arbóreo a intervenciones silvícolas en el pasado o el futuro, y las posibles tendencias sucesionales (Jardel et ál. 2004b) o bien puede servir de guía para el diseño de las prescripciones silvícolas o aportar información sobre la distribución de productos maderables. Esta información es útil para una mejor definición de clases de estructura. En los inventarios forestales generalmente solo se miden los árboles que pueden aprovecharse, con diámetros mayores a 10 o 15 cm, pero desde un punto de vista ecológico, para evaluar la dinámica de los rodales y sus posibles respuestas a intervenciones de manejo, y para caracterizar el hábitat, se requiere información acerca de todos los componentes del estrato arbóreo, incluyendo arboles pequeños y juveniles. Se recomienda un diámetro mínimo de medición de 2.5 cm y el conteo de todos los tallos leñosos que han pasado la altura de 1.30 m; estos árboles se pueden medir en subparcelas de menores dimensiones (100 m², por ejemplo) que las de los sitios donde se inventarían los árboles con diámetro mayor a 10 o 15 cm (parcelas de 500 o 1,000 m²). De acuerdo con lo anterior se optó por usar sitios de 500 m² de área.



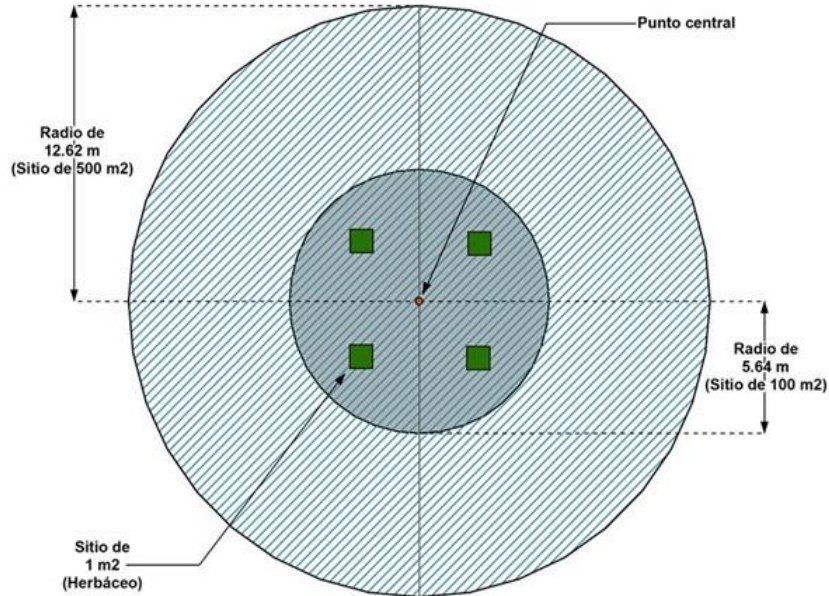


Figura 70. Esquema de la forma y dimensiones de los sitios de muestreo.

Debido a que el proyecto se ubica en un área relativamente homogénea en cuanto al tipo de vegetación se eligió para su evaluación el muestreo sistemático que es un esquema de muestreo muy sencillo y es el método que normalmente se aplica en el muestreo forestal, el diseño corresponde a una distribución regular (curricular) con distancias iguales entre las unidades de muestreo. Además, se eligió el muestreo sistemático por:

- La facilidad para armar la muestra: a forma justa de seleccionar una muestra a partir de una población, ya que cada miembro tiene igualdad de oportunidades de ser seleccionado.
- La representatividad de la población: en teoría, lo único que puede poner en peligro su representatividad es la suerte. Si la muestra no es representativa de la población, la variación aleatoria es denominada error de muestreo.

Determinación del tamaño de muestra

El tamaño de la muestra para la microcuenca se determinó de acuerdo con el tamaño de la población del predio sujeto a CUSAF, para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

Media: Es una medida de tendencia central, y se define como:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$



Donde:

X_i : valor observado de la unidad i -ésima de la muestra

n : N° de unidades de la muestra (tamaño de la muestra)

Varianza: Es la media de las diferencias con la media elevadas al cuadrado. Se define como el cuadrado de la desviación estándar

Desviación estándar: Es una medida que caracteriza la dispersión de los individuos con respecto a la media. Da una idea de los individuos en una población si están próximos a la media o están diseminados. Se define como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

Coefficiente de variación: Es una medida que expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media. Es decir:

$$CV\% = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

El coeficiente de variación permite comparar la variabilidad de poblaciones que tienen diferentes medias.

El tamaño de la muestra se refiere al área total por inventariar, expresado en número de sitios de tamaño definido. El tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del tipo de vegetación (CV%) y del error máximo requerido. En términos generales, el tamaño de la muestra se puede calcular en función del error máximo requerido o en relación con una unidad de intensidad de muestreo establecida.

Si se desea calcular el tamaño de muestras (n), en base a un error prefijado, se deben conocer los estimadores de la desviación estándar (S) y la media poblacional (\bar{X}), los cuales permiten calcular el coeficiente de variación de la población a muestrear (CV%). El CV% puede estimarse utilizando los resultados de inventarios en bosques similares al estudiado, o haciendo un muestreo preliminar de baja intensidad.

Este método se puede emplear en poblaciones infinitas y finitas. Para el caso de poblaciones infinitas el tamaño de la muestra se deriva de la fórmula de cálculo del error máximo requerido (E%), de lo planteado se obtiene la siguiente expresión:



$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{(E\%)^2} =$$

Donde:

t $\alpha/2$, gl: es un valor de t de Student con un nivel de confianza establecido (1- α) y n-1 grados de libertad (gl)

CV%: coeficiente de variación de estimado de la población por muestrear

E%: Error máximo requerido en por ciento a un nivel de confianza establecido (1- α)

Para el caso de poblaciones finitas (N= tamaño de población conocido), la fórmula para estimar n se deriva de la ecuación para calcular el error máximo requerido de la media poblacional finita. El resultado de despejar n de esta ecuación es:

$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2 + \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{N}}$$

Como se aprecia, es necesario disponer de información relativa a la variabilidad de la población, bien mediante la varianza o en forma relativa a través del coeficiente de variación. Dicha información suele ser no conocida cuando se va a hacer un nuevo inventario, por ello se recurre a la realización de un muestreo piloto.

El tamaño de la muestra para el predio se determinó de acuerdo con el tamaño de la población, que en este caso es de 469,679.96 m² de Matorral crasicaule (recordando que solo se solicitan 433,048 m² debido a que se tiene un polígono sujeto a procedimiento con PROFEPA y, por lo tanto, queda fuera de la solicitud), determinándose para cada tipo de vegetación el siguiente número de sitios:

Tabla 53. Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el área de CUSAF

Tipo de vegetación	Superficie en m ² en el área de CUSAF	Número de sitios calculado	Número de sitios levantados
Matorral crasicaule	469,679.9561	14	20

El Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal (2000), menciona que “El número de muestras a tomarse en un estudio, requiere hacer un estudio piloto, ya que es necesario calcular algunas variables a partir de datos reales. En muchos casos, dichas variables



se pueden obtener de estudios muy similares al objetivo del estudio a iniciarse”, por lo tanto, para determinar el tamaño de la muestra se tomaron datos de riqueza de un pre-muestreo en la zona para el tipo de vegetación y se desarrolló la siguiente metodología.

Con los datos de un muestreo previo realizado en una vegetación de tipo Matorral crasicaule similar al área de estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 54. Resultados de un inventario piloto realizado

Sitio	X= Riqueza/sitio	X ²
1	25	625
2	22	484
3	23	529
4	21	441
5	19	361
6	24	576
7	26	676
8	22	484
Total	182	4,176

Con esta información se calculan los estadísticos hasta llegar al coeficiente de varianza, que es el valor que se necesita para calcular el número de sitios a muestrear.

Cálculo del número de muestras (n) para muestreo al azar

Con los datos obtenidos de volumen en cada uno de los sitios del muestreo piloto, se realiza el cálculo:

Media

$$\bar{X} = \frac{25 + 22 + 23 + 21 + 19 + 24 + 26 + 22}{8} = \frac{182}{8} = 22.75$$

Varianza

$$S^2 = \frac{4,176 - (182)^2/8}{8 - 1} = 5.07$$

Desviación estándar



$$S = \sqrt{5.07} = 2.2520$$

Coefficiente de variación

$$CV\% = \frac{2.2520}{22.75} \times 100 = 9.8988\%$$

Con el coeficiente de variación (CV%), se puede aplicar la fórmula para determinar el tamaño de muestra (n). El valor de "t" se obtiene de la tabla correspondiente con n-1 grados de libertad, es decir, 5-1=4 y con 95% de probabilidad, por lo que se calcula t de Student para un nivel de significancia del 5% ó 0.05, siendo t igual a 1.8946 y un error de muestreo del 5%.

El tamaño de la población se determina con la siguiente relación:

$$N = \frac{\text{Superficie CUSTF}_{MS}}{\text{Superficie del sitio de muestreo}} = \frac{469,679.9561}{500} = 939.3599$$

De lo anterior, determinamos el número de sitios de muestreo para una población finita teniendo en cuenta de que se trata de una población conocida por lo que se considere finita.

Sustituyendo tenemos:

$$n = \frac{(t_{\alpha,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2 + \frac{(t_{\alpha,gl})^2 (CV\%)^2}{N}} = \frac{(1.8946)^2 (9.8988)^2}{(5)^2 + \frac{(1.8946)^2 (9.8988)^2}{939.3599}} = 13.8611 \approx 14$$

De acuerdo con los datos anteriores tenemos que para la superficie sujeta a CUSAF se deben levantar por lo menos 14 sitios de muestreo en este tipo de vegetación, por lo tanto, el número de sitios levantados (20) son representativos respecto a la superficie que presenta el Matorral crasicaule.

Tabla 55. Ubicación de los centros de los sitios de muestreo para los estratos arbóreo, arbustivo y el grupo de cactáceas en área de CUSAF.

Matorral crasicaule					
Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	408842	2268441	11	409059	2269500
2	408838	2268607	12	409031	2269655
3	408624	2268614	13	409038	2269923
4	408689	2268769	14	409042	2270081



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Matorral crasicaule					
Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
5	408897	2268762	15	408961	2270222
6	409002	2268920	16	408990	2270379
7	408972	2269048	17	408876	2270571
8	408993	2269168	18	408741	2270668
9	409062	2269243	19	408903	2270705
10	409061	2269342	20	408702	2270796

(Coordenadas UTM, DATUM WGS84 Zona 14N)

La siguiente imagen muestra la ubicación física de los sitios de muestreo dentro de la superficie de CUSAF.

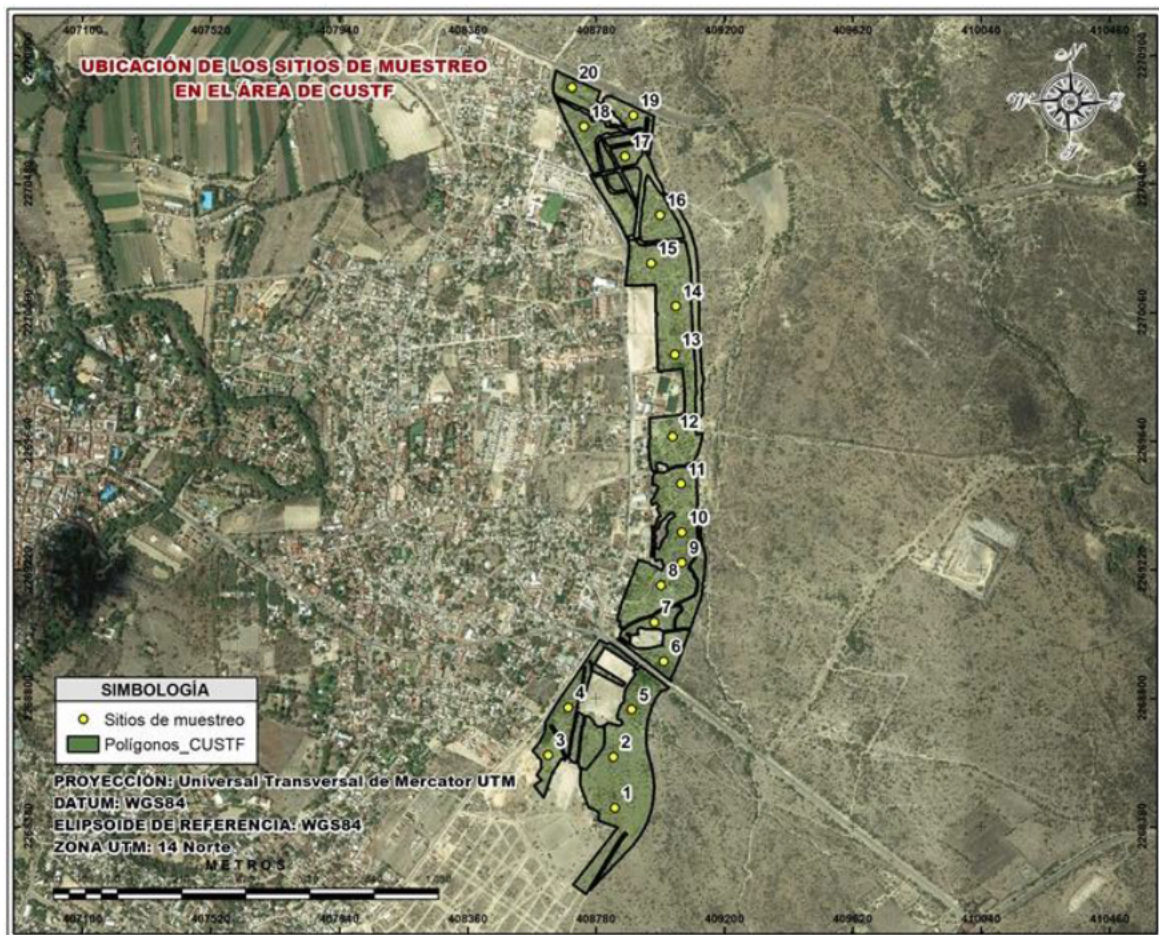


Figura 71. Ubicación de los puntos de muestreo en el área de CUSAF



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Las siguientes son las coordenadas de las parcelas de muestreo del estrato herbáceo, que se realizaron a su vez dentro de los cuadrantes delimitados en los sitios del estrato arbóreo, cuatro sitios herbáceos por cada sitio arbóreo.

Tabla 56. Coordenadas de las parcelas para hierbas dentro del área de CUSAF.

Matorral crasicaule							
Sitio	Parcela	X	Y	Sitio	Parcela	X	Y
1	1	408846	2268443	11	1	409065	2269499
	2	408842	2268440		2	409061	2269496
	3	408838	2268443		3	409059	2269498
	4	408843	2268445		4	409059	2269501
2	1	408840	2268607	12	1	409034	2269657
	2	408838	2268604		2	409030	2269652
	3	408835	2268605		3	409028	2269657
	4	408837	2268610		4	409032	2269658
3	1	408628	2268614	13	1	409040	2269924
	2	408625	2268608		2	409038	2269920
	3	408620	2268613		3	409032	2269922
	4	408622	2268617		4	409039	2269926
4	1	408692	2268767	14	1	409043	2270083
	2	408692	2268765		2	409044	2270078
	3	408685	2268766		3	409040	2270078
	4	408691	2268770		4	409041	2270080
5	1	408898	2268760	15	1	408964	2270226
	2	408897	2268757		2	408964	2270220
	3	408893	2268757		3	408959	2270220
	4	408897	2268763		4	408961	2270224
6	1	409002	2268920	16	1	408990	2270385
	2	408999	2268922		2	408994	2270381
	3	409001	2268929		3	408984	2270377
	4	409004	2268929		4	408985	2270382
7	1	408974	2269049	17	1	408879	2270574



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Matorral crasicaule							
Sitio	Parcela	X	Y	Sitio	Parcela	X	Y
	2	408977	2269043		2	408881	2270567
	3	408968	2269043		3	408872	2270566
	4	408969	2269050		4	408872	2270571
8	1	408998	2269171	18	1	408741	2270671
	2	408996	2269164		2	408746	2270668
	3	408990	2269165		3	408738	2270663
	4	408992	2269171		4	408733	2270669
9	1	409067	2269247	19	1	408907	2270705
	2	409064	2269238		2	408906	2270698
	3	409059	2269242		3	408898	2270701
	4	409060	2269249		4	408901	2270705
10	1	409068	2269344	20	1	408707	2270798
	2	409063	2269338		2	408704	2270790
	3	409058	2269340		3	408698	2270795
	4	409061	2269345		4	408705	2270804

○ Metodología para la generación de Curva de acumulación de especies

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, siendo ésta el estimado de especies existentes.

A fin de determinar la cantidad de posibles especies presentes en el área del proyecto, incluyendo aquellas especies “raras” o de distribución “restringida” (considerando que no todas las especies tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución), se generó una curva de acumulación mediante el empleo del software denominado EstimateS en su versión 9.1.0. Para obtener la Rarefacción, dicho sistema, en un procedimiento de pre-muestreo, selecciona



al azar individuos o unidades de muestreo, hasta que todos los individuos o unidades de muestreo en la muestra de referencia se han acumulado.

Para generar las curvas de acumulación se realizaron los siguientes procedimientos:

Primero se integró la matriz de especies encontradas y su abundancia, matriz que indica en cada fila la abundancia por especie encontrada en cada sitio de muestreo (ubicados en cada columna).

La matriz antes referida se ingresó al sistema EstimateS en su versión 9.1.0, a fin de “aleatorizar” los datos y obtener los valores de la “curva empírica”, es decir, la que se desprende de esta aleatorización.

Posteriormente los resultados de software EstimateS se ingresaron al sistema STATISTICA, el cual permitió el ajuste de los datos y la generación de la curva de acumulación mediante el método Simplex & Quasi-Newton, que de acuerdo con Jiménez -Valverde y Hortal (2003)⁶ es uno de los métodos más robustos.

Complementariamente se obtuvieron los valores relacionados a la curva de acumulación, como son el coeficiente de determinación R^2 , la pendiente de la curva y la cobertura de especies, que permiten evaluar la confiabilidad del tamaño de muestra. En tal sentido se empleó el modelo Exponencial, también llamado Exponencial negativo $S(t) = (a/b) * (1 - \exp(-b * t))$ por ser el que dio un mejor resultado por el tipo de datos obtenidos en campo. El Coeficiente de determinación R^2 , que para nuestro muestreo presenta valores cercanos 1, corrobora un buen ajuste de los datos al emplear el modelo Exponencial. Por su parte, la pendiente de la curva en todos los estratos o grupos florísticos tiene un valor menor a 0.1, lo que según Jiménez -Valverde y Hortal (2003), “nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable”.

De esta forma se generaron las curvas de acumulación empleando la ecuación del modelo Exponencial $S(t) = (a/b) * (1 - \exp(-b * t))$, donde $S(t)$ es el número de especies estimado, t es el tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, a es la ordenada al origen, es decir la

⁶ Jiménez-Valverde A., Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8, 31- XII-2003. Sección Artículos y Notas Pp. 151 - 161. Madrid. España.



intercepción con el eje Y, que representa la tasas de incremento de especies al inicio del muestreo, y b es la pendiente de la curva:

Para obtener la asíntota de la curva se dividió el valor de a entre b (a/b), obteniendo así, como resultado del análisis de los datos, el número de especies que se estima pueden ser encontradas en el área de muestreo.

Por otra parte, el cociente que resulta de la división del número de especies registradas en el muestreo entre las especies que se estima puedan ser encontradas, nos indica la cobertura que logramos sobre la riqueza de especies. En este sentido, tal y como lo refieren Jiménez -Valverde y Hortal (2003), “A menos que se alcance el número asíntótico de especies (...) no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo (...). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asíntótica se hacen estables”. Con base en lo anterior, y a falta de parámetros aplicables al modelo Exponencial, es este (70%) el criterio que empleamos para determinar si nuestra muestra fue lo suficientemente completa.

Aunado a lo anterior también debe tomarse en cuenta, según los autores citados, que a medida que el inventario se va completando es cada vez más difícil encontrar nuevas especies en las unidades de muestro que se agregan, lo que tiene como consecuencia el decremento en la pendiente de la curva. De lo anterior se requiere un mayor esfuerzo para registrar nuevas especies conllevaría mayores costos, sin embargo, la probabilidad de encontrar nuevas especies va disminuyendo con cada nueva unidad de muestreo, por lo que debe tomarse en cuenta la relación Resultado-Costo al momento de determinar el tamaño de la muestra.

Las curvas de acumulación de especies que resultan del procedimiento descrito muestran en el eje X el esfuerzo de muestreo efectuado (t; unidades de esfuerzo). y el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado y los puntos sobre la línea son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo.



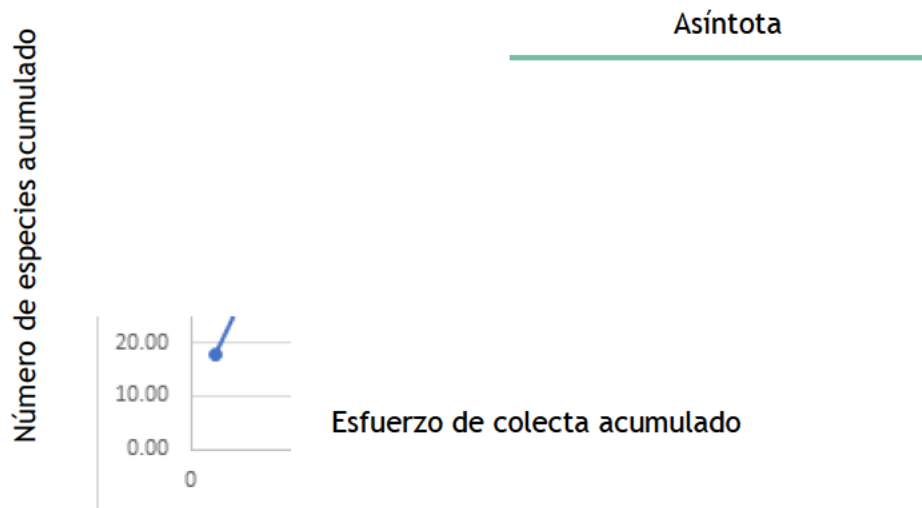


Figura 72. Ejemplo de una curva de acumulación de especies.

Los resultados de cada uno de los pasos antes indicados se integran como anexos al presente, en formato Excel bajo los nombres de archivo “Curvas de Ac. Matorral C”. En ellos pueden encontrarse la matriz generada con los datos obtenidos en campo, las tablas de resultados emitidas por EstimateS, y los resultados que genera STATISTICA junto con la curva de acumulación.

- Resultados del Matorral subinerme en el área de CUSAF

Información de salida del Matorral crasicaule

A continuación se presentan las matrices generadas con los datos de campo para el Matorral subinerme en el área de CUSAF, resultados que son aplicables tanto a los polígonos que actualmente sustentan vegetación forestal como a los que se encuentran bajo procedimiento de PROFEPA en virtud de que los sitios de muestreo son los mismos en ambos casos.

En las siguientes tablas se observa a las especies registradas dentro del área de CUSAF por cada sitio de muestreo según su abundancia por especie en cada estrato. Estas matrices son las mismas con que se alimentó al sistema EstimateS para aleatorizar los datos 100 veces antes de ingresarlos al sistema STATISTICA.

Como se puede observar fueron 24 los sitios de muestreo levantados en el predio, lo cual equivale a 96 sitios para el estrato herbáceo en virtud de que la metodología plantea el levantamiento de 4 sitios de este estrato por cada sitio arbóreo.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tabla 57. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Arbóreo en el Matorral subinerme.

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Prosopis laevigata</i>	5	3	3	3	10	17	12	8	9	8	6	2	10	6	6	1	7	14	6	41
<i>Celtis pallida</i>	0	0	0	0	0	3	4	0	0	19	5	0	0	2	0	0	0	0	2	0
<i>Forestiera phillyreoides</i>	0	0	2	0	0	0	0	2	0	20	1	0	0	3	0	0	0	1	0	0
<i>Acacia farnesiana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12
<i>Acacia schaffneri</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Condalia velutina</i>	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	0
<i>Forestiera angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 58. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Arbustivo y Enredaderas en el Matorral subinerme.

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Mimosa biuncifera</i>	40	53	18	45	51	148	1	72	81	55	57	39	61	69	31	73	59	48	34	35
<i>Jatropha dioica</i>	0	0	16	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	133	0	2	0	5	0	0
<i>Zaluzania augusta</i>	3	0	1	6	8	1	0	0	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tephrosia purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	13	6	3	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cordia parviflora</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis conferta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Verbesina serrata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acalypha subviscida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Tabla 59. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo de Cactáceas y rosetófilas en el Matorral subinerme.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Especie	Sitio de muestreo																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	6	2	3	15	3	10	22	11	27	23	33	16	17	16	6	20	14	28	21	86
<i>Echinocactus cinerascens</i>	3	1	0	8	1	1	1	1	2	4	12	2	9	19	9	4	7	18	12	2
<i>Opuntia engelmannii</i>	0	0	0	0	0	4	3	5	15	6	0	0	0	0	8	8	9	4	12	
<i>Opuntia stenopetala</i>	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0	11	12	6	6	1	0	0	0	0	
<i>Opuntia leptocaulis</i>	2	0	0	5	1	11	4	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	3	0	
<i>Ferocactus latispinus</i>	0	0	0	0	0	0	4	3	10	0	1	0	4	1	1	0	4	2	7	3
<i>Myrtillocactus geometrizers</i>	1	1	0	4	0	4	3	0	1	2	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0
<i>Agave salmiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	9	0	0	0
<i>Coryphantha octacantha</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	
<i>Mammillaria magnimamma</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	8	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Thelocactus leucacanthus</i>	0	1	1	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Opuntia robusta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Coryphantha radians</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tabla 60. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo del Estrato Herbáceo en el Matorral subinmerme.

Especie	Sitio de muestreo																																			
	1				2				3				4				5				6				7				8							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<i>Melinis repens</i>	47	22	38	41	47	27	23	43	0	0	0	0	43	51	33	57	0	23	35	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arundo donax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	28	35	20
<i>Chloris radiata</i>	4	5	0	0	0	6	9	0	10	27	13	23	0	0	0	0	0	0	0	1	8	3	5	6	29	14	5	25	0	0	0	0				
<i>Lippia queretarensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	16	4	0	0	8	0	23	10	2	0				
<i>Castillejo integra</i>	0	11	3	0	14	11	33	0	0	3	13	0	0	9	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Chonchua forelensis</i>	0	2	2	2	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Heliotropium curassavicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	2				
<i>Pennisetum ciliare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Dichondra argentea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0				

Especie	Sitio de muestreo																															
	9				10				11				12				13				14				15				16			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Melinis repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	20	32	52	61	33	37	71	25	0	0	0	0	0	0	0	0	39	41	59	99	0	0	0	0
<i>Arundo donax</i>	8	10	10	7	5	11	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	37	23	22	33	26	8	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chloris radiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	23	6	52	40
<i>Lippia queretarensis</i>	11	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Castillejo integra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1	1	3	0	0	0	0	28	5	3	0	0	27	22	16	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Chonchua forelensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heliotropium curassavicum</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pennisetum ciliare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Las siguientes son las tablas de salida de EstimateS, en las que se observa el esfuerzo de muestreo, la cantidad acumulativa de individuos y el número de especies que integran la “curva empírica” antes de ser ajustada mediante modelo estadístico en STATISTICA.

Tabla 61. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, de los estratos Arbóreo, Arbustivo y Cactáceas en el Matorral subinerme.

Sitios de muestreo	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas
	S(est)		
1	2.45	5.6	2.2
2	3.61	7.94	3.08
3	4.51	9.43	3.74
4	5.22	10.42	4.25
5	5.78	11.13	4.65
6	6.21	11.66	4.98
7	6.55	12.07	5.29
8	6.8	12.38	5.52
9	7.01	12.65	5.76
10	7.18	12.88	5.98

Sitios de muestreo	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas
	S(est)		
11	7.31	13.08	6.19
12	7.43	13.25	6.4
13	7.53	13.4	6.6
14	7.62	13.52	6.8
15	7.7	13.64	7
16	7.77	13.73	7.2
17	7.83	13.82	7.4
18	7.89	13.89	7.6
19	7.95	13.95	7.8
20	8	14	8

Tabla 62. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, del estrato Herbáceo en el en el Matorral subinerme.

Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)
1	1.95	21	8.03	41	9.04	61	9.65
2	3.31	22	8.1	42	9.08	62	9.68
3	4.28	23	8.17	43	9.11	63	9.7
4	4.99	24	8.23	44	9.15	64	9.72
5	5.51	25	8.29	45	9.18	65	9.75
6	5.91	26	8.35	46	9.22	66	9.77
7	6.23	27	8.4	47	9.25	67	9.79



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)	Sitios de muestreo	S(est)
8	6.49	28	8.46	48	9.28	68	9.81
9	6.7	29	8.51	49	9.32	69	9.83
10	6.88	30	8.56	50	9.35	70	9.85
11	7.04	31	8.61	51	9.38	71	9.86
12	7.18	32	8.66	52	9.41	72	9.88
13	7.31	33	8.71	53	9.44	73	9.9
14	7.42	34	8.75	54	9.47	74	9.92
15	7.53	35	8.79	55	9.5	75	9.93
16	7.63	36	8.84	56	9.53	76	9.95
17	7.72	37	8.88	57	9.55	77	9.96
18	7.8	38	8.92	58	9.58	78	9.97
19	7.88	39	8.96	59	9.6	79	9.99
20	7.96	40	9	60	9.63	80	10

Empleando el software estadístico llamado STATISTICA, se ajustó la información obtenida de EstimateS empleando el método antes descrito al inicio de esta sección, y se obtuvieron las curvas de acumulación ajustadas mediante el modelo Exponencial, así como los valores de ellas derivados, que se presentan continuación:

Curvas de acumulación de especies del Matorral subinermes



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

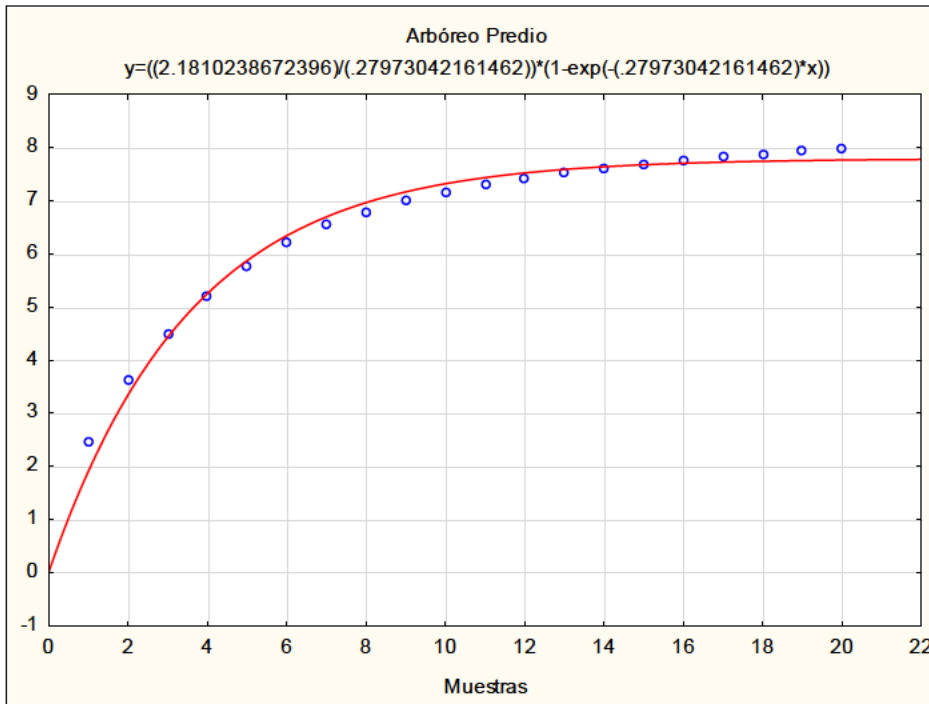


Figura 73. Curva de acumulación del estrato Arbóreo en el área de CUSAF, para el Matorral subinerme

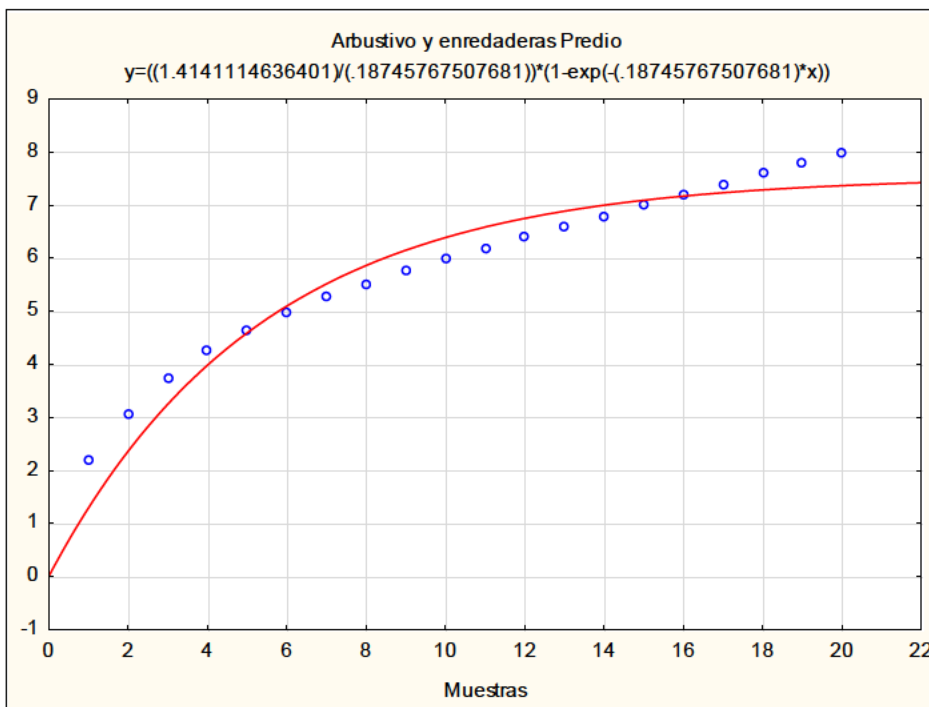


Figura 74. Curva de acumulación del estrato Arbustivo y Enredaderas en el área de CUSAF, para el Matorral subinerme



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

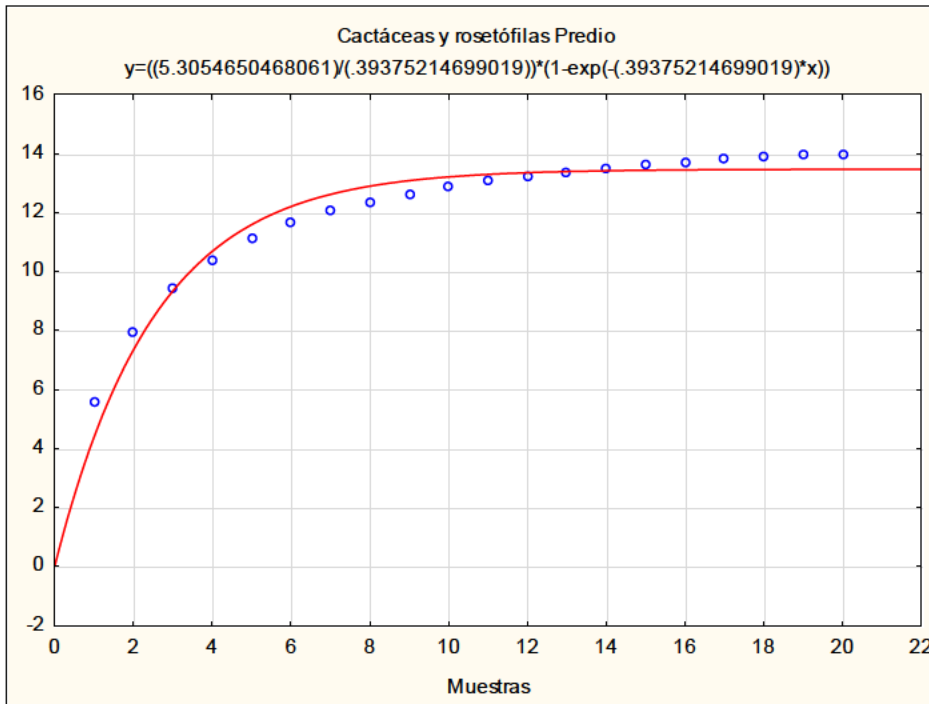


Figura 75. Curva de acumulación del grupo de Cactáceas en el área de CUSAF, para el Matorral subinerme

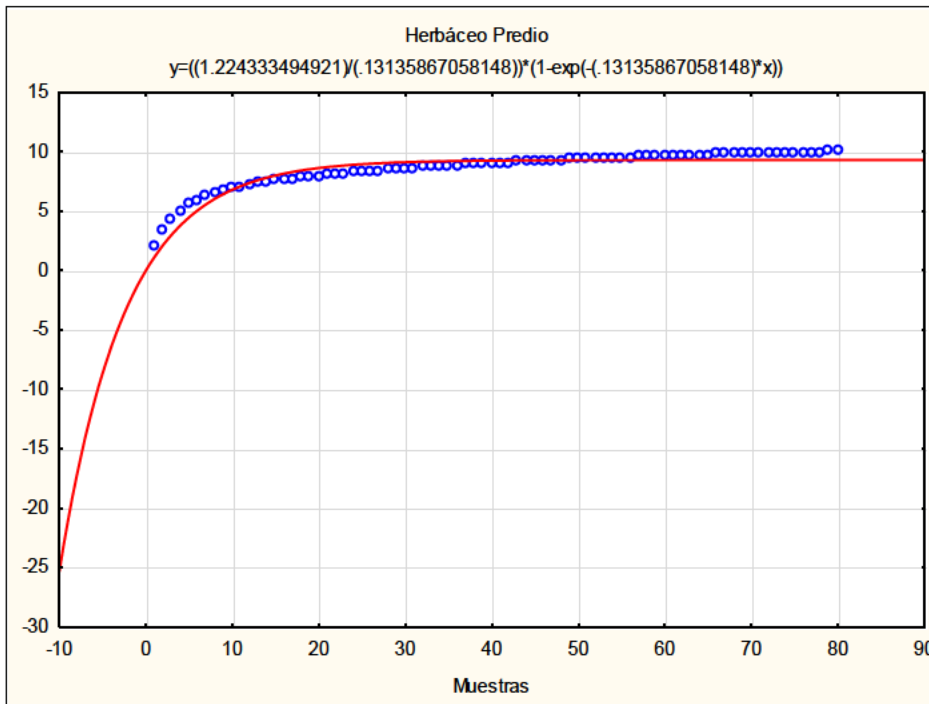


Figura 76. Curva de acumulación del estrato Herbáceo en el área de CUSAF, para el Matorral subinerme



Tabla 63. Parámetros para cada estrato en el predio CUSAF en el Matorral subinermes.

Parámetro	Arbóreo	Cactáceas	Arbustivo y Enredaderas	Herbáceo
Sitios de Muestreo	20	20	20	80
Especies Muestreadas	8	14	8	10
Asíntota (especies)	8	14	8	10
Pendiente al Final de la Curva	0.0081	0.0020	0.0333	0.0000
Cobertura de especies%	100	100	100	100
Coefficiente de determinación R ²	0.9859	0.9551	0.9330	0.8845

Como se puede observar en los resultados anteriores la totalidad de las muestras alcanza una cobertura igual al 100% de las especies que la asíntota indica pueden encontrarse en el área de CUSAF. Por su parte la R² confirma un buen ajuste del modelo Exponencial a nuestro diseño de muestreo. Asimismo la pendiente al final de la curva es menor a 0.1. Todos estos indicadores constatan que el tamaño de muestra aplicado fue el adecuado.

- Toma de información en campo

Una vez definido el tamaño de muestra, ubicados los sitios en imagen de satélite y registradas las coordenadas se realizó el trabajo de campo que consistió en:

Para los estratos arbóreo y cactáceas se delimitaron sitios circulares de muestreo de 500 m² con 12.62 m de radio, se ubicó el centro con una bandera y se lanzaron cuatro radios a los cuatro puntos cardinales marcándolo con una cinta plástica amarilla.





Figura 77. Delimitación de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.

Para el estrato arbustivo y las enredaderas se usó el mismo centro delimitado para los árboles y las cactáceas y se lanzaron radios de 5.64 m para obtener un sitio de 100 m².



Figura 78. Delimitación con cinta plástica de los sitios de muestreo del estrato Arbustivo y enredaderas.

Para el estrato herbáceo se establecieron cuatro parcelas de 1 m² ubicadas en el cada uno de los cuadrantes generados en el estrato arbóreo, las parcelas se delimitaron con un bastidor y se marcaron con estacas de madera pintadas con pintura de color visible.



Figura 79. Delimitación de las parcelas del estrato Herbáceo.

Ya delimitados los sitios para el estrato Arbóreo y el grupo de Cactáceas y rosetófilas, se registraron por especie para los árboles los datos dasométricos como; diámetro normal para individuos mayores a 4 cm de DAP, altura total y diámetro de copa para regeneración e individuos menores a 4 cm de DAP; para cactáceas, rosetófilas y arbustos se tomó el diámetro de la copa y para herbáceas se les asignó un valor de porcentaje de ocupación dentro de un metro cuadrado. Se decidió medir como mínimo 4 cm de DAP porque con ese diámetro todavía se puede obtener leña combustible que es un producto utilizado en la región.

- Análisis de diversidad de la vegetación
 - Riqueza y abundancia de especies

La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios (McIntosh, 1967).

- Abundancia relativa

La abundancia relativa es el número de especímenes de una especie que se registran dentro de las unidades de muestreo en relación con el número total de especies presentes en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x



Atotal = Número Total de individuos de todas las especies

A partir de la información levantada en campo se calculó la riqueza y abundancia relativa por cada uno de los estratos, es decir la abundancia de una especie en referencia a la abundancia de todas las especies registradas en el área de CUSAF; la memoria de cálculo forma parte de los anexos.

- **Abundancia por hectárea**

La fórmula para obtener la abundancia por hectárea es la siguiente:

$$AH=N/(SM)*10,000$$

Donde:

AH= Abundancia por hectárea

N= número de individuos contados por especie

SM= Superficie muestreada en m²

10,000= Superficie de una hectárea en m²

- **Índice de Shannon-Wiener**

Para el cálculo de la biodiversidad en este estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener H’.

H’ = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad ‘extensa’ de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H’ = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H’ será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Para el cálculo de este parámetro se utiliza el log en base 2 de la abundancia relativa y los resultados se expresan como bits/ind.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \log_2 p_i)$$

Donde



p_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran menciona que para el Índice de Shannon- Wiener, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Otro índice utilizado en este estudio fue el índice de equidad de Pielou que 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 igual de abundantes.

- **Índice de valor de importancia IVI**

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

Donde:

Frecuencia relativa (FR). La frecuencia es estimada como el número de unidades de muestreo (parcelas) en que apareció cada especie, es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral particular.

$$FR = \text{Frecuencia de la especie } x / \Sigma \text{ de las frecuencias de todas las especies (100)}$$

Densidad relativa (DR). Es el número de individuos (N) en un área determinada (A) y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada.



Densidad= No. Individuos/área muestreada

Densidad relativa= Densidad de una especie x 100 / Densidad de todas las especies

Dominancia relativa (DmR). En árboles se calcula el área basal y se convierte a porcentaje de cobertura, para las herbáceas, arbustivas y cactáceas se puede expresar únicamente como porcentaje de cobertura.

DmR= área basal de la especie x / Σ del área basal de todas las especies (100)

- Resultados del inventario forestal

Los siguientes resultados son aplicables a la totalidad del área de CUSAF, es decir, tanto al área que actualmente sustenta vegetación forestal como a la que se encuentra bajo procedimiento de la PROFEPA, en virtud de que en ambos casos los sitios de muestreo son los mismos.

Matorral crasicaule

Con la información recabada en el muestreo, se obtuvieron los siguientes datos; riqueza, abundancia y biodiversidad de las especies en los diferentes estratos:

A partir de la información levantada en campo se calculó la riqueza y abundancia relativa por cada uno de los estratos, es decir la abundancia de una especie en referencia a la abundancia de todas las especies registradas en el área de CUSAF (Área Forestal y PROFEPA); la memoria de cálculo forma parte de los anexos.

Tabla 64. Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbóreo del Matorral subinerme.

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	<i>Condalia velutina</i>	5	11	<i>Prosopis laevigata</i>	6
1	<i>Prosopis laevigata</i>	5	11	<i>Celtis pallida</i>	5
1	<i>Acacia schaffneri</i>	1	11	<i>Forestiera phillyreoides</i>	1
Sitio 1		11	11	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1
2	<i>Prosopis laevigata</i>	3	Sitio 11		13
2	<i>Condalia velutina</i>	1	12	<i>Prosopis laevigata</i>	2
Sitio 2		4	Sitio 12		2
3	<i>Prosopis laevigata</i>	3	13	<i>Prosopis laevigata</i>	10
3	<i>Forestiera phillyreoides</i>	2	Sitio 13		10



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
Sitio 3		5	14	<i>Prosopis laevigata</i>	6
4	<i>Prosopis laevigata</i>	3	14	<i>Forestiera phillyreoides</i>	3
4	<i>Acacia farnesiana</i>	1	14	<i>Celtis pallida</i>	2
Sitio 4		4	Sitio 14		11
5	<i>Prosopis laevigata</i>	10	15	<i>Prosopis laevigata</i>	6
5	<i>Acacia schaffneri</i>	1	Sitio 15		6
Sitio 5		11	16	<i>Prosopis laevigata</i>	1
6	<i>Prosopis laevigata</i>	17	Sitio 16		1
6	<i>Celtis pallida</i>	3	17	<i>Prosopis laevigata</i>	7
Sitio 6		20	17	<i>Condalia velutina</i>	1
7	<i>Prosopis laevigata</i>	12	Sitio 17		8
7	<i>Celtis pallida</i>	4	18	<i>Prosopis laevigata</i>	14
Sitio 7		16	18	<i>Condalia velutina</i>	4
8	<i>Prosopis laevigata</i>	8	18	<i>Forestiera phillyreoides</i>	1
8	<i>Forestiera phillyreoides</i>	2	Sitio 18		19
Sitio 8		10	19	<i>Prosopis laevigata</i>	6
9	<i>Prosopis laevigata</i>	9	19	<i>Acacia farnesiana</i>	6
9	<i>Forestiera angustifolia</i>	2	19	<i>Condalia velutina</i>	2
9	<i>Acacia schaffneri</i>	1	19	<i>Celtis pallida</i>	2
Sitio 9		12	19	<i>Acacia schaffneri</i>	1
10	<i>Forestiera phillyreoides</i>	20	Sitio 19		17
10	<i>Celtis pallida</i>	19	20	<i>Prosopis laevigata</i>	41
10	<i>Prosopis laevigata</i>	8	20	<i>Acacia farnesiana</i>	12
10	<i>Acacia farnesiana</i>	1	20	<i>Acacia schaffneri</i>	3
10	<i>Forestiera angustifolia</i>	1	Sitio 20		56
Sitio 10		49	Total general		285

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla 65. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbóreo en el Matorral subinerme.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	177	0.6211	0.4763	0.2958	No endémica	No enlistada
2	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	35	0.1228	2.0971	0.2575	No endémica	No enlistada
3	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuché	29	0.1018	2.2852	0.2325	No endémica	No enlistada
4	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	20	0.0702	2.6568	0.1864	No endémica	No enlistada
5	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	7	0.0246	3.7066	0.0910	No endémica	No enlistada
6	<i>Condalia velutina</i>	Condalia	13	0.0456	3.0875	0.1408	No endémica	No enlistada
7	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	3	0.0105	4.5539	0.0479	No endémica	No enlistada
8	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	1	0.0035	5.6525	0.0198	No endémica	No enlistada
Totales			285	1.0000	24.5159	1.2720	0 Endémicas	0 En Peligro de Extinción
Riqueza (S)			8					0 Amenazada
Índice de Shannon			1.2720					0 Sujeta a Protección Especial
Diversidad máx			2.0794					
Equidad (J)			0.6117					

El estrato arbóreo en el predio tuvo una riqueza de 8 especies, la máxima diversidad que pueden alcanzar los árboles es de 2.0794 y el índice de diversidad de Shannon H' es de 1.2720 (bits/individuo), lo que nos indica que tiene una diversidad baja al encontrarse por debajo de 1.5 según Magurran. El valor calculado para (J) nos refleja una equidad que tiende a la media, siendo el Mezquite (*Prosopis laevigata*) la especie con mayor abundancia relativa (62.11%), lo que hace que la distribución sea menos equitativa. La abundancia relativa nos indica que las especies con mayor probabilidad de afectación por el cambio de uso de suelo son el Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), el Panalero (*Forestiera angustifolia*) y el Huizache chino (*Acacia schaffneri*), que presentan los valores más bajos, sin embargo, esta afectación es solo a nivel predial y no a nivel de la comunidad vegetal en la microcuenca, no obstante, como medida de mitigación se propondrá el rescate de distintas especies vegetales, propiciando con ello el mantenimiento de la riqueza de especies dentro de la microcuenca.

Tabla 66. Abundancia por sitio de muestreo del estrato Arbustivo y Enredaderas del Matorral subinerme.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	<i>Mimosa biuncifera</i>	40	11	<i>Mimosa biuncifera</i>	57
1	<i>Zaluzania augusta</i>	3	11	<i>Tephrosia purpurea</i>	8
Sitio 1		43	11	<i>Zaluzania augusta</i>	3
2	<i>Mimosa biuncifera</i>	53	11	<i>Verbesina serrata</i>	1
Sitio 2		53	Sitio 11		69
3	<i>Mimosa biuncifera</i>	18	12	<i>Mimosa biuncifera</i>	39
3	<i>Jatropha dioica</i>	16	12	<i>Tephrosia purpurea</i>	3
3	<i>Zaluzania augusta</i>	1	Sitio 12		42
Sitio 3		35	13	<i>Mimosa biuncifera</i>	61
4	<i>Mimosa biuncifera</i>	45	Sitio 13		61
4	<i>Zaluzania augusta</i>	6	14	<i>Jatropha dioica</i>	133
4	<i>Cordia parviflora</i>	1	14	<i>Mimosa biuncifera</i>	69
Sitio 4		52	Sitio 14		202
5	<i>Mimosa biuncifera</i>	51	15	<i>Mimosa biuncifera</i>	31
5	<i>Zaluzania augusta</i>	8	Sitio 15		31
Sitio 5		59	16	<i>Mimosa biuncifera</i>	73
6	<i>Mimosa biuncifera</i>	148	16	<i>Jatropha dioica</i>	2
6	<i>Zaluzania augusta</i>	1	Sitio 16		75
Sitio 6		149	17	<i>Mimosa biuncifera</i>	59
7	<i>Jatropha dioica</i>	51	Sitio 17		59
7	<i>Tephrosia purpurea</i>	13	18	<i>Mimosa biuncifera</i>	48
7	<i>Mimosa biuncifera</i>	1	18	<i>Jatropha dioica</i>	5
Sitio 7		65	Sitio 18		53
8	<i>Mimosa biuncifera</i>	72	19	<i>Mimosa biuncifera</i>	34
8	<i>Tephrosia purpurea</i>	6	Sitio 19		34
Sitio 8		78	20	<i>Mimosa biuncifera</i>	35
9	<i>Mimosa biuncifera</i>	81	20	<i>Baccharis conferta</i>	7
9	<i>Zaluzania augusta</i>	5	20	<i>Acalypha subviscida</i>	3
9	<i>Tephrosia purpurea</i>	3	20	<i>Zaluzania augusta</i>	1
Sitio 9		89	20	<i>Tephrosia purpurea</i>	1
10	<i>Mimosa biuncifera</i>	55	Sitio 20		47



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
10	<i>Zaluzania augusta</i>	1	Total general		1,352
Sitio 10		56			

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla 67. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbustivo y Enredaderas en el Matorral subinerme.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uñita de gato o Garabatillio	5,350	0.7914	0.2339	0.1851	No endémica	No enlistada
2	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	1,035	0.1531	1.8766	0.2873	No endémica	No enlistada
3	<i>Zaluzania augusta</i>	Vara ceniza	145	0.0214	3.8420	0.0824	No endémica	No enlistada
4	<i>Tephrosia purpurea</i>	Huele de noche	170	0.0251	3.6830	0.0926	No endémica	No enlistada
5	<i>Cordia parviflora</i>	Vara prieta	5	0.0007	7.2093	0.0053	No endémica	No enlistada
6	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	35	0.0052	5.2634	0.0273	No endémica	No enlistada
7	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	5	0.0007	7.2093	0.0053	No endémica	No enlistada
8	<i>Acalypha subviscida</i>	Aserrada	15	0.0022	6.1107	0.0136	No endémica	No enlistada
Totales			6,760	1.0000	35.4284	0.6990	0 Endémicas	0 En Peligro de Extinción
Riqueza (S)			8					0 Amenazada
Índice de Shannon			0.6990					0 Sujeta a Protección Especial
Diversidad máx			2.0794					
Equidad (J)			0.3361					

El estrato Arbustivo y de enredaderas del área sujeta a CUSAF posee una riqueza específica de 8 especies, las cuales tienen una distribución de 0.3361, lo que refleja una equidad baja, la especie Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) es la más abundante, presenta una abundancia por hectárea de 5,350 individuos del total (6,760), en contraste a esta especie tenemos a la Vara blanca (*Verbesina serrata*) y la Vara prieta (*Cordia parviflora*), que presentan cada uno una abundancia de 5 individuos por hectárea, seguidas por la especie Aserrada (*Acalypha subviscida*)



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

con 15 individuos por hectárea. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato arbustivo y de enredaderas en nuestra área de estudio es de 2.0794 y la H' es de 0.6990, lo que nos indica que el índice de diversidad es bajo ya que se encuentra por debajo de 1.5 según Magurran. Las especies más susceptibles por afectar por el CUSAF son las que presentaron menor abundancia, sin embargo, como medida de mitigación se propone el rescate de algunas especies con valores inferiores a los demás, así como la colecta de mantillo orgánico para mantener la biodiversidad de especies en la Microcuenca

Tabla 68. Abundancia por sitio de muestreo del grupo de Cactáceas del Matorral subinerme.

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	6	11	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	33
1	<i>Echinocactus cinerascens</i>	3	11	<i>Echinocactus cinerascens</i>	12
1	<i>Opuntia leptocaulis</i>	2	11	<i>Opuntia stenopetala</i>	11
1	<i>Opuntia stenopetala</i>	1	11	<i>Opuntia leptocaulis</i>	2
1	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	11	<i>Mammillaria magnimamma</i>	2
Sitio 1		13	11	<i>Ferocactus latispinus</i>	1
2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	2	Sitio 11		61
2	<i>Opuntia stenopetala</i>	1	12	<i>Agave salmiana</i>	22
2	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1	12	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	16
2	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	12	<i>Opuntia stenopetala</i>	12
2	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	12	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2
Sitio 2		6	12	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1
3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	3	Sitio 12		53
3	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1	13	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	17
Sitio 3		4	13	<i>Echinocactus cinerascens</i>	9
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	15	13	<i>Opuntia stenopetala</i>	6
4	<i>Echinocactus cinerascens</i>	8	13	<i>Ferocactus latispinus</i>	4
4	<i>Opuntia leptocaulis</i>	5	13	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2
4	<i>Opuntia stenopetala</i>	5	Sitio 13		38
4	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	4	14	<i>Echinocactus cinerascens</i>	19
Sitio 4		37	14	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	16
5	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	3	14	<i>Opuntia stenopetala</i>	6



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
5	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	3	14	<i>Ferocactus latispinus</i>	1
5	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	Sitio 14		42
5	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1	15	<i>Echinocactus cinerascens</i>	9
Sitio 5		8	15	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	6
6	<i>Opuntia leptocaulis</i>	11	15	<i>Ferocactus latispinus</i>	1
6	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	10	15	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1
6	<i>Opuntia engelmannii</i>	4	15	<i>Opuntia stenopetala</i>	1
6	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	4	Sitio 15		18
6	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1	16	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	20
6	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	16	<i>Opuntia engelmannii</i>	8
6	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1	16	<i>Echinocactus cinerascens</i>	4
Sitio 6		32	16	<i>Coryphantha octacantha</i>	2
7	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	22	16	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1
7	<i>Ferocactus latispinus</i>	4	16	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1
7	<i>Opuntia leptocaulis</i>	4	Sitio 16		36
7	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	3	17	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	14
7	<i>Opuntia engelmannii</i>	3	17	<i>Agave salmiana</i>	9
7	<i>Coryphantha octacantha</i>	3	17	<i>Opuntia engelmannii</i>	8
7	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	17	<i>Echinocactus cinerascens</i>	7
Sitio 7		40	17	<i>Ferocactus latispinus</i>	4
8	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	11	17	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1
8	<i>Opuntia engelmannii</i>	5	17	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1
8	<i>Ferocactus latispinus</i>	3	17	<i>Coryphantha radians</i>	1
8	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	17	<i>Coryphantha octacantha</i>	1
Sitio 8		20	Sitio 17		46
9	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	27	18	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	28
9	<i>Opuntia engelmannii</i>	15	18	<i>Echinocactus cinerascens</i>	18
9	<i>Ferocactus latispinus</i>	10	18	<i>Opuntia engelmannii</i>	9
9	<i>Mammillaria magnimamma</i>	8	18	<i>Ferocactus latispinus</i>	2
9	<i>Coryphantha radians</i>	3	18	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1
9	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2	18	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
9	<i>Coryphantha octacantha</i>	1	18	<i>Coryphantha octacantha</i>	1
9	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	Sitio 18		60
9	<i>Opuntia robusta</i>	1	19	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	21
Sitio 9		68	19	<i>Echinocactus cinerascens</i>	12
10	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	23	19	<i>Ferocactus latispinus</i>	7
10	<i>Opuntia engelmannii</i>	6	19	<i>Opuntia engelmannii</i>	4
10	<i>Echinocactus cinerascens</i>	4	19	<i>Opuntia leptocaulis</i>	3
10	<i>Mammillaria magnimamma</i>	3	Sitio 19		47
10	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2	20	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	86
10	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1	20	<i>Opuntia engelmannii</i>	12
10	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1	20	<i>Ferocactus latispinus</i>	3
Sitio 10		40	20	<i>Coryphantha octacantha</i>	2
			20	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2
			Sitio 20		105
			Total general		774

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

Tabla 69. Integración del Índice de Shannon-Wiener del grupo de Cactáceas en el Matorral subinerme.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	379	0.4897	0.7140	0.3496	No endémica	No enlistada
2	<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	116	0.1499	1.8980	0.2845	No endémica	No enlistada
3	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	74	0.0956	2.3475	0.2244	No endémica	No enlistada
4	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	43	0.0556	2.8904	0.1606	No endémica	No enlistada
5	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	31	0.0401	3.2176	0.1289	No endémica	No enlistada
6	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	40	0.0517	2.9627	0.1531	No endémica	No enlistada
7	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	20	0.0258	3.6558	0.0945	No endémica	No enlistada
8	<i>Agave salmiana</i>	Magüey	31	0.0401	3.2176	0.1289	No endémica	No enlistada



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
9	<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	10	0.0129	4.3490	0.0562	No endémica	No enlistada
10	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	15	0.0194	3.9435	0.0764	No endémica	No enlistada
11	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	7	0.0090	4.7057	0.0426	No endémica*	No enlistada*
12	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	3	0.0039	5.5530	0.0215	No endémica	No enlistada
13	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	1	0.0013	6.6516	0.0086	No endémica	No enlistada
14	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	4	0.0052	5.2653	0.0272	No endémica	No enlistada
Totales			774	1.0000	51.3716	1.7569	1 Endémicas	0 En Peligro de Extinción
Riqueza (S)			14					0 Amenazada
Índice de Shannon			1.7569					0 Sujeta a Protección Especial
Diversidad máx			2.6391					
Equidad (J)			0.6657					

* En la NOM-059 se enlista una subespecie diferente a la encontrada en el área de estudio.

En las cactáceas fueron 14 las especies encontradas, las cuales tienen una distribución de 0.6657, lo que refleja una equidad media, esto se debe a que en el estrato son dos las especies dominantes, el Cardón (*Cylindropuntia imbricata*) y el Agrito (*Echinocactus cinerascens*). La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato de las cactáceas en nuestra área de estudio es de 2.6391 y la H' es de 1.7569 (bits/individuo), lo que nos indica que el índice de diversidad es medio ya que se encuentra dentro del rango de 1.6 a 3.5 según Magurran. Como ya se indicó, la abundancia relativa ilustra que las especies dominantes en el predio son el Cardón (*Cylindropuntia imbricata*) con 379 individuos por hectárea y el Agrito (*Echinocactus cinerascens*) con 116 individuos /ha.; también nos indica que las especies más susceptibles a ser afectadas por el CUSAF son el Nopal bondota (*Opuntia robusta*), el Nopal hartón (*Opuntia hyptiacantha*) y la Biznaga araña (*Coryphantha radians*), con 0.1292, 0.3876 y 0.5168% respectivamente.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tabla 70. Abundancia por sitio y por parcela de muestreo del estrato Herbáceo del Matorral subinmerme.

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	1	<i>Melinis repens</i>	47	7	2	<i>Chloris radiata</i>	14	14	2	<i>Castillejo integra</i>	27
1	1	<i>Chloris radiata</i>	4	7	2	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1	14	2	<i>Arundo donax</i>	8
	Parcela 1		51		Parcela 2		15		Parcela 2		35
1	2	<i>Melinis repens</i>	22	7	3	<i>Lippia queretarensis</i>	8	14	3	<i>Castillejo integra</i>	22
1	2	<i>Castillejo integra</i>	11	7	3	<i>Chloris radiata</i>	5	14	3	<i>Arundo donax</i>	11
1	2	<i>Chloris radiata</i>	5	7	3	<i>Heliotropium curassavicum</i>	3	14	3	<i>Chloris radiata</i>	3
1	2	<i>Chonchua forelensis</i>	2		Parcela 3		16		Parcela 3		36
	Parcela 2		40	7	4	<i>Chloris radiata</i>	25	14	4	<i>Castillejo integra</i>	16
1	3	<i>Melinis repens</i>	38	7	4	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1	14	4	<i>Arundo donax</i>	3
1	3	<i>Castillejo integra</i>	3		Parcela 4		26		Parcela 4		19
1	3	<i>Chonchua forelensis</i>	2	8	1	<i>Lippia queretarensis</i>	23	15	1	<i>Melinis repens</i>	39
	Parcela 3		43	8	1	<i>Arundo donax</i>	20		Parcela 1		39
1	4	<i>Melinis repens</i>	41		Parcela 1		43	15	2	<i>Melinis repens</i>	41
1	4	<i>Chonchua forelensis</i>	2	8	2	<i>Arundo donax</i>	28	15	2	<i>Castillejo integra</i>	1
	Parcela 4		43	8	2	<i>Lippia queretarensis</i>	10		Parcela 2		42
2	1	<i>Melinis repens</i>	47		Parcela 2		38	15	3	<i>Melinis repens</i>	59
2	1	<i>Castillejo integra</i>	14	8	3	<i>Arundo donax</i>	35	15	3	<i>Castillejo integra</i>	1
	Parcela 1		61	8	3	<i>Lippia queretarensis</i>	2		Parcela 3		60
2	2	<i>Melinis repens</i>	27		Parcela 3		37	15	4	<i>Melinis repens</i>	99
2	2	<i>Castillejo integra</i>	11	8	4	<i>Arundo donax</i>	20		Parcela 4		99
2	2	<i>Chloris radiata</i>	6	8	4	<i>Heliotropium curassavicum</i>	2	16	1	<i>Chloris radiata</i>	23



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
	Parcela 2		44		Parcela 4		22		Parcela 1		23
2	3	<i>Castillejo integra</i>	33	9	1	<i>Lippia queretarensis</i>	11	16	2	<i>Chloris radiata</i>	6
2	3	<i>Melinis repens</i>	23	9	1	<i>Arundo donax</i>	8	16	2	<i>Lippia queretarensis</i>	2
2	3	<i>Chloris radiata</i>	9	9	1	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1		Parcela 2		8
	Parcela 3		65		Parcela 1		20	16	3	<i>Chloris radiata</i>	52
2	4	<i>Melinis repens</i>	43	9	2	<i>Arundo donax</i>	10		Parcela 3		52
2	4	<i>Chonchua forelensis</i>	1	9	2	<i>Lippia queretarensis</i>	8	16	4	<i>Chloris radiata</i>	40
	Parcela 4		44		Parcela 2		18		Parcela 4		40
3	1	<i>Chloris radiata</i>	10	9	3	<i>Arundo donax</i>	10	17	1	<i>Arundo donax</i>	36
	Parcela 1		10	9	3	<i>Lippia queretarensis</i>	6		Parcela 1		36
3	2	<i>Chloris radiata</i>	27	9	3	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1	17	2	<i>Arundo donax</i>	20
3	2	<i>Castillejo integra</i>	3		Parcela 3		17	17	2	<i>Chloris radiata</i>	8
3	2	<i>Chonchua forelensis</i>	1	9	4	<i>Arundo donax</i>	7	17	2	<i>Melinis repens</i>	5
	Parcela 2		31	9	4	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1		Parcela 2		33
3	3	<i>Castillejo integra</i>	13		Parcela 4		8	17	3	<i>Lippia queretarensis</i>	18
3	3	<i>Chloris radiata</i>	13	10	1	<i>Arundo donax</i>	5	17	3	<i>Arundo donax</i>	10
3	3	<i>Chonchua forelensis</i>	1		Parcela 1		5		Parcela 3		28
	Parcela 3		27	10	2	<i>Arundo donax</i>	11	17	4	<i>Arundo donax</i>	5
3	4	<i>Chloris radiata</i>	23		Parcela 2		11	17	4	<i>Chloris radiata</i>	3
3	4	<i>Chonchua forelensis</i>	1	10	3	<i>Arundo donax</i>	5	17	4	<i>Lippia queretarensis</i>	2
	Parcela 4		24		Parcela 3		5		Parcela 4		10
4	1	<i>Melinis repens</i>	43	10	4	<i>Arundo donax</i>	7	18	1	<i>Lippia queretarensis</i>	88



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
	Parcela 1		43		Parcela 4		7	18	1	<i>Pennisetum ciliare</i>	14
4	2	<i>Melinis repens</i>	51	11	1	<i>Melinis repens</i>	20		Parcela 1		102
4	2	<i>Castillejo integra</i>	9	11	1	<i>Castillejo integra</i>	11	18	2	<i>Melinis repens</i>	23
	Parcela 2		60		Parcela 1		31	18	2	<i>Arundo donax</i>	4
4	3	<i>Melinis repens</i>	33	11	2	<i>Melinis repens</i>	32	18	2	<i>Pennisetum ciliare</i>	1
	Parcela 3		33	11	2	<i>Castillejo integra</i>	1		Parcela 2		28
4	4	<i>Melinis repens</i>	57		Parcela 2		33	18	3	<i>Lippia queretarensis</i>	32
	Parcela 4		57	11	3	<i>Melinis repens</i>	52	18	3	<i>Chloris radiata</i>	2
5	1	<i>Chonchua forelensis</i>	5	11	3	<i>Castillejo integra</i>	1		Parcela 3		34
5	1	<i>Euphorbia heterophylla</i>	2		Parcela 3		53	18	4	<i>Lippia queretarensis</i>	20
	Parcela 1		7	11	4	<i>Melinis repens</i>	61	18	4	<i>Chloris radiata</i>	20
5	2	<i>Melinis repens</i>	23	11	4	<i>Castillejo integra</i>	3		Parcela 4		40
5	2	<i>Castillejo integra</i>	5		Parcela 4		64	19	1	<i>Melinis repens</i>	30
5	2	<i>Euphorbia heterophylla</i>	1	12	1	<i>Melinis repens</i>	33	19	1	<i>Chloris radiata</i>	29
	Parcela 2		29	12	1	<i>Chloris radiata</i>	1		Parcela 1		59
5	3	<i>Melinis repens</i>	35		Parcela 1		34	19	2	<i>Melinis repens</i>	22
5	3	<i>Castillejo integra</i>	5	12	2	<i>Melinis repens</i>	37	19	2	<i>Lippia queretarensis</i>	10
	Parcela 3		40		Parcela 2		37	19	2	<i>Arundo donax</i>	6
5	4	<i>Melinis repens</i>	46	12	3	<i>Melinis repens</i>	71		Parcela 2		38
5	4	<i>Chonchua forelensis</i>	8		Parcela 3		71	19	3	<i>Chloris radiata</i>	19
5	4	<i>Chloris radiata</i>	1	12	4	<i>Melinis repens</i>	25	19	3	<i>Lippia queretarensis</i>	3
	Parcela 4		55		Parcela 4		25		Parcela 3		22



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
6	1	<i>Chloris radiata</i>	8	13	1	<i>Arundo donax</i>	37	19	4	<i>Chloris radiata</i>	1
	Parcela 1		8	13	1	<i>Castillejo integra</i>	28		Parcela 4		1
6	2	<i>Lippia queretarensis</i>	5	13	1	<i>Chonchua forelensis</i>	2	20	1	<i>Arundo donax</i>	47
6	2	<i>Chloris radiata</i>	3		Parcela 1		67	20	1	<i>Lippia queretarensis</i>	1
	Parcela 2		8	13	2	<i>Arundo donax</i>	23		Parcela 1		48
6	3	<i>Lippia queretarensis</i>	16	13	2	<i>Castillejo integra</i>	5	20	2	<i>Arundo donax</i>	27
6	3	<i>Chloris radiata</i>	5		Parcela 2		28		Parcela 2		27
	Parcela 3		21	13	3	<i>Arundo donax</i>	22	20	3	<i>Arundo donax</i>	20
6	4	<i>Chloris radiata</i>	6	13	3	<i>Castillejo integra</i>	3	20	3	<i>Melinis repens</i>	15
6	4	<i>Lippia queretarensis</i>	4		Parcela 3		25	20	3	<i>Lippia queretarensis</i>	3
6	4	<i>Dichondra argentea</i>	3	13	4	<i>Arundo donax</i>	33		Parcela 3		38
	Parcela 4		13		Parcela 4		33	20	4	<i>Melinis repens</i>	45
7	1	<i>Chloris radiata</i>	29	14	1	<i>Arundo donax</i>	26		Parcela 4		45
	Parcela 1		29		Parcela 1		26		Total general		2,743

Fuente. Elaboración propia con información de campo.



Tabla 71. Integración del Índice de Shannon-Wiener del estrato Herbáceo en el Matorral subinermé.

No.	Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Pi	lnPi	Pi*lnPi	Distribución en la NOM-059	Estatus en la Nom-059
1	<i>Melinis repens</i>	Pasto colorado	642,500	0.4685	0.7583	0.3552	No endémica	No enlistada
2	<i>Arundo donax</i>	Pasto cola de zorra 2	252,000	0.1837	1.6942	0.3113	No endémica	No enlistada
3	<i>Chloris radiata</i>	Pasto barba de chivo	200,000	0.1458	1.9253	0.2808	No endémica	No enlistada
4	<i>Lippia queretarensis</i>	Velludita	136,000	0.0992	2.3110	0.2292	No endémica	No enlistada
5	<i>Castillejo integra</i>	Hierba del cáncer	113,000	0.0824	2.4963	0.2057	No endémica	No enlistada
6	<i>Chonchua forelensis</i>	Algodoncillo	12,500	0.0091	4.6979	0.0428	No endémica	No enlistada
7	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Peludita	5,000	0.0036	5.6142	0.0205	No endémica	No enlistada
8	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	7,500	0.0055	5.2088	0.0285	No endémica	No enlistada
9	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Golondrina	1,500	0.0011	6.8182	0.0075	No endémica	No enlistada
10	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	1,500	0.0011	6.8182	0.0075	No endémica	No enlistada
Totales			1,371,500	1.0000	38.3424	1.4888	0 Endémicas	0 En Peligro de Extinción
Riqueza (S)			10					0 Amenazada
Índice de Shannon			1.4888					0 Sujeta a Protección Especial
Diversidad máx			2.3026					
Equidad (J)			0.6466					

Finalmente, el estrato herbáceo en el área sujeta a CUSAF (forestal y sancionada por PROFEPA) posee una riqueza específica de 10 especies, las cuales tienen una distribución de 0.6466, lo que refleja una equidad media, esto nos indica que un poco más de la mitad de las especies tienen una abundancia proporcional, pero con una notable dominancia del Pasto colorado (*Melinis repens*) sobre el resto de las especies. La máxima diversidad que puede alcanzar el estrato herbáceo en nuestra área de estudio es de 2.3026, y la H' es de 1.4888 (bits/individuo), lo que nos indica que el índice de diversidad es bajo ya que se encuentra por debajo de 1.5 según Magurran. Si bien la abundancia relativa nos indica que hay una especie dominante en el área de CUSAF; el Pasto colorado (*Melinis repens*), también hace ver que las especies más



susceptibles a ser afectadas por el CUSAF son la Oreja de ratón (*Dichondra argentea*) y la Golondrina (*Euphorbia heterophylla*), con una abundancia relativa de 0.1094% cada una.

La siguiente tabla muestra el resumen de los índices de biodiversidad obtenidos para cada grupo o estrato florístico del Matorral subinerme. Se puede observar que el grupo de Cactáceas y rosetófilas tiene mayor riqueza (14 especies), biodiversidad (1.7569) y equidad (0.6657) dentro del área sujeta a CUSAF; seguido por el estrato Herbáceo con una riqueza de 10 especies y una biodiversidad de 1.4888, con una equidad de 0.6466. Por otro lado, los estratos que poseen menor riqueza con 8 especies cada uno son el estrato Arbóreo, así como el Arbustivo y de enredaderas, siendo este último el que posee también la menor biodiversidad (0.6990) y equidad (0.3361).

Tabla 72. Resumen de Riqueza, Biodiversidad y Equidad del Matorral Subinerme

Estrato	Riqueza Predio CUSAF	Índice de Biodiversidad Predio CUSAF (H')	Índice de Biodiversidad Máximo (H'máx) Predio CUSAF	Índice de Equidad (H'/H'máx) Predio
Arbóreo	8	1.2720	2.0794	0.6117
Cactáceas y rosetófilas	14	1.7569	2.6391	0.6657
Arbustivo y enredaderas	8	0.6990	2.0794	0.3361
Herbáceo	10	1.4888	2.3026	0.6466
TOTAL	40			

Fuente. Elaboración propia con información de campo.



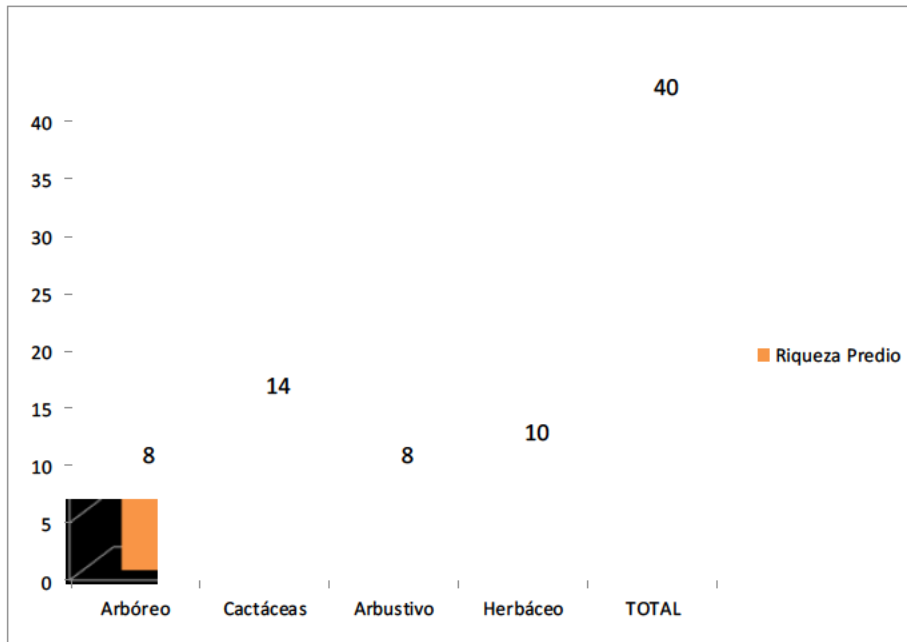


Figura 80. Riqueza de flora, por estrato y total en el Matorral subinerme en el área de CUSAF (Forestal y PROFEPA)

- Resultados Índice de valor de importancia IVI del Matorral subinerme

Tabla 73. Valor de Importancia de las especies del estrato Arbóreo del Matorral subinerme, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	40.8163	62.1053	80.2023	183.1239
2	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	12.2449	12.2807	2.7229	27.2485
3	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	12.2449	10.1754	3.7673	26.1876
4	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	8.1633	7.0175	3.4388	18.6196
5	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	10.2041	2.4561	5.8155	18.4757
6	<i>Condalia velutina</i>	Condalia	10.2041	4.5614	3.0428	17.8083
7	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	4.0816	1.0526	0.7835	5.9178
8	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	2.0408	0.3509	0.2269	2.6186
Totales			100	100	100	300

Fuente. Elaboración propia con información de campo.



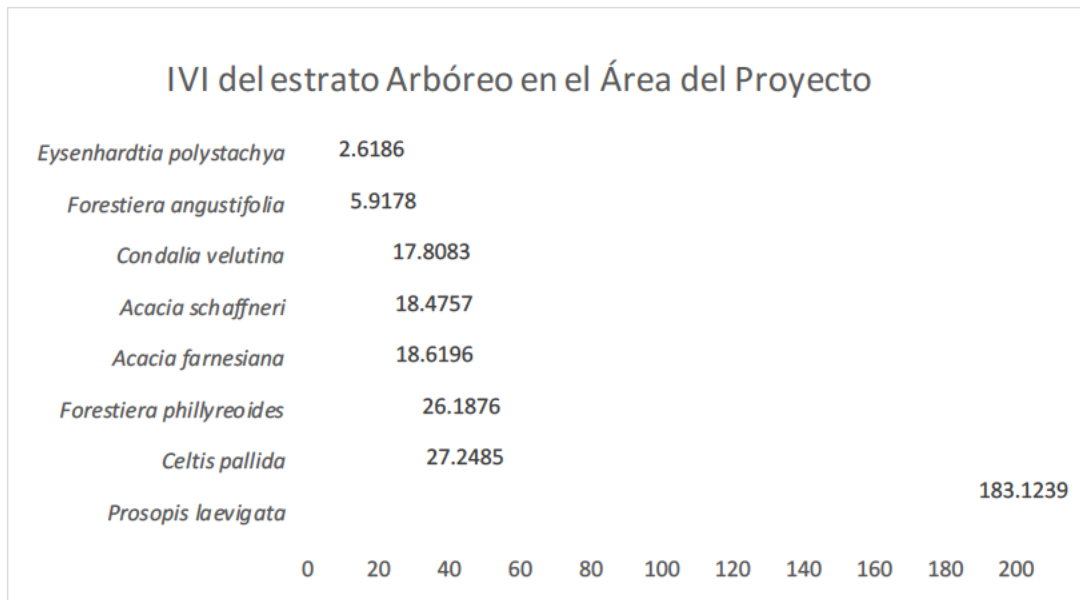


Figura 81. Gráfica del Índice de valor de la importancia del estrato Arbóreo en el Matorral subinerme

En el estrato arbóreo destacan como especies con mayor relevancia ecológica el Mezquite (*Prosopis laevigata*) con un IVI de 183.12, por lo que de forma individual aporta más de la mitad del IVI a este estrato, lo anterior en virtud de que es el Mezquite el que dispone de la mayor frecuencia, densidad y dominancia relativas. A esta especie le siguen el Granjeno (*Celtis pallida*) con un IVI de 27.25 y el Acebuche (*Forestiera phillyreoides*) con 26.19; estas tres especies aportan en conjunto el 79% del IVI acumulado del estrato con 236.56. Las especies con menor valor de importancia son el Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y el Panalero (*Forestiera angustifolia*), con un IVI de 2.6186 y 5.9178 respectivamente, lo anterior derivado de que son las especies con menor frecuencia, densidad y dominancia relativas.

Tabla 74. Valor de Importancia de las especies del estrato Arbustivo y Enredaderas del Matorral subinerme, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uñita de gato o Garabatillio	45.4545	79.1420	86.7205	211.3171
2	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	11.3636	15.3107	4.3906	31.0649
3	<i>Zaluzania augusta</i>	Vara ceniza	20.4545	2.1450	4.7154	27.3149



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

4	<i>Tephrosia purpurea</i>	Huele de noche	13.6364	2.5148	2.3485	18.4997
5	<i>Cordia parviflora</i>	Vara prieta	2.2727	0.0740	1.2212	3.5679
6	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	2.2727	0.5178	0.2618	3.0523
7	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	2.2727	0.0740	0.3053	2.6520
8	<i>Acalypha subviscida</i>	Aserrada	2.2727	0.2219	0.0366	2.5313
Totales			100	100	100	300

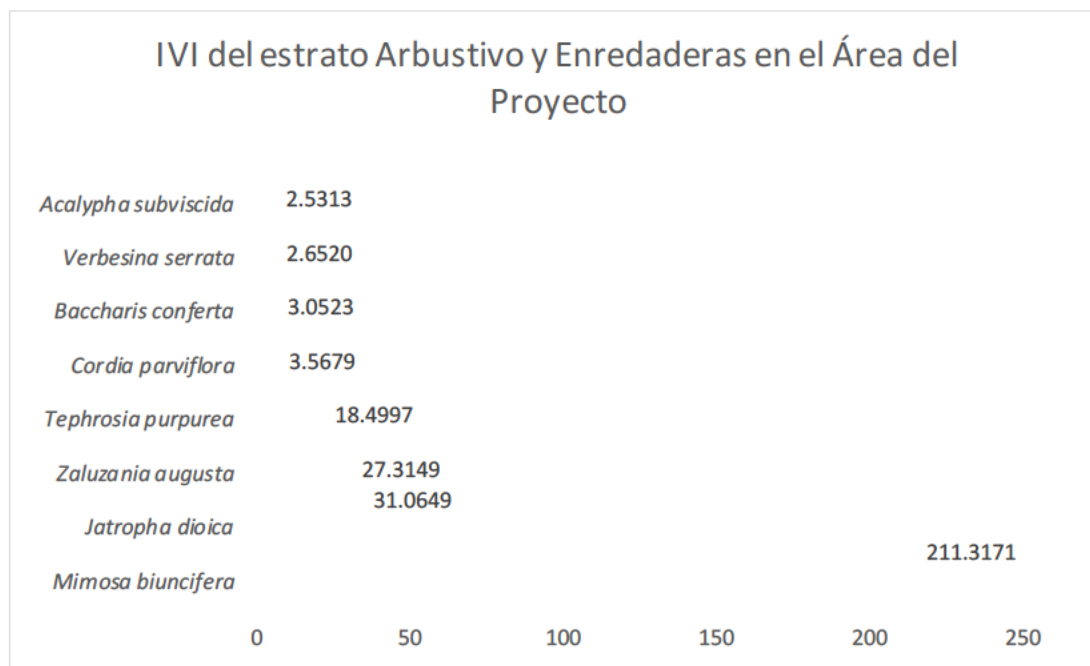


Figura 82. Índice de valor de la importancia del estrato Arbustivo y Enredaderas en el Matorral subinerme

En el estrato Arbustivo y de enredaderas, que presenta una riqueza de 8 especies, se destaca como especies con mayor relevancia ecológica la Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) con 211.32, que representa el 70% del IVI de este estrato. A esta especie le siguen el Sangregado (*Jatropha dioica*) con 31.06 y la Vara ceniza (*Zaluzania augusta*) con 27.31. Estas tres especies participan de forma conjunta con el 90% del IVI. En este tipo de vegetación las especies que presentan el IVI más alto son las que prevalecen con parámetros altos de abundancia y dominancia relativa con respecto al resto de las especies del estrato. En contraparte, las especies que presentan el menor IVI son la Aserrada (*Acalypha subviscida*), la Vara blanca (*Verbesina serrata*) y la Escobilla



(*Baccharis conferta*), con IVI's de 2.53, 2.65 y 3.05 respectivamente. Para este estrato se tiene contemplado el rescate de mantillo orgánico con la finalidad de contar con germoplasma para su posterior reubicación en el área de conservación para promover de esta forma el desarrollo de las especies que conforman este estrato y con ello no afectar la riqueza y diversidad dentro de la microcuenca.

Tabla 75. Valor de Importancia de las especies del grupo de Cactáceas del Matorral subinerme, ordenados de mayor a menor.

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	17.8571	48.9664	64.0741	130.8976
2	<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	16.9643	14.9871	7.1263	39.0776
3	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	8.9286	9.5607	9.7958	28.2851
4	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	7.1429	5.5556	9.5248	22.2232
5	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	8.9286	4.0052	2.8083	15.7420
6	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	9.8214	5.1680	0.1578	15.1472
7	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	8.9286	2.5840	2.6940	14.2066
8	<i>Agave salmiana</i>	Magüey	1.7857	4.0052	1.5166	7.3075
9	<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	5.3571	1.2920	0.0797	6.7289
10	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	4.4643	1.9380	0.1507	6.5530
11	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	4.4643	0.9044	0.0519	5.4205
12	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	2.6786	0.3876	0.1312	3.1974
13	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	0.8929	0.1292	1.8870	2.9090
14	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	1.7857	0.5168	0.0019	2.3044
	Totales		100	100	100	300

Fuente. Elaboración propia con información de campo.



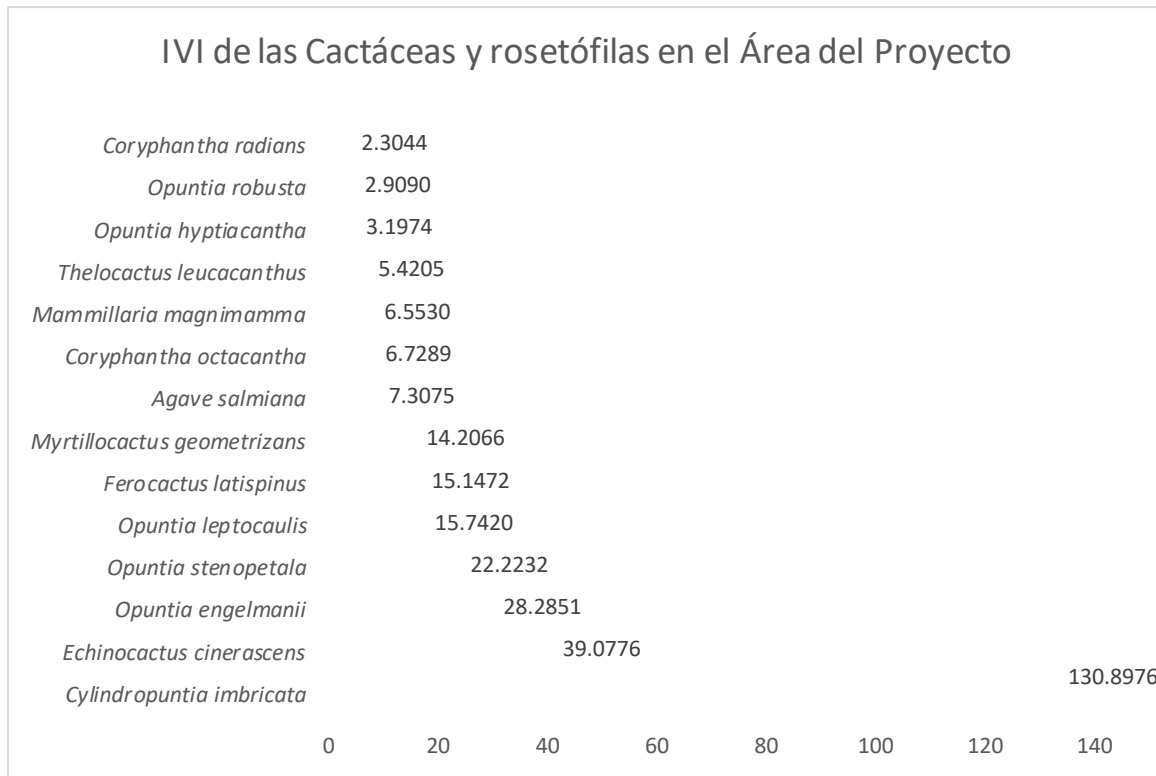


Figura 83. Índice de valor de la importancia del grupo de Cactáceas en el Matorral subinerme

Este estrato presenta una riqueza de 14 especies, siendo el Cardón (*Cylindropuntia imbricata*) la especie con mayor relevancia ecológica al contar con un IVI de 130.90, aportando de forma individual el 44% del IVI a este estrato florístico. A esta especie le sigue el Agrito (*Echinocactus cinerascens*) con un IVI de 39.08. El origen de estos valores se debe a que el Cardón, seguido por el Agrito, cuentan con la mayor frecuencia, densidad y dominancia relativas en este estrato. Las especies que forman parte de este grupo florístico pero que cuentan con la menor relevancia ecológica son la Biznaga araña (*Coryphantha radians*), con un IVI de 2.30, el Nopal bondota (*Opuntia robusta*) con un IVI del 2.91 y el Nopal hartón (*Opuntia hyptiacantha*), que cuenta con un IVI de 3.20. Cabe mencionar que por su importancia ecológica como alimento de fauna silvestre se tiene considerado el rescate de todas las especies de este grupo florístico como medida de mitigación por la implementación del proyecto.

Tabla 76. Valor de Importancia de las especies del estrato Herbáceo del Matorral subinerme, ordenados de mayor a menor.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
1	<i>Melinis repens</i>	Pasto colorado	21.1538	46.8465	40.8748	108.8752
2	<i>Arundo donax</i>	Pasto cola de zorra 2	18.5897	18.3740	27.9537	64.9175
3	<i>Chloris radiata</i>	Pasto barba de chivo	19.2308	14.5826	16.4404	50.2538
4	<i>Lippia queretarensis</i>	Velludita	12.8205	9.9162	6.0835	28.8201
5	<i>Castillejo integra</i>	Hierba del cáncer	14.1026	8.2392	5.7315	28.0732
6	<i>Chonchua forelensis</i>	Algodoncillo	6.4103	0.9114	0.7039	8.0255
7	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Peludita	4.4872	0.3646	0.7541	5.6059
8	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	1.2821	0.5468	1.2569	3.0858
9	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Golondrina	1.2821	0.1094	0.1006	1.4920
10	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	0.6410	0.1094	0.1006	0.8509
Totales			100	100	100	300

Fuente. Elaboración propia con información de campo.

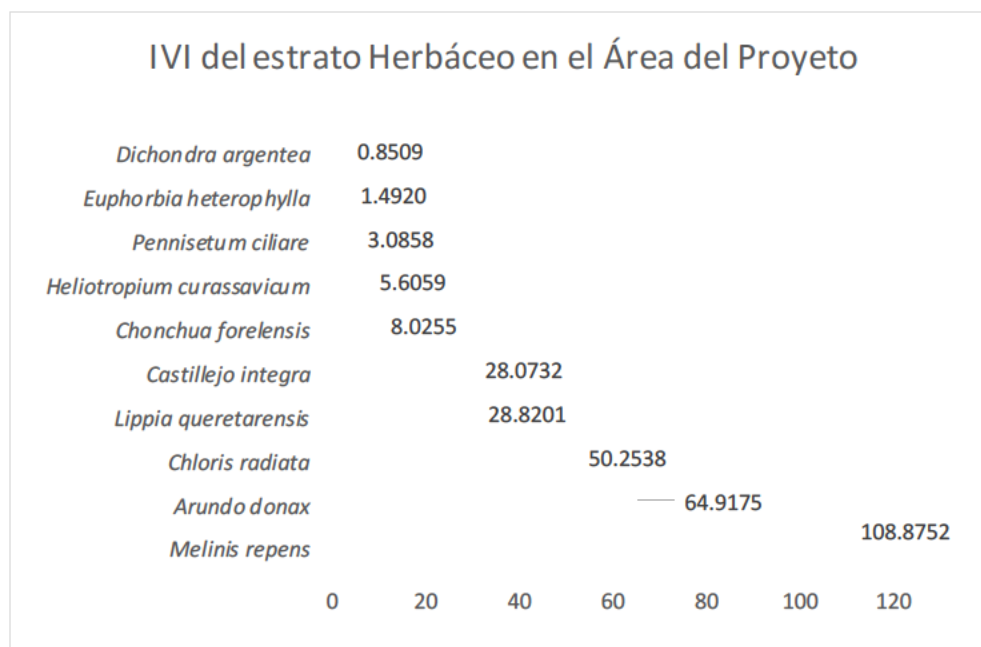


Figura 84. Índice de valor de la importancia del estrato Herbáceo en el Matorral subinerme

En el estrato Herbáceo la especie dominante es el Pasto colorado (*Melinis repens*), con un IVI de 108.88, representando el 36% del total. Esta especie sobresale de las demás debido a que dispone de la mayor frecuencia relativa (21.15%) densidad relativa (46.85%) y dominancia relativa (40.87%). Son el Pasto cola de zorra 2 (*Arundo donax*) el que sigue en importancia



ecológica con un IVI de 64.92 y el Pasto barba de chivo (*Chloris radiata*) con un IVI de 50.25. En conjunto estas tres especies acumulan un IVI de 224.05, que representa el 75% del IVI de este estrato. Por otra parte, son la Oreja de ratón (*Dichondra argentea*) y la Golondrina (*Euphorbia heterophylla*) las que presentan la menor importancia ecológica, con los IVI's más bajos de 0.85 y 1.49 respectivamente. Al igual que para el estrato Arbustivo y de enredaderas, para este estrato se tiene contemplado el rescate de mantillo orgánico para promover dentro de la microcuenca el desarrollo de las especies que lo conforman.

- ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN

En el área sujeta a CUSAF, como resultado del inventario forestal realizado, se obtuvieron 40 especies de flora en total; 8 en el estrato Arbóreo, 14 del grupo de Cactáceas, 8 del estrato Arbustivo y 10 en el estrato Herbáceo. De estas especies obtenidas ninguna ocupa una distribución endémica ni un estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 77. Distribución y estatus de la flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Estrato	Nombre científico	Nombre común	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
1	Arbóreo	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	No endémica	No enlistada
2	Arbóreo	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	No endémica	No enlistada
3	Arbóreo	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	No endémica	No enlistada
4	Arbóreo	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	No endémica	No enlistada
5	Arbóreo	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	No endémica	No enlistada
6	Arbóreo	<i>Condalia velutina</i>	Condalia	No endémica	No enlistada
7	Arbóreo	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	No endémica	No enlistada
8	Arbóreo	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	No endémica	No enlistada
9	Cactácea	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	No endémica	No enlistada
10	Cactácea	<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	No endémica	No enlistada
11	Cactácea	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	No endémica	No enlistada
12	Cactácea	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	No endémica	No enlistada
13	Cactácea	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	No endémica	No enlistada
14	Cactácea	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	No endémica	No enlistada
15	Cactácea	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	No endémica	No enlistada
16	Cactácea	<i>Agave salmiana</i>	Maguey	No endémica	No enlistada



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Estrato	Nombre científico	Nombre común	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059
17	Cactácea	<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	No endémica	No enlistada
18	Cactácea	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	No endémica	No enlistada
19	Cactácea	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	No endémica*	No enlistada*
20	Cactácea	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	No endémica	No enlistada
21	Cactácea	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	No endémica	No enlistada
22	Cactácea	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	No endémica	No enlistada
23	Arbustivo	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uñita de gato o Garabatillio	No endémica	No enlistada
24	Arbustivo	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	No endémica	No enlistada
25	Arbustivo	<i>Zaluzania augusta</i>	Vara ceniza	No endémica	No enlistada
26	Arbustivo	<i>Tephrosia purpurea</i>	Huele de noche	No endémica	No enlistada
27	Arbustivo	<i>Cordia parviflora</i>	Vara prieta	No endémica	No enlistada
28	Arbustivo	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	No endémica	No enlistada
29	Arbustivo	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	No endémica	No enlistada
30	Arbustivo	<i>Acalypha subviscida</i>	Aserrada	No endémica	No enlistada
31	Herbáceo	<i>Melinis repens</i>	Pasto colorado	No endémica	No enlistada
32	Herbáceo	<i>Arundo donax</i>	Pasto cola de zorra 2	No endémica	No enlistada
33	Herbáceo	<i>Chloris radiata</i>	Pasto barba de chivo	No endémica	No enlistada
34	Herbáceo	<i>Lippia queretarensis</i>	Velludita	No endémica	No enlistada
35	Herbáceo	<i>Castillejo integra</i>	Hierba del cáncer	No endémica	No enlistada
36	Herbáceo	<i>Chonchua forelensis</i>	Algodoncillo	No endémica	No enlistada
37	Herbáceo	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Peludita	No endémica	No enlistada
38	Herbáceo	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	No endémica	No enlistada
39	Herbáceo	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Golondrina	No endémica	No enlistada
40	Herbáceo	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	No endémica	No enlistada

* En la NOM-059 se enlista una subespecie diferente a la encontrada en el área de estudio.

De acuerdo con el índice de biodiversidad, se determinó que el grupo de Cactáceas y rosetófilas presentó el valor más alto con 1.7569 alcanzando un índice de equidad de 0.6657 que también es el más alto en este tipo de vegetación. Lo anterior se debe principalmente a que también presenta la mayor riqueza con 14 especies florísticas. La especie más representativa en este



grupo es el Cardón (*Cylindropuntia imbricata*) con un IVI de 130.90, mientras que la especie más susceptible es la Biznaga araña (*Coryphantha radians*) con un valor en el IVI de 2.9286.

Este estrato es seguido por el Herbáceo, que presenta una riqueza de 10 especies, alcanzando un índice de biodiversidad de 1.4888 que se encuentra en un rango bajo; respecto al índice de equidad alcanzó un valor de 0.6466 debido a que el estrato es notoriamente dominado por la especie Pasto colorado (*Melinis repens*), que cuenta con un IVI de 108.88. Por otra parte, en este estrato la especie más susceptible al CUSAF es la Oreja de ratón (*Dichondra argentea*) con un IVI de 0.85.

El grupo Arbóreo ocupó el tercer lugar en orden de importancia dentro de este tipo de vegetación, con un índice de biodiversidad de 1.2720 que es considerado como un rango bajo, alcanzando un índice de equidad de 0.6117 que se deriva de la dominancia del Mezquite (*Prosopis laevigata*) en este estrato. En la riqueza se registraron 8 especies, teniendo el Mezquite un IVI de 183.12, mientras que la más susceptible al CUSAF es el Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), con un IVI de 2.62. Por último se encuentra el estrato Arbustivo y de enredaderas, el cual presentó el menor valor en el índice de biodiversidad con 0.6990, teniendo una riqueza de 8 especies, mientras que en el índice de equidad presentó un valor de 0.3361, lo que indica que no existe homogeneidad en la distribución de las especies de este estrato debido a la dominancia que presenta la Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) con un IVI de 108.88, seguida por el Sangregado (*Jatropha dioica*), con un IVI de 64.92. En este estrato las especies más susceptibles al CUSAF son la Oreja de ratón (*Dichondra argentea*) con un IVI de 0.85 y la Golondrina (*Euphorbia heterophylla*), con un IVI de 1.49.

Como se observa en la siguiente imagen satelital, los polígonos sujetos a CUSAF se encuentran rodeados por vegetación forestal de baja densidad y por zona urbana, Lo que deriva en actividades antropogénicas que generan deterioro en las áreas de CUSAF.



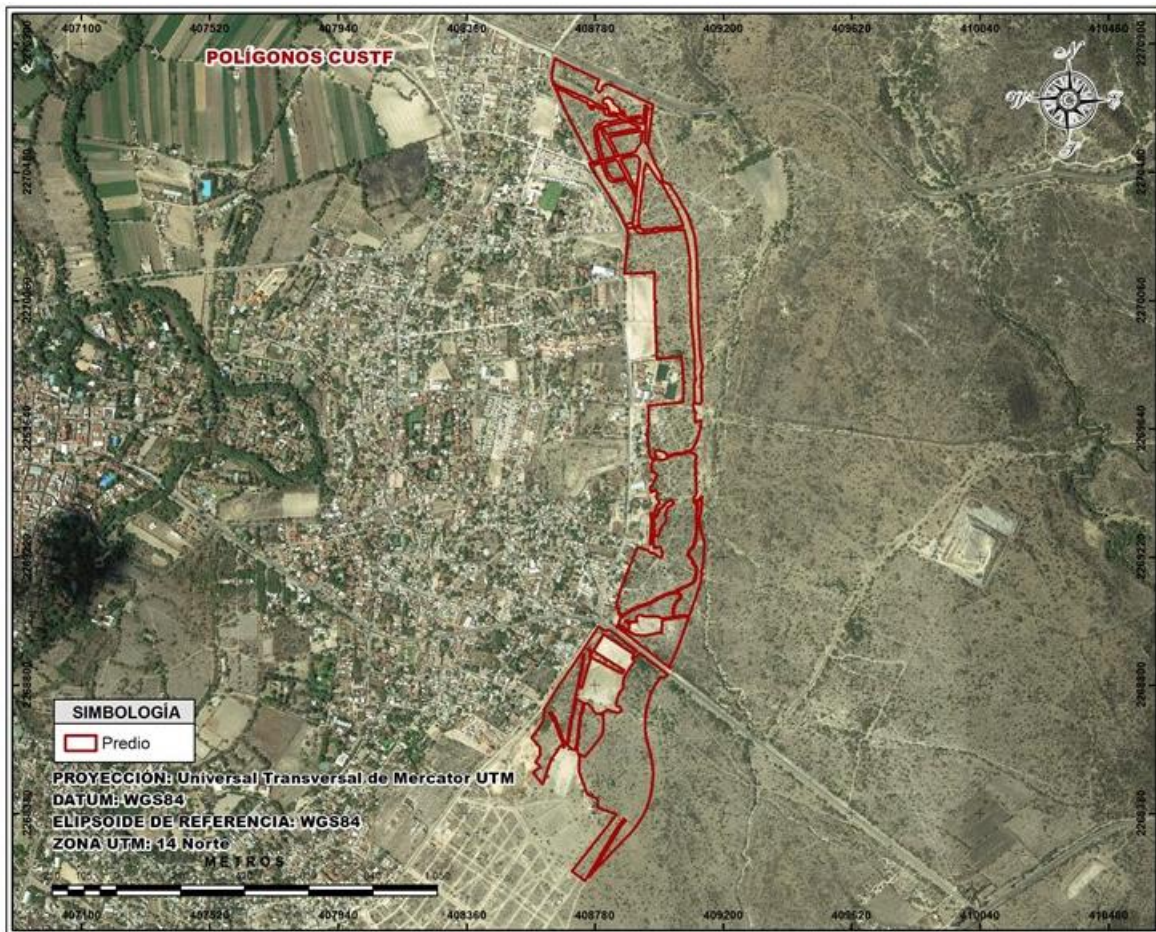


Figura 85. Estado de conservación en los polígonos sujetos a CUSAF.

En conclusión, tenemos que el presente trabajo brindó información cuantitativa de la flora del Matorral crasicaule. Los polígonos sujetos a CUSAF presentaron un predominio del biotipo Cactáceas y rosetófilas, seguido por el Herbáceo, por sobre los biotipos Arbóreo y Arbustivo. Mediante la aplicación del IVI se reconoció la dominancia de las especies Uñita de gato (*Mimosa biuncifera*) y pasto colorado (*Melinis repens*), especies indicadoras de perturbación.

Las especies registradas en los estratos evaluados no presentan endemismo y ningún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los valores de importancia definidos establecieron que la vegetación evaluada se encuentra en el siguiente estado actual de conservación: **MATORRAL CRASICAULE CON VEGETACIÓN SECUNDARIA EN PROCESO DE DEGRADACIÓN.**

Vegetación por afectar

- Diseño de muestreo



El estudio de la vegetación se llevó a cabo mediante un muestreo sistemático no alineado, en el cual se combinan las características de los diseños de muestreo aleatorios simples y las de los diseños de muestreo sistemáticos. En estos diseños, una parcela de muestra se asigna una ubicación de una cuadrícula o una matriz de células seleccionada de forma aleatoria. La ventaja del muestreo sistemático es que maximiza la distancia media entre parcelas y, por lo tanto, minimiza la correlación espacial entre las observaciones e incrementa la eficacia estadística (White et al. 1992).

- Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra se determinó de acuerdo con el tamaño de la población del predio sujeto a CUSAF, para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

Media: Es una medida de tendencia central, y se define como:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Donde:

X_i : valor observado de la unidad i -ésima de la muestra

n : N° de unidades de la muestra (tamaño de la muestra)

Varianza: Es la media de las diferencias con la media elevadas al cuadrado. Se define como el cuadrado de la desviación estándar

Desviación estándar: Es una medida que caracteriza la dispersión de los individuos con respecto a la media. Da una idea de los individuos en una población si están próximos a la media o están diseminados. Se define como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

Coefficiente de variación: Es una medida que expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media. Es decir,

$$CV\% = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

El coeficiente de variación permite comparar la variabilidad de poblaciones que tienen diferentes medias.



El tamaño de la muestra se refiere al área total por inventariar, expresado en número de sitios de tamaño definido. El tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del tipo de vegetación (CV%) y del error máximo requerido. En términos generales, el tamaño de la muestra se puede calcular en función del error máximo requerido o en relación con una unidad de intensidad de muestreo establecida.

Si se desea calcular el tamaño de muestras (n), en base a un error prefijado, se deben conocer los estimadores de la desviación estándar (S) y la media poblacional (\bar{X}), los cuales permiten calcular el coeficiente de variación de la población a muestrear (CV%). El CV% puede estimarse utilizando los resultados de inventarios en bosques similares al estudiado, o haciendo un muestreo preliminar de baja intensidad.

Este método se puede emplear en poblaciones infinitas y finitas. Para el caso de poblaciones infinitas el tamaño de la muestra se deriva de la fórmula de cálculo del error máximo requerido (E%), de lo planteado se obtiene la siguiente expresión:

$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{(E\%)^2} =$$

Donde:

t $\alpha/2$, gl: es un valor de t de Student con un nivel de confianza establecido (1- α) y n-1 grados de libertad (gl)

CV%: coeficiente de variación de estimado de la población por muestrear

E%: Error máximo requerido en por ciento a un nivel de confianza establecido (1- α)

Para el caso de poblaciones finitas (N= tamaño de población conocido), la fórmula para estimar n, se deriva de la ecuación para calcular el error máximo requerido de la media poblacional finita. El resultado de despejar n de esta ecuación es:

$$n = \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2 + \frac{(t_{\alpha/2,gl})^2 (CV\%)^2}{N}}$$

Como se aprecia, es necesario disponer de información relativa a la variabilidad de la población, bien mediante la varianza o en forma relativa a través del coeficiente de variación. Dicha información suele ser no conocida cuando se va a hacer un nuevo inventario, por ello se recurre a la realización de un muestreo piloto.



El tamaño de la muestra para el predio se determinó de acuerdo con el tamaño de la población, que en este caso es de 469,679.96 m² de Matorral crasicaule (recordando que solo se solicitan 433,048 m² debido a que se tiene un polígono sujeto a procedimiento con PROFEPA y, por lo tanto, queda fuera de la solicitud), determinándose para cada tipo de vegetación el siguiente número de sitios:

Tabla 78. Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el área de CUSAF.

Tipo de vegetación	Superficie en m ² en el área de CUSAF	Número de sitios calculado	Número de sitios levantados
Matorral crasicaule	469,679.9561	14	20

Para determinar el tamaño de la muestra se tomaron los datos de la riqueza de un premuestro en la zona para el tipo de vegetación y se desarrolló la siguiente metodología.

Con los datos de un muestreo previo realizado en una vegetación de tipo Matorral subinerme similar al área de estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 79. Resultados de un inventario piloto realizado

Sitio	X= Riqueza/sitio	X ²
1	25	625
2	22	484
3	23	529
4	21	441
5	19	361

Sitio	X= Riqueza/sitio	X ²
6	24	576
7	26	676
8	22	484
Total	182	4,176

Con esta información se calculan los estadísticos hasta llegar al coeficiente de varianza, que es el valor que se necesita para calcular el número de sitios a muestrear.

Cálculo del número de muestras (n) para muestreo al azar

Con los datos obtenidos de volumen en cada uno de los sitios del muestreo piloto, se realiza el cálculo:

Media



$$\bar{X} = \frac{25 + 22 + 23 + 21 + 19 + 24 + 26 + 22}{8} = \frac{182}{8} = 22.75$$

Varianza

$$S^2 = \frac{4,176 - (182)^2/8}{8 - 1} = 5.07$$

Desviación estándar

$$S = \sqrt{5.07} = 2.2520$$

Coefficiente de variación

$$CV\% = \frac{2.2520}{22.75} \times 100 = 9.8988\%$$

Con el coeficiente de variación (CV%), se puede aplicar la fórmula para determinar el tamaño de muestra (n). El valor de “t” se obtiene de la tabla correspondiente con n-1 grados de libertad, es decir, 5-1=4 y con 95% de probabilidad, por lo que se calcula t de Student para un nivel de significancia del 5% o 0.05, siendo t igual a 1.8946 y un error de muestreo del 5%.

El tamaño de la población se determina con la siguiente relación:

$$N = \frac{\text{Superficie CUSTF}_{MS}}{\text{Superficie del sitio de muestreo}} = \frac{469,679.9561}{500} = 939.3599$$

De lo anterior, determinamos el número de sitios de muestreo para una población finita teniendo en cuenta de que se trata de una población conocida por lo que se considera finita.

Sustituyendo tenemos:

$$n = \frac{(t_{\alpha,gl})^2 (CV\%)^2}{E(\%)^2 + \frac{(t_{\alpha,gl})^2 (CV\%)^2}{N}} = \frac{(1.8946)^2 (9.8988)^2}{(5)^2 + \frac{(1.8946)^2 (9.8988)^2}{939.3599}} = 13.8611 \approx 14$$

De acuerdo con los datos anteriores tenemos que para la superficie sujeta a CUSAF se deben levantar por lo menos 14 sitios de muestreo en este tipo de vegetación, por lo tanto, el número de sitios levantados (20) son representativos respecto a la superficie que presenta el Matorral crasicaule.

- Tipo de muestreo



El estudio de la vegetación se llevó a cabo mediante un muestreo sistemático no alineado, en el cual se combinan las características de los diseños de muestreo aleatorios simples y las de los diseños de muestreo sistemáticos.

Por las características o formas de vida de las diferentes especies del tipo de vegetación a evaluar se levantó la información de campo dividiéndola en cuatro grupos: Arbóreo, Arbustivo y enredaderas, Cactáceas y Herbáceo.

Tabla 80. Tamaños de sitios de muestreo por grupos de flora

Estrato	Grupo de flora	Tamaño del sitio (m ²)
1	Arbóreo	500
2	Arbustivo y Enredaderas	100
3	Cactáceas y rosetófilas	500
4	Herbáceo	1

o Distribución de la muestra

De acuerdo con los datos anteriores tenemos que para los predios propuestos para CUSAF se deben levantar por lo menos 14 sitios de muestreo de 500 m² para Matorral crasicaule; en tal sentido fueron 20 los sitios levantados La ubicación detallada de los sitios para los cuatro grupos florísticos se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 81. Ubicación de los centros de los sitios de muestreo para los estratos arbóreo, arbustivo y el grupo de cactáceas en el área de CUSAF

Matorral crasicaule					
Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	408842	2268441	11	409059	2269500
2	408838	2268607	12	409031	2269655
3	408624	2268614	13	409038	2269923
4	408689	2268769	14	409042	2270081
5	408897	2268762	15	408961	2270222
6	409002	2268920	16	408990	2270379



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

7	408972	2269048	17	408876	2270571
8	408993	2269168	18	408741	2270668
9	409062	2269243	19	408903	2270705
10	409061	2269342	20	408702	2270796

Coordenadas UTM, DATUM WGS84 Zona 14N

La siguiente imagen muestra la ubicación física de los sitios de muestreo dentro de la superficie de CUSAF.

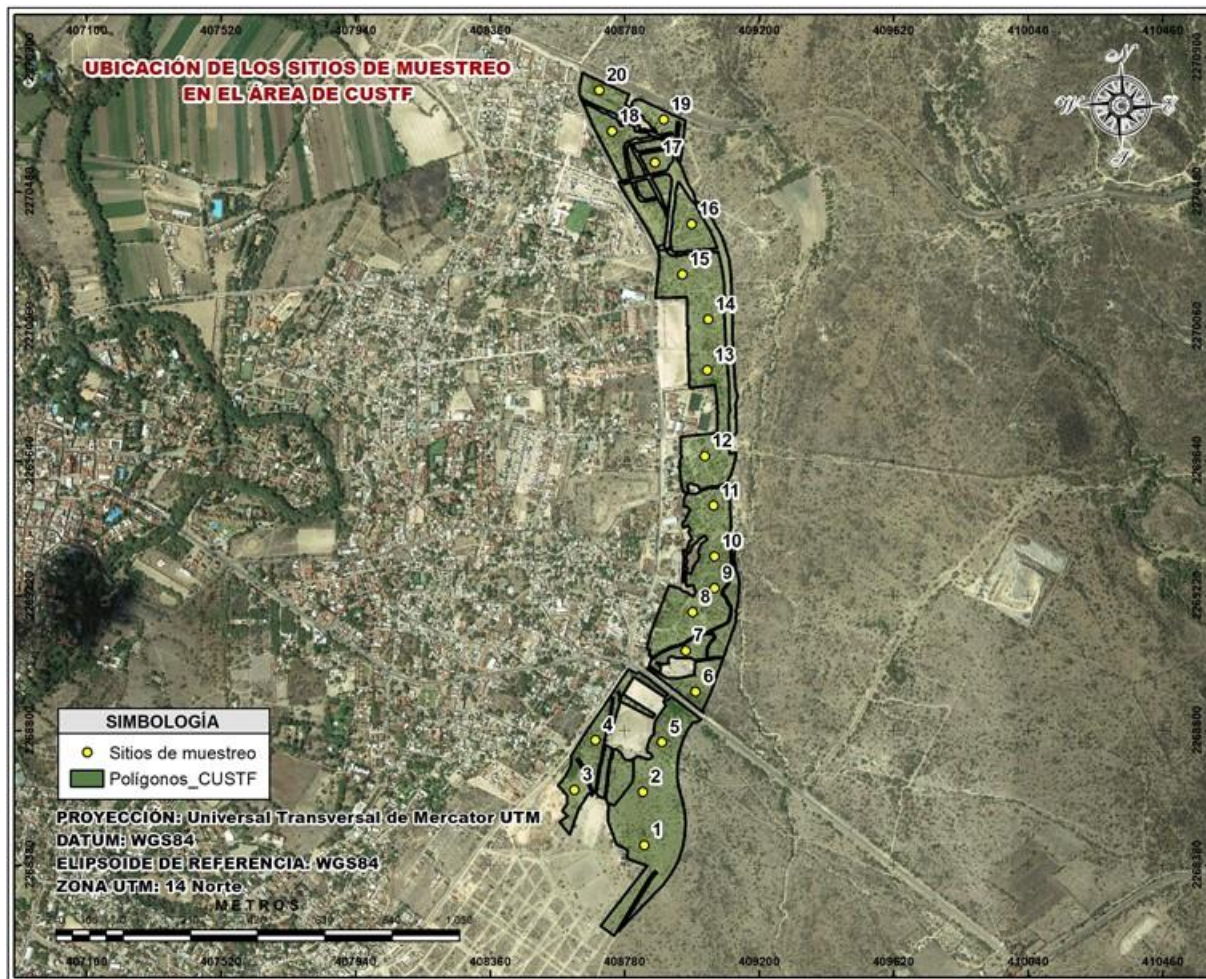


Figura 86. Ubicación de los puntos de muestreo en el área de CUSAF

Las siguientes son las coordenadas de las parcelas de muestreo del estrato herbáceo, que se realizaron a su vez dentro de los cuadrantes delimitados en los sitios del estrato arbóreo, cuatro sitios herbáceos por cada sitio arbóreo.

Tabla 82. Coordenadas de las parcelas para hierbas dentro del área de CUSAF



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Matorral crasicaule							
Sitio	Parcela	X	Y	Sitio	Parcela	X	Y
1	1	408846	2268443	11	1	409065	2269499
	2	408842	2268440		2	409061	2269496
	3	408838	2268443		3	409059	2269498
	4	408843	2268445		4	409059	2269501
2	1	408840	2268607	12	1	409034	2269657
	2	408838	2268604		2	409030	2269652
	3	408835	2268605		3	409028	2269657
	4	408837	2268610		4	409032	2269658
3	1	408628	2268614	13	1	409040	2269924
	2	408625	2268608		2	409038	2269920
	3	408620	2268613		3	409032	2269922
	4	408622	2268617		4	409039	2269926
4	1	408692	2268767	14	1	409043	2270083
	2	408692	2268765		2	409044	2270078
	3	408685	2268766		3	409040	2270078
	4	408691	2268770		4	409041	2270080
5	1	408898	2268760	15	1	408964	2270226
	2	408897	2268757		2	408964	2270220
	3	408893	2268757		3	408959	2270220
	4	408897	2268763		4	408961	2270224
6	1	409002	2268920	16	1	408990	2270385
	2	408999	2268922		2	408994	2270381
	3	409001	2268929		3	408984	2270377
	4	409004	2268929		4	408985	2270382
7	1	408974	2269049	17	1	408879	2270574
	2	408977	2269043		2	408881	2270567
	3	408968	2269043		3	408872	2270566
	4	408969	2269050		4	408872	2270571
8	1	408998	2269171	18	1	408741	2270671



Matorral crasicaule							
Sitio	Parcela	X	Y	Sitio	Parcela	X	Y
	2	408996	2269164		2	408746	2270668
	3	408990	2269165		3	408738	2270663
	4	408992	2269171		4	408733	2270669
9	1	409067	2269247	19	1	408907	2270705
	2	409064	2269238		2	408906	2270698
	3	409059	2269242		3	408898	2270701
	4	409060	2269249		4	408901	2270705
10	1	409068	2269344	20	1	408707	2270798
	2	409063	2269338		2	408704	2270790
	3	409058	2269340		3	408698	2270795
	4	409061	2269345		4	408705	2270804

- Intensidad de muestreo

Mediante el diseño estadístico de la muestra se tiene una intensidad de muestreo del 2.13% para el Matorral crasicaule, considerando la superficie total del cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 469,679.96 m².

Tabla 83. Intensidad de muestreo del estrato arbóreo

Tipo de vegetación	Núm. Sitios	Tamaño del sitio (m ²)	Superficie de CUSAF (m ²)	Área muestreada (m ²)	Intensidad de muestreo (%)
Matorral crasicaule	20	500	469,679.96	10,000	2.13

- Forma de los sitios de muestreo

Los sitios de muestreo son de forma circular, teniendo los sitios de los estratos Arbóreo, Arbustivo y enredaderas, así como las cactáceas, el mismo centro, desde el cuál se delimita un radio de 5.64 m. para el estrato arbustivo, y así abarcar una superficie muestreada de 100 m² en este último. En el caso del estrato arbóreo y las cactáceas se toma la misma superficie para ambos, delimitando desde el centro un radio de 12.62 m, que derivan en una superficie de 500 m². Los sitios de muestreo para el estrato herbáceo se delimitan uno dentro de cada cuadrante



del estrato arbóreo, totalizando así 4 parcelas por cada sitio de muestreo. La forma esquemática de representar la forma de los sitios de muestreo es la siguiente:

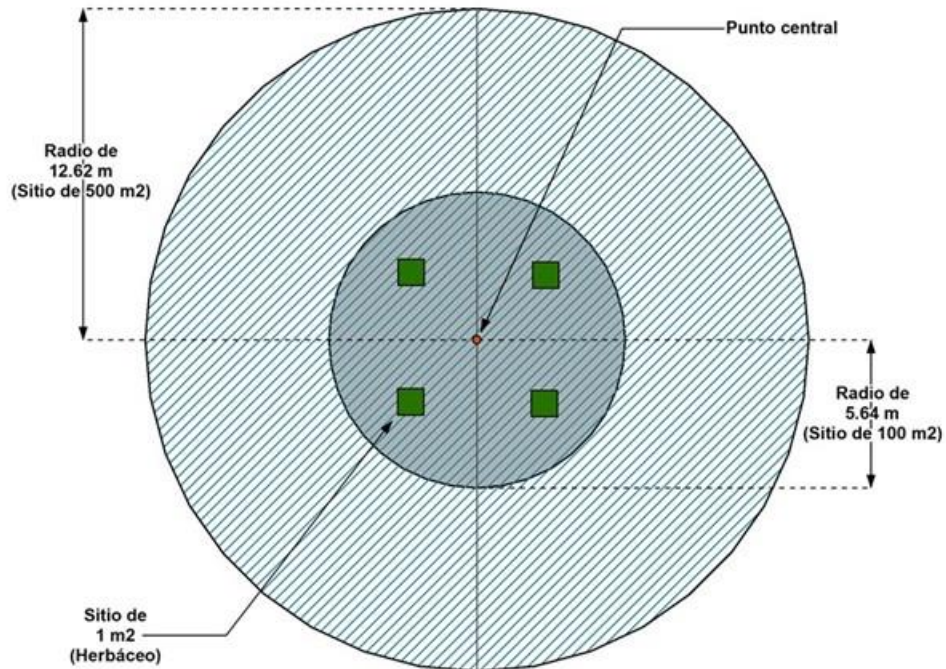


Figura 87. Esquema de forma y dimensiones de los sitios de muestreo.

- Toma de información de campo
 - Procedimiento de inventario en campo

El proceso del inventario forestal en el sitio comenzó con datos ecológicos y dasométricos del lugar, identificando principalmente la especie, su abundancia, diámetros del follaje o copa, diámetro normal a la altura del pecho y altura total de los individuos (estos últimos dos parámetros solamente para el estrato arbóreo), así como las condiciones ecológicas más importantes del sitio.

La información recabada en campo se integra en cuatro grupos, dividiendo la flora en arbóreo, arbustivo y enredaderas, cactáceo y herbáceo. En el estrato arbóreo se capta información sobre las características generales (especies, diámetro normal de aquellos individuos iguales o mayores a 4 cm y altura total), esto con la finalidad de cuantificar las especies y su valor de importancia dentro del sitio, mientras que en la información de los demás estratos se identificó la especie, forma de vida y número de individuos dentro del sitio. En el tipo de datos de control se toma en cuenta la información referente a la ubicación geográfica del sitio, brigada que



tomó la información, fecha en que se realizó el muestreo, etc. Una vez definido el tamaño de muestra, ubicados los sitios en imagen de satélite y registradas las coordenadas se realizó el trabajo de campo que consistió en:

Para los estratos arbóreo y cactáceas se delimitaron sitios circulares de muestreo de 500 m² con 12.62 m de radio, se ubicó el centro con una bandera y se lanzaron cuatro radios a los cuatro puntos cardinales marcándolo con una cinta plástica amarilla.



Figura 88. Delimitación de los sitios de muestreo del estrato arbóreo.

Para el estrato arbustivo se usó el mismo centro delimitado para los árboles y las cactáceas y se lanzaron radios de 5.64 m para obtener un sitio de 100 m².



Figura 89. Delimitación con cinta plástica de los sitios de muestreo del estrato arbustivo

Para el estrato herbáceo se establecieron cuatro parcelas de 1 m² ubicadas en el cada uno de los cuadrantes generados en el estrato arbóreo, las parcelas se delimitaron con un bastidor y se marcaron con estacas de madera pintadas con pintura de color visible.





Figura 90. Delimitación de las parcelas del estrato herbáceo



Figura 91. Delimitación en campo de los sitios de muestreo de árboles y arbustos y de las parcelas para hierbas

Ya delimitados los sitios para el estrato Arbóreo y el grupo de Cactáceas y rosetófilas, se registraron por especie para los árboles los datos dasométricos como; diámetro normal para individuos mayores a 4 cm de DAP, altura total y diámetro de copa para regeneración e individuos menores a 4 cm de DAP; para cactáceas, rosetófilas y arbustos se tomó el diámetro de la copa y para herbáceas se les asignó un valor de porcentaje de ocupación dentro de un metro cuadrado. Se decidió medir como mínimo 4 cm de DAP porque con ese diámetro todavía se puede obtener leña combustible que es un producto utilizado en la región.

- Listado de Flora en el área del proyecto



Como resultado del muestreo del área a afectar (polígonos de CUSAF), que actualmente sustentan vegetación forestal y el área que se encuentra bajo procedimiento de PROFEPA, se obtuvo la riqueza de flora, su abundancia y volumen. Las siguientes tablas muestran las especies encontradas en los 4 estratos definidos en el Matorral crasicaule perturbado.

Tabla 84. Riqueza de especies vegetales por estrato en el área de CUSAF dentro del Matorral crasicaule

No.	Estrato	Nombre científico	Nombre común	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
1	Arbóreo	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	No endémica	No enlistada	No incluida
2	Arbóreo	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	No endémica	No enlistada	No incluida
3	Arbóreo	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	No endémica	No enlistada	No incluida
4	Arbóreo	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	No endémica	No enlistada	No incluida
5	Arbóreo	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	No endémica	No enlistada	No incluida
6	Arbóreo	<i>Condalia velutina</i>	Condalia	No endémica	No enlistada	No incluida
7	Arbóreo	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	No endémica	No enlistada	No incluida
8	Arbóreo	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	No endémica	No enlistada	No incluida
9	Cactácea	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	No endémica	No enlistada	Anexo II
10	Cactácea	<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	No endémica	No enlistada	Anexo II
11	Cactácea	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	No endémica	No enlistada	Anexo II
12	Cactácea	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	No endémica	No enlistada	Anexo II
13	Cactácea	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	No endémica	No enlistada	Anexo II
14	Cactácea	<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	No endémica	No enlistada	Anexo II
15	Cactácea	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	No endémica	No enlistada	Anexo II
16	Cactácea	<i>Agave salmiana</i>	Magüey	No endémica	No enlistada	No incluida
17	Cactácea	<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	No endémica	No enlistada	Anexo II
18	Cactácea	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	No endémica	No enlistada	Anexo II
19	Cactácea	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	No endémica	No enlistada	Anexo II
20	Cactácea	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	No endémica	No enlistada	Anexo II
21	Cactácea	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	No endémica	No enlistada	Anexo II
22	Cactácea	<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	No endémica	No enlistada	Anexo II



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

No.	Estrato	Nombre científico	Nombre común	Distribución en la NOM-059	Estatus en la NOM-059	CITES
23	Arbustivo	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uñita de gato o Garabatillio	No endémica	No enlistada	No incluida
24	Arbustivo	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	No endémica	No enlistada	No incluida
25	Arbustivo	<i>Zaluzania augusta</i>	Vara ceniza	No endémica	No enlistada	No incluida
26	Arbustivo	<i>Tephrosia purpurea</i>	Huele de noche	No endémica	No enlistada	No incluida
27	Arbustivo	<i>Cordia parviflora</i>	Vara prieta	No endémica	No enlistada	No incluida
28	Arbustivo	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	No endémica	No enlistada	No incluida
29	Arbustivo	<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	No endémica	No enlistada	No incluida
30	Arbustivo	<i>Acalypha subviscida</i>	Aserrada	No endémica	No enlistada	No incluida
31	Herbáceo	<i>Melinis repens</i>	Pasto colorado	No endémica	No enlistada	No incluida
32	Herbáceo	<i>Arundo donax</i>	Pasto cola de zorra 2	No endémica	No enlistada	No incluida
33	Herbáceo	<i>Chloris radiata</i>	Pasto barba de chivo	No endémica	No enlistada	No incluida
34	Herbáceo	<i>Lippia queretarensis</i>	Velludita	No endémica	No enlistada	No incluida
35	Herbáceo	<i>Castillejo integra</i>	Hierba del cáncer	No endémica	No enlistada	No incluida
36	Herbáceo	<i>Chonchua forelensis</i>	Algodoncillo	No endémica	No enlistada	No incluida
37	Herbáceo	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Peludita	No endémica	No enlistada	No incluida
38	Herbáceo	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	No endémica	No enlistada	No incluida
39	Herbáceo	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Golondrina	No endémica	No enlistada	No incluida
40	Herbáceo	<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	No endémica	No enlistada	No incluida

* En la NOM-059 se enlista una subespecie diferente a la encontrada en el área de estudio.

Fuente. Elaborado con información de campo y con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora Silvestres (CITES).

- Resultados del inventario forestal en el ÁREA FORESTAL

Con la información recabada en el muestreo, se obtuvieron los siguientes datos de riqueza, abundancia y biodiversidad de las especies en los diferentes estratos, asimismo se calculó la riqueza y abundancia relativa por cada uno de los estratos, es decir la abundancia de una especie en referencia a la abundancia de todas las especies registradas en el inventario forestal; la memoria de cálculo forma parte de los anexos.

- Número de individuos por especie que se espera remover



Con base en la información obtenida del inventario forestal se determinó el volumen de madera y cantidad de especies a remover del predio. A continuación, se muestran las tablas con los resultados para el estrato arbóreo, indicando el volumen en m³ tanto del total del Área Forestal como por cada sitio de muestreo. De igual forma se presenta la información por cada ejemplar registrado.

En este estrato arbóreo fueron registrados 285 individuos por hectárea, que representan un volumen de 3.2045 m³/hectárea de productos maderables. Se calculó que en el área propuesta para CUSAF serán removidos en total 12,355 individuos, que representan un volumen total de 138.9161 m³ de productos maderables, mismos que se utilizarán para complementar las obras de conservación de suelo propuestas; en consecuencia, no se solicitarán remisiones forestales para comercializar o trasladar fuera de los polígonos propuestos para CUSAF los productos forestales a remover.

Tabla 85. Número de individuos y volumen a remover del estrato Arbóreo en el Área Forestal

Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Abundancia /predio	Volumen (m ³ /ha)	Volumen (m ³ /predio)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	177	7,673	2.9033	125.8598
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	35	1,517	0.0000	0.0000
<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	29	1,257	0.0000	0.0000
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	20	867	0.0201	0.8716
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	7	303	0.2811	12.1846
<i>Condalia velutina</i>	Condalia	13	564	0.0000	0.0000
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	3	130	0.0000	0.0000
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	1	43	0.0000	0.0000
Totales		285	12,355	3.2045	138.9161

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Tabla 86. Número de individuos y volumen a remover por especie y sitio de muestreo del estrato Arbóreo

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Volumen por sitio (m ³)
1	<i>Condalia velutina</i>	5	0.0000
1	<i>Prosopis laevigata</i>	5	0.0909



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Volumen por sitio (m ³)
1	<i>Acacia schaffneri</i>	1	0.0000
Sitio 1		11	0.0909
2	<i>Prosopis laevigata</i>	3	0.0801
2	<i>Condalia velutina</i>	1	0.0000
Sitio 2		4	0.0801
3	<i>Prosopis laevigata</i>	3	0.0000
3	<i>Forestiera phillyreoides</i>	2	0.0000
Sitio 3		5	0.0000
4	<i>Prosopis laevigata</i>	3	0.1523
4	<i>Acacia farnesiana</i>	1	0.0000
Sitio 4		4	0.1523
5	<i>Prosopis laevigata</i>	10	0.1501
5	<i>Acacia schaffneri</i>	1	0.0000
Sitio 5		11	0.1501
6	<i>Prosopis laevigata</i>	17	0.2746
6	<i>Celtis pallida</i>	3	0.0000
Sitio 6		20	0.2746
7	<i>Prosopis laevigata</i>	12	0.0367
7	<i>Celtis pallida</i>	4	0.0000
Sitio 7		16	0.0367
8	<i>Prosopis laevigata</i>	8	0.1514
8	<i>Forestiera phillyreoides</i>	2	0.0000
Sitio 8		10	0.1514
9	<i>Prosopis laevigata</i>	9	0.0563
9	<i>Forestiera angustifolia</i>	2	0.0000
9	<i>Acacia schaffneri</i>	1	0.0000
Sitio 9		12	0.0563
10	<i>Forestiera phillyreoides</i>	20	0.0000
10	<i>Celtis pallida</i>	19	0.0000
10	<i>Prosopis laevigata</i>	8	0.4577



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Volumen por sitio (m ³)
10	<i>Acacia farnesiana</i>	1	0.0000
10	<i>Forestiera angustifolia</i>	1	0.0000
Sitio 10		49	0.4577
11	<i>Prosopis laevigata</i>	6	0.3575
11	<i>Celtis pallida</i>	5	0.0000
11	<i>Forestiera phillyreoides</i>	1	0.0000
11	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1	0.0000
Sitio 11		13	0.3575
12	<i>Prosopis laevigata</i>	2	0.0376
Sitio 12		2	0.0376
13	<i>Prosopis laevigata</i>	10	0.0059
Sitio 13		10	0.0059
14	<i>Prosopis laevigata</i>	6	0.2041
14	<i>Forestiera phillyreoides</i>	3	0.0000
14	<i>Celtis pallida</i>	2	0.0000
Sitio 14		11	0.2041
15	<i>Prosopis laevigata</i>	6	0.1675
Sitio 15		6	0.1675
16	<i>Prosopis laevigata</i>	1	0.0000
Sitio 16		1	0.0000
17	<i>Prosopis laevigata</i>	7	0.0414
17	<i>Condalia velutina</i>	1	0.0000
Sitio 17		8	0.0414
18	<i>Prosopis laevigata</i>	14	0.0200
18	<i>Condalia velutina</i>	4	0.0000
18	<i>Forestiera phillyreoides</i>	1	0.0000
Sitio 18		19	0.0200
19	<i>Prosopis laevigata</i>	6	0.4571
19	<i>Acacia farnesiana</i>	6	0.0158
19	<i>Condalia velutina</i>	2	0.0000



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Volumen por sitio (m ³)
19	<i>Celtis pallida</i>	2	0.0000
19	<i>Acacia schaffneri</i>	1	0.1035
Sitio 19		17	0.5764
20	<i>Prosopis laevigata</i>	41	0.1622
20	<i>Acacia farnesiana</i>	12	0.0043
20	<i>Acacia schaffneri</i>	3	0.1775
Sitio 20		56	0.3440
Total general		285	3.2045

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

La siguiente tabla contiene la información dasométrica de cada individuo registrado en cada uno de los sitios de muestreo. Como se puede observar, si bien la tabla anterior indica la existencia de 285 individuos en los sitios de muestreo de este estrato, de ellos solamente los 60 ejemplares indicados en la tabla de abajo son los que cumplen con un diámetro mayor o igual a 4 cm, para ser considerados en la estimación de un área basal y volumen aprovechable de productos maderables.

Tabla 87. Diámetro, altura y volumen por ejemplar del estrato Arbóreo en el Área Forestal

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	1	1	6	2.2	0.0038
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	1	2	6	2.2	0.0038
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	1	3	5	2.2	0.0027
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	2	1	11	2.6	0.0145
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	2	2	4	2.6	0.0021
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3	1	7	3.1	0.0073
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3	2	7	3.1	0.0073
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3	3	8	3.1	0.0094
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3	4	8	3.1	0.0094
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3	5	9	3.1	0.0118
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3	6	8	3.1	0.0094
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3	7	6	3.1	0.0054



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	3	8	5	3.1	0.0038
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	4	1	8	3.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	4	2	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	4	3	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	4	4	7	3.5	0.0083
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	4	5	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	4	6	9	3.5	0.0134
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	4	7	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	5	1	5	2	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	5	2	7	2	0.0046
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	5	3	4	2	0.0016
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	5	4	4	2	0.0016
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	6	1	5	2.5	0.0031
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	6	2	4	2.5	0.0020
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	6	3	4	2.5	0.0020
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	6	4	5	2.5	0.0031
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	6	5	6	2.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7	1	7	4	0.0095
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7	2	7	4	0.0095
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7	3	6	4	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7	4	7	4	0.0095
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7	5	11	4	0.0225
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7	6	12	4	0.0266
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7	7	8	4	0.0123
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7	8	9	4	0.0154
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	8	1	8	3	0.0091
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	8	2	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	8	3	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	8	4	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	8	5	7	3	0.0071



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	8	6	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	8	7	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	9	1	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	9	2	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	9	3	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	9	4	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	9	5	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	9	6	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	9	7	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	9	8	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	1	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	2	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	3	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	4	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	5	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	6	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	7	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	8	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	10	9	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	11	1	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	11	2	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	11	3	4	4	0.0033
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	11	4	4	4	0.0033
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	11	5	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	11	6	4	4	0.0033
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	12	1	7	3.5	0.0083
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	12	2	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	12	3	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	12	4	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	12	5	4	3.5	0.0028



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	12	6	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	12	7	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	13	1	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	13	2	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	13	3	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	14	1	4	3.2	0.0026
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	14	2	8	3.2	0.0097
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	14	3	4	3.2	0.0026
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	14	4	7	3.2	0.0076
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	15	1	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	15	2	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	15	3	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	16	1	4	13.3	0.0113
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	16	2	5	13.3	0.0173
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	16	3	5	13.3	0.0173
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	16	4	6	13.3	0.0245
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	16	5	5	13.3	0.0173
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	16	6	4	13.3	0.0113
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	1	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	2	8	3.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	3	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	4	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	5	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	6	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	7	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	8	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	9	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	10	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	17	11	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	18	1	5	3.8	0.0047



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	18	2	8	3.8	0.0116
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	18	3	10	3.8	0.0178
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	18	4	6	3.8	0.0067
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	19	1	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	20	1	10	3.3	0.0154
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	20	2	8	3.3	0.0101
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	20	3	10	3.3	0.0154
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	21	1	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	21	2	8	3.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	21	3	9	3.5	0.0134
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	21	4	7	3.5	0.0083
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	22	1	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	22	2	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	22	3	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	22	4	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	1	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	2	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	3	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	4	9	3.5	0.0134
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	5	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	6	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	7	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	8	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	9	7	3.5	0.0083
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	23	10	6	3.5	0.0062
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	1	10	4	0.0188
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	2	8	4	0.0123
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	3	6	4	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	4	8	4	0.0123
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	5	6	4	0.0071



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	6	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	7	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	8	4	4	0.0033
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	24	9	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	25	1	4	2.6	0.0021
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	26	1	7	5.8	0.0140
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	26	2	6	5.8	0.0104
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	26	3	7	5.8	0.0140
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	27	1	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	27	2	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	27	3	5	3.5	0.0044
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	27	4	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	28	1	11	3	0.0168
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	28	2	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	29	1	9	4	0.0154
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	29	2	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	29	3	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	29	4	7	4	0.0095
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	29	5	5	4	0.0050
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	30	1	11	4.5	0.0255
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	30	2	4	4.5	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	30	3	10	4.5	0.0212
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	30	4	10	4.5	0.0212
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	30	5	7	4.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	30	6	7	4.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	30	7	7	4.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	1	4	4.7	0.0039
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	2	5	4.7	0.0059
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	3	5	4.7	0.0059
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	4	10	4.7	0.0222



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	5	8	4.7	0.0145
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	6	8	4.7	0.0145
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	7	7	4.7	0.0112
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	8	6	4.7	0.0084
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	9	6	4.7	0.0084
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	31	10	8	4.7	0.0145
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	32	1	9	3.6	0.0138
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	32	2	7	3.6	0.0085
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	32	3	7	3.6	0.0085
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	1	6	4.5	0.0080
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	2	6	4.5	0.0080
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	3	10	4.5	0.0212
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	4	10	4.5	0.0212
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	5	10	4.5	0.0212
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	6	12	4.5	0.0301
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	7	7	4.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	8	7	4.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	9	7	4.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	33	10	6	4.5	0.0080
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	1	12	5	0.0335
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	2	13	5	0.0391
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	3	12	5	0.0335
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	4	14	5	0.0450
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	5	12	5	0.0335
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	6	11	5	0.0284
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	7	9	5	0.0194
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	8	9	5	0.0194
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	34	9	10	5	0.0237
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	35	1	9	3	0.0114
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	35	2	9	3	0.0114



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	35	3	10	3	0.0140
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	35	4	11	3	0.0168
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	35	5	8	3	0.0091
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	35	6	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	35	7	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	35	8	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	36	1	9	5	0.0194
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	36	2	7	5	0.0120
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	36	3	5	5	0.0063
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	37	1	6	2	0.0035
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	37	2	5	2	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	1	12	6	0.0405
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	2	9	6	0.0234
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	3	6	6	0.0108
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	4	6	6	0.0108
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	5	5	6	0.0076
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	6	6	6	0.0108
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	7	11	6	0.0343
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	8	7	6	0.0145
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	38	9	6	6	0.0108
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	39	1	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	39	2	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	39	3	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	39	4	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	39	5	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	39	6	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	40	1	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	40	2	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	40	3	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	41	1	5	2	0.0024



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	41	2	5	2	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	41	3	4	2	0.0016
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	42	1	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	42	2	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	43	1	11	3	0.0168
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	43	2	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	43	3	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	43	4	10	3	0.0140
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	43	5	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	43	6	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	44	1	7	4	0.0095
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	44	2	4	4	0.0033
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	44	3	8	4	0.0123
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	44	4	11	4	0.0225
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	44	5	9	4	0.0154
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	44	6	8	4	0.0123
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	44	7	4	4	0.0033
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	44	8	12	4	0.0266
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	45	1	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	45	2	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	45	3	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	45	4	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	45	5	7	3	0.0071
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	45	6	11	3	0.0168
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	45	7	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	46	1	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	46	2	4	3	0.0024
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	46	3	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	46	4	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	47	1	4	2.7	0.0022



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	47	2	4	2.7	0.0022
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	48	1	5	2.3	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	49	1	4	2.4	0.0019
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	49	2	4	2.4	0.0019
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	1	4	5.2	0.0043
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	2	8	5.2	0.0161
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	3	13	5.2	0.0407
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	4	12	5.2	0.0349
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	5	16	5.2	0.0605
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	6	13	5.2	0.0407
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	7	13	5.2	0.0407
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	8	13	5.2	0.0407
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	9	9	5.2	0.0202
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	50	10	6	5.2	0.0093
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	51	1	5	5	0.0063
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	51	2	8	5	0.0155
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	51	3	9	5	0.0194
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	51	4	8	5	0.0155
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	51	5	7	5	0.0120
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	51	6	8	5	0.0155
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	51	7	10	5	0.0237
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	51	8	13	5	0.0391
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	52	1	5	3	0.0033
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	52	2	6	3	0.0048
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	52	3	5	3	0.0033
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	52	4	4	3	0.0022
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	52	5	4	3	0.0022
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	1	6	3.8	0.0061
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	2	6	3.8	0.0061
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	3	6	3.8	0.0061



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	4	6	3.8	0.0061
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	5	7	3.8	0.0083
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	6	10	3.8	0.0168
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	7	8	3.8	0.0108
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	8	8	3.8	0.0108
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	9	9	3.8	0.0136
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	10	7	3.8	0.0083
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	11	6	3.8	0.0061
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	53	12	5	3.8	0.0043
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	54	1	4	3.5	0.0025
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	54	2	4	3.5	0.0025
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	54	3	6	3.5	0.0056
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	54	4	6	3.5	0.0056
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	54	5	5	3.5	0.0039
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	54	6	5	3.5	0.0039
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	55	1	7	3	0.0065
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	55	2	4	3	0.0022
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	55	3	8	3	0.0085
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	55	4	6	3	0.0048
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	55	5	5	3	0.0033
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	55	6	9	3	0.0107
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	55	7	4	3	0.0022
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	56	1	9	3.5	0.0134
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	56	2	7	3.5	0.0083
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	56	3	4	3.5	0.0028
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	56	4	8	3.5	0.0107
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	1	9	4.3	0.0166
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	2	7	4.3	0.0102
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	3	7	4.3	0.0102
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	4	8	4.3	0.0132



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Nombre científico	Nombre común	Número de Ejemplar	Número de Fuste	Diámetro (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	5	8	4.3	0.0132
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	6	8	4.3	0.0132
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	7	9	4.3	0.0166
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	8	6	4.3	0.0076
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	57	9	4	4.3	0.0035
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	58	1	4	3	0.0022
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	58	2	4	3	0.0022
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	1	7	4.2	0.0092
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	2	8	4.2	0.0120
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	3	6	4.2	0.0068
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	4	7	4.2	0.0092
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	5	11	4.2	0.0225
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	6	8	4.2	0.0120
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	7	6	4.2	0.0068
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	8	6	4.2	0.0068
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	9	4	4.2	0.0030
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	10	4	4.2	0.0030
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	11	8	4.2	0.0120
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	59	12	8	4.2	0.0120
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	60	1	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	60	2	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	60	3	6	3	0.0053
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	60	4	5	3	0.0037
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	60	5	4	3	0.0024

Fuente: Elaboración propia con información de campo

Por lo que respecta al estrato arbustivo y de enredaderas, se estima que del Matorral crasicaule serán removidos del Área Forestal 293,052 individuos de las 8 especies presentes.

Tabla 88. Número de individuos a remover del estrato Arbustivo y enredaderas en el Área Forestal



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Abundancia /predio
<i>Mimosa biuncifera</i>	Uñita de gato o Garabatillio	5,350	231,927
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	1,035	44,868
<i>Zaluzania augusta</i>	Vara ceniza	145	6,286
<i>Tephrosia purpurea</i>	Huele de noche	170	7,370
<i>Cordia parviflora</i>	Vara prieta	5	217
<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	35	1,517
<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	5	217
<i>Acalypha subviscida</i>	Aserrada	15	650
Totales		6,760	293,052

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

La siguiente tabla muestra el registro de especies del estrato Arbustivo y de enredaderas por cada sitio de muestreo, totalizando 1,352 individuos.

Tabla 89. Número de individuos a remover del estrato Arbustivo y por especie y sitio de muestreo

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio/ especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio/ especie
1	<i>Mimosa biuncifera</i>	40	11	<i>Mimosa biuncifera</i>	57
1	<i>Zaluzania augusta</i>	3	11	<i>Tephrosia purpurea</i>	8
Sitio 1		43	11	<i>Zaluzania augusta</i>	3
2	<i>Mimosa biuncifera</i>	53	11	<i>Verbesina serrata</i>	1
Sitio 2		53	Sitio 11		69
3	<i>Mimosa biuncifera</i>	18	12	<i>Mimosa biuncifera</i>	39
3	<i>Jatropha dioica</i>	16	12	<i>Tephrosia purpurea</i>	3
3	<i>Zaluzania augusta</i>	1	Sitio 12		42
Sitio 3		35	13	<i>Mimosa biuncifera</i>	61
4	<i>Mimosa biuncifera</i>	45	Sitio 13		61
4	<i>Zaluzania augusta</i>	6	14	<i>Jatropha dioica</i>	133
4	<i>Cordia parviflora</i>	1	14	<i>Mimosa biuncifera</i>	69
Sitio 4		52	Sitio 14		202
5	<i>Mimosa biuncifera</i>	51	15	<i>Mimosa biuncifera</i>	31



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio/ especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio/ especie
5	<i>Zaluzania augusta</i>	8	Sitio 15		31
Sitio 5		59	16	<i>Mimosa biuncifera</i>	73
6	<i>Mimosa biuncifera</i>	148	16	<i>Jatropha dioica</i>	2
6	<i>Zaluzania augusta</i>	1	Sitio 16		75
Sitio 6		149	17	<i>Mimosa biuncifera</i>	59
7	<i>Jatropha dioica</i>	51	Sitio 17		59
7	<i>Tephrosia purpurea</i>	13	18	<i>Mimosa biuncifera</i>	48
7	<i>Mimosa biuncifera</i>	1	18	<i>Jatropha dioica</i>	5
Sitio 7		65	Sitio 18		53
8	<i>Mimosa biuncifera</i>	72	19	<i>Mimosa biuncifera</i>	34
8	<i>Tephrosia purpurea</i>	6	Sitio 19		34
Sitio 8		78	20	<i>Mimosa biuncifera</i>	35
9	<i>Mimosa biuncifera</i>	81	20	<i>Baccharis conferta</i>	7
9	<i>Zaluzania augusta</i>	5	20	<i>Acalypha subviscida</i>	3
9	<i>Tephrosia purpurea</i>	3	20	<i>Zaluzania augusta</i>	1
Sitio 9		89	20	<i>Tephrosia purpurea</i>	1
10	<i>Mimosa biuncifera</i>	55	Sitio 20		47
10	<i>Zaluzania augusta</i>	1	Total general		1,352
Sitio 10		56			

Las siguientes tablas indican el total de cactáceas a remover del Área Forestal, así como la cantidad presente en cada sitio de muestreo y por especie. Como puede observarse serán 774 individuos por remover por hectárea, lo que equivale a remover 33,554 individuos en el área de CUSAF.

Tabla 90. Número de individuos a remover de cactáceas en el Área Forestal

Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Abundancia /predio
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	379	16,430
<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	116	5,029
<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	74	3,208



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Abundancia /predio
<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	43	1,864
<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	31	1,344
<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	40	1,734
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	20	867
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	31	1,344
<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	10	434
<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	15	650
<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	7	303
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	3	130
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	1	43
<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	4	173
Totales		774	33,554

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Tabla 91. Número de individuos a remover de Cactáceas por especie y sitio de muestreo

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	6	11	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	33
1	<i>Echinocactus cinerascens</i>	3	11	<i>Echinocactus cinerascens</i>	12
1	<i>Opuntia leptocaulis</i>	2	11	<i>Opuntia stenopetala</i>	11
1	<i>Opuntia stenopetala</i>	1	11	<i>Opuntia leptocaulis</i>	2
1	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	11	<i>Mammillaria magnimamma</i>	2
Sitio 1		13	11	<i>Ferocactus latispinus</i>	1
2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	2	Sitio 11		61
2	<i>Opuntia stenopetala</i>	1	12	<i>Agave salmiana</i>	22
2	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1	12	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	16
2	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	12	<i>Opuntia stenopetala</i>	12
2	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	12	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2
Sitio 2		6	12	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1
3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	3	Sitio 12		53



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
3	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1	13	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	17
Sitio 3		4	13	<i>Echinocactus cinerascens</i>	9
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	15	13	<i>Opuntia stenopetala</i>	6
4	<i>Echinocactus cinerascens</i>	8	13	<i>Ferocactus latispinus</i>	4
4	<i>Opuntia leptocaulis</i>	5	13	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2
4	<i>Opuntia stenopetala</i>	5	Sitio 13		38
4	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	4	14	<i>Echinocactus cinerascens</i>	19
Sitio 4		37	14	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	16
5	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	3	14	<i>Opuntia stenopetala</i>	6
5	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	3	14	<i>Ferocactus latispinus</i>	1
5	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	Sitio 14		42
5	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1	15	<i>Echinocactus cinerascens</i>	9
Sitio 5		8	15	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	6
6	<i>Opuntia leptocaulis</i>	11	15	<i>Ferocactus latispinus</i>	1
6	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	10	15	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1
6	<i>Opuntia engelmannii</i>	4	15	<i>Opuntia stenopetala</i>	1
6	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	4	Sitio 15		18
6	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1	16	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	20
6	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	16	<i>Opuntia engelmannii</i>	8
6	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1	16	<i>Echinocactus cinerascens</i>	4
Sitio 6		32	16	<i>Coryphantha octacantha</i>	2
7	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	22	16	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1
7	<i>Ferocactus latispinus</i>	4	16	<i>Mammillaria magnimamma</i>	1
7	<i>Opuntia leptocaulis</i>	4	Sitio 16		36
7	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	3	17	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	14
7	<i>Opuntia engelmannii</i>	3	17	<i>Agave salmiana</i>	9
7	<i>Coryphantha octacantha</i>	3	17	<i>Opuntia engelmannii</i>	8
7	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	17	<i>Echinocactus cinerascens</i>	7
Sitio 7		40	17	<i>Ferocactus latispinus</i>	4
8	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	11	17	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
8	<i>Opuntia engelmannii</i>	5	17	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1
8	<i>Ferocactus latispinus</i>	3	17	<i>Coryphantha radians</i>	1
8	<i>Echinocactus cinerascens</i>	1	17	<i>Coryphantha octacantha</i>	1
Sitio 8		20	Sitio 17		46
9	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	27	18	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	28
9	<i>Opuntia engelmannii</i>	15	18	<i>Echinocactus cinerascens</i>	18
9	<i>Ferocactus latispinus</i>	10	18	<i>Opuntia engelmannii</i>	9
9	<i>Mammillaria magnimamma</i>	8	18	<i>Ferocactus latispinus</i>	2
9	<i>Coryphantha radians</i>	3	18	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1
9	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2	18	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1
9	<i>Coryphantha octacantha</i>	1	18	<i>Coryphantha octacantha</i>	1
9	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	Sitio 18		60
9	<i>Opuntia robusta</i>	1	19	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	21
Sitio 9		68	19	<i>Echinocactus cinerascens</i>	12
10	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	23	19	<i>Ferocactus latispinus</i>	7
10	<i>Opuntia engelmannii</i>	6	19	<i>Opuntia engelmannii</i>	4
10	<i>Echinocactus cinerascens</i>	4	19	<i>Opuntia leptocaulis</i>	3
10	<i>Mammillaria magnimamma</i>	3	Sitio 19		47
10	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2	20	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	86
10	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	1	20	<i>Opuntia engelmannii</i>	12
10	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	1	20	<i>Ferocactus latispinus</i>	3
Sitio 10		40	20	<i>Coryphantha octacantha</i>	2
			20	<i>Echinocactus cinerascens</i>	2
			Sitio 20		105
			Total general		774

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Finalmente, del estrato herbáceo se removerán 59,455,740 individuos en el Área Forestal, que corresponden a 10 especies vegetales. De igual forma se muestran en las siguientes tablas los individuos a remover por cada sitio y parcela de muestreo, que ascienden a 2,743 individuos.



Tabla 92. Riqueza, abundancia del estrato Herbáceo en el Área Forestal

Nombre científico	Nombre común	Abundancia /ha	Abundancia /predio
<i>Melinis repens</i>	Pasto colorado	642,500	27,852,944
<i>Arundo donax</i>	Pasto cola de zorra 2	252,000	10,924,423
<i>Chloris radiata</i>	Pasto barba de chivo	200,000	8,670,177
<i>Lippia queretarensis</i>	Velludita	136,000	5,895,720
<i>Castillejo integra</i>	Hierba del cáncer	113,000	4,898,650
<i>Chonchua forelensis</i>	Algodoncillo	12,500	541,886
<i>Heliotropium curassavicum</i>	Peludita	5,000	216,754
<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	7,500	325,132
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Golondrina	1,500	65,026
<i>Dichondra argentea</i>	Oreja de ratón	1,500	65,026
Totales		1,371,500	59,455,740



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tabla 93. Número de individuos a remover del estrato Herbáceo por especie y sitio de muestreo.

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
1	1	<i>Melinis repens</i>	47	7	2	<i>Chloris radiata</i>	14	14	2	<i>Castillejo integra</i>	27
1	1	<i>Chloris radiata</i>	4	7	2	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1	14	2	<i>Arundo donax</i>	8
	Parcela 1		51		Parcela 2		15		Parcela 2		35
1	2	<i>Melinis repens</i>	22	7	3	<i>Lippia queretarensis</i>	8	14	3	<i>Castillejo integra</i>	22
1	2	<i>Castillejo integra</i>	11	7	3	<i>Chloris radiata</i>	5	14	3	<i>Arundo donax</i>	11
1	2	<i>Chloris radiata</i>	5	7	3	<i>Heliotropium curassavicum</i>	3	14	3	<i>Chloris radiata</i>	3
1	2	<i>Chonchua forelensis</i>	2		Parcela 3		16		Parcela 3		36
	Parcela 2		40	7	4	<i>Chloris radiata</i>	25	14	4	<i>Castillejo integra</i>	16
1	3	<i>Melinis repens</i>	38	7	4	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1	14	4	<i>Arundo donax</i>	3
1	3	<i>Castillejo integra</i>	3		Parcela 4		26		Parcela 4		19
1	3	<i>Chonchua forelensis</i>	2	8	1	<i>Lippia queretarensis</i>	23	15	1	<i>Melinis repens</i>	39
	Parcela 3		43	8	1	<i>Arundo donax</i>	20		Parcela 1		39
1	4	<i>Melinis repens</i>	41		Parcela 1		43	15	2	<i>Melinis repens</i>	41
1	4	<i>Chonchua forelensis</i>	2	8	2	<i>Arundo donax</i>	28	15	2	<i>Castillejo integra</i>	1
	Parcela 4		43	8	2	<i>Lippia queretarensis</i>	10		Parcela 2		42
2	1	<i>Melinis repens</i>	47		Parcela 2		38	15	3	<i>Melinis repens</i>	59
2	1	<i>Castillejo integra</i>	14	8	3	<i>Arundo donax</i>	35	15	3	<i>Castillejo integra</i>	1
	Parcela 1		61	8	3	<i>Lippia queretarensis</i>	2		Parcela 3		60
2	2	<i>Melinis repens</i>	27		Parcela 3		37	15	4	<i>Melinis repens</i>	99
2	2	<i>Castillejo integra</i>	11	8	4	<i>Arundo donax</i>	20		Parcela 4		99



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
2	2	<i>Chloris radiata</i>	6	8	4	<i>Heliotropium curassavicum</i>	2	16	1	<i>Chloris radiata</i>	23
	Parcela 2		44		Parcela 4		22		Parcela 1		23
2	3	<i>Castillejo integra</i>	33	9	1	<i>Lippia queretarensis</i>	11	16	2	<i>Chloris radiata</i>	6
2	3	<i>Melinis repens</i>	23	9	1	<i>Arundo donax</i>	8	16	2	<i>Lippia queretarensis</i>	2
2	3	<i>Chloris radiata</i>	9	9	1	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1		Parcela 2		8
	Parcela 3		65		Parcela 1		20	16	3	<i>Chloris radiata</i>	52
2	4	<i>Melinis repens</i>	43	9	2	<i>Arundo donax</i>	10		Parcela 3		52
2	4	<i>Chonchua forelensis</i>	1	9	2	<i>Lippia queretarensis</i>	8	16	4	<i>Chloris radiata</i>	40
	Parcela 4		44		Parcela 2		18		Parcela 4		40
3	1	<i>Chloris radiata</i>	10	9	3	<i>Arundo donax</i>	10	17	1	<i>Arundo donax</i>	36
	Parcela 1		10	9	3	<i>Lippia queretarensis</i>	6		Parcela 1		36
3	2	<i>Chloris radiata</i>	27	9	3	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1	17	2	<i>Arundo donax</i>	20
3	2	<i>Castillejo integra</i>	3		Parcela 3		17	17	2	<i>Chloris radiata</i>	8
3	2	<i>Chonchua forelensis</i>	1	9	4	<i>Arundo donax</i>	7	17	2	<i>Melinis repens</i>	5
	Parcela 2		31	9	4	<i>Heliotropium curassavicum</i>	1		Parcela 2		33
3	3	<i>Castillejo integra</i>	13		Parcela 4		8	17	3	<i>Lippia queretarensis</i>	18
3	3	<i>Chloris radiata</i>	13	10	1	<i>Arundo donax</i>	5	17	3	<i>Arundo donax</i>	10
3	3	<i>Chonchua forelensis</i>	1		Parcela 1		5		Parcela 3		28
	Parcela 3		27	10	2	<i>Arundo donax</i>	11	17	4	<i>Arundo donax</i>	5
3	4	<i>Chloris radiata</i>	23		Parcela 2		11	17	4	<i>Chloris radiata</i>	3
3	4	<i>Chonchua forelensis</i>	1	10	3	<i>Arundo donax</i>	5	17	4	<i>Lippia queretarensis</i>	2



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
	Parcela 4		24		Parcela 3		5		Parcela 4		10
4	1	<i>Melinis repens</i>	43	10	4	<i>Arundo donax</i>	7	18	1	<i>Lippia queretarensis</i>	88
	Parcela 1		43		Parcela 4		7	18	1	<i>Pennisetum ciliare</i>	14
4	2	<i>Melinis repens</i>	51	11	1	<i>Melinis repens</i>	20		Parcela 1		102
4	2	<i>Castillejo integra</i>	9	11	1	<i>Castillejo integra</i>	11	18	2	<i>Melinis repens</i>	23
	Parcela 2		60		Parcela 1		31	18	2	<i>Arundo donax</i>	4
4	3	<i>Melinis repens</i>	33	11	2	<i>Melinis repens</i>	32	18	2	<i>Pennisetum ciliare</i>	1
	Parcela 3		33	11	2	<i>Castillejo integra</i>	1		Parcela 2		28
4	4	<i>Melinis repens</i>	57		Parcela 2		33	18	3	<i>Lippia queretarensis</i>	32
	Parcela 4		57	11	3	<i>Melinis repens</i>	52	18	3	<i>Chloris radiata</i>	2
5	1	<i>Chonchua forelensis</i>	5	11	3	<i>Castillejo integra</i>	1		Parcela 3		34
5	1	<i>Euphorbia heterophylla</i>	2		Parcela 3		53	18	4	<i>Lippia queretarensis</i>	20
	Parcela 1		7	11	4	<i>Melinis repens</i>	61	18	4	<i>Chloris radiata</i>	20
5	2	<i>Melinis repens</i>	23	11	4	<i>Castillejo integra</i>	3		Parcela 4		40
5	2	<i>Castillejo integra</i>	5		Parcela 4		64	19	1	<i>Melinis repens</i>	30
5	2	<i>Euphorbia heterophylla</i>	1	12	1	<i>Melinis repens</i>	33	19	1	<i>Chloris radiata</i>	29
	Parcela 2		29	12	1	<i>Chloris radiata</i>	1		Parcela 1		59
5	3	<i>Melinis repens</i>	35		Parcela 1		34	19	2	<i>Melinis repens</i>	22
5	3	<i>Castillejo integra</i>	5	12	2	<i>Melinis repens</i>	37	19	2	<i>Lippia queretarensis</i>	10
	Parcela 3		40		Parcela 2		37	19	2	<i>Arundo donax</i>	6
5	4	<i>Melinis repens</i>	46	12	3	<i>Melinis repens</i>	71		Parcela 2		38



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie	Sitio	Parcela	Nombre científico	Abundancia por sitio / especie
5	4	<i>Chonchua forelensis</i>	8		Parcela 3		71	19	3	<i>Chloris radiata</i>	19
5	4	<i>Chloris radiata</i>	1	12	4	<i>Melinis repens</i>	25	19	3	<i>Lippia queretarensis</i>	3
	Parcela 4		55		Parcela 4		25		Parcela 3		22
6	1	<i>Chloris radiata</i>	8	13	1	<i>Arundo donax</i>	37	19	4	<i>Chloris radiata</i>	1
	Parcela 1		8	13	1	<i>Castillejo integra</i>	28		Parcela 4		1
6	2	<i>Lippia queretarensis</i>	5	13	1	<i>Chonchua forelensis</i>	2	20	1	<i>Arundo donax</i>	47
6	2	<i>Chloris radiata</i>	3		Parcela 1		67	20	1	<i>Lippia queretarensis</i>	1
	Parcela 2		8	13	2	<i>Arundo donax</i>	23		Parcela 1		48
6	3	<i>Lippia queretarensis</i>	16	13	2	<i>Castillejo integra</i>	5	20	2	<i>Arundo donax</i>	27
6	3	<i>Chloris radiata</i>	5		Parcela 2		28		Parcela 2		27
	Parcela 3		21	13	3	<i>Arundo donax</i>	22	20	3	<i>Arundo donax</i>	20
6	4	<i>Chloris radiata</i>	6	13	3	<i>Castillejo integra</i>	3	20	3	<i>Melinis repens</i>	15
6	4	<i>Lippia queretarensis</i>	4		Parcela 3		25	20	3	<i>Lippia queretarensis</i>	3
6	4	<i>Dichondra argentea</i>	3	13	4	<i>Arundo donax</i>	33		Parcela 3		38
	Parcela 4		13		Parcela 4		33	20	4	<i>Melinis repens</i>	45
7	1	<i>Chloris radiata</i>	29	14	1	<i>Arundo donax</i>	26		Parcela 4		45
	Parcela 1		29		Parcela 1		26		Total general		2,743



- ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS

Los resultados de las existencias volumétricas se presentan a continuación por especie, cabe mencionar que los residuos forestales se emplearán en la construcción de obras de conservación de suelo, por lo que no se destinarán a la comercialización. En tal sentido no representan materias primas forestales, es por lo que no se requerirá de documentación para acreditar la legal procedencia de estas.

- Por especie y tipo de vegetación del Área Forestal

Para determinar el volumen a obtener en los polígonos propuestos para CUSAF se aplicó una ecuación exponencial por especie, considerando aquellos individuos con un diámetro a la altura al pecho igual o mayor a 4 cm. Las ecuaciones aplicadas en este estudio se determinaron con base en la metodología empleada por el Inventario Nacional Forestal y de Suelos en la obtención de los resultados 2004-2009, y fueron las siguientes:

Tabla 94. Modelos matemáticos para determinar el volumen por especie.

Nombre común	Nombre científico	Ecuación de volumen
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	EXP $(-10.01137401 + (1.97688779 * LN (DN))) + (1.02860759 * LN (AT))$
Huizache chino	<i>Acacia schaffneri</i>	EXP $(-10.01137401 + (1.97688779 * LN (DN))) + (1.02860759 * LN (AT))$
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	EXP $(-9.80434696 + (1.91033696 * LN (DN))) + (1.03262007 * LN (AT))$

Fuente: Ecuaciones determinadas con base en el Inventario Nacional Forestal. Sistema Nacional de Información Forestal. Comisión Nacional Forestal <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/infys/temas/resultados-2004-2009>.

Donde:

Exp : Exponencial

LN: Logaritmo natural

DN: Diámetro normal

AT: Altura total

Como se observa en la siguiente tabla, a fin de obtener los volúmenes de productos forestales a remover en cada uno de los polígonos forestales, primeramente se determinó una hectárea tipo para cada grupo de vegetación empleando la información obtenida del inventario forestal.



Como se puede observar, los individuos a remover del estrato arbóreo en una hectárea tipo del Matorral crasicaule equivalen a 285 individuos, por su parte serán 774 los individuos que se removerán del grupo de cactáceas, 6,760 los individuos de especies arbustivas y enredaderas, y 1,371,500 individuos herbáceos, totalizando así una cantidad a remover de 1,379,319 individuos por hectárea, complementados con 3.2045 m³ de productos maderables.

Tabla 95. Existencias volumétricas por tipo de vegetación y especie del Área Forestal

Tipo de vegetación	Nombre científico	Nombre común	Volumen /ha (m ³)	Volumen /predio (m ³)
Matorral crasicaule	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	2.9033	125.8598
	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	0.0000	0.0000
	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	0.0000	0.0000
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	0.0201	0.8716
	<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	0.2811	12.1846
	<i>Condalia velutina</i>	Condalia	0.0000	0.0000
	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	0.0000	0.0000
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	0.0000	0.0000
Total			3.2045	138.9161

- Por propietario/predio

Las siguientes tablas muestran los individuos y volúmenes a remover por tipo de vegetación, así como el acumulativo de dicho volúmenes o existencias por cada propietario/predio.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tabla 96. Existencias volumétricas por predio y especie en el Área Forestal

Municipio/Localidad	Propietario	Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Volumen m ³ (RTA o VTA)
Tequisquiapan	EJIDO TEQUISQUIAPAN	MATORRAL CRASICAULE	43.3509	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	7,673	125.8598
				<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	1,517	0.0000
				<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	1,257	0.0000
				<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	867	0.8716
				<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	303	12.1846
				<i>Condalia velutina</i>	Condalia	564	0.0000
				<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	130	0.0000
				<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	43	0.0000
TOTAL						12,355	138.9161



Tabla 97. Acumulativo de existencias volumétricas en el Área Forestal

Municipio /Localidad	Propietario	Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	Número de individuos	Volumen m ³ (RTA o VTA)
Tequisquiapan	EJIDO TEQUISQUIAPAN	MATORRAL CRASICAULE	43.3509	12,355	138.9161
Total			43.3509	12,355	138.9161

- Fauna

SISTEMA AMBIENTAL

Por las características de la microcuenca es posible presentar en un listado preliminar las siguientes especies de fauna silvestre que incluyen; 9 especies de anfibios, 120 especies de aves tanto residentes como migratorias, con respecto a las especies migratorias, revisten singular importancia las que también se pueden encontrar en Canadá y Estados Unidos como *Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius* y *Dendroica coronata*, 50 especies de mamíferos y 12 reptiles destaca la presencia de la víbora de cascabel (*Crotalus molossus*) en la microcuenca, ocupando un nicho importante en la cadena trófica y relevante para el proceso evolutivo del ecosistema. (Padilla, 1997. Leopold, 1965, SEDESU, 2000).

Tabla 98. Listado de fauna silvestre potencial en la microcuenca

Abundancia	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	CITES
1	Amphibia	Bufo	<i>Anaxyrus punctatus</i>	sapo de manchas rojas		No incluida
2	Amphibia	Hyla	<i>Hyla eximia</i>	ranita de árbol de montaña		No incluida
3	Amphibia	Hyla	<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita de cañón		No incluida
4	Amphibia	Bufo	<i>Incilius nebulifer</i>	sapo nebuloso		No incluida
5	Amphibia	Rana	<i>Lithobates berlandieri</i>	rana leopardo	Pr	No incluida
6	Amphibia	Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea bellii</i>	tlaconete pinto	Pr	No incluida
7	Amphibia	Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea cephalica</i>	tlaconete regordete	A	No incluida
8	Amphibia	Hyla	<i>Smilisca baudinii</i>	rana trepadora		No incluida
9	Amphibia	Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>	sapo montícola de espuela		No incluida
1	Aves	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	gavilán de Cooper	Pr	No incluida
2	Aves	Podicipedidae	<i>Aechmophorus clarkii</i>	achichilique naranja pico		No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Abundancia	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	CITES
3	Aves	Podicipedidae	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	achichilique pico amarillo		No incluida
4	Aves	Emberizidae	<i>Aimophila botterii</i>	zacatonero de Botteri		No incluida
5	Aves	Emberizidae	<i>Ammodramus savannarum</i>	gorrión chapulín		No incluida
6	Aves	Strigidae	<i>Asio otus</i>	búho cara café		No incluida
7	Aves	Emberizidae	<i>Atlapetes pileatus</i>	atlapetes gorra rufa		No incluida
8	Aves	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo		No incluida
9	Aves	Paridae	<i>Baeolophus atricristatus</i>	carbonero cresta negra		No incluida
10	Aves	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	ampelis chinito		No incluida
11	Aves	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	búho cornudo		No incluida
12	Aves	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	aguililla cola roja		No incluida
13	Aves	Emberizidae	<i>Calamospiza melanocorys</i>	gorrión ala blanca		No incluida
14	Aves	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	codomiz escamosa		No incluida
15	Aves	Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	colibrí lucifer		Apéndice II
16	Aves	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	mosquero lampiño		No incluida
17	Aves	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	matraca del desierto		No incluida
18	Aves	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos		No incluida
19	Aves	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	cardenal rojo		No incluida
20	Aves	Fringillidae	<i>Carduelis pinus</i>	jilguero pinero		No incluida
21	Aves	Fringillidae	<i>Carduelis psaltria</i>	jilguero dominico		No incluida
22	Aves	Fringillidae	<i>Carpodacus cassinii</i>	pinzón de Cassin		No incluida
23	Aves	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano		No incluida
24	Aves	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeciroja		No incluida
25	Aves	Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	zorzal cola rufa		No incluida
26	Aves	Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	chivirín barranqueño		No incluida
27	Aves	Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequin		No incluida
28	Aves	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	chotacabras menor		No incluida
29	Aves	Odontophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	codomiz cotuí		No incluida
30	Aves	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola común		No incluida
31	Aves	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	tórtola coquita		No incluida
32	Aves	Columbidae	<i>Columbina tapalcoti</i>	Tortolita rojiza		No incluida
33	Aves	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	pibí occidental		No incluida
34	Aves	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común		No incluida
35	Aves	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo		No incluida
36	Aves	Corvidae	<i>Corvus cryptoleucus</i>	cuervo llanero		No incluida
37	Aves	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	garrapatero pijuy		No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Abundancia	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	CITES
38	Aves	Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho		Apéndice II
39	Aves	Odontophoridae	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	codorniz silbadora	Pr	No incluida
40	Aves	Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	chipe coronado		No incluida
41	Aves	Parulidae	<i>Dendroica nigrescens</i>	chipe negrogris		No incluida
42	Aves	Parulidae	<i>Dendroica occidentalis</i>	chipe cabeza amarilla		No incluida
43	Aves	Parulidae	<i>Dendroica townsendi</i>	chipe negroamarillo		No incluida
44	Aves	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	milano cola blanca		No incluida
45	Aves	Tyrannidae	<i>Empidonax hammondii</i>	mosquero de Hammond		No incluida
46	Aves	Tyrannidae	<i>Empidonax oberholseri</i>	mosquero oscuro		No incluida
47	Aves	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	mosquero barranqueño		No incluida
48	Aves	Tyrannidae	<i>Empidonax wrightii</i>	mosquero gris		No incluida
49	Aves	Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	colibrí magnífico		Apéndice II
50	Aves	Icteridae	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	tordo ojo amarillo		No incluida
51	Aves	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano		No incluida
52	Aves	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos		No incluida
53	Aves	Strigidae	<i>Glaucidium gnoma</i>	tecolote serrano		No incluida
54	Aves	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta		No incluida
55	Aves	Parulidae	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña		No incluida
56	Aves	Icteridae	<i>Icterus abeillei</i>	bolsero dorsioscuro		No incluida
57	Aves	Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	bolsero calandria		No incluida
58	Aves	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero		No incluida
59	Aves	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	bolsero castaño		No incluida
60	Aves	Trochilidae	<i>Lampornis amethystinus</i>	Colibrí garganta amatista		Apéndice II
61	Aves	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	alcaudón verdugo		No incluida
62	Aves	Strigidae	<i>Megascops kennicottii</i>	tecolote occidental		No incluida
63	Aves	Strigidae	<i>Megascops trichopsis</i>	tecolote rítmico		No incluida
64	Aves	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	carpintero cheje		No incluida
65	Aves	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	carpintero bellotero		No incluida
66	Aves	Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	mulato azul		No incluida
67	Aves	Strigidae	<i>Micrathene whitneyi</i>	tecolote enano		No incluida
68	Aves	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	centzontle norteno		No incluida
69	Aves	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	chipe trepador		No incluida
70	Aves	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	tordo ojo rojo		No incluida
71	Aves	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	tordo cabeza café		No incluida
72	Aves	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	papamoscas cenizo		No incluida
73	Aves	Parulidae	<i>Oporornis tolmiei</i>	chipe de Tolmie	A	No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Abundancia	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	CITES
74	Aves	Strigidae	<i>Otus flammeolus</i>	tecolote ojo oscuro		No incluida
75	Aves	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	gorrión sabanero		No incluida
76	Aves	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul		No incluida
77	Aves	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado		No incluida
78	Aves	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	paloma de collar		No incluida
79	Aves	Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	capulínero negro		No incluida
80	Aves	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	carpintero mexicano		No incluida
81	Aves	Emberizidae	<i>Pipilo chlorurus</i>	toquí cola verde		No incluida
82	Aves	Thraupidae	<i>Piranga flava</i>	tángara encinera		No incluida
83	Aves	Thraupidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	tángara capucha roja		No incluida
84	Aves	Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	perlita azulgris		No incluida
85	Aves	Emberizidae	<i>Poocetes gramineus</i>	gorrión cola blanca		No incluida
86	Aves	Ptilonotidae	<i>Ptilonotus cinereus</i>	capulínero gris		No incluida
87	Aves	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	mosquero cardenal		No incluida
88	Aves	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor		No incluida
89	Aves	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	reyezuelo de rojo		No incluida
90	Aves	Tyrannidae	<i>Sayornis phoebe</i>	papamoscas fibí		No incluida
91	Aves	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	papamoscas llanero		No incluida
92	Aves	Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	zumbador rufo		Apéndice II
93	Aves	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	chipe flameante		No incluida
94	Aves	Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	azulejo garganta azul		No incluida
95	Aves	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	azulejo garganta canela		No incluida
96	Aves	Emberizidae	<i>Spizella breweri</i>	gorrión de Brewer		No incluida
97	Aves	Emberizidae	<i>Spizella pallida</i>	gorrión pálido		No incluida
98	Aves	Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de Collar		No incluida
99	Aves	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	golondrina ala aserrada		No incluida
100	Aves	Cardinalidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar		No incluida
101	Aves	Icteridae	<i>Sturnella neglecta</i>	pradero occidental		No incluida
102	Aves	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	golondrina bicolor		No incluida
103	Aves	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	golondrina verdemar		No incluida
104	Aves	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	chivirín cola oscura		No incluida
105	Aves	Mimidae	<i>Toxostoma crissale</i>	cuitlacoche crisal		No incluida
106	Aves	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	chivirín saltapared		No incluida
107	Aves	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	mirlo primavera		No incluida
108	Aves	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	tirano pálido		No incluida
109	Aves	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	tirano gritón		No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Abundancia	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	CITES
110	Aves	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	lechuza campanario de		No incluida
111	Aves	Parulidae	<i>Vermivora celata</i>	chipe corona naranja		No incluida
112	Aves	Parulidae	<i>Vermivora ruficapilla</i>	chipe de coronilla		No incluida
113	Aves	Vireonidae	<i>Vireo cassinii</i>	vireo de Cassin		No incluida
114	Aves	Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	vireo gorjeador		No incluida
115	Aves	Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	vireo reyezuelo		No incluida
116	Aves	Parulidae	<i>Wilsonia pusilla</i>	chipe corona negra		No incluida
117	Aves	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Ala Blanca		No incluida
118	Aves	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota		No incluida
119	Aves	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo		No incluida
120	Aves	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca del desierto		No incluida
1	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Antrozous pallidus</i>	murciélago norteño		No incluida
2	Mammalia	Muridae	<i>Baiomys taylori</i>	ratón pigmeo		No incluida
3	Mammalia	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle		No incluida
4	Mammalia	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote		No incluida
5	Mammalia	Heteromyidae	<i>Chaetodipus hispidus</i>	ratón de campo		No incluida
6	Mammalia	Heteromyidae	<i>Chaetodipus nelsoni</i>	ratón de abazones		No incluida
7	Mammalia	Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	murciélago trompudo	A	No incluida
8	Mammalia	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	zorrillo de espalda blanca		No incluida
9	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	murciélago orejón		No incluida
10	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	murciélago orejón		No incluida
11	Mammalia	Soricidae	<i>Cryptotis parva</i>	musaraña orejillas mínima		No incluida
12	Mammalia	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo		No incluida
13	Mammalia	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	murciélago vampiro		No incluida
14	Mammalia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache		No incluida
15	Mammalia	Heteromyidae	<i>Dipodomys ordii</i>	rata canguro		No incluida
16	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	murciélago moreno		No incluida
17	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Lasiurus cinereus</i>	murciélago canoso		No incluida
18	Mammalia	Phyllostomidae	<i>Leptonycteris nivalis</i>	murciélago magueyero	A	No incluida
19	Mammalia	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra		No incluida
20	Mammalia	Heteromyidae	<i>Liomys irroratus</i>	ratón espinoso mexicano		No incluida
21	Mammalia	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	gato montes		Apéndice II
22	Mammalia	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	zorrillo listado		No incluida
23	Mammalia	Muridae	<i>Microtus mexicanus</i>	Meteoro		No incluida
24	Mammalia	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja		No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Abundancia	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	CITES
25	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	murciélago californiano		No incluida
26	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Myotis thysanodes</i>	murciélago bordado		No incluida
27	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Myotis velifer</i>	murciélago mexicano		No incluida
28	Mammalia	Muridae	<i>Neotoma goldmani</i>	rata magueyera		No incluida
29	Mammalia	Muridae	<i>Neotoma leucodon</i>	rata magueyera		No incluida
30	Mammalia	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	rata magueyera mexicana		No incluida
31	Mammalia	Molossidae	<i>Nyctinomops macrotis</i>	murciélago cola suelta mayor		No incluida
32	Mammalia	Sciuridae	<i>Ottospermophilus variegatus</i>	Ardilla de roca		No incluida
33	Mammalia	Heteromyidae	<i>Perognathus flavus</i>	ratón de abazones		No incluida
34	Mammalia	Muridae	<i>Peromyscus difficilis</i>	ratón de roca		No incluida
35	Mammalia	Muridae	<i>Peromyscus gratus</i>	ratón piñonero talpan		No incluida
36	Mammalia	Muridae	<i>Peromyscus melanophrys</i>	ratón de meseta		No incluida
37	Mammalia	Muridae	<i>Peromyscus melanotis</i>	ratón orejas negras		No incluida
38	Mammalia	Muridae	<i>Peromyscus pectoralis</i>	ratón tobillos blancos		No incluida
39	Mammalia	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus hesperus</i>	Murciélago		No incluida
40	Mammalia	Muridae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	ratón cosechero leonado		No incluida
41	Mammalia	Muridae	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	ratón cosechero común		No incluida
42	Mammalia	Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	rata cañera crespa		No incluida
43	Mammalia	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo		No incluida
44	Mammalia	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra		No incluida
45	Mammalia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache		No incluida
46	Mammalia	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	conejo		No incluida
47	Mammalia	Mephitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado		No incluida
48	Mammalia	Muridae	<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera		No incluida
49	Mammalia	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		No incluida
50	Mammalia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla		No incluida
1	Reptilia	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico pinto del noreste		No incluida
2	Reptilia	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel cola negra	Pr	No incluida
3	Reptilia	Anguidae	<i>Gerrhonotus ophiurus</i>	cuelbra con patas		No incluida
4	Reptilia	Colubridae	<i>Salvadora bairdi</i>	culebra parchada de Baird	Pr	No incluida
5	Reptilia	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite	Pr	No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Abundancia	Clase	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059	CITES
6	Reptilia	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija espinosa		No incluida
7	Reptilia	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	rápido barrado		No incluida
8	Reptilia	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija		No incluida
9	Reptilia	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija rasposa	Pr	No incluida
10	Reptilia	Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>	culebra oliva ratonera		No incluida
11	Reptilia	Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirrióneta	A	No incluida
12	Reptilia	Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	A	No incluida

Con el objeto de conocer la riqueza específica y abundancia relativa de las especies de fauna silvestre en la cuenca hidrológica forestal definida para el área del proyecto, se aplicaron técnicas estándar de muestreo e inventario de vertebrados para cada uno de los transectos seleccionados aleatoriamente.

- Metodología utilizada para determinar la riqueza y diversidad

Teóricamente la mejor forma de obtener una muestra de una población de fauna silvestre es hacerlo al azar porque la mayor parte de los modelos utilizados para estimar poblaciones parten de supuestos en los que los animales están distribuidos aleatoriamente. Para ello, en la zona de estudio se calculó cuántas muestras necesitamos obtener para que el muestreo sea representativo y a partir de los cuales hagamos los recuentos o las capturas.

Lamentablemente esto no siempre es posible, especialmente en zonas de relieve irregular donde no todos los puntos pueden ser accesibles o bien que los recorridos que se pueden establecer a partir de los puntos iniciales tampoco sean practicables. En tal caso debemos al menos garantizar en lo posible la representatividad del muestreo, repartiendo un número elevado de muestras de forma homogénea por toda la zona de estudio, por ejemplo, uno o más en cada tipo de vegetación, cobertura o paraje.

De este modo podemos estar razonablemente seguros de que ninguna zona estará más evaluada que otra. Además, debemos tener en cuenta que las muestras tomadas en cualquier punto, superficie o recorrido deben estar suficientemente separadas entre sí para garantizar que sean independientes unas de otras. Uno de los principales problemas de los muestreos consiste en la poca precisión a causa de que la distribución de los animales no se ajusta a una distribución al azar, sino que suele ser muy irregular y se



asemeja más a una distribución agregada o son más abundantes en un tipo determinado de hábitat que en otros. Se puede aumentar la precisión del muestreo si dividimos el espacio a inventariar en zonas (estratos) más homogéneas (en densidad, hábitat o detectabilidad), en este sentido se realizaron los muestreos de acuerdo con la cobertura y las características topográficas y físicas del predio, además para corregir sesgo que puede producirse por diversos factores se aplicó el muestreo de conteos ligados de los autores Regier y Robson, 1967, descrita por Seber, 1982.

Que consiste en realizar el conteo de fauna en varias ocasiones de acuerdo con lo siguiente:

Tener mínimo tres observadores que identifiquen fácilmente las especies ya sea por avistamiento o sonido.

La actividad se realiza caminando en grupo en un transecto o ubicándose en un sitio determinado desde donde se realiza el conteo de la fauna silvestre.

Se registra el nombre común o científico de la especie, se toman fotografías de los especímenes y con la ayuda de guías se realiza la identificación.

A pesar de que se realiza el conteo en grupo no siempre todos los observadores son capaces de registrar a todas las especies o el número total de cada especie, por lo que los datos registrados siempre difieren en este caso los valores de riqueza más altos son los que se aproximan a la realidad.

Ahora bien, una vez que se tienen los conteos realizados, se eligen los dos números mayores (N_m sería el mayor y N_{m-1} el siguiente) que se consideran los mejores resultados o los que se aproximan más a la realidad. En este caso el número total (N^{\wedge}) sería:

$$N^{\wedge} = 2 N_m - N_{m-1}$$

Así también se calcula el error estándar con la siguiente fórmula:

$$EE(N^{\wedge}) = \sqrt{s^2/2}$$

Y la desviación estándar sería:

$$S(N^{\wedge}) = N^{\wedge} / \sqrt{2 N_m - N_{m-1}}$$

Siendo $S_{N_m - N_{m-1}}$ la desviación estándar y $N_m - N_{m-1}$ la media respectivamente

- Métodos de conteo por grupo de especies



A continuación, describen los métodos utilizados para el conteo de especies de fauna silvestre dichas metodologías se utilizaron tomando como base el conteo ligado mencionado anteriormente, donde por punto o transecto se tuvo la participación de cuatro observadores.

➤ **Conteo de reptiles**

Se realizó a través de los siguientes métodos:

Colecta oportunista. Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos.

Encuentro visual. Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatoria, generalmente durante un período de tiempo fijo.

Ambos métodos fueron utilizados inicialmente se realizó recorrido en transectos y en sitios donde se presumía podría haber presencia de reptiles (rocas, ramas muertas, cuerpos de agua), se realizó búsqueda intensiva.

Tabla 99. Coordenadas de los transectos para anfibios y reptiles

Transectos de búsqueda de Reptiles y Anfibios				
Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	409,488	2,268,044	409,339	2,268,037
2	409,854	2,268,306	409,948	2,268,423
3	409,424	2,268,639	409,574	2,268,637
4	410,083	2,268,835	410,081	2,268,985
5	409,408	2,269,097	409,558	2,269,109
6	410,300	2,269,691	410,422	2,269,604
7	409,480	2,269,712	409,625	2,269,749
8	410,074	2,270,150	410,142	2,270,017
9	409,527	2,270,209	409,523	2,270,359
10	410,075	2,270,692	410,200	2,270,775
11	409,489	2,270,853	409,626	2,270,791
De 150 m de longitud a cada 450 m de separación aprox.				

Fuente: Elaboración propia con información de campo



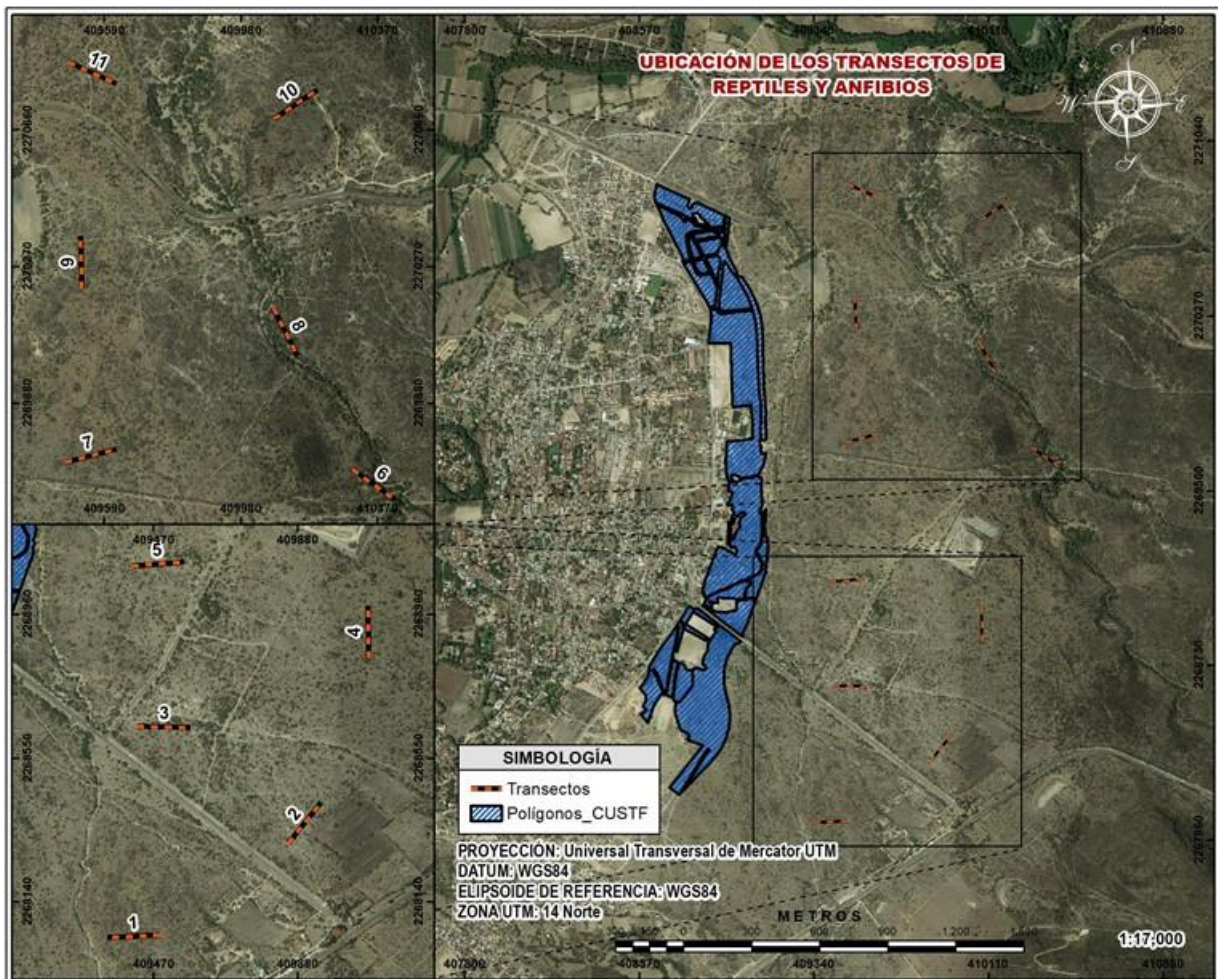


Figura 92. Búsqueda de reptiles y anfibios en transectos de franja

➤ **Conteo de aves terrestres**

Las metodologías utilizadas fueron; conteos ligados y redes ornitológicas que se usaron sólo para determinar riqueza y características morfológicas de las especies.

Recuentos en punto o puntos de conteo

El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds et al. 1980, Bibby et al. 1992, Ralph et al. 1996 citado por F. González G. 2011).



Este método puede usarse para obtener la abundancia y riqueza de diferentes especies en un lugar específico estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves, así como para estudiar las diferencias en la composición de especies entre hábitats. Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente (Chávez-León y Velázquez 2004 citado por F. González G. 2011). Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables ya que pueden ser observadas o escuchadas, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Huttoet al. 1986, Bibbyet al. 1992 citado por F. González G. 2011).

En este estudio, los puntos se seleccionaron al azar dentro del predio, para evitar el doble conteo. Los puntos o sitios tuvieron una separación de 300 m, por la separación que se planteó entre cada sitio y las condiciones de topografía del predio por día se lograban realizar hasta cuatro conteos; dos por la mañana de las 07:00 a las 09:00 horas y otros dos por la tarde de las 16:00 a las 18:00 horas.

El conteo se iniciaba tan pronto el observador llegaba al punto, donde permanecía en completo silencio y durante 10 o 20 minutos tomaba datos de riqueza y abundancia de las especies, así como referencias fotográficas, también durante el recorrido de punto a punto si se detectaba una nueva especie se contabilizaba para el punto más cercano al que se encontrara.

Tabla 100. Coordenadas de los puntos de recuento para aves

Observación de aves		
Punto	X	Y
1	409,488	2,268,044
2	409,854	2,268,306
3	409,512	2,268,599
4	409,887	2,268,848
5	409,478	2,269,050
6	410,300	2,269,691
7	409,586	2,269,703
8	409,944	2,269,975



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junipero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Observación de aves		
Punto	X	Y
9	409,545	2,270,182
10	409,861	2,270,502
11	409,551	2,270,828
A cada 450 m aprox		

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

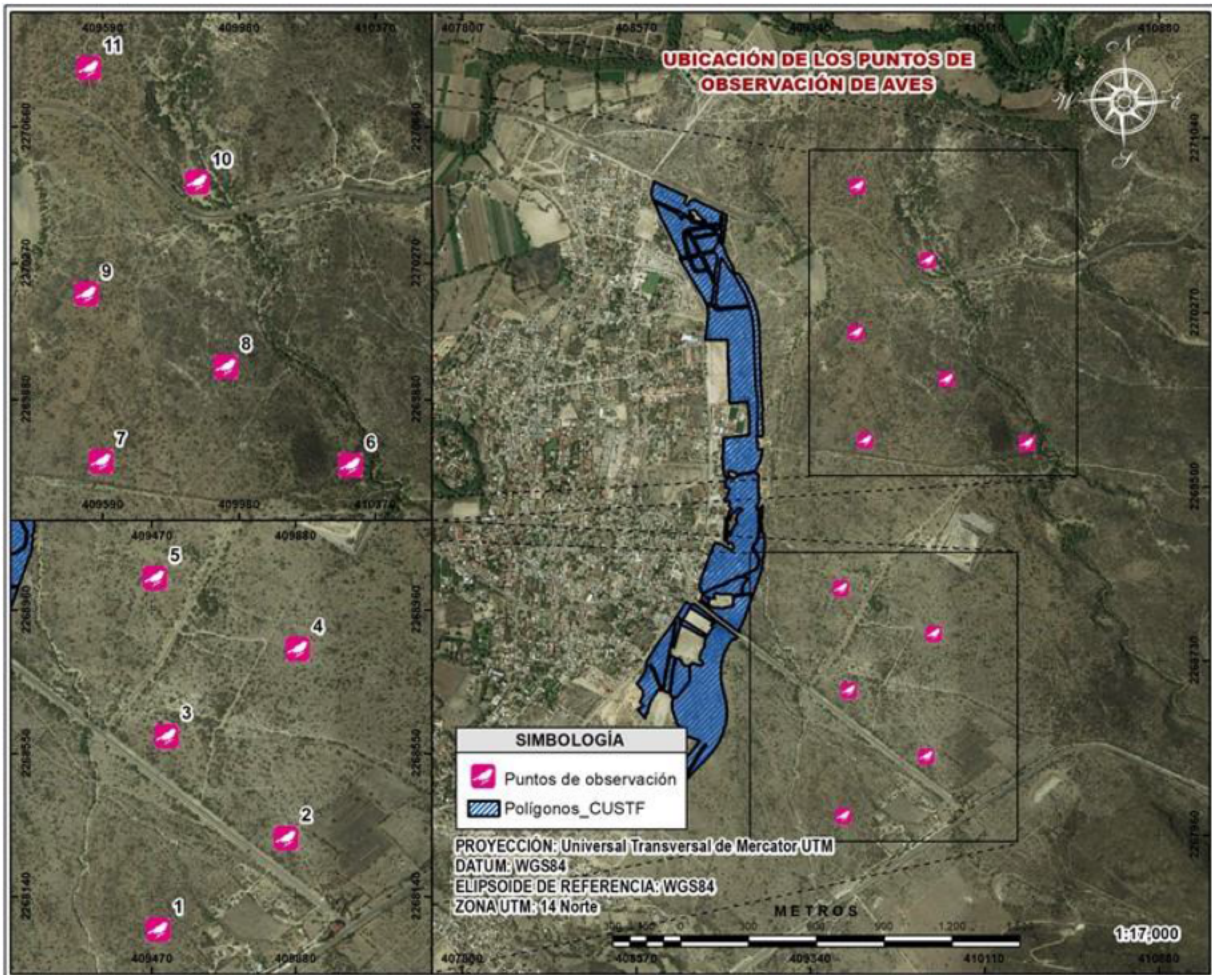


Figura 93. Ubicación de los puntos de recuento de aves

- Conteo de mamíferos

Las técnicas utilizadas para llevar a cabo la identificación y verificación de la presencia de las especies de mamíferos en el predio fueron las siguientes:



1. Métodos indirectos: huellas, pieles, animales muertos, excrementos y rascaderos
2. Métodos directos: trampas no mortales tipo Sherman para ratones y ratas y Tomahawk para mamíferos medianos
3. Método no invasivo: utilizando cámaras nocturnas marca Simmons ® y Bushnell ®

En el estudio de mamíferos es importante conocer los sitios donde es más probable que se encuentren dentro de un área determinada, ya que las especies no se distribuyen de manera homogénea, lo cual está relacionado con los requerimientos de hábitat que suponen variables ambientales, climáticas o topográficas, incluso la perturbación humana influye en el área que ocupan los animales. A continuación, se describen las metodologías utilizadas para este grupo de acuerdo con las especies:

- Rastros indirectos

Los conteos indirectos se hacen a partir de algún rastro producido por el animal de interés, por ejemplo, cuevas, madrigueras, heces o huellas encontradas en transectos de muestreo (Aranda, M. 2000). En consecuencia, el conteo de tales evidencias indirectas de la presencia animal provee de un índice de abundancia.

- Censo para lagomorfos

Se buscaron indicios de lagomorfos a través del conteo de excrementos o letrinas de acuerdo con Aranda, 2000; Sutherland, 1996, ya que los excrementos son los rastros más notorios de la presencia de conejos y mamíferos en general.

El método consiste en trazar una serie de transectos a lo largo de los cuales se cuenta la acumulación de excrementos o de letrinas en parcelas previamente establecidas en cada transecto (Greenwood, 1996). De esta manera puede medirse la acumulación de excrementos en relación con una unidad de área y por un periodo conocido de tiempo y a partir de estos datos calcular cuántos animales se pueden encontrar.

Para estimar la abundancia absoluta, los supuestos básicos del método son:

Se conoce la tasa de defecación diaria. Se debe determinar la tasa de defecación en relación con la época del año y el tipo de vegetación.

Se conoce el periodo de acumulación de los excrementos. Para determinar con certeza el tiempo de acumulación, las parcelas se limpiaron de excrementos el día que se ubicaron en el campo, fecha a partir de la cual se inició el periodo de revisión.



La forma y el tamaño de la parcela son eficientes para el conteo. La medida utilizada para poblaciones de conejos y liebres fue de 1 m² en forma de parcelas circulares espaciadas cada 90 metros. Y se ubicaron con mayor densidad en las áreas con más abundancia de letrinas.

Los transectos se distribuyen al azar y son representativas del área total de referencia. La estratificación del muestreo se requiere cuando hay presencia de diferentes tipos de hábitat o vegetación claramente distinguibles. Cuando es posible identificar estas áreas con cierta homogeneidad y estratificar el muestreo, se recomienda que las unidades de muestreo, las parcelas, se repartan proporcionalmente al tamaño de cada tipo de vegetación tomado como estrato.

Los transectos se limpian en la fecha cero; un determinado número de días poco antes del primer muestreo.

Una vez cumplidos los supuestos, y ya con la información ordenada, se puede estimar la riqueza y si se requiere la densidad absoluta que es el número de animales por hectárea, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Animales/ha} = n / A \times B$$

Donde:

n es el número de excrementos o letrinas acumulados en las parcelas extrapolado a 1 hectárea,

A es la tasa de defecación diaria

B es el número de días de acumulación.

El número de excrementos acumulados por hectárea se calcula a partir de la información colectada en la hoja de registro. Para cada transecto se registró el número de excrementos en cada parcela. Se obtiene la sumatoria de excrementos por transecto. Si cada parcela tuvo un área de 1 m² y el transecto consistió en 7 parcelas, entonces el área muestreada por transecto fue de 7 m². Con los datos de varios transectos se obtiene el número de excrementos promedio en 7 m², y este dato se extrapola a 1 hectárea.

Debe recordarse que esta extrapolación sólo es válida para aquella extensión relativamente homogénea del tipo de vegetación o hábitat considerado en el transecto.



Por ejemplo:

El transecto "A" tiene 10 parcelas de 1 m² y se registraron 1, 0, 0, 5, 2, 0, 20, 0, 0, 1 excrementos en cada parcela.

El área muestreada en el transecto fue de 10 m², la sumatoria de las 10 parcelas es 29 excrementos.

En otros 3 transectos se registraron, 80, 35 y 56 excrementos, respectivamente.

El promedio es de $(29 + 80 + 36 + 56) / 4 = 50$ excrementos en 10 m².

Lo simplificamos a 5 excrementos en 1 m². Para extrapolar a 1 hectárea, se multiplica: $(5 \text{ excrementos} / \text{m}^2) \times (10,000)$; porque 1 hectárea = 10,000 m².

Así se obtiene una $n = 50,000$ de excrementos / hectárea.

Si conocemos la tasa de defecación diaria de la especie (A) y el número de días de acumulación (B), entonces podemos completar la fórmula y estimar la densidad absoluta:

$$\text{Animales / ha} = n / A \times B$$

$\text{Animales / ha} = 50,000 \text{ excrementos por ha} / (\text{tasa de defecación } 560 \text{ excrementos por día por conejo, por } 30 \text{ días} = 16,800) = 50,000 / 16,800$ así, el estimado resulta: 2.97 conejos /hectárea.

Tabla 101. Coordenadas de los transectos para lagomorfos

Transectos lagomorfos				
Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	409,445	2,268,034	409,345	2,268,037
2	409,833	2,268,292	409,927	2,268,258
3	409,415	2,268,590	409,477	2,268,668
4	409,924	2,268,862	410,024	2,268,863
5	409,388	2,269,028	409,446	2,269,109
6	410,408	2,269,688	410,408	2,269,788
7	409,553	2,269,679	409,652	2,269,690
8	409,979	2,270,007	409,980	2,270,107
9	409,456	2,270,213	409,556	2,270,219
10	409,945	2,270,539	410,039	2,270,572



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

11	409,482	2,270,867	409,580	2,270,850
De 100 m de longitud a cada 500 m de separación aprox.				

Fuente: Elaboración propia con información de campo

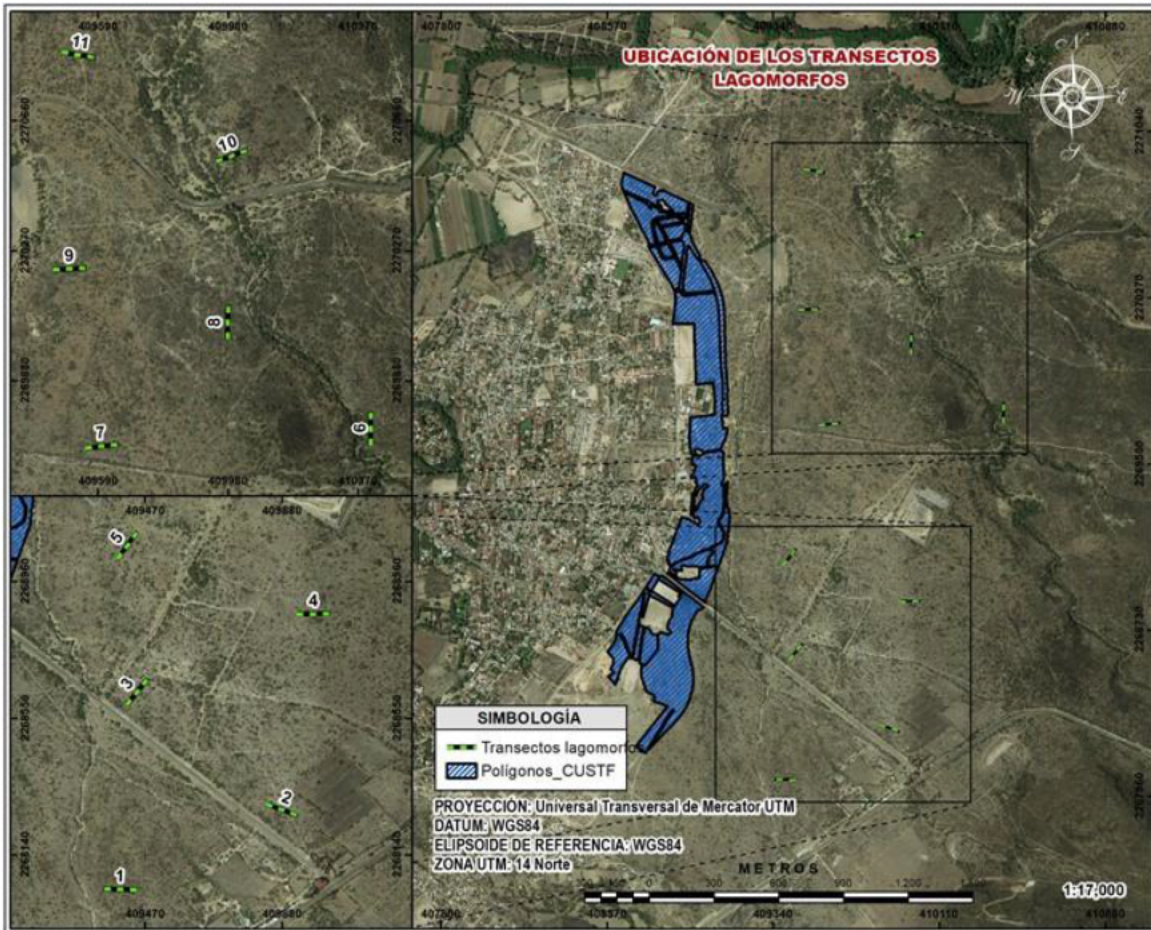


Figura 94. Ubicación de los transectos lagomorfos

- Conteos directos

Los conteos directos pueden ser del número de animales capturados en un grupo de trampas, número de animales detectados caminando a través de un transecto o número de animales fotografiados en trampas cámara.

Trampas Sherman y Tomahawk

Se realizaron muestreos en transectos con trampas Sherman cebadas con avena y crema de cacahuete, se establecieron seis cuadrantes donde en cada uno se colocaron 20 trampas



dispuestas en línea y separadas unas de otras cada 10 m aproximadamente y se dejaron durante dos noches consecutivas y posteriormente se cambiaron a otro cuadrante.

Las trampas se ubicaron en el suelo en las nopaleras donde había vestigios de roedores y se revisaban por la mañana para evitar la muerte por hipotermia. Los especímenes capturados, se fotografiaron y se identificaron usando la Guía de mamíferos del estado de Querétaro (Soria Luna Hugo Et Al. 2007) para posteriormente ser liberados en el sitio de captura.



Figura 95. Trampas Sherman y Tomahawk

Cada vez que se atrapa a un animal, una trampa queda fuera de servicio, por lo tanto, el número de trampas disponibles para atrapar animales disminuye progresivamente a lo largo del período de trampeo.

La proporción de trampas capturando animales es una frecuencia de captura, que está relacionada con el número de animales que podrían haber sido capturados si las trampas fueran capaces de capturas múltiples. A esto se le conoce como densidad de captura. En otras palabras, la frecuencia de captura (número de animales capturados/trampas) NO es lineal con la densidad poblacional absoluta, pero la densidad de captura SI es lineal.

Por lo tanto, la frecuencia de captura (f) deberá ser convertida siempre a densidad de captura (X) antes de comparar a las poblaciones y se resume en la siguiente ecuación:

$$f=1-e^{-x}$$

Cuando se utilice este método de densidad relativa utilizando trampas siempre los resultados se dan como DENSIDAD DE CAPTURA. Ahora para obtener el índice de



abundancia las capturas por transecto se dividen entre las noches que estuvieron activas por 100 y el resultado se expresa en índice de abundancia.

Para mamíferos medianos se utilizaron 10 trampas Tomahawk de diferentes tamaños, plegables y fijas, con una y dos puertas abatibles, en las cuales se colocó sardina como atrayente. Las trampas se dispusieron de manera sistemática alineadas de oriente a poniente con separación de 100 metros entre trampas y de 200 m entre líneas, teniendo un total de 10 repeticiones ya que solo se colocaron en las áreas con mayor cobertura vegetal. Las trampas sólo se dejaron una noche para posteriormente moverlas a la siguiente línea; por la mañana se revisaron y se liberaron a los animales, sin antes tomar sus características fisiológicas y fotografiarlos.

Tabla 102. Coordenadas de ubicación de las baterías de trampas Tomahawk y Sherman

Baterías de trampas Sherman y Tomahawk				
Batería	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	409,488	2,268,044	409,339	2,268,037
2	409,854	2,268,306	409,948	2,268,423
3	409,424	2,268,639	409,574	2,268,637
4	410,083	2,268,835	410,081	2,268,985
5	409,408	2,269,097	409,558	2,269,109
6	410,300	2,269,691	410,422	2,269,604
7	409,480	2,269,712	409,625	2,269,749
8	410,074	2,270,150	410,142	2,270,017
9	409,527	2,270,209	409,523	2,270,359
10	410,075	2,270,692	410,200	2,270,775
11	409,489	2,270,853	409,626	2,270,791
De 150 m de longitud a cada 450 m de separación aprox.				

Fuente: Elaboración propia con información de campo.



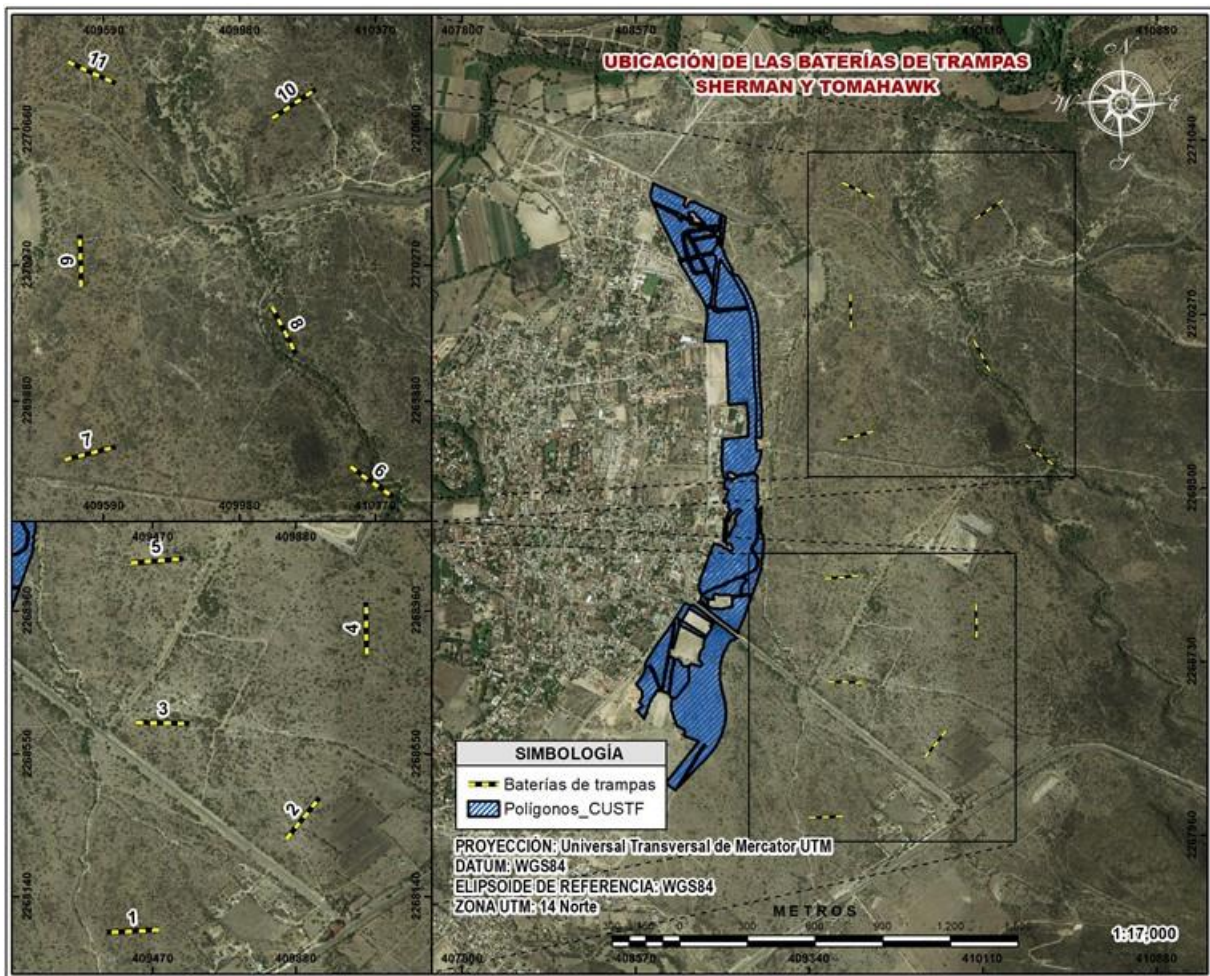


Figura 96. Ubicación de las baterías para trampas Tomahawk y Sherman

Trampas cámara

El uso de trampas cámara es útil para estudiar especies con bajas densidades y difíciles de capturar u observar, en este estudio se ubicaron en catorce sitios con características físicas apropiadas para determinadas especies como los bordos y las cañadas, así como sitios donde se encontraron rastros de fauna, cada sitio fue muestreado con una trampa-cámara digital con flash Infra-Rojo (Simmons ® y Bushnell ®).

Las trampas-cámaras fueron colocadas con una separación de 500 m y programadas para realizar tres tomas consecutivas una vez que se detectara movimiento, con la finalidad de propiciar la fotografía de los animales se colocaron atrayentes olfativos consistentes en sardina y crema de cacahuate colocados en un rango de 1 a 3 m de separación de las cámaras, una vez que se acercaba el animal a comer la carnada la cámara realizaba las



tomas hasta que se retiraba el animal. Dependiendo de la marca de la cámara las fotos registraron la fecha, hora, temperatura y fase lunar en que fue tomada. El período de muestreo fue de veinte días del 15 de junio al 05 de julio de 2013 con el uso de 5 cámaras las cuales se revisaron cada semana, se descargaron las imágenes en computadora portátil y después de quince días se cambiaron de sitio para cubrir la mayor superficie.

Conteo de heces para carnívoros

El conteo de heces es otra técnica que se usó en el estudio de carnívoros, con esta técnica la abundancia se determinó por la cantidad de heces encontradas en un área determinada o la tasa a la que se encuentran las heces en un transecto a través de varios muestreos.

Análisis de datos

En cada fotografía tomada por las cámaras se revisó y se registró la especie y la hora en que se tomó la fotografía. Para definir la independencia entre fotografías y no contabilizar dos veces al mismo individuo, se tomó como fotografía nueva o independiente aquella que se tomó en un periodo mínimo de 12 horas después de tomada la primera fotografía (Yasuda 2004, Heilbrunet al. 2006). Para los análisis estadísticos a cada sitio se le consideró como unidad de muestreo.

Los índices de abundancia relativa para cada especie registrada se calcularon a partir de los datos de las cámaras.

Los índices empleados en los cálculos fueron los siguientes:

- Índice de detección de cámaras IDC (Boydston 2005). Indica la facilidad de detectar una especie o bien el número de detecciones esperadas por 100 trampas noche, el cálculo es el mismo que para el índice de abundancia relativa.

$$IDC=100x (f/t)$$

Donde,

f = número de fotografías por especie

t = número de noches trampa

Tabla 103. Coordenadas de ubicación de trampas cámara

Trampas cámara



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Cámara	X	Y
1	409,416	2,268,161
2	409,654	2,268,967
3	410,359	2,269,773
4	409,814	2,270,781

A 840 m, 1070 m y 1145 m de separación

Fuente: Elaboración propia con información de campo

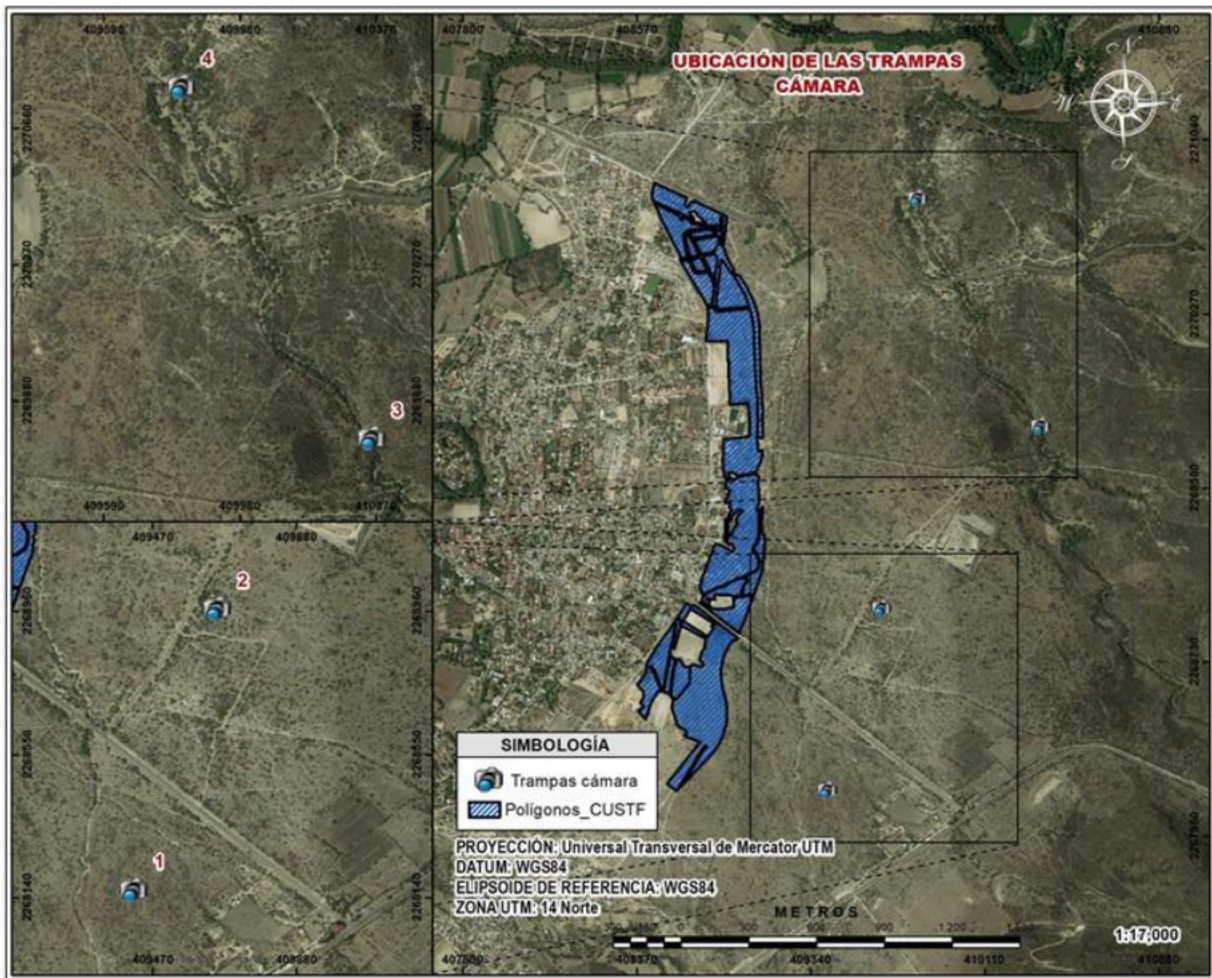


Figura 97. Ubicación de las trampas cámara

- Cálculo de los parámetros poblacionales de cada grupo de fauna silvestre
 - Riqueza específica



La riqueza específica(S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un lugar o en un área determinada, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.

La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

➤ Abundancia

Uno de los parámetros poblacionales más utilizados en el manejo de la fauna es el tamaño poblacional o la abundancia. Se define como abundancia el número total de individuos que conforman una población y habitualmente se denota con la letra N. Para poder estimar la abundancia es necesario que los límites de la población estén claramente establecidos, aspecto que no siempre es tan evidente en campo. En otros casos, cuando el límite de la población es de carácter administrativo, por ejemplo, una reserva, rancho, UMA, ejido, entonces la estimación de la abundancia se hará exclusivamente para los animales dentro de estos límites.

La fórmula general para estimar la abundancia es: $N = n / \alpha\beta$, donde N es la abundancia, n es el número de animales contados en las unidades de muestreo, α (alfa) es la proporción de área muestreada respecto del área total, y β (beta) la proporción de animales contados durante el muestreo.

Esta fórmula es la más general que existe y ya sea de manera explícita o implícita, todos métodos de estimación hacen referencia a esta fórmula. Es muy común expresar el tamaño de una población refiriéndose a la densidad por lo que es necesario definirla.

Por densidad se refiere el número de animales por unidad de área habitualmente expresada como individuos por hectárea, individuos por kilómetro cuadrado. Por lo tanto la fórmula general para estimar la densidad (D) es: $D = N / S$, donde N es la abundancia de la población y S la superficie que ocupa la misma.

➤ Abundancia Relativa

La abundancia relativa se define como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales en la comunidad.



Los datos de abundancia relativa proporcionan los índices del tamaño de las poblaciones que por lo general no pueden ser convertidos a una estimación de abundancia absoluta. Sin embargo, los resultados pueden proporcionar estimaciones de abundancia comparables entre localidades y especies, o dentro de la especie con el tiempo.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales.

➤ Índice de biodiversidad

Para el cálculo de la biodiversidad en este estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener H' .

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad ‘extensa’ de la que se conoce el número total de especies S .

También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos.

Por lo tanto, $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

Para el cálculo de este parámetro se utiliza el logaritmo natural de la abundancia relativa y los resultados se expresan como bits/ind.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde

p_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987).



Magurran menciona que para el Índice de Shannon- WEINER, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Otro índice utilizado en este estudio fue el índice de equidad de Pielou que 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 igual de abundantes.

El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J = H' / H' \text{ máx}$$

Donde:

J = índice de equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' max = ln (S).

S = número de especies

- Diseño de Muestreo empleado por grupo de especie

Muestreo aleatorio estratificado

Se eligió este tipo de muestreo debido a que el predio presenta por lo menos dos estratos o tipos de cobertura; de esta manera las muestras tienen representación de todos y cada uno de los estratos considerados. Se aseguró que en la estratificación del área a evaluar haya la máxima homogeneidad dentro de cada estrato en relación con la variable a estudiar y la máxima heterogeneidad entre los estratos. Dentro de cada estrato la selección de las muestras fue al azar.

Metodología para la generación de Curvas de acumulación de especies

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, siendo ésta el estimado de especies existentes.



A fin de determinar la cantidad de posibles especies presentes en la microcuenca, incluyendo aquellas especies “raras” o de distribución “restringida” (considerando que no todas las especies tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución), se generó una curva de acumulación mediante el empleo del software denominado EstimateS en su versión 9.1.0. Para obtener la Rarefacción, dicho sistema, en un procedimiento de remuestreo, selecciona al azar individuos o unidades de muestreo, hasta que todos los individuos o unidades de muestreo en la muestra de referencia se han acumulado.

Para generar las curvas de acumulación se realizaron los siguientes procedimientos:

Primero se integró la matriz de especies encontradas y su abundancia, matriz que indica en cada fila la abundancia por especie encontrada en cada sitio de muestreo (ubicados en cada columna).

La matriz antes referida se ingresó al sistema EstimateS en su versión 9.1.0, a fin de “aleatorizar” los datos y obtener los valores de la “curva empírica”, es decir, la que se desprende de esta aleatorización.

Posteriormente los resultados de software EstimateS se ingresaron al sistema STATISTICA, el cual permitió el ajuste de los datos y la generación de la curva de acumulación mediante el método Simplex & Quasi-Newton, que de acuerdo con Jiménez -Valverde y Hortal (2003)⁷ es uno de los métodos más robustos.

Complementariamente se obtuvieron los valores relacionados a la curva de acumulación, como son el coeficiente de determinación R², la pendiente de la curva y la cobertura de especies, que permiten evaluar la confiabilidad del tamaño de muestra. En tal sentido se empleó el modelo Exponencial, también llamado Exponencial negativo $S(t) = (a/b) * (1 - \exp(-b*t))$ por ser el que dio un mejor resultado por el tipo de datos obtenidos en campo. El Coeficiente de determinación R², que para nuestro muestreo presenta valores cercanos a 1, corrobora un buen ajuste de los datos al emplear el modelo Exponencial. Por su parte, la pendiente de la curva en todos los estratos o grupos florísticos tiene un valor menor a

⁷ Jiménez-Valverde A., Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8, 31-XII-2003. Sección Artículos y Notas Pp. 151 - 161. Madrid. España.



0.1, lo que según Jiménez -Valverde y Hortal (2003), “nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable”.

De esta forma se generaron las curvas de acumulación empleando la ecuación del modelo Exponencial $S(t) = (a/b) * (1 - \exp(-b * t))$, donde $S(t)$ es el número de especies estimado, t es el tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, a es la ordenada al origen, es decir la intercepción con el eje Y, que representa la tasas de incremento de especies al inicio del muestreo, y b es la pendiente de la curva:

Para obtener la asíntota de la curva se dividió el valor de a entre b (a/b), obteniendo así, como resultado del análisis de los datos, el número de especies que se estima pueden ser encontradas en el área de muestreo.

Por otra parte, el cociente que resulta de la división del número de especies registradas en el muestreo entre las especies que se estima puedan ser encontradas, nos indica la cobertura que logramos sobre la riqueza de especies. En este sentido, tal y como lo refieren Jiménez -Valverde y Hortal (2003), “A menos que se alcance el número asíntótico de especies (...) no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo (...). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asíntótica se hacen estables”. Con base en lo anterior, y a falta de parámetros aplicables al modelo Exponencial, es este (70%) el criterio que empleamos para determinar si nuestra muestra fue lo suficientemente completa.

Aunado a lo anterior también debe tomarse en cuenta, según los autores citados, que a medida que el inventario se va completando es cada vez más difícil encontrar nuevas especies en las unidades de muestro que se agregan, lo que tiene como consecuencia el decremento en la pendiente de la curva. De lo anterior se requiere un mayor esfuerzo para registrar nuevas especies conllevaría mayores costos, sin embargo la probabilidad de encontrar nuevas especies va disminuyendo con cada nueva unidad de muestreo, por lo que debe tomarse en cuenta la relación Resultado-Costo al momento de determinar el tamaño de la muestra.

Las curvas de acumulación de especies que resultan del procedimiento descrito muestran en el eje X el esfuerzo de muestreo efectuado (t ; unidades de esfuerzo). y el eje Y



representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado y los puntos sobre la línea son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo.

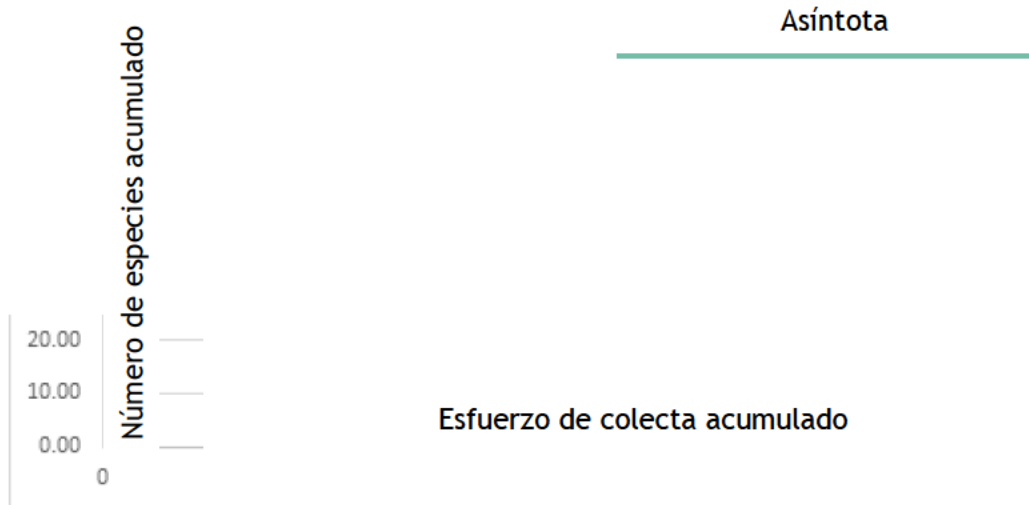


Figura 98. Ejemplo de una curva de acumulación de especies

Los resultados de cada uno de los pasos antes indicados se integran como anexo al presente, en formato Excel bajo el nombre de archivo “Curvas de Ac. Fauna Tequisquiapan”. En él pueden encontrarse la matriz generada con los datos obtenidos en campo, las tablas de resultados emitidas por EstimateS, y los resultados que genera STATISTICA junto con la curva de acumulación.

A continuación se presentan las matrices generadas con los datos de campo, en las que se observa a las especies registradas dentro del área de la microcuenca por cada sitio de muestreo según su abundancia por especie en cada estrato. Estas matrices son las mismas con que se alimentó al sistema EstimateS para aleatorizar los datos 100 veces antes de ingresarlos al sistema STATISTICA.

Las siguientes son las tablas de salida de EstimateS, en las que se observa el esfuerzo de muestreo, la cantidad acumulativa de individuos y el número de especies que integran la “curva empírica” antes de ser ajustada mediante modelo estadístico en STATISTICA.



Empleando el software estadístico llamado STATISTICA, se ajustó la información obtenida de EstimateS empleando el método antes descrito al inicio de esta sección, y se obtuvieron las curvas de acumulación ajustadas mediante el modelo Exponencial, así como los valores de ellas derivados.

Tabla 104. Valores de la curva empírica generados por EstimateS para los grupos faunísticos.

Sitios de muestreo	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios
	S(est)	S(est)	S(est)	S(est)
1	17.18	6.36	3.45	0.45
2	23.67	8.67	5.22	0.84
3	26.5	9.82	6.18	1.15
4	28.02	10.49	6.76	1.41
5	29	10.92	7.16	1.61
6	29.72	11.24	7.45	1.76
7	30.3	11.48	7.67	1.87
8	30.79	11.66	7.84	1.94
9	31.24	11.8	7.95	1.98
10	31.64	11.91	8	2
11	32	12	8	2

Tabla 105. Parámetros para cada grupo de fauna silvestre presente en el SA

Parámetro	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios
Sitios de Muestreo	11	11	11	11
Especies Muestreadas	32	12	8	2
Asíntota (especies)	31	12	8	3
Pendiente al Final de la Curva	0.0075	0.0042	0.0136	0.0334
Cobertura de especies %	103.23	100	100	66.67
Coefficiente de determinación R ²	0.9806	0.9826	0.954	0.9975

Como se puede observar en los resultados anteriores, la totalidad de las muestras alcanzan una cobertura del 100% de las especies que la asíntota indica pueden encontrarse en el



SA. Por su parte la R2 confirma un buen ajuste del modelo Exponencial a nuestro diseño de muestreo. De esta forma se constata que el tamaño de muestra aplicado fue el adecuado. De igual forma, en todos los casos la Pendiente al final de la curva es menor a 0.1, lo que nos indica que se logró un inventario bastante completo y altamente fiable.

➤ Resultados obtenidos

Tabla 106. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de Aves

Nombre científico	Sitio										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Amazilia violiceps</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Ammodramus savannarum</i>	2	2	1	2	1	3	1	2	0	1	2
<i>Buteo jamaicensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Callipepla squamata</i>	0	0	3	0	5	0	3	0	5	0	7
<i>Calothorax lucifer</i>	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1
<i>Campylorhynchus gularis</i>	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
<i>Carpodacus mexicanus</i>	5	2	3	3	2	0	4	0	2	2	5
<i>Catherpes mexicanus</i>	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1
<i>Chondestes grammacus</i>	2	0	3	1	2	2	1	2	0	2	2
<i>Coragyps atratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Corvus corax</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Falco sparverius</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Geococcyx velox</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Hirundo rustica</i>	0	6	0	5	0	0	5	4	4	0	3
<i>Icterus parisorum</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	2	1	1
<i>Melanerpes aurifrons</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Mimus polyglottos</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
<i>Myiozetetes similis</i>	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
<i>Passer domesticus</i>	5	3	4	2	3	3	0	3	2	0	5
<i>Passerina caerulea</i>	1	0	0	0	2	0	1	2	0	1	2
<i>Phainopepla nitens</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
<i>Polioptila caerulea</i>	2	0	2	1	1	1	0	2	2	3	2
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	2	1	1
<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Sitio										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Sayornis phoebe</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1
<i>Sayornis saya</i>	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
<i>Spinus psaltria</i>	2	2	0	0	3	0	0	1	1	1	2
<i>Spizella passerina</i>	1	2	4	0	2	2	2	4	2	0	4
<i>Toxostoma curvirostre</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>Troglodytes aedon</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Zenaida asiática</i>	5	4	5	4	3	0	5	0	5	0	3
<i>Zenaida macroura</i>	2	1	2	3	0	3	1	2	2	0	4

Tabla 107. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de Mamíferos

Nombre científico	Sitio										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Bassariscus astutus</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
<i>Didelphis marsupialis</i>	3	2	0	2	1	2	0	0	1	0	1
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	1	0	2	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Mephitis macroura</i>	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1
<i>Spilogale gracilis</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Mustela frenata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Neotoma leucodon</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Procyon lotor</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Peromyscus difficilis</i>	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Lepus californicus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Sciurus aureogaster</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0

Tabla 108. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de reptiles

Nombre científico	Sitios										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

<i>Aspidoscelis gularis</i>	1	1	0	1	1	2	0	0	1	0	1
<i>Crotalus molossus</i>	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Kinosternon integrum</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Masticophis flajellum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Pituophis deppei</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Salvadora bairdi</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sceloporus grammicus</i>	2	0	1	1	2	0	0	1	0	1	1
<i>Sceloporus horridus</i>	0	2	1	1	0	1	1	1	0	1	1

Tabla 109. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de anfibios

Nombre científico	Sitios										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Hyla arenicolor</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Anaxyrus punctatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Tabla 110. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, para aves, mamíferos y reptiles

Sitios de muestreo	S(est)			
	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios
1	17.18	6.36	3.45	0.45
2	23.67	8.67	5.22	0.84
3	26.5	9.82	6.18	1.15
4	28.02	10.49	6.76	1.41
5	29	10.92	7.16	1.61
6	29.72	11.24	7.45	1.76
7	30.3	11.48	7.67	1.87
8	30.79	11.66	7.84	1.94
9	31.24	11.8	7.95	1.98
10	31.64	11.91	8	2
11	32	12	8	2



Curvas de acumulación para Fauna

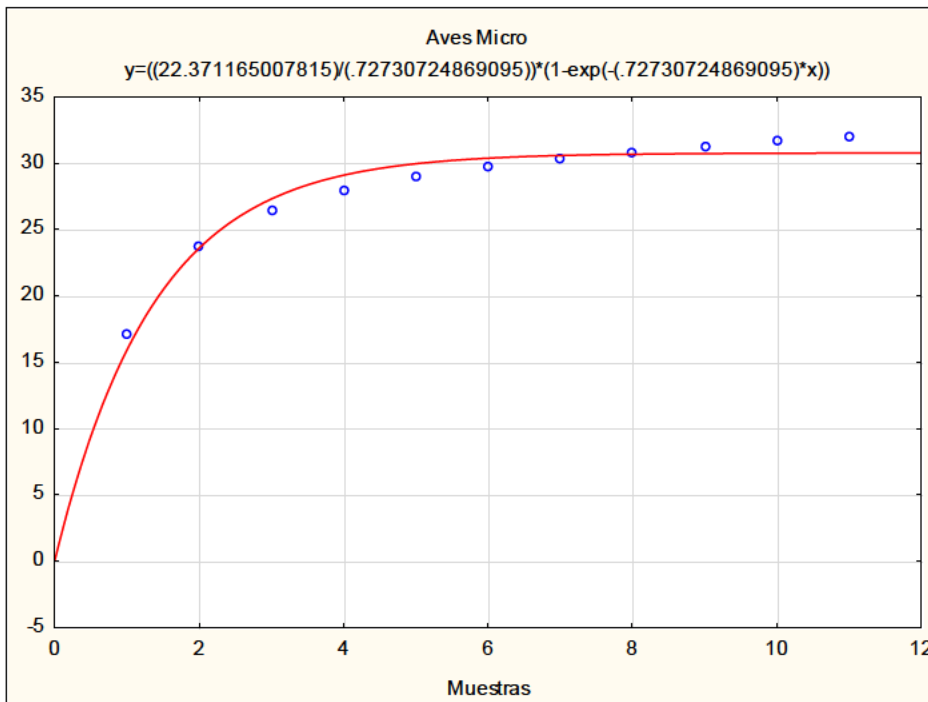


Figura 99. Curva de acumulación para el grupo de las aves en el SA.

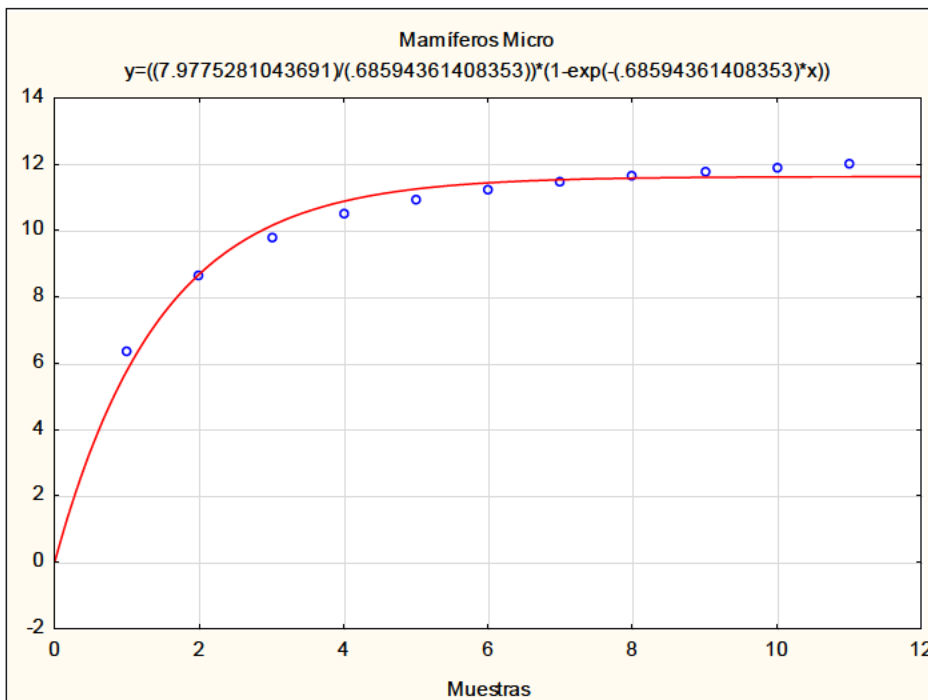


Figura 100. Curva de acumulación para el grupo de los mamíferos en el SA



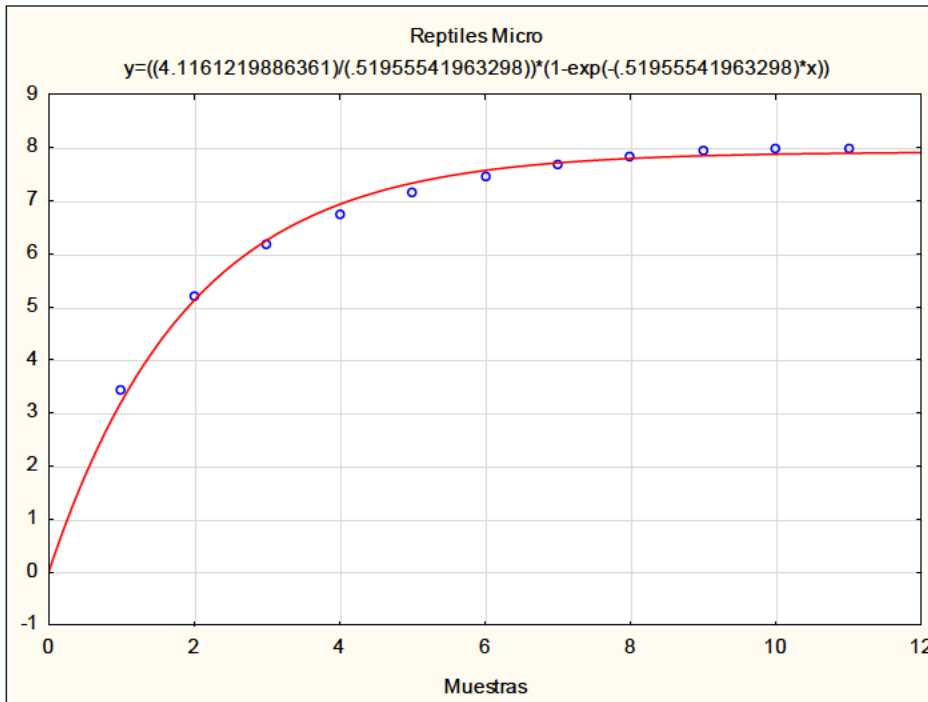


Figura 101. Curva de acumulación para el grupo de los reptiles en el SA

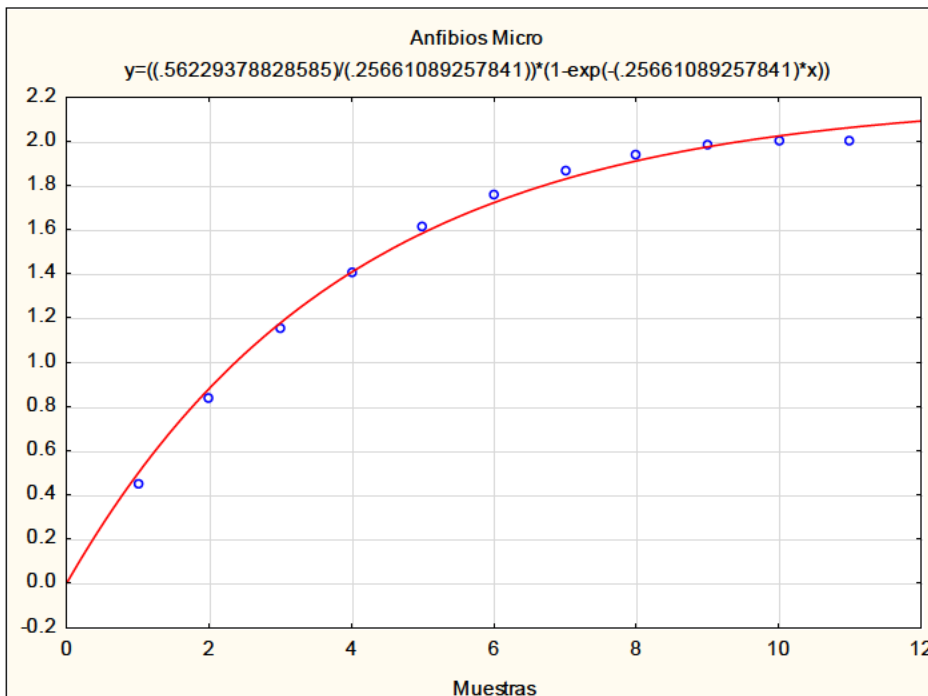


Figura 102. Curva de acumulación para el grupo de los anfibios en el SA



Tabla 111. Parámetros para cada grupo de fauna silvestre presente en el SA

Parámetro	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios
Sitios de Muestreo	11	11	11	11
Especies Muestreadas	32	12	8	2
Asíntota (especies)	32	12	8	3
Pendiente al Final de la Curva	0.0075	0.0042	0.0136	0.0334
Cobertura de especies%	103.23	100.00	100.00	66.67
Coeficiente de determinación R2	0.9806	0.9626	0.9954	0.9975



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 112. Riqueza, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, hábitat y distribución vertical de las aves en la microcuenca.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta	4	1.111	0.050	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Pareja	Nectarívoro	Terrestre	Superior. Vive cerca de arroyos, preferentemente cañones
Ammodramus savannarum	Gorrión chapulín	17	4.722	0.144	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Gregario	Insectívoro-Granívoro	Terrestre	Superior.
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	0.278	0.016	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de Invierno	Poco común	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Superior
Callipepla squamata	Codorniz escamosa	23	6.389	0.176	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Poco común	Gregario	Granívoro-Insectívoro	Terrestre	Inferior
Calothorax lucifer	Colibrí Lucifer	5	1.389	0.059	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de verano, Migratoria de Invierno-Residente	Poco común	Pareja	Nectarívoro-Insectívoro	Terrestre	Superior. Ladoras, cañones
Campylorhynchus gularis	Matraca del desierto	8	2.222	0.085	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior.
Carpodacus mexicanus	Gorrión mexicano	28	7.778	0.199	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Terrestre	Superior
Catherpes mexicanus	Salta pared	6	1.667	0.068	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	17	4.722	0.144	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Coragyps atratus	Zopilote	3	0.833	0.040	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Corvus corax	Cuervo	2	0.556	0.029	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Gregario	Carroñero	Terrestre	Inferior
Falco sparverius	Cernicalo	1	0.278	0.016	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Carnívoro	Terrestre..	Superior
Geococcyx velox	Correcaminos	3	0.833	0.040	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de Invierno	Poco común	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Superior



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Hombro científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Hirundo rustica	Golondrina	27	7.500	0.194	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Icterus parisorum	Calandria tunera	9	2.500	0.092	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de verano, Migratoria de invierno, Residente- Transitoria	Abundante	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior
Melanerpes aurifrons	Carpintero	3	0.833	0.040	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria invierno, verano	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Mimus polyglottos	Cenzontle	8	2.222	0.085	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Pareja	Omnívoro	Terrestre	Superior. Arboladas cerca de ríos
Myiozetetes similis	Luis gregario	6	1.667	0.068	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de Invierno	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Medio
Passer domesticus	Gorrión doméstico	30	8.333	0.207	No endémica	No enlistada	No	Permanente	Común	Gregario	Insectívoro	Terrestre	Medio
Passerina caerulea	Picogruaso azul	9	2.500	0.092	No endémica	No enlistada	Si	Migratoria de invierno-Residente	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Phainopepla nitens	Capulín negro	4	1.111	0.050	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno, M. de verano, Residente	Común	Pareja	Granívoro	Terrestre	Medio
Poliophtila caerulea	Perlita grisilla	16	4.444	0.138	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	9	2.500	0.092	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Pareja	Insectívoro	Terrestre	Superior
Quiscalus mexicanus	Urraca	7	1.944	0.077	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de Invierno	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Sayornis phoebe	Mosquero fíbi	5	1.389	0.059	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Terrestre	Superior
Sayornis saya	Mosquero llanero	7	1.944	0.077	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Spinus psaltria	Gorrión dominico	12	3.333	0.113	No endémica	No enlistada	No	Residente- Migratoria de invierno	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Medio
Spizella passerina	Gorrión ceja blanca	23	6.389	0.176	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre	Medio
Toxostoma curvirostre	Cuitalcocho pico curvo	8	2.222	0.085	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno	Común	Gregario	Insectívoro	Terrestre	Superior



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Troglodytes aedon	Matraquita	5	1.389	0.059	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Superior
Zenaida asiática	Paloma de alas blancas	34	9.444	0.223	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria-Transitoria	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre	Medio
Zenaida macroura	Paloma huilota	20	5.556	0.161	No endémica	No enlistada	Si	Residente-Migratoria de Invierno	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre	Superior
Total		360	100	3.1545	0 endémica	0 enlistadas							
Riqueza S =	32												
H' calculada =	3.155												
H máx. =	3.466												
Equidad (J) =	0.910												

El grupo de las aves es el más representativo con una riqueza específica de 32 especies en la microcuenca, la máxima diversidad que pueden alcanzar las aves es de 3.46 y el índice de diversidad de Shannon H' es de 3.1 lo que nos indica que tiene una diversidad media al encontrarse en el rango de 1.6 a 3.4 según Magurran. El valor calculado para (J) nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es semejante.

Tabla 113. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los mamíferos en la microcuenca

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Bassariscus astutus	Cacomixtle	5	6.5	0.178	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Rara	Carnívoro	Terrestre	Inferior
Urocyon cinereoargenteus	Zorra	7	9.1	0.218	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Rara	Omnívoro	Terrestre	Inferior
Didelphis marsupialis	Tlacuache	12	15.6	0.290	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Común	Omnívoro	Terrestre	Inferior



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

<i>Sylvilagus cunicularius</i>	conejo	9	11.7	0.251	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Gregario	Poco común	Herbívoro	Terrestre	Inferior
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	6	7.8	0.199	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Rara	Omnívoro	Terrestre	Inferior
<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	3	3.9	0.126	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Rara	Omnívoro	Terrestre	Inferior
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	1	1.3	0.056	No endémica	No enlistada	No	Residente	Solitario	Común	Herbívoro	Terrestre	Inferior
<i>Neotoma leucodon</i>	Rata maguayera	11	14.3	0.278	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Rara	Omnívoro	Terrestre	Inferior
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	2	2.6	0.095	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Gregario	Común	Herbívoro	Terrestre	Inferior
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón	11	14.3	0.278	No endémica	No enlistada	No	Residente	Gregario	Poco común	Granívoro	Terrestre	Inferior
<i>Lepus californicus</i>	Liebre	3	3.9	0.126	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Solitario	Poco común	Granívoro	Terrestre	Inferior
<i>Sciurus aurogaster</i>	Ardilla	7	9.1	0.218	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Gregario	Poco común	Granívoro	Terrestre	Inferior
Total		77	100	2.313	0 endémicas	0 enlistadas							
Riqueza S =	12												
H' calculada =	2.3131												
H máx. =	2.4849												
Equidad(J) =	0.9309												

En la microcuenca el grupo de mamíferos presentó una riqueza específica de 12 especies, la máxima diversidad que pueden alcanzar los mamíferos es de 2.48 y el índice de diversidad de Shannon H' es de 2.31 lo que nos indica que tiene una diversidad media al caer el valor en el rango de 1.6 a 3.4 según Magurran. El valor calculado para (J) nos refleja una media ya que la abundancia por cada especie encontrada es variable como se observa con la comadreja (*Mustela frenata*) que tiene una abundancia baja.

Tabla 114. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los reptiles en la microcuenca



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Aspidoscelis gularis	Lagartija rayada o huico pinto del noreste	8	19.0	0.3159	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Praderas y laderas rocosas	Inferior
Crotalus molossus	Vibora de cascabel cola negra	5	11.9	0.2534	No endémica	Protección especial	Si	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Terrestre. Bosques de coníferas, matorral xerófilo, rosetifolio, espinoso; zonas áridas y semiáridas.	Inferior
Kinosternon integrum	Tortuga casquito	2	4.8	0.1450	Endémica	Protección especial	Si	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Terrestre. Depósitos de agua permanentes y temporales, lagos, pequeños arroyos.	Inferior
Masticophis flagellum	Chirriónera	2	4.8	0.1450	No endémica	Amenazada	No	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Terrestre. Zonas áridas y semiáridas, bosque de pino-encino, praderas abiertas, matorrales, selva baja caducifolia	Inferior
Pituophis deppei	Alicante	5	11.9	0.2534	Endémica	Amenazada	No	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Terrestre. Bosque de encino-pino y matorral xerófilo y chaparral	Inferior.
Salvadora bairdi	Culebra parchada de Baird	2	4.8	0.1450	Endémica	Protección especial	No	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Terrestre. Bosques de encino (fragmentados), matorral espinoso	Inferior
Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite o rasposa	9	21.4	0.3301	No endémica	Protección especial	No	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Asociaciones de coníferas y encinares	Inferior
Sceloporus horridus	Lagartija	9	21.4	0.3301	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Bosques y matorrales	Inferior
Total		42	100	1.9177	3 Endémica	4 Protección Especial y 2 Amenazadas							
Riqueza S =	8												
H' calculada =	1.9177												
H máx. =	2.0794												
Equidad (J) =	0.9222												



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

La riqueza de reptiles en la microcuenca fue de 8 especies, por ser un grupo con baja riqueza la máxima diversidad que puede alcanzar es de 2.0 considerada media, así también el índice de diversidad de Shannon H' es de 1.91 lo que la coloca en el rango de 1.6 a 3.5 por lo que se considera media. El valor calculado para (J) 0.92 nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es homogénea a excepción de tortuga casquito (*Kinosternon integrum*) y culebra de agua (*Salvadora bairdi*), que presentan la abundancia más baja.

Tabla 115. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los anfibios en la microcuenca

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución	Categoría en la NOM 059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita de cañón	3	36.111	0.3065	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de manchas rojas	2	63.889	0.3665	No endémica	No enlistada	No	Residente	Abundante	Gregario	Insectívoro	Terrestre. Zonas áridas y semiáridas, principalmente en arroyos rocosos y riberas	Inferior
Total		5	100.00	0.6730	0 Endémicas	0 Enlistadas							
Riqueza S =	2												
H' calculada =	0.6730												
H máx. =	0.6931												
Equidad (J) =	0.9710												



La riqueza de anfibios en la microcuenca fue de 2 especies, por ser un grupo con la riqueza más baja la máxima diversidad que puede alcanzar es de 0.6931 considerada baja, así también el índice de diversidad de Shannon H' es de 0.6730 lo que los coloca en el rango de 0 a 1.5 por lo que se considera baja. El valor calculado para (J) 0.97 nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es homogénea.

- Estado de conservación y riesgo de las especies de Fauna presentes en el SA

Bassariscus astutus la cual se incluye enlistada en la NOM 059 SEMARNAT 2010 con categoría de protegida y fue omitido, ya que en la NOM 059 SEMARNAT 2010 se incluyen las siguientes subespecies las cuales por su distribución en México no corresponden a la que se presenta en la microcuenca.

De acuerdo con Álvarez Castañeda, S.T. 2003. La Subespecie *Bassariscus astutus insulicola*. Presenta una distribución endémica en la isla San José, Baja California, México y *Bassariscus astutus saxicola* se distribuye únicamente en la isla Espíritu Santo, Baja California, Méx. Fuente: Álvarez Castañeda, S.T. 2003 Roedores y carnívoros del noroeste de México incluidos en el Proyecto NOM-059-ECOL-2001. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W003. México, D.F.

La especie *Carpodacus mexicanus* la cual se encuentra enlistada en la NOM 059 SEMARNAT 2010 con categoría de protegida, sin embargo, solo las siguientes subespecies son las que por su distribución en México no corresponden a la que se presenta en la microcuenca.

Según Morgan, L., Maxwell, S., Tsao, F., Wilkinson, T.A.C. & Etnoyer, P. 2005. Marine Priority Conservation Areas: Baja California to the Bering Sea. Commission for Environmental Cooperation of North America and the Marine Conservation Biology Institute. Montreal. El Pinzón de Guadalupe *Carpodacus mexicanus amplus* tiene una distribución endémica en la Isla de Guadalupe Baja California, por lo que no corresponde a la especie reportada en el predio.

Erik Mellink 2002, El Límite sur de la región Mediterránea de Baja California, con base en sus Tetrápodos Endémicos. Indica que las especies endémicas a la región mediterránea de Baja California se pueden dividir en aquellas que ocupan áreas pequeñas, aisladas, como las Ciénegas, islas y pequeños bosques de coníferas en las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir, y los que ocupan áreas extensas dentro de una distribución continua. Así mismo menciona que la especie *Carpodacus mexicanus clementis* es endémica y se localiza en las Islas de los Coronados. Por lo que no corresponde a la especie reportada en el predio



La CONABIO en su listado “Especies de plantas vasculares y vertebrados cuya extinción ha sido confirmada”, indica que desde el año 1938 la especie *Carpodacus mexicanus mcgregori* no registrada, King en 1981 y Gómez de Silva y Oliveras de Ita (2003) consideran extinta la subespecie. La cual se distribuía únicamente en la Isla de San Benito, Baja California, por lo que no corresponde a la especie registrada en el predio.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/Capitulo%2010/Cuadro%20104a.pdf>

Área de CUSAF

- Conteo de Reptiles y anfibios

Se realizó a través de los siguientes métodos:

- Colecta oportunista. Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos.
- Encuentro visual. Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatoria, generalmente durante un período de tiempo fijo.

Ambos métodos fueron utilizados en este proyecto, inicialmente se realizó el recorrido en transectos, y en sitios donde se presumía podría haber presencia de reptiles (rocas, ramas muertas) se realizó búsqueda intensiva.

Tabla 116. Coordenadas de los polígonos para reptiles y anfibios

Transectos de búsqueda de Reptiles y Anfibios				
Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	408,782	2,268,464	408,929	2,268,493
2	408,679	2,268,666	408,696	2,268,815
3	408,934	2,268,726	408,925	2,268,876
4	408,880	2,269,089	409,027	2,269,121
5	408,979	2,269,279	409,129	2,269,264
6	408,980	2,269,524	409,098	2,269,431
7	409,088	2,269,691	409,090	2,269,841
8	408,989	2,269,969	409,082	2,270,086
9	408,904	2,270,193	409,035	2,270,266



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junipero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

10	408,876	2,270,422	408,885	2,270,572
11	408,661	2,270,779	408,803	2,270,730
De 150 m de longitud a cada 230 m de separación.				

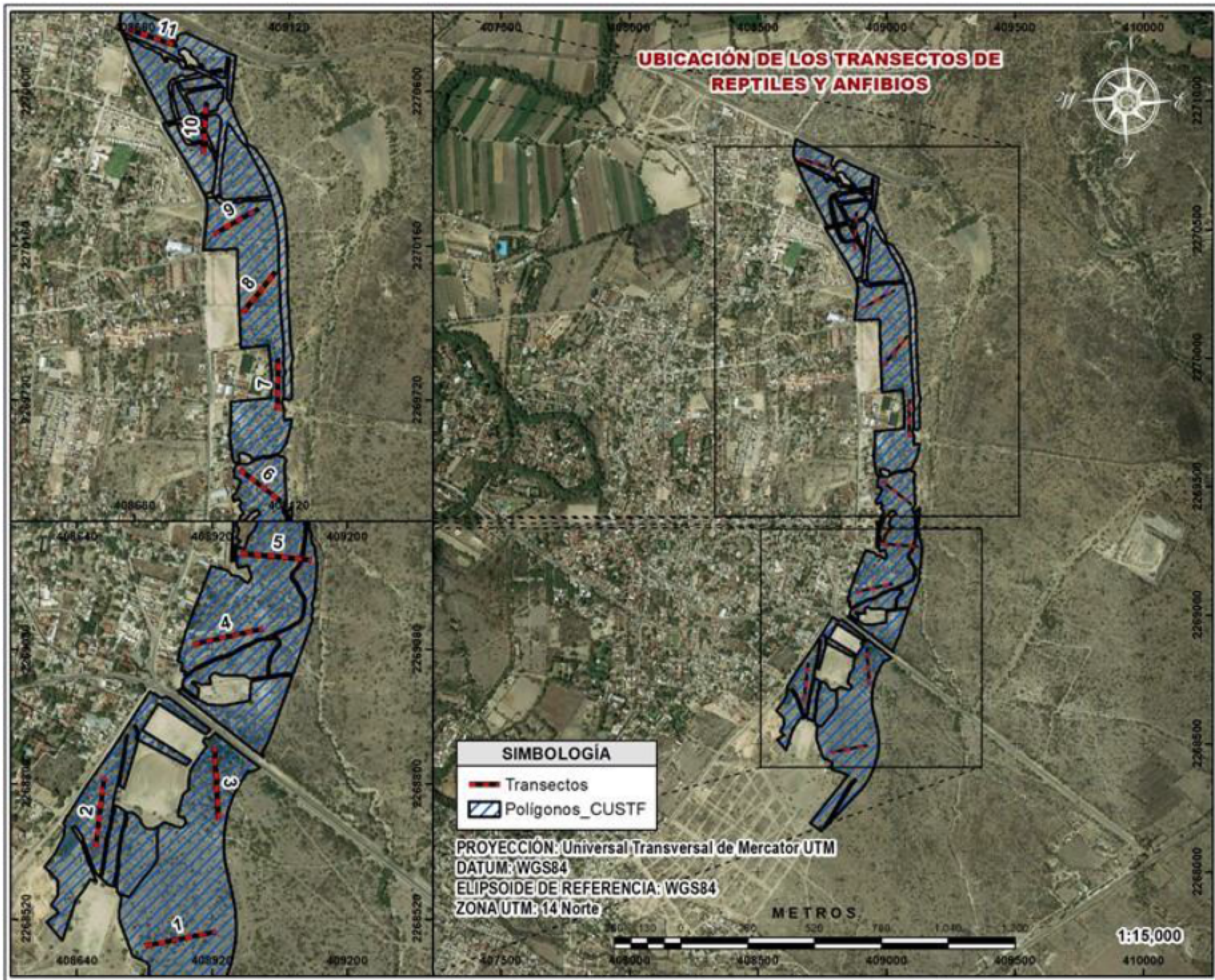


Figura 103. Búsqueda de reptiles y anfibios en transectos

- Conteo de aves terrestres

Recuentos en punto o puntos de conteo

El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds et al. 1980, Bibby et al. 1992, Ralph et al. 1996 citado por F. González G. 2011).



Este método puede usarse para obtener abundancia y riqueza de diferentes especies en un lugar específico, estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves, así como para estudiar las diferencias en la composición de especies entre hábitats.

Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente (Chávez-León y Velázquez 2004 citado por F. González G. 2011).

Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables ya que pueden ser observadas o escuchadas, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Hutto et al. 1986, Bibby et al. 1992 citado por F. González G. 2011).

En este estudio los puntos se seleccionaron en los extremos del predio, para evitar el doble conteo, los puntos o sitios tuvieron una separación de 300 m, realizándose en total cuatro conteos; dos por la mañana de las 08:00 a las 10:00 horas y otros dos por la tarde de las 16:00 a las 18:00 horas.

El conteo se iniciaba tan pronto el observador llegaba al punto, donde permanecía en completo silencio y durante 10 o 20 minutos tomaba datos de riqueza y abundancia de las especies, así como referencias fotográficas, así también durante el recorrido de punto a punto si se detectaba una nueva especie se contabilizaba para el punto más cercano al que se encontrara.

Tabla 117. Coordenadas de los puntos de recuento para aves

Observación de aves		
Punto	X	Y
1	408,863	2,268,481
2	408,756	2,268,706
3	408,965	2,268,844
4	408,894	2,269,083
5	409,058	2,269,272
6	409,041	2,269,522
7	409,089	2,269,767
8	409,034	2,270,011
9	408,970	2,270,252
10	408,815	2,270,449



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

11	408,911	2,270,679
----	---------	-----------

A cada 250 m aprox.

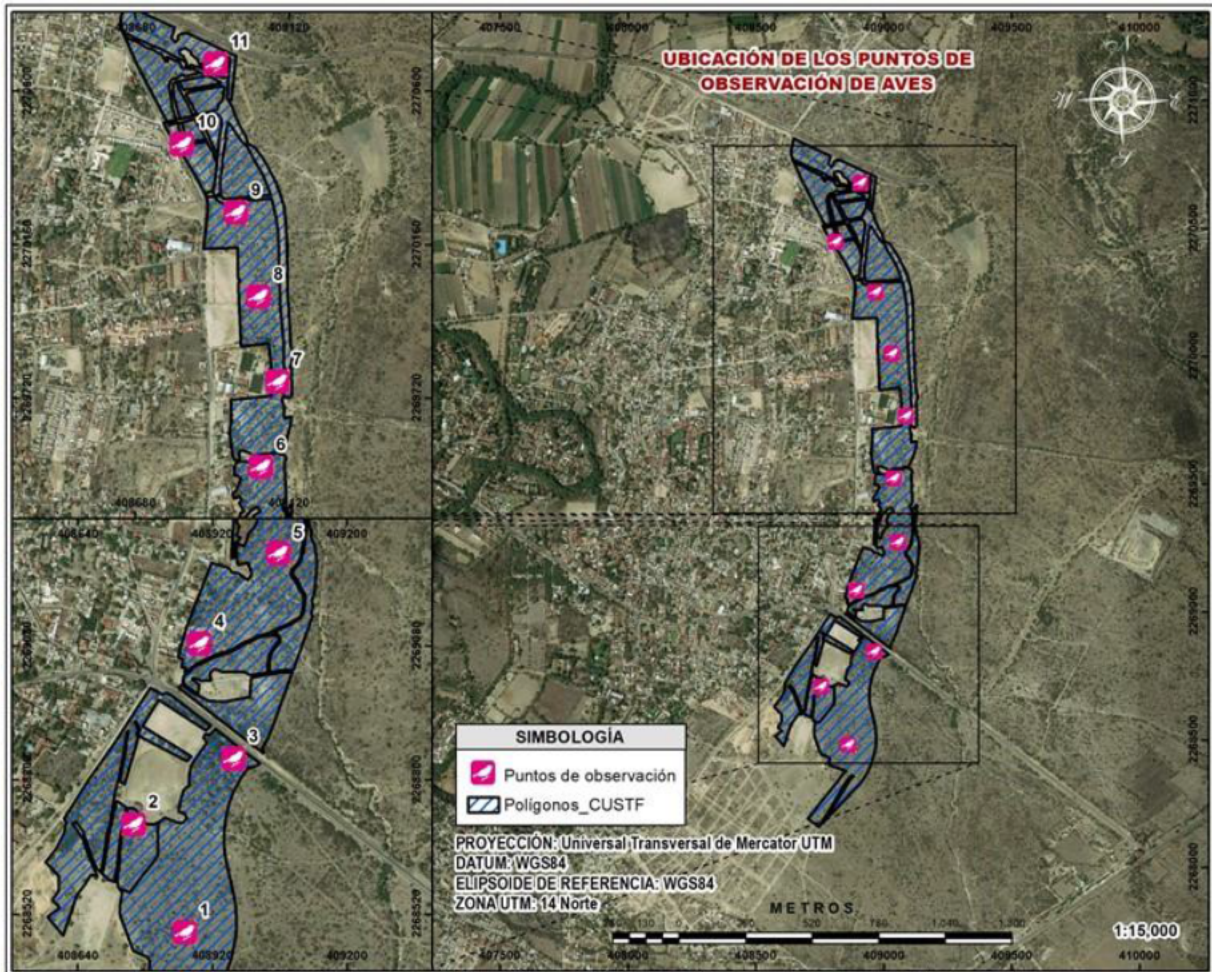


Figura 104. Ubicación de los puntos de recuentos de aves

➤ **Conteo de mamíferos**

Las técnicas utilizadas para llevar a cabo la identificación y verificación de la presencia de las especies de mamíferos en el predio fueron las siguientes:

- Métodos indirectos; huellas, pieles, animales muertos, excrementos y rascaderos
- Métodos directos; trampas no mortales tipo Sherman para ratones y ratas y Tomahawk para mamíferos medianos
- Método no invasivo utilizado cámaras nocturnas marca Simmons ® y Bushnell ®



En el estudio de mamíferos es importante conocer los sitios donde es más probable que se encuentren dentro de un área determinada, ya que las especies no se distribuyen de manera homogénea, lo cual está relacionado con los requerimientos de hábitat que suponen variables ambientales, climáticas o topográficas, incluso la perturbación humana influye en el área que ocupan los animales. A continuación, se describen las metodologías utilizadas para este grupo de acuerdo con las especies:

- Rastros indirectos

Los conteos indirectos se hacen a partir de algún rastro producido por el animal de interés, por ejemplo, cuevas, madrigueras, heces o huellas encontradas en transectos de muestreo (Aranda, M. 2000). En consecuencia, el conteo de tales evidencias indirectas de la presencia animal provee de un índice de abundancia.

- Censo para lagomorfos

Se buscaron indicios de lagomorfos a través del conteo de excrementos o letrinas de acuerdo con Aranda, 2000; Sutherland, 1996, ya que los excrementos son los rastros más notorios de la presencia de conejos y mamíferos en general.

El método consiste en trazar una serie de transectos a lo largo de los cuales se cuenta la acumulación de excrementos o de letrinas en parcelas previamente establecidas en cada transecto (Greenwood, 1996). De esta manera puede medirse la acumulación de excrementos en relación con una unidad de área y por un periodo conocido de tiempo y a partir de estos datos calcular cuántos animales se pueden encontrar.

Para estimar la abundancia absoluta, los supuestos básicos del método son:

1. Se conoce la tasa de defecación diaria. Se debe determinar la tasa de defecación en relación con la época del año y el tipo de vegetación.
2. Se conoce el periodo de acumulación de los excrementos. Para determinar con certeza el tiempo de acumulación, las parcelas se limpiaron de excrementos el día que se ubicaron en el campo, fecha a partir de la cual se inició el periodo de revisión.
3. La forma y el tamaño de la parcela son eficientes para el conteo. La medida utilizada para poblaciones de conejos y liebres fue de 1 m² en forma de parcelas circulares espaciadas cada 20 metros. Y se ubicaron con mayor densidad en las áreas con más abundancia de letrinas.



4. Los transectos se distribuyen al azar y son representativas del área total de referencia. La estratificación del muestreo se requiere cuando hay presencia de diferentes tipos de hábitat o vegetación claramente distinguibles. Cuando es posible identificar estas áreas con cierta homogeneidad y estratificar el muestreo, se recomienda que las unidades de muestreo, las parcelas, se repartan proporcionalmente al tamaño de cada tipo de vegetación tomado como estrato.

Los transectos se limpian en la fecha cero; un determinado número de días poco antes del primer muestreo.

Una vez cumplidos los supuestos, y ya con la información ordenada, se puede estimar la riqueza y si se requiere la densidad absoluta que es el número de animales por hectárea, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Animales / ha} = n / A \times B$$

Donde:

n = número de excrementos o letrinas acumulados en las parcelas extrapolado a 1 hectárea,

A = tasa de defecación diaria

B = número de días de acumulación

El número de excrementos acumulados por hectárea se calcula a partir de la información colectada en la hoja de registro. Para cada transecto se registró el número de excrementos en cada parcela. Se obtiene la sumatoria de excrementos por transecto. Si cada parcela tuvo un área de 1 m² y el transecto consistió en 10 parcelas, entonces el área muestreada por transecto fue de 10m². Con los datos de varios transectos se obtiene el número de excrementos promedio en 10 m², y este dato se extrapola a 1 hectárea.

Debe recordarse que esta extrapolación sólo es válida para aquella extensión relativamente homogénea del tipo de vegetación o hábitat considerado en el transecto.

Por ejemplo:

El transecto “A” tiene 10 parcelas de 1 m² y se registraron 1, 0, 0, 5, 2, 0, 20, 0, 0, 1 excrementos en cada parcela.

El área muestreada en el transecto fue de 10 m², la sumatoria de las 10 parcelas es 29 excrementos.



En otros 3 transectos se registraron, 80, 35 y 56 excrementos, respectivamente.

El promedio es de $(29 + 80 + 36 + 56) / 4 = 50$ excrementos en 10m^2 .

Lo simplificamos a 5 excrementos en 1 m^2 . Para extrapolar a 1 hectárea, se multiplica: $(5 \text{ excrementos} / \text{m}^2) \times (10,000)$; porque 1 hectárea = $10,000\text{ m}^2$.

Así se obtiene una $n = 50,000$ de excrementos / hectárea.

Si conocemos la tasa de defecación diaria de la especie (A) y el número de días de acumulación (B), entonces podemos completar la fórmula y estimar la densidad absoluta:

$$\text{Animales / ha} = n / A \times B$$

Animales / ha = $50,000$ excrementos por ha / (tasa de defecación 560 excrementos por día por conejo, por 30 días = $16,800$) = $50,000 / 16,800$ así, el estimado resulta: 2.97 conejos / hectárea.

Tabla 118. Ubicación de los transectos lagomorfos

Transectos lagomorfos				
Transecto	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	408,807	2,268,476	408,907	2,268,478
2	408,679	2,268,671	408,681	2,268,771
3	408,922	2,268,875	408,951	2,268,779
4	408,955	2,269,043	409,044	2,269,088
5	408,992	2,269,273	409,092	2,269,284
6	408,997	2,269,518	409,095	2,269,537
7	409,089	2,269,734	409,086	2,269,834
8	408,995	2,270,017	409,088	2,270,055
9	408,910	2,270,226	408,999	2,270,271
10	408,864	2,270,544	408,890	2,270,640
11	408,659	2,270,778	408,759	2,270,782

De 100 m de longitud a cada 250 m de separación.



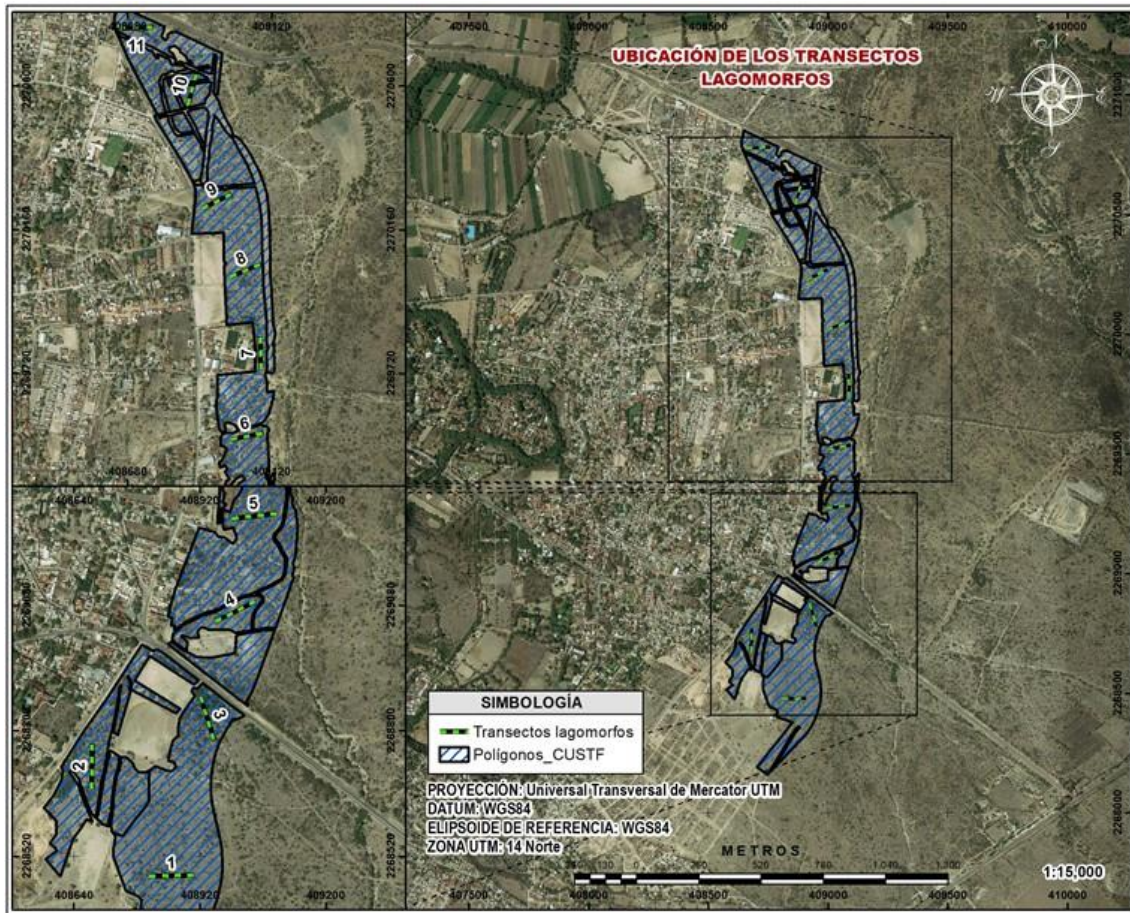


Figura 105. Transectos para lagomorfos

- Conteos directos

Los conteos directos pueden ser del número de animales capturados en un grupo de trampas, número de animales detectados caminando a través de un transecto o número de animales fotografiados en trampas cámara

- Trampas Sherman y Tomahawk

Se realizaron muestreos en transectos con trampas Sherman cebadas con avena y crema de cacahuete, se establecieron tres baterías de 200 m donde se colocaron 30 trampas dispuestas en línea y separadas unas de otras cada 20 m aproximadamente y se dejaron durante dos noches consecutivas.

Las trampas se ubicaron en el suelo en la base de los árboles y nopales donde había vestigios de roedores y se revisaban por la mañana para evitar la muerte por hipotermia. Los especímenes



capturados, se fotografiaron y se identificaron usando la Guía de mamíferos del estado de Querétaro (Soria Luna Hugo Et Al. 2007) para posteriormente ser liberados en el sitio de captura.

Cada vez que se atrapa a un animal, una trampa queda fuera de servicio, por lo tanto, el número de trampas disponibles para atrapar animales disminuye progresivamente a lo largo del período de trampeo.

La proporción de trampas capturando animales es una frecuencia de captura, que está relacionada con el número de animales que podrían haber sido capturados si las trampas fueran capaces de capturas múltiples. A esto se le conoce como densidad de captura. En otras palabras, la frecuencia de captura (número de animales capturados/trampas) NO es lineal con la densidad poblacional absoluta, pero la densidad de captura SI es lineal.

Por lo tanto, la frecuencia de captura (f) deberá ser convertida siempre a densidad de captura (X) antes de comparar a las poblaciones y se resume en la siguiente ecuación:

$$f = 1 - e^{-x}$$

Cuando se utilice este método de densidad relativa utilizando trampas siempre los resultados se dan como DENSIDAD DE CAPTURA. Ahora para obtener el índice de abundancia las capturas por transecto se dividen entre las noches que estuvieron activas por 100 y el resultado se expresa en índice de abundancia.

Para mamíferos medianos se utilizaron 20 trampas Tomahawk de diferentes tamaños, plegables y fijas, con una y dos puertas abatibles, en las cuales se colocó sardina como atrayente. Las trampas se dispusieron de manera sistemática con separación de 50 metros entre trampas. Las trampas se dejaron durante dos noches por la mañana se revisaron se liberaron a los animales sin antes tomar sus características fisiológicas y fotografiarlos.

Tabla 119. Coordenadas de ubicación de las baterías de trampas Tomahawk y Sherman

Baterías de trampas Sherman y Tomahawk				
Batería	X Inicio	Y Inicio	X Final	Y Final
1	408,782	2,268,464	408,929	2,268,493
2	408,679	2,268,666	408,696	2,268,815
3	408,934	2,268,726	408,925	2,268,876
4	408,880	2,269,089	409,027	2,269,121
5	408,979	2,269,279	409,129	2,269,264
6	408,980	2,269,524	409,098	2,269,431



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junipero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

7	409,088	2,269,691	409,090	2,269,841
8	408,989	2,269,969	409,082	2,270,086
9	408,904	2,270,193	409,035	2,270,266
10	408,876	2,270,422	408,885	2,270,572
11	408,661	2,270,779	408,803	2,270,730

De 150 m de longitud a cada 230 m de separación.

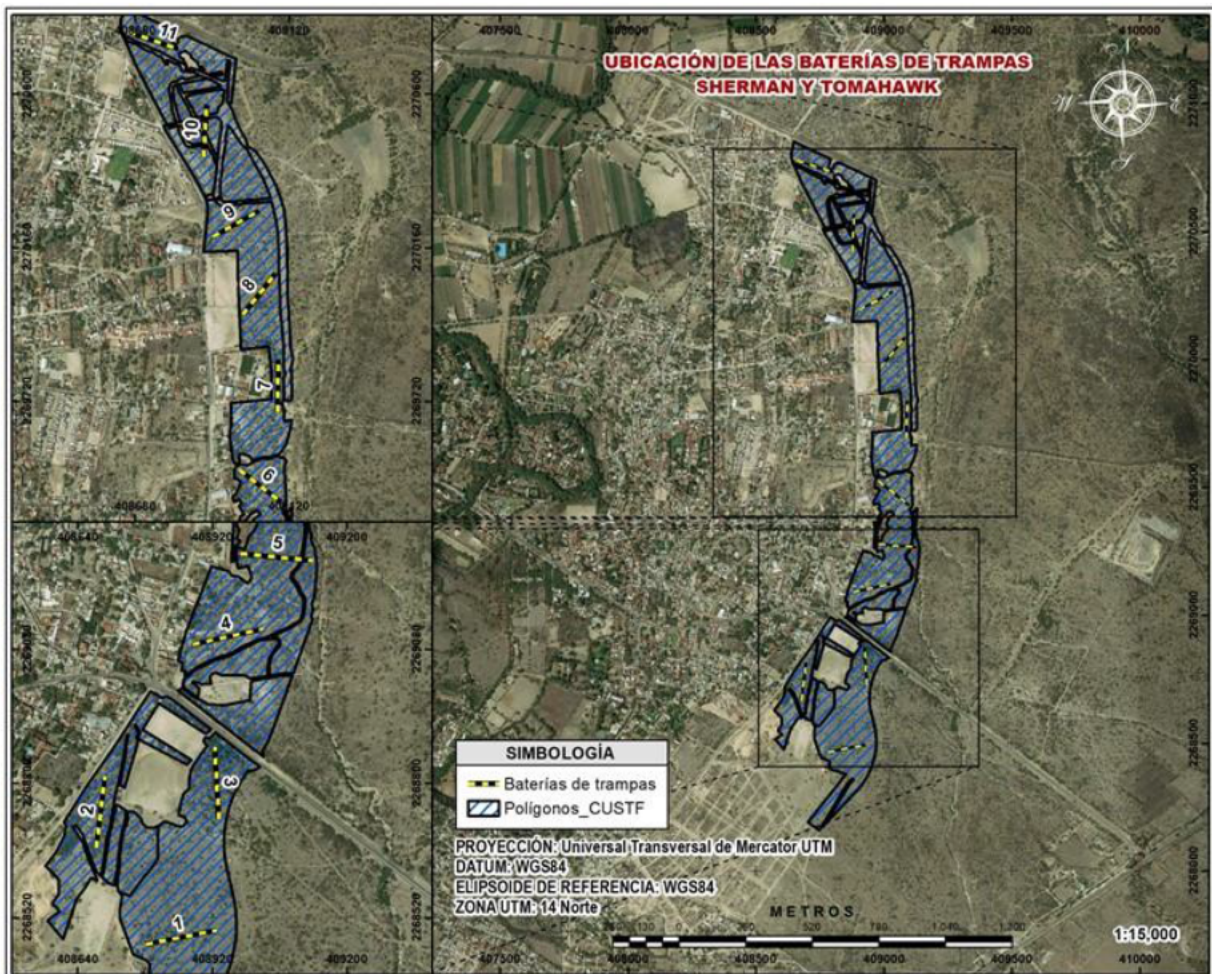


Figura 106. Ubicación de las baterías para trampas Sherman y Tomahawk

- Trampas cámara

El uso de trampas cámara es útil para estudiar especies con bajas densidades y difíciles de capturar u observar, en este estudio se ubicaron en sitios con características físicas apropiadas



para determinadas especies, así como sitios donde se encontraron rastros de fauna, cada sitio fue muestreado con dos trampas-cámara digital con flash Infra-Rojo (Bushnell ®).

Las trampas-cámaras fueron colocadas con una separación mínima de 687 m y programadas para realizar tres tomas consecutivas una vez que se detectara movimiento, con la finalidad de propiciar la fotografía de los animales se colocaron atrayentes olfativos consistentes en sardina y crema de cacahuete colocados en un rango de 1 a 3 m de separación de las cámaras, una vez que se acercaba el animal a comer la carnada la cámara realizaba las tomas hasta que se retiraba el animal. Dependiendo de la marca de la cámara las fotos registraron la fecha, hora, temperatura y fase lunar en que fue tomada. El período de muestreo fue de cinco días con el uso de cuatro cámaras.

- Análisis de datos

En cada fotografía tomada por las cámaras se revisó y se registró la especie y la hora en que se tomó la fotografía. Para definir la independencia entre fotografías y no contabilizar dos veces al mismo individuo, se tomó como fotografía nueva o independiente aquella que se tomó en un periodo mínimo de 12 horas después de tomada la primera fotografía (Yasuda 2004, Heilbrunet al. 2006). Para los análisis estadísticos a cada sitio se le consideró como unidad de muestreo.

Los índices de abundancia relativa para cada especie registrada se calcularon a partir de los datos de las cámaras.

Los índices empleados en los cálculos fueron los siguientes:

- Índice de detección de cámaras IDC (Boydston 2005). Indica la facilidad de detectar una especie o bien el número de detecciones esperadas por 100 trampas noche, el cálculo es el mismo que para el índice de abundancia relativa.

$$IDC=100x (f/t)$$

Donde:

f = número de fotografías por especie

t = número de noches trampa

Tabla 120. Coordenadas de ubicación de trampa cámara

Cámara	X	Y
1	408,860	2,268,517



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

2	409,033	2,269,182
3	409,046	2,269,990
4	408,774	2,270,662

A 687 m, 807 m y 724 m de separación.

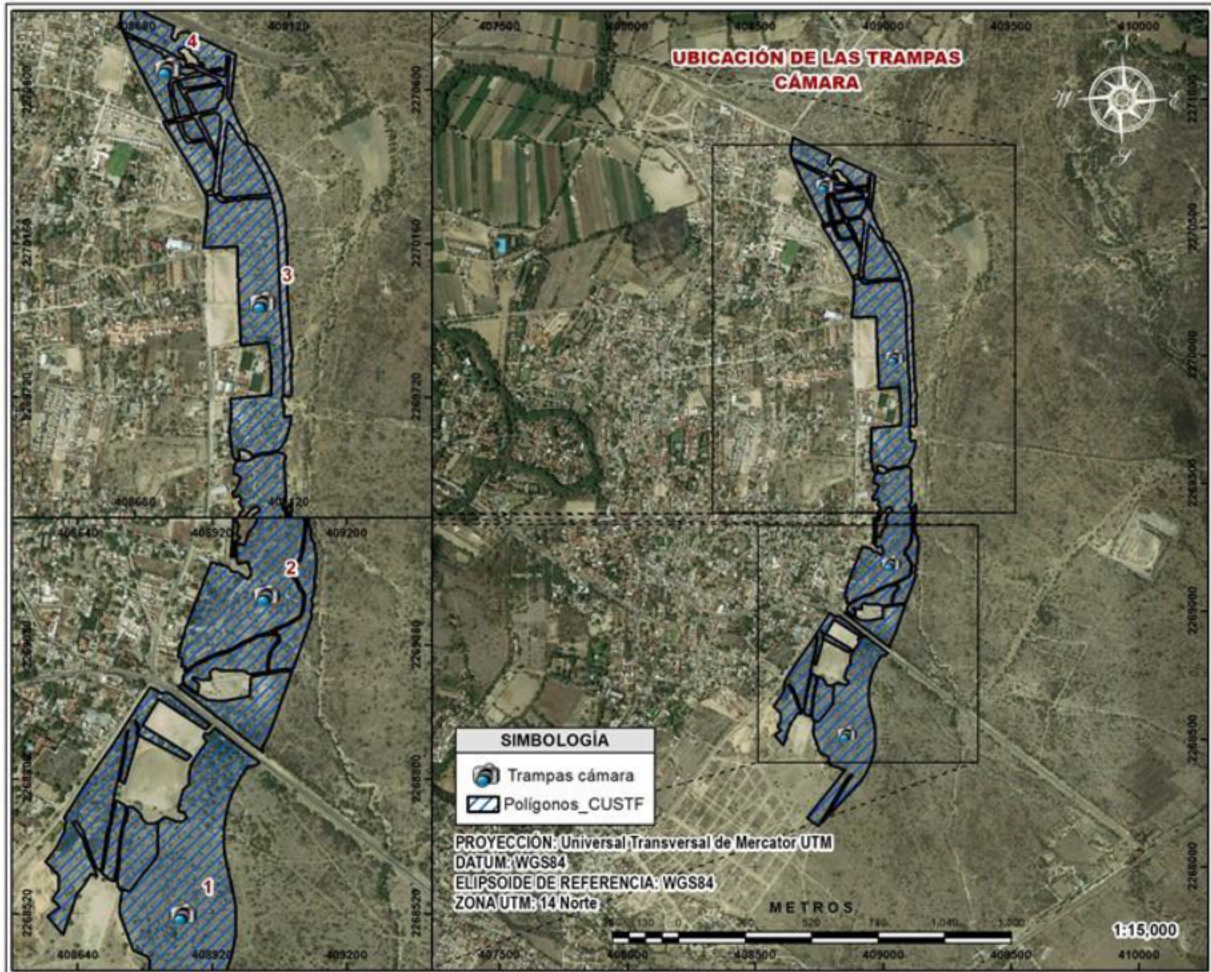


Figura 107. Ubicación de las trampas cámara

- Análisis de la diversidad de la fauna

Riqueza específica

La riqueza específica(S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un lugar o en un área determinada, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.



La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

- Abundancia

Uno de los parámetros poblacionales más utilizados en el manejo de la fauna es el tamaño poblacional o la abundancia. Se define como abundancia el número total de individuos que conforman una población y habitualmente se denota con la letra N. Para poder estimar la abundancia es necesario que los límites de la población estén claramente establecidos, aspecto que no siempre es tan evidente en campo. En otros casos, cuando el límite de la población es de carácter administrativo, por ejemplo, una reserva, rancho, UMA, ejido, entonces la estimación de la abundancia se hará exclusivamente para los animales dentro de estos límites.

La fórmula general para estimar la abundancia es: $N = n / \alpha\beta$, donde N es la abundancia, n es el número de animales contados en las unidades de muestreo, α (alfa) es la proporción de área muestreada respecto del área total, y β (beta) la proporción de animales contados durante el muestreo.

Esta fórmula es la más general que existe y ya sea de manera explícita o implícita, todos métodos de estimación hacen referencia a esta fórmula. Es muy común expresar el tamaño de una población refiriéndose a la densidad por lo que es necesario definirla.

Por densidad se refiere el número de animales por unidad de área habitualmente expresada como individuos por hectárea, individuos por kilómetro cuadrado. Por lo tanto, la fórmula general para estimar la densidad (D) es: $D = N / S$, donde N es la abundancia de la población y S la superficie que ocupa la misma.

- Abundancia Relativa

La abundancia relativa se define como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales en la comunidad.

Los datos de abundancia relativa proporcionan los índices del tamaño de las poblaciones que por lo general no pueden ser convertidos a una estimación de abundancia absoluta. Sin embargo, los resultados pueden proporcionar estimaciones de abundancia comparables entre localidades y especies, o dentro de la especie con el tiempo.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales.



- Índice de biodiversidad

Para el cálculo de la biodiversidad en este estudio se utilizó el Índice de Shannon-Wiener H' .

H' = índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S .

También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos.

Por lo tanto, $H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

Para el cálculo de este parámetro se utiliza el logaritmo natural de la abundancia relativa y los resultados se expresan como bits/ind.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987).

Magurran menciona que para el Índice de Shannon- WEINER, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Otro índice utilizado en este estudio fue el índice de equidad de Pielou que 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 igual de abundantes.

El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J = H' / H' \text{ máx}$$

Donde:



J = índice de equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' max = $\ln(S)$.

S = número de especies

- Diseño de Muestreo empleado por grupo de especie

Muestreo aleatorio estratificado

Se eligió este tipo de muestreo debido a que el predio presenta por lo menos dos estratos o tipos de cobertura; de esta manera las muestras tienen representación de todos y cada uno de los estratos considerados. Se aseguró que en la estratificación del área a evaluar haya la máxima homogeneidad dentro de cada estrato en relación con la variable a estudiar y la máxima heterogeneidad entre los estratos. Dentro de cada estrato la selección de las muestras fue al azar.

Metodología para la generación de Curva de acumulación de especies

Uno de los métodos que se utiliza con más frecuencia para determinar si la riqueza de especies está siendo correctamente evaluada son las curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme va aumentando el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual el número de especies se estabilizará en una asíntota, siendo ésta el estimado de especies existentes.

A fin de determinar la cantidad de posibles especies presentes en el predio propuesto para CUSAF, incluyendo aquellas especies “raras” o de distribución “restringida” (considerando que no todas las especies tienen el mismo comportamiento ecológico o de distribución), se generó una curva de acumulación mediante el empleo del software denominado EstimateS en su versión 9.1.0. Para obtener la Rarefacción, dicho sistema, en un procedimiento de re-muestreo, selecciona al azar individuos o unidades de muestreo, hasta que todos los individuos o unidades de muestreo en la muestra de referencia se han acumulado.

Para generar las curvas de acumulación se realizaron los siguientes procedimientos:

Primero se integró la matriz de especies encontradas y su abundancia, matriz que indica en cada fila la abundancia por especie encontrada en cada sitio de muestreo (ubicados en cada columna).



La matriz antes referida se ingresó al sistema EstimateS en su versión 9.1.0, a fin de “aleatorizar” los datos y obtener los valores de la “curva empírica”, es decir, la que se desprende de esta aleatorización.

Posteriormente los resultados de software EstimateS se ingresaron al sistema STATISTICA, el cual permitió el ajuste de los datos y la generación de la curva de acumulación mediante el método Simplex & Quasi-Newton, que de acuerdo con Jiménez -Valverde y Hortal (2003)⁸ es uno de los métodos más robustos.

Complementariamente se obtuvieron los valores relacionados a la curva de acumulación, como son el coeficiente de determinación R², la pendiente de la curva y la cobertura de especies, que permiten evaluar la confiabilidad del tamaño de muestra. En tal sentido se empleó el modelo Exponencial, también llamado Exponencial negativo $S(t) = (a/b) * (1 - \exp(-b * t))$ por ser el que dio un mejor resultado por el tipo de datos obtenidos en campo. El Coeficiente de determinación R², que para nuestro muestreo presenta valores cercanos 1, corrobora un buen ajuste de los datos al emplear el modelo Exponencial. Por su parte, la pendiente de la curva en todos los estratos o grupos florísticos tiene un valor menor a 0.1, lo que según Jiménez -Valverde y Hortal (2003), “nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable”.

De esta forma se generaron las curvas de acumulación empleando la ecuación del modelo Exponencial $S(t) = (a/b) * (1 - \exp(-b * t))$, donde S(t) es el número de especies estimado, t es el tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, a es la ordenada al origen, es decir la intercepción con el eje Y, que representa la tasas de incremento de especies al inicio del muestreo, y b es la pendiente de la curva:

Para obtener la asíntota de la curva se dividió el valor de a entre b (a/b), obteniendo así, como resultado del análisis de los datos, el número de especies que se estima pueden ser encontradas en el área de muestreo.

Por otra parte, el cociente que resulta de la división del número de especies registradas en el muestreo entre las especies que se estima puedan ser encontradas, nos indica la cobertura que

⁸ Jiménez-Valverde A., Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. Vol. 8, 31- XII-2003. Sección Artículos y Notas Pp. 151 - 161. Madrid. España.



logramos sobre la riqueza de especies. En este sentido, tal y como lo refieren Jiménez -Valverde y Hortal (2003), “A menos que se alcance el número asintótico de especies (...) no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo (...). En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables”. Con base en lo anterior, y a falta de parámetros aplicables al modelo Exponencial, es este (70%) el criterio que empleamos para determinar si nuestra muestra fue lo suficientemente completa.

Aunado a lo anterior también debe tomarse en cuenta, según los autores citados, que a medida que el inventario se va completando es cada vez más difícil encontrar nuevas especies en las unidades de muestro que se agregan, lo que tiene como consecuencia el decremento en la pendiente de la curva. De lo anterior se requiere un mayor esfuerzo para registrar nuevas especies. conllevaría mayores costos, sin embargo, la probabilidad de encontrar nuevas especies va disminuyendo con cada nueva unidad de muestreo, por lo que debe tomarse en cuenta la relación Resultado-Costo al momento de determinar el tamaño de la muestra.

Las curvas de acumulación de especies que resultan del procedimiento descrito muestran en el eje X el esfuerzo de muestreo efectuado (t; unidades de esfuerzo). y el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado y los puntos sobre la línea son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo.

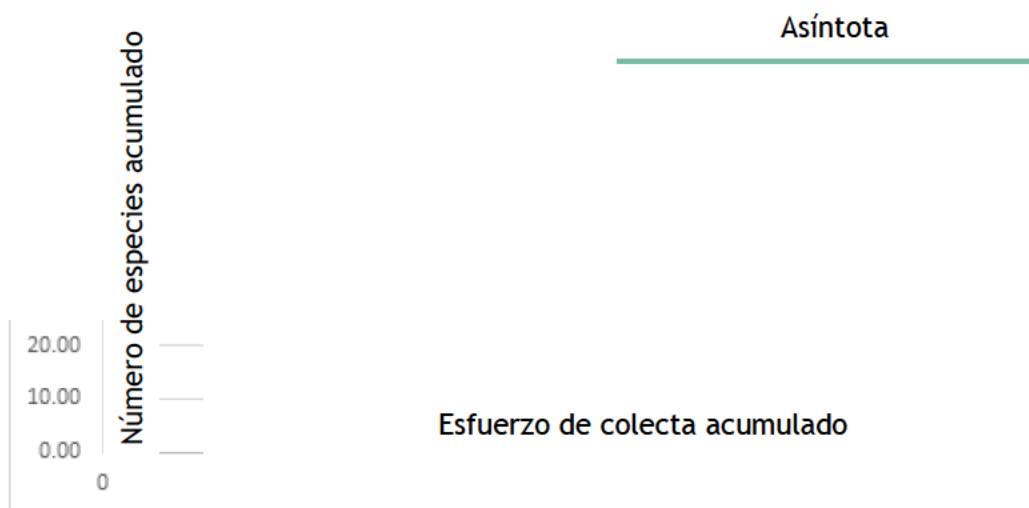


Figura 108. Ejemplo de una curva de acumulación de especies

Los resultados de cada uno de los pasos antes indicados se integran como anexo al presente, en formato Excel. En él pueden encontrarse la matriz generada con los datos obtenidos en campo, las tablas de resultados emitidas por EstimateS, y los resultados que genera STATISTICA junto con la curva de acumulación.

Resultados obtenidos

A continuación, se presentan las matrices generadas con los datos de campo, en las que se observa a las especies registradas dentro del área de CUSAF por cada sitio de muestreo según su abundancia por especie en cada estrato. Estas matrices son las mismas con que se alimentó al sistema EstimateS para aleatorizar los datos 100 veces antes de ingresarlos al sistema STATISTICA.

Como se puede observar en las siguientes tablas fueron 10 los sitios de muestreo levantados en el predio para aves, 5 para mamíferos, 11 sitios para el registro de reptiles y anfibios.

Tabla 121. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de las aves

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Amazilia violiceps</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
<i>Ammodramus savannarum</i>	0	4	0	2	0	0	5	2	0	1	2
<i>Calothorax lucifer</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>Campylorhynchus gularis</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1
<i>Carpodacus mexicanus</i>	6	2	0	2	1	0	4	2	5	0	0
<i>Catherpes mexicanus</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Chondestes grammacus</i>	0	4	0	0	6	0	0	0	0	0	6
<i>Hirundo rustica</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
<i>Icterus parisorum</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>Melanerpes aurifrons</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
<i>Mimus polyglottos</i>	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Passer domesticus</i>	8	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5
<i>Phainopepla nitens</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Polioptila caerulea</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Sayornis saya</i>	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Spinus psaltria</i>	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	4
<i>Toxostoma curvirostre</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Zenaida asiatica</i>	0	7	0	0	6	0	0	3	0	0	2
<i>Zenaida macroura</i>	2	0	2	2	0	0	2	0	2	0	2

Tabla 122. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los mamíferos.

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11
<i>Bassariscus astutus</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
<i>Mephitis macroura</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>Neotoma leucodon</i>	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>Peromyscus difficilis</i>	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Sciurus aureogaster</i>	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0

Tabla 123. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los reptiles.

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Aspidoscelis gularis</i>	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Kinosternon integrum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Salvadora bairdi</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus grammicus</i>	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
<i>Sceloporus horridus</i>	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0



Tabla 124. Matriz de abundancia registrada por especie y sitio de muestreo para el grupo de los anfibios.

Especie	Sitio de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Anaxyrus punctatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Las siguientes son las tablas de salida de EstimateS, en las que se observa el esfuerzo de muestreo, la cantidad acumulativa de individuos y el número de especies que integran la “curva empírica” antes de ser ajustada mediante modelo estadístico en STATISTICA.

Tabla 125. Valores de la curva empírica generados por EstimateS, para aves, mamíferos, reptiles y anfibios

Sitios de muestreo	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios*
	S(est)	S(est)	S(est)	S(est)
1	8.09	3.73	1.91	0.0
2	12.84	5.84	2.89	0.0
3	15.67	6.98	3.4	0.0
4	17.39	7.56	3.69	0.0
5	18.47	7.83	3.9	0.0
6	19.15	7.95	4.09	0.0
7	19.56	7.99	4.27	0.0
8	19.81	8	4.45	0.0
9	19.95	8	4.64	0.0
10	20	8	4.82	0.0
11	20	8	5	0.0

*Solo se localizó una especie por lo que no es posible generar valores para la curva empírica

Empleando el software estadístico llamado STATISTICA, se ajustó la información obtenida de EstimateS empleando el método antes descrito al inicio de esta sección, y se obtuvieron las curvas de acumulación ajustadas mediante el modelo Exponencial, así como los valores de ellas derivados, que se presentan a continuación:

- Curvas de acumulación para Fauna



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

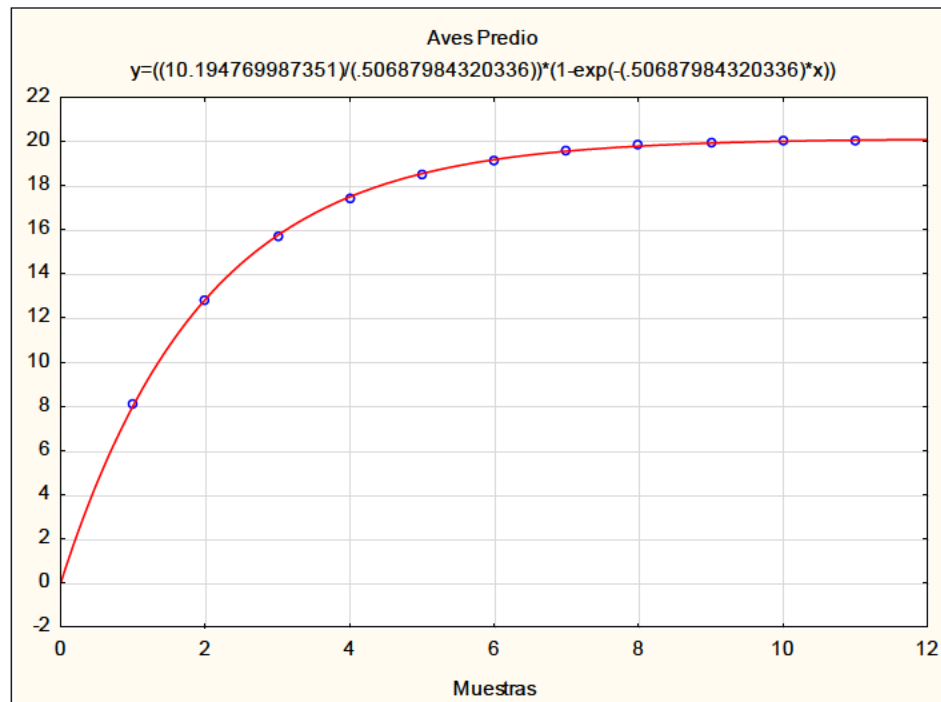


Figura 109. Curva de acumulación para el grupo de las aves en el área de CUSAF.

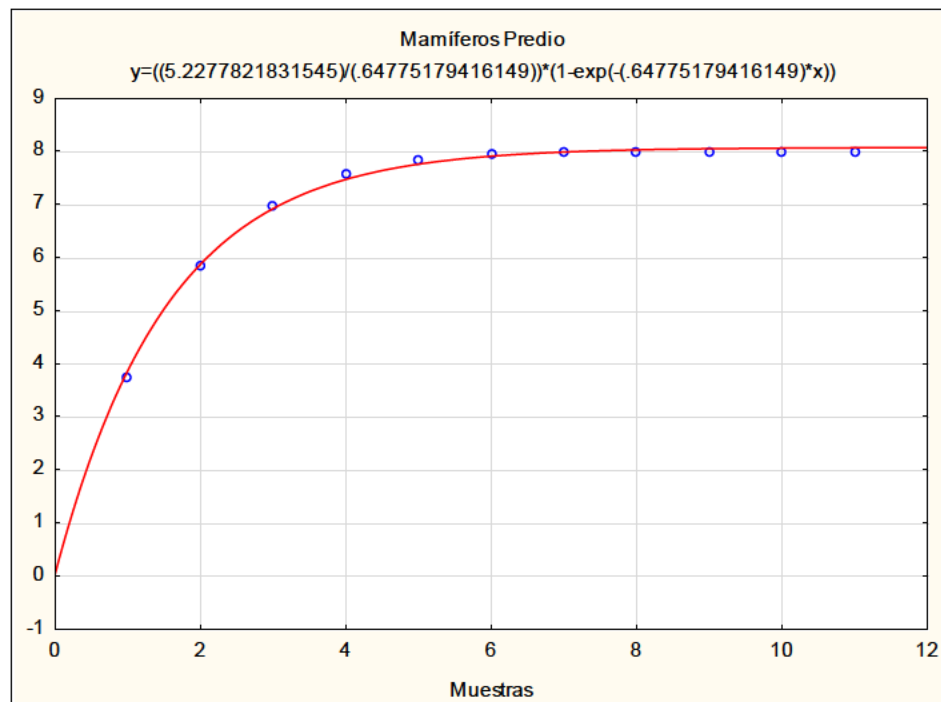


Figura 110. Curva de acumulación para el grupo de los mamíferos en el área de CUSAF.



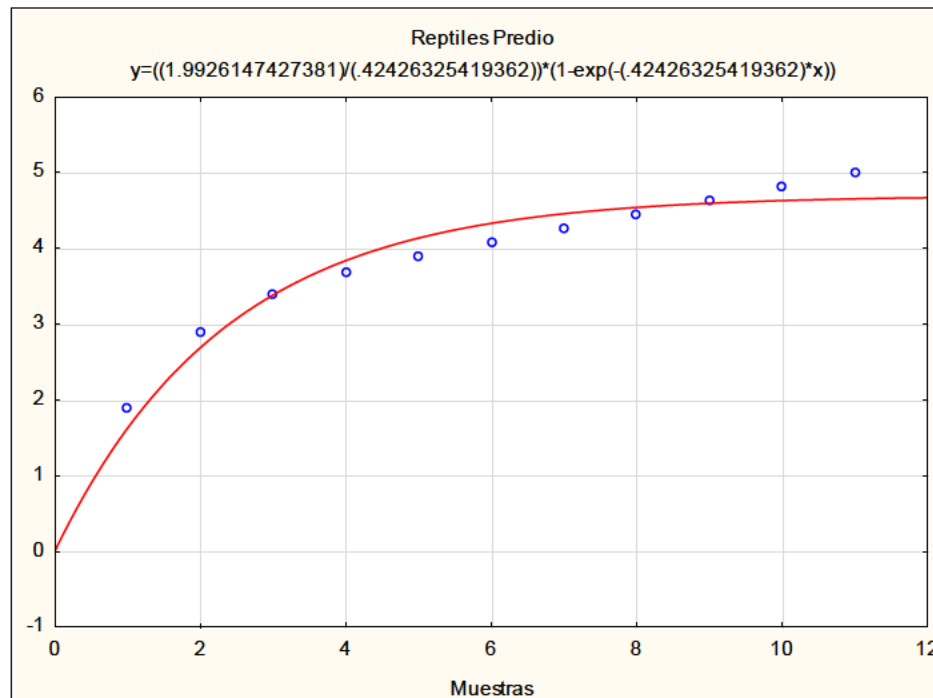


Figura 111. Curva de acumulación para el grupo de los reptiles en el área de CUSAF.

Tabla 126. Parámetros para cada grupo de fauna silvestre presente en el área de CUSAF

Parámetro	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios
Sitios de Muestreo	11	11	11	11
Especies Muestreadas	20	8	5	1
Asíntota (especies)	21	9	5	0
Pendiente al Final de la Curva	0.0386	0.0042	0.0187	0.0000
Cobertura de especies %	95.24	88.89	100	00
Coefficiente de determinación R ²	0.9999	0.9987	0.9721	0.00

Como se puede observar en los resultados anteriores la totalidad de las muestras alcanzan una cobertura mayor al 85% de las especies de la asíntota (entre 90 y 100%), lo que indica que la mayoría de las especies “probables” se encontraron en el predio propuestos para CUSAF. Por su parte la R² confirma un buen ajuste del modelo Exponencial a nuestro diseño de muestreo. De esta forma se constata que el tamaño de muestra aplicado fue el adecuado. De igual forma la Pendiente al final de la curva es menor a 0.1, lo que nos indica que se logró un inventario bastante completo y altamente fiable.



La riqueza específica de especies de vertebrados observada en el área de CUSAF comprende 34 especies.

Tabla 127. Riqueza de especies de fauna observada en el área de CUSAF (muestreo)

Grupo	Riqueza de Especies
Aves	20
Mamíferos	8
Reptiles	5
Anfibios	1
Total	34

De acuerdo con la información de campo, el grupo de las aves es el más representativo con una riqueza específica de 20 especies, observadas en el área de CUSAF, mientras que la menor riqueza son los anfibios con 1 especie y de los reptiles se encontraron 5 especies.

Tabla 128. Listado de fauna silvestre encontrada en el predio

Grupo	No	Nombre científico	Distribución	Categoría en la NOM-059	CITES
Aves	1	<i>Amazilia violiceps</i>	No endémica	No enlistada	Apéndice II
	2	<i>Ammodramus savannarum</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	3	<i>Calothorax lucifer</i>	No endémica	No enlistada	Apéndice II
	4	<i>Campylorhynchus gularis</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	5	<i>Carpodacus mexicanus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	6	<i>Catherpes mexicanus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	7	<i>Chondestes grammacus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	8	<i>Hirundo rustica</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	9	<i>Icterus parisorum</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	10	<i>Melanerpes aurifrons</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	11	<i>Mimus polyglottos</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	12	<i>Passer domesticus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	13	<i>Phainopepla nitens</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	14	<i>Polioptila caerulea</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	15	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	16	<i>Sayornis saya</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	17	<i>Spinus psaltria</i>	No endémica	No enlistada	No incluida



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Grupo	No	Nombre científico	Distribución	Categoría en la NOM-059	CITES
	18	<i>Toxostoma curvirostre</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	19	<i>Zenaida asiatica</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	20	<i>Zenaida macroura</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
Mamíferos	21	<i>Bassariscus astutus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	22	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	23	<i>Didelphis marsupialis</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	24	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	25	<i>Mephitis macroura</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	26	<i>Neotoma leucodon</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	27	<i>Peromyscus difficilis</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	28	<i>Sciurus aureogaster</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
Reptiles	29	<i>Aspidoscelis gularis</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
	30	<i>Kinosternon integrum</i>	Endémica	Protección especial	No incluida
	31	<i>Salvadora bairdi</i>	Endémica	Protección especial	No incluida
	32	<i>Sceloporus grammicus</i>	No endémica	Protección especial	No incluida
	33	<i>Sceloporus horridus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida
Anfibios	34	<i>Anaxyrus punctatus</i>	No endémica	No enlistada	No incluida

Tabla 129. Abundancia y abundancia relativa de las especies de aves en el área de CUSAF

Nombre científico	Nombre común	Puntos de recuento											Abundancia	Abundancia Relativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí violeta corona	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	4	2.3
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	0	4	0	2	0	0	5	2	0	1	2	16	9.1
<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	5	2.8
<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca Serrana	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	7	4.0
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano O Gorrión Mexicano	6	2	0	2	1	0	4	2	5	0	0	22	12.5
<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño o saltapared barranqueño	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	1.7
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequin	0	4	0	0	6	0	0	0	0	0	6	16	9.1
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	4	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	10	5.7
<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4	2.3



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Puntos de recuento											Abundancia	Abundancia Relativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	1.7
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	5	2.8
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	8	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5	19	10.8
<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio negro	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	1.1
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgris grisilla	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	4.5
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal cardenalito, papamoscas	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	4	2.3
<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero o mosquero llanero	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4	2.3
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	4	9	5.1
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	5	2.8
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Ala Blanca	0	7	0	0	6	0	0	3	0	0	2	18	10.2
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	2	0	2	2	0	0	2	0	2	0	2	12	6.8
Total												176	100	

Tabla 130. Abundancia y abundancia relativa de las especies de mamíferos en el área de CUSF

Nombre científico	Nombre común	Puntos de recuento											Abundancia	Abundancia Relativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	4	10.8
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5.4
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache común, sureño, Zarigüeya	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	5	13.5
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	6	16.2
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado o zorrillo	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	4	10.8
<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	7	18.9
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de las rocas	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	5	13.5
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4	10.8
Total												37	100	

Tabla 131. Abundancia y abundancia relativa de las especies de reptiles en el área de CUSAF



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Puntos de recuento											Abundancia	Abundancia Relativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada o huico pinto del noreste	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7	33.3
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4.8
<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra parchada de Baird	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4.8
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite o rasposa	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	6	28.6
<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	6	28.6
Total												21	100	

Tabla 132. Abundancia y abundancia relativa de las especies de anfibios en el área de CUSAF

Nombre científico	Nombre común	Puntos de recuento											Abundancia	Abundancia Relativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de manchas rojas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
Total												1	100	



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 133. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de las aves en el predio.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución en la NOM-059	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí corona violeta	4	2.3	0.0860	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Pareja	Nectarívoro	Terrestre. Bosque de Encino-pino, Matorral espinoso	Superior. Vive cerca de arroyos, preferentemente cañones
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	16	9.1	0.2180	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Gregario	Insectívoro-Granívoro	Terrestre. Zonas semiáridas, Pastizales, zonas abiertas	Superior.
<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	5	2.8	0.1012	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de verano, Migratoria de Invierno-Residente	Poco común	Pareja	Nectarívoro-Insectívoro	Terrestre. Pastizales y zonas semiáridas	Superior. Laderas, cañones
<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca Serrana	7	4.0	0.1283	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Pareja	Insectívoro	Terrestre. Selva baja caducifolia y matorrales	Superior.
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano Gorrión Mexicano	22	12.5	0.2599	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre. Bosques poco densos, áreas arbustivas y campos agrícolas. Zonas urbanas (parques, jardines, camellones)	Superior
<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño saltapared barranqueño	3	1.7	0.0694	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Áreas rocosas y matorrales.	Superior
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequin	16	9.1	0.2180	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre. Zonas áridas, matorrales, pastizales y áreas de cultivo.	Superior
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	10	5.7	0.1629	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de verano, Migratoria de invierno, Residente-Transitoria	Abundante	Pareja	Insectívoro	Terrestre-acuático. Áreas abiertas o semiabiertas, granjas, campos, pantanos y lagos.	Superior
<i>Icterus parisorum</i>	Calandria tunera	4	2.3	0.0860	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Matorrales, zonas semiáridas y	Superior



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución en la NOM-059	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
								invierno, verano				bosques abiertos de pino-encino.	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	3	1.7	0.0694	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Pareja	Omnívoro	Terrestre. Bosques semiabiertos, áreas arboladas, parques y jardines.	Superior. Arboledas cerca de ríos
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	5	2.8	0.1012	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de Invierno	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Áreas semiabiertas, bordes de carretera, matorrales.	Medio
<i>Passer domesticus</i>	Gorrion doméstico	19	10.8	0.2403	No endémica	No enlistada	No	Migratoria	Común	Gregario	Insectívoro	Terrestre. Matorrales, praderas con arbustos	Superior
<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinero negro	2	1.1	0.0509	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Matorrales desérticos, orillas de presas y arroyos.	Superior
<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgris grisilla	8	4.5	0.1405	No endémica	No enlistada	No	Migratoria de invierno-Residente	Común	Pareja	Insectívoro	Terrestre. Bosque de pino-encino, matorrales	Superior
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal cardenalito, papamoscas cardenalito	4	2.3	0.0860	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de Invierno	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Riveras de zonas áridas, matorrales, pastizales.	Superior
<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero o mosquero llanero	4	2.3	0.0860	No endémica	No enlistada	No	Residente-Migratoria de invierno	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Frecuente arroyos, estanques, lagos, presas.	Medio
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito dominico	9	5.1	0.1520	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre. Zonas semiabiertas de matorral y bosque	Medio
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	5	2.8	0.1012	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Zonas semiáridas, matorrales y zonas urbanas con áreas arboladas	Superior
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Blanca Ala	18	10.2	0.2332	No endémica	No enlistada	Si	Residente-Migratoria de Invierno	Común	Gregario	Granívoro	Terrestre. Áreas semiabiertas de bosques, zonas semiáridas,	Superior



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución en la NOM-059	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
												pastizales, tierras de cultivo	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma Huilota	12	6.8	0.1831	No endémica	No enlistada	Si	Residente-Migratoria de Invierno	Abundante	Gregario	Granívoro	Terrestre. abiertos, granjas, carreteras, parques.	Bosques pastizales, borde de jardines, Superior
Total general		176	100	2.7735	0 Endémicas	0 Enlistadas							
Riqueza S =	20												
H' calculada =	2.7735												
H max =	2.9957												
Equidad (J) =	0.9258												

El grupo de las aves es uno de los más representativos en el predio con una riqueza de 20 especies, la máxima diversidad que pueden alcanzar las aves en el predio es de 2.99 y la diversidad de Shannon H' es de 2.77 lo que nos indica que tiene una diversidad media al encontrarse en el rango de 1.6 a 3.5 según Magurran. El valor calculado para (J) nos refleja una equidad alta. Se observa que la abundancia para las aves es constante a excepción de *Carpodacus mexicanus* y *Passer domesticus* que presentan un valor de 22 y 19 individuos respectivamente que los ubican en el punto más alto.





Figura 112. Matraca serrana (*Campylorhynchus gularis*), papamoscas llanero (*Sayornis saya*), paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), Colibrí lucifer (*Calothorax lucifer*), mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*) y jilguero dominico (*Spinus psaltria*).

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Tabla 134. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los mamíferos en el predio.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución en la NOM-059	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	4	9.8	0.2271	No endémica	No enlistada	No	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Terrestre. Zonas áridas, bosque de coníferas y matorral.	Inferior
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	6	14.6	0.2812	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Rara	Solitario	Omnívoro	Terrestre. Bosque de pino y chaparrales	Inferior
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache común, sureño, Zarigüeya	5	12.2	0.2566	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Terrestre. Bosque tropical y asentamientos humanos.	Inferior
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	6	14.6	0.2812	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Terrestre. Pastizales, matorrales, bosque de pino-encino	Inferior
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado o zorrillo	4	9.8	0.2271	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Rara	Solitario	Omnívoro	Terrestre. Bosque caducifolio y bordes de bosques	Inferior
<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera	7	17.1	0.3018	No endémica	No enlistada	Si	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Terrestre. Áreas rocosas y matorrales	Inferior
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de las rocas	5	12.2	0.2566	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Terrestre. Bosque de pino-encino, Matorrales y pastizales	Inferior
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	4	9.8	0.2271	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Terrestre. Bosque tropical y asentamientos humanos	Inferior
Total general		41	100	2.0586	0 Endémicas	0 Enlistadas							
Riqueza S =	8												
H' calculada =	2.0586												
H max =	2.0794												
Equidad (J) =	0.9900												



Los mamíferos presentaron una riqueza de 8 especies, la máxima diversidad que pueden alcanzar los mamíferos es de 2.0794 y el índice de diversidad de Shannon H' es de 2.0586 lo que nos indica según Magurran que tiene una diversidad media al encontrarse en el rango de 1.6 a 3.5. El valor calculado para (J) nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es casi constante; es decir, indica que la presencia de especies dominantes es baja y la dominancia se concentra únicamente en la Rata magueyera (*Neotoma leucodon*) que presentó el mayor número de individuos.



Figura 113. Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y Conejo (*Sylvilagus cunicularius*).



Figura 114. Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y Tlacuache (*Didelphis marsupialis*).

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 135. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los reptiles en el predio.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución en la NOM-059	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Lagartija rayada o huico pinto del noreste	7	50.0	0.3662	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Praderas y laderas rocosas	Inferior
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga casquito	1	21.9	0.1450	Endémica	Protección especial	No	Residente	Común	Solitario	Carnívoro	Terrestre. Depósitos de agua permanentes y temporales, lagos, pequeños arroyos.	Inferior
<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra parchada de Baird	1	28.1	0.1450	Endémica	Protección especial	No	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Terrestre. Bosques de encino (fragmentados), matorral espinoso	Inferior
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite o rasposa	6	33.3	0.3579	No endémica	Protección especial	No	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Asociaciones de coníferas y encinares	Inferior
<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija	6	4.8	0.3579	No endémica	No enlistada	No	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Terrestre. Bosques y matorrales	Inferior
Total general		21	100	1.4943	2 Endémicas	3 Protección especial							
Riqueza S =	5												
H' calculada =	1.3720												
H max =	1.6094												
Equidad (J) =	0.8525												



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Los reptiles presentaron una riqueza baja en el predio con 5 especies, la máxima diversidad que pueden alcanzar los reptiles en el predio es de 1.6094 considerada como baja y el índice de diversidad de Shannon H' es de 1.3720 lo que nos indica según Magurran que tiene una diversidad baja al encontrarse en el rango de 0 a 1.5. El valor calculado para (J) nos refleja una equidad alta ya que la abundancia por cada especie encontrada es constante.



Figura 115. Víbora de cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*) y lagartija rasposa (*Sceloporus horridus*).



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 136. Riqueza, abundancia, diversidad, distribución, categoría en la NOM 059, valor cinegético, estacionalidad, sociabilidad, alimentación, hábitat y distribución vertical de los anfibios en el predio.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Abundancia relativa	Diversidad	Distribución en la NOM-059	Categoría en la NOM-059	Valor cinegético	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de manchas rojas	1	100	0.000	No endémica	No enlistada	No	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Terrestre	Inferior
Total general		1	100	0.000	0 Endémica	0 Enlistadas							
Riqueza S =	1												
H' calculada =	0.000												
H max =	0.000												
Equidad (J) =	0.000												

El grupo de los anfibios representó una riqueza de 1 especie lo que nos indica que es baja; debido a que solo se localizó una especie no se pudo calcular la biodiversidad, por ello es de suma importancia realizar el rescate de la mayoría de los individuos para evitar la pérdida de biodiversidad de este grupo.





Figura 116. Sapo de manchas rojas (*Anaxyrus punctatus*).

Tabla 137. Resumen del Índice de Shannon-Wiener por grupo faunístico en el área de CUSAF.

Grupo	H'	H máx.	Equidad (J)
Aves	2.7789	2.9957	0.92
Mamíferos	2.0586	2.0794	0.99
Reptiles	1.3720	1.6094	0.85
Anfibios*	0.0000	0.0000	0.0

*Sólo se registró una especie, por lo tanto, no se pudieron calcular los índices.

De acuerdo a los índices calculados derivados de los muestreos de fauna, se puede concluir que la diversidad se considera media para las aves y mamíferos, ya que los valores máximos no sobrepasan el valor de 3.5, la diversidad media se relaciona con las actividades antrópicas que se desarrollan en el margen de las áreas de CUSAF ya que como se observa en las imágenes de satélite el uso de suelo predominante es urbano y forestal perturbado que provoca el desplazamiento de la fauna silvestre hacia zonas más alejadas e inaccesibles en las que el hábitat guarda características idóneas para la fauna.

El máximo índice de biodiversidad lo tienen las aves con 2.7 bits/individuo, y el menor los Reptiles con 1.37 bits/individuo, índice que se relaciona directamente con la riqueza y abundancia de las especies.

- Estado de conservación y riesgo de las especies de Fauna presentes en el área de CUSAF

De la fauna observada no se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Bassariscus astutus la cual se incluye enlistada en la NOM 059 SEMARNAT 2010 con categoría de protegida y fue omitido, ya que en la NOM 059 SEMARNAT 2010 se incluyen las siguientes subespecies las cuales por su distribución en México no corresponden a la que se presenta en el área de CUSF.

De acuerdo con Álvarez Castañeda, S.T. 2003. la Subespecie *Bassariscus astutus insulicola*. Presenta una distribución endémica en la isla San José, Baja California, Mex. y *Bassariscus astutus saxicola* se distribuye únicamente en la isla Espíritu Santo, Baja California, Méx. Fuente: Álvarez Castañeda, S.T. 2003 Roedores y carnívoros del noroeste de México incluidos en el Proyecto NOM-059-ECOL-2001. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W003. México, D.F.

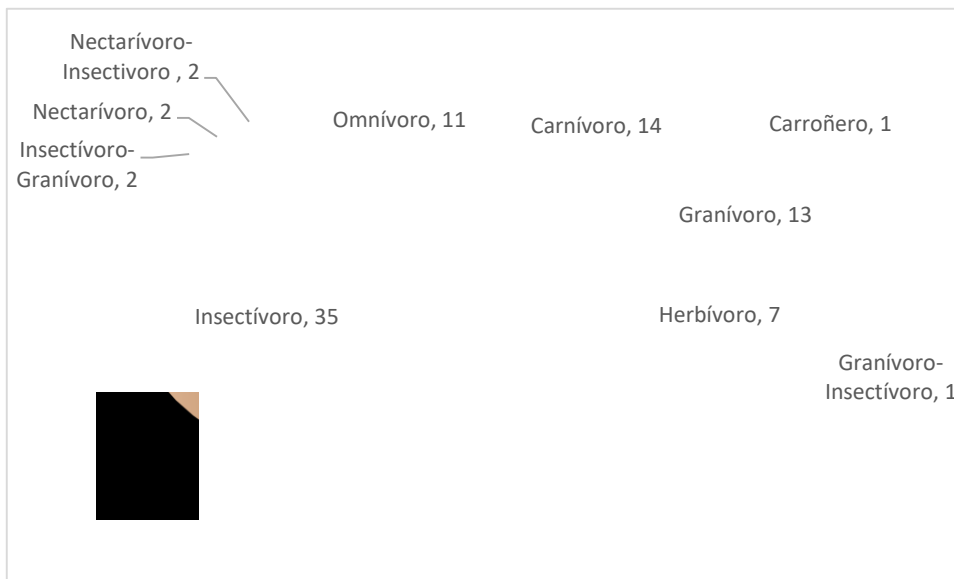


Figura 117. Niveles tróficos de la fauna presente en el área de CUSAF

Se establecieron tres niveles tróficos: productores (vegetación), consumidores de primer orden (organismos herbívoros granívoros, nectarívoros e insectos), consumidores de segundo orden (organismos insectívoros, omnívoros y carnívoros).

La vegetación del área de CUSAF es la principal fuente de alimentación de la fauna silvestre independientemente del nivel trófico que ocupen, ya que los consumidores dependen directa o indirectamente las plantas que ponen a disposición los nutrientes para los demás niveles de la cadena alimenticia.



Los consumidores de primer orden están representados principalmente por aves consumidoras de insectos y granos; así como por mamíferos que consumen directamente la vegetación.

IV.3 Paisaje

El paisaje de la zona de estudio es de tipo natural y suburbano debido a su colindancia directa la Zona Urbana de Tequisquiapan al poniente.



Figura 118. Detalle del paisaje del sitio del proyecto



Figura 119. Elementos naturales biológicos del paisaje del sitio en mención.

IV.3.1 Visibilidad

La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como



altitud, orientación, pendiente, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales. Si bien el proyecto contempla en su construcción la edificación de condominios verticales, la sustracción del cambio de uso de suelo del área de conservación asegura la visibilidad de las zonas más altas del predio motivo de estudio, por lo que este factor del paisaje se ve menos impactado.

IV.3.2 Contaminación visual

El presente proyecto se catalogaría como elemento que perturbaría la visualización y la estética particular de la zona paisajística en la que se establecerá. Ello afectaría el equilibrio de la calidad de los componentes del entorno natural, como su disposición, forma, color, contraste, etc.

Dentro del ámbito urbano, alguno de elementos puede perturbar de igual forma al impacto sensorial de las personas que lo frecuenten, como se menciona en el apartado sobre la visibilidad.

La contaminación visual del proyecto se estima que está ligada de forma importante a futuras adecuaciones de urbanidad adyacentes al proyecto que finalmente tienen como objetivo la comodidad de la población, lo cual provocará un desencadenamiento de impacto visual significativo debido al desarrollo de comercios, servicios y otras zonas habitacionales que se puede dar oportunamente al detectarse la demanda.

IV.3.3 Calidad Paisajística

En el aspecto de la viveza se resalta la variedad arbórea de tamaño bajo, así como la densidad notable de arbustos y herbáceas en los alrededores del proyecto. Así como los tonos verdes vívido en las laderas vecinas (Ramos, 2014).

Para la variedad como elemento paisajístico de esta sección, el claro contraste entre laderas y cerros con follaje verde en las cercanías contra el extenso valle de casi 80 km son los elementos variables para el paisaje del proyecto (Ramos, 2014).

IV.3.4 Fragilidad Paisajística

La fragilidad respecto a su definición de la capacidad del mismo paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. Tomando como base la información anterior, la fragilidad de



la realización de la obra es alta, o interpretando de otra manera, el medio donde se encuentra el proyecto de manera eficiente asimilaría lentamente los cambios ya que se va a construir una obra totalmente nueva.

En cuanto a naturalidad, en el sitio del proyecto en cuestión se aprecia un paisaje en el que se conjugan la naturalidad propia de matorral crasicale en recuperación en los alrededores inmediatos, combinado con cerros con pendientes de hasta 30 grados con vistas a la lejanía con zonas claramente urbanas, industriales y agrícolas desde los 2 km hasta los 20 km de distancia aproximadamente en una superficie a una altura inferior y plana. La naturalidad también se ve afectada por un banco de grava en el costado sur del área del proyecto (Ramos, 2014).

IV.3.5 Frecuencia humana

La zona del proyecto se encuentra inmediatamente a lado de la urbanización y al estar a pie de carretera, existe la presencia humana, la cual aumentará con la presencia del proyecto, lo cual finalmente será bien aceptado dado que se estará proporcionando una zona habitacional con un entorno pacífico y urbano, lo que en general es bien aceptado para el desarrollo personal.

IV.4 Componentes del medio socioeconómico

IV.4.1 Población actual

Se analizará al conjunto de constantes socioeconómicas de los Municipio de Tequisquiapan y en general de acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico del Estado de Querétaro 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

El Censo Poblacional 2015, indica que el Municipio de Tequisquiapan en ese año tuvo una población total de 70,742 habitantes, la tasa de crecimiento del municipio va en incremento y en el 2015 era de 2.3%. (INEGI, s.f.)



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

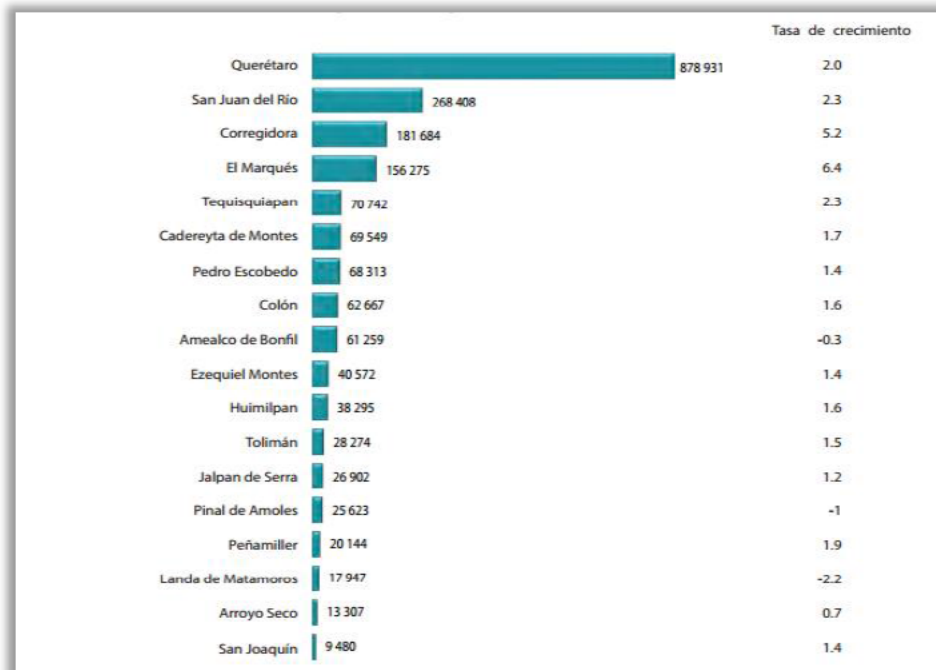


Figura 120. Población en viviendas particulares habitadas y tasa de crecimiento promedio anual por municipio, 2010-2015.

- *Dinámica de la población del municipio*

El crecimiento estatal se ha mantenido constante conservando una tasa de crecimiento del 4% anual, proporcional a un incremento de 27 mil personas anuales. (INEGI, s.f.).

- *Estructura por sexo y edad del municipio*

En el año 2010, de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social, se tenía un total 70,742 habitantes, de los cuales 48.49% eran hombres y 51.51% eran mujeres en el municipio. A través del Intercensal del INEGI se pudo observar que la edad media de la población era de 26 años, por lo que es relativamente joven. (INEGI, s.f.)



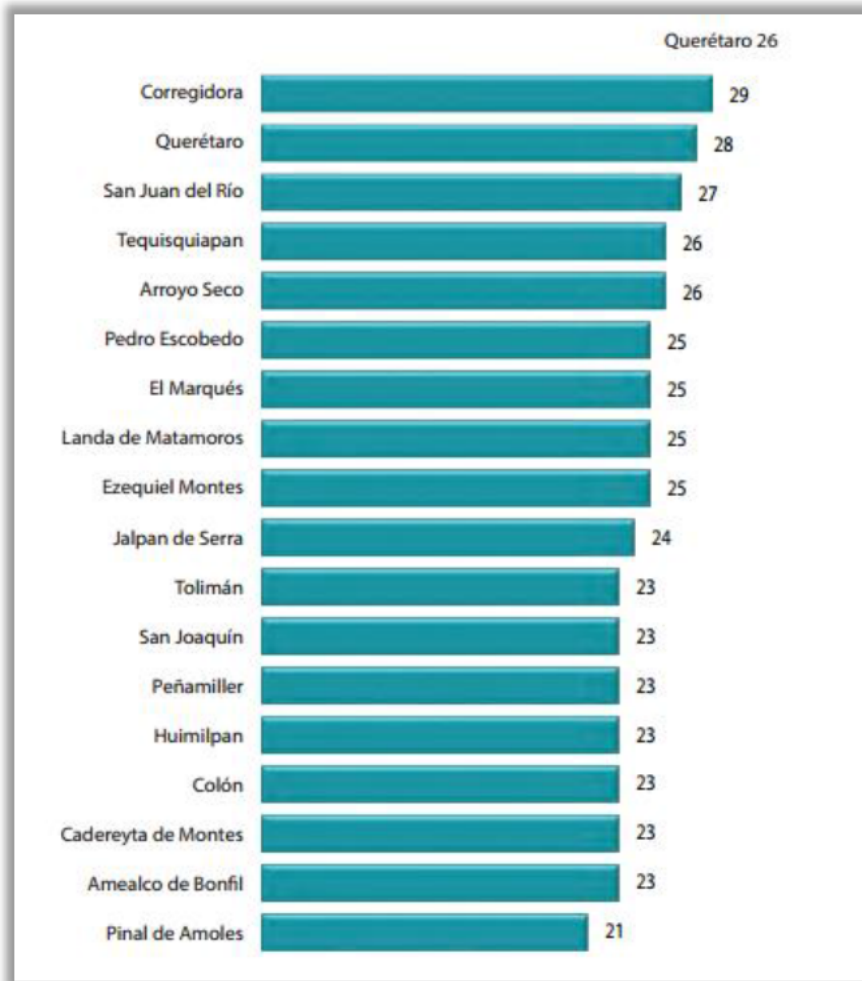


Figura 121. Edad mediana de la población por municipios.

- *Natalidad y mortalidad en el municipio*

Se presenta en el municipio de Tequisquiapan un índice de fecundidad en promedio de 6 hijos nacidos vivos de mujeres de 15 a 49 años, aunque para el índice de hijos fallecidos es aparentemente bajo con 2.8%.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

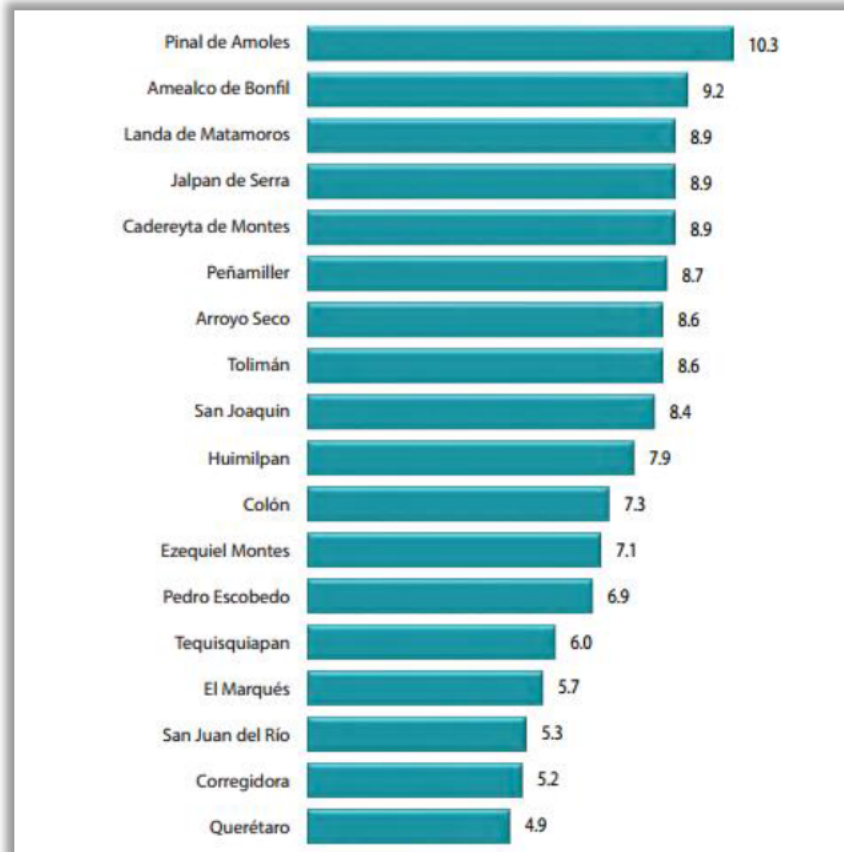


Figura 122. Promedio de hijos nacidos en mujeres de 15 a 49 años en los municipios de Querétaro

- *Migración en el estado*

En el 2015 a la región llegaban alrededor de 94,336 personas de diferentes entidades del país (Cuentame INEGI, 2015).

- *Salud en el municipio*

En el Municipio de Tequisquiapan, para el año 2015 la población que tenía acceso a servicios de salud, en todo el municipio era de 81.9%, de los cuales la mayor parte de la población se encontraba afiliada al Seguro Popular con un 63.7%, seguido del IMSS con 32.7% y del ISSSTE con un 4% (INEGI , 2015).



Población afiliada* **81.9%**

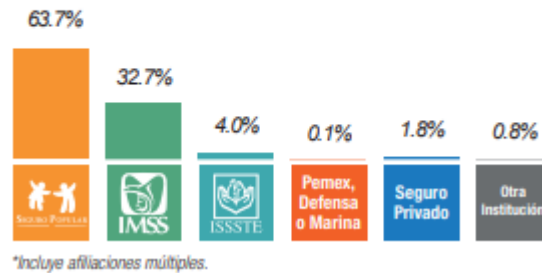


Figura 123. Servicios de salud en el Municipio de Tequisquiapan

- *Educación en el municipio*

La educación básica en nuestro país comprende (preescolar, primaria y secundaria) este rubro es muy importante para cualquier Estado, Municipio o comunidad, ya que la educación es la base del desarrollo en todo sentido, en el Municipio de Tequisquiapan la población de 15 años y más, sumaban un total de 38,048 personas en total, de los cuales 18,606 son hombres y 19,442 mujeres, desglosando el total 4,748 no tienen ninguna escolaridad, solamente 152 contaban con educación preescolar, 15,571 con educación primaria y secundaria 9,870 completa, en casi de la mayoría de los rubros las mujeres tienen mejores expectativas en relación a la educación básica.

Respecto a la educación media superior únicamente 3,965 personas culminaron satisfactoriamente, la educación superior el índice con tan solo 1,225 habitantes (INEGI, 2010).

- *Escolaridad*

En el municipio la tasa de alfabetización en grupos de edad de 15 a 24 años es de 99% y de 25 años en adelante es de 92.3%, solo el 6.6% del total de la población de Tequisquiapan no tiene ninguna escolaridad, el 62.7% tiene educación básica, el 19.1% se encontraba en educación media superior, el 11.4% en nivel superior (INEGI, 2015).



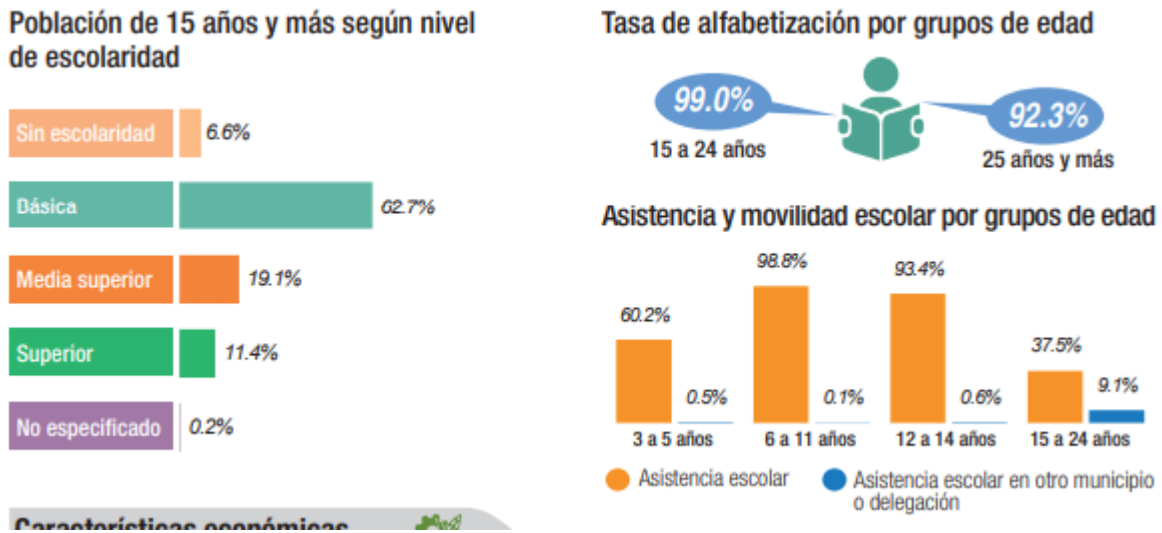


Figura 124. Marcadores de escolaridad en el municipio de Tequisquiapan

- *Etnografía*

La cultura y tradiciones del municipio de Tequisquiapan se caracterizan principalmente por su música llena de danzas de los concheros, a la artesanía en la realización de distintos tipos de arreglos y artículos, su gastronomía en el consumo de tamales, atole, mole y otras comidas típicas, además cuenta con distintas esculturas como la cruz de antiguo panteón, la cruz de Conín etc.

Fiestas nacionales y locales

En México se celebran diferentes fiestas típicas, se sabe que nuestro país es megadiverso en cultura, tradiciones y costumbres.

- Fiestas patrias-15 y 16 de septiembre
- Día de muertos-1 y 2 de noviembre -Panteón municipal, Panteón de Joaquín Herrera y Panteón Antiguo, así como colocación y concursos de Altares de Muertos en el Jardín Principal de El Pueblito y Alameda Hidalgo.
- Diciembre, Fiestas Navideñas
- Feria del Toro Bravo
- La Feria de Tequisquiapan
- Feria del Queso y del Vino



- Feria de Santa María de la Asunción
- Callejoneadas

Durante la celebración de las festividades de la Virgen de los Dolores de Soriano, se llevan a cabo infinidad de peregrinaciones provenientes de los diferentes municipios del estado de Querétaro y de otros puntos de la República. Finalmente, en todo el término del año, durante el mes de diciembre las festividades se realizan más frecuentemente: celebración a la Virgen de Guadalupe, Las Posaditas, La Navidad, y la despedida y recepción del año nuevo

- *Población económica activa (PEA) del municipio*

En Tequisquiapan del total de su población para el año 2015 el 54.4% se encontraban activa, en donde los hombres representaban el 64.2% de las personas económicamente activas, mientras que las mujeres un 35.8%. Según la distribución de la población para las personas que estuvieron en capacidad económica se conformó de la siguiente manera; los estudiantes representaron un 33.1%, el 49% fueron personas dedicadas a quehaceres del hogar, el 9.7% personas en otras actividades no económicas, el 4.3% personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar, y solo el 3.9% eran jubilados o pensionados

Población de 12 años y más



Figura 125. Población Económicamente Activa

IV.4.2 Actividades económicas

La industria manufacturera hace artesanías y muebles de pino y ratán. Existen maquiladoras textiles y hornos para la producción de tabique.

- *Sector Primario (Agricultura, Explotación forestal, Ganadería, Minería y Pesca)*



Después del turismo la agricultura y ganadería es la actividad económica más importante del municipio empleando a poco menos del 15% de la población económicamente activa. Los principales cultivos son maíz, frijol, sorgo, alfalfa, uvas, chiles, tomates y tomatillos; Tequisquiapan es el mayor productor de chiles pasilla en México.

La minería se concentra en minerales no metálicos, los ópalos y el caolín son los productos más importantes. Los más importantes los depósitos más importantes de ópalo se encuentran en el suroeste del municipio en la cadena montañosa cerca de la comunidad de La Trinidad.

- *Sector secundario (Construcción e Industria manufacturera)*

Debajo del 50% de la población económicamente activa está empleada en la industria de la construcción y la elaboración de artesanías, la producción y venta de muebles rústicos y otras artesanías. La fabricación y venta de muebles es una parte importante de la economía del municipio.

Los muebles están hechos con madera, ratán y ramas de sauce y pino en su mayor parte en un estilo rústico colonial. La fabricación de canastas es otro de los artes más tradicionales en su mayor parte hechas a partir de ramas de sauce para uso doméstico.

- *Sector terciario (Comercio, Servicios y Transportes)*

Poco más del 30% de la población está empleada en los comercios y servicios incluyendo el turismo. El turismo y el sector servicios emplea directamente a 400 personas en la cabecera municipal junto con 200 más durante la temporada alta y 450 trabajos dependen directamente de ello. El municipio tiene 41 hoteles y 8 grandes restaurantes, comercios minoristas establecidos incluyen aquellos de servicios de catering a turistas y aquellos de catering a la población local. El municipio tiene un supermercado, un mercado de artesanías, un mercado al aire libre para artesanías, 3 bodegas para grano y 2100 pequeños negocios minoristas; el principal mercado para abarrotes sigue siendo el mercado municipal.

VI.4.3 Uso de los recursos naturales

En el Municipio de Tequisquiapan cuenta con yacimientos de ópalo, así como recursos como el agua se utiliza de manera cotidiana tanto en la cabecera municipal (Enciclopedia El Márques, s.f.).



De igual forma se utiliza de gran manera los recursos que provee el suelo para la agricultura de consumo personal, así como el agua y nutrientes que se encuentran en los diversos ecosistemas. También se utiliza este recurso del suelo para sustentar la ganadería del Municipio e inclusive exportarlo a otros Municipios y Estados.

IV.5 Diagnóstico Ambiental

El diagnóstico ambiental consiste en la integración del medio abiótico, biótico y social que se describió en la caracterización del área de estudio, con el fin de hacer un diagnóstico ambiental del área del estudio y el proyecto, identificando el grado de conservación del ambiente, los procesos de deterioro ambiental, la calidad de vida con relación a la ejecución del proyecto, considerando aspectos de tiempo y espacio. El proyecto consiste en la construcción de un nuevo desarrollo comercial con las actividades antes descritas.

a) Síntesis del inventario

A continuación, se analiza a forma de resumen cada aspecto y la forma en la que podría ser afectado.

En la zona de proyecto surgirán situaciones de deterioro ambiental durante la preparación del sitio y construcción del proyecto. Las situaciones previstas son principalmente:

- Incremento de los indicadores de contaminantes (emisiones de gases de camiones, maquinaria y equipo con motores de combustión interna).
- Generación de residuos sólidos (cascajo, metales o varillas rotas, madera de cimbra, cartón, papel, plásticos, zapatos y ropa vieja, envases de agua y/o de refresco, botes de aluminio, etc.) principalmente.
- Residuos especiales derivados del mantenimiento y maquinaria (en caso de que se hiciera in situ, serán aceites gastados, estopas o trapos impregnados con hidrocarburos usados).
- **Paisaje:** la sustracción del área de conservación asegurará la visibilidad de las zonas más altas del predio motivo de estudio; los subsecuentes desarrollos así como los ya existentes y colindantes brindarán homogeneidad al paisaje suburbano



- **Calidad del Aire:** La calidad del aire se verá afectada debido al uso de vehículos y maquinaria durante la ejecución del proyecto, los cuales generarán emisiones de gases y partículas suspendidas.
- **Flora:** Por la naturaleza del proyecto, la flora se verá severamente impactada, sin embargo, se implementará el programa de rescate de flora, el cual contempla el rescate la supervivencia del 80% de los individuos.
- **Fauna:** Debido a la ejecución del proyecto, la fauna se verá impactada por la destrucción del hábitat y desplazamiento. En el predio no se identificaron especies de fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- **Aspectos socio económicos:** Durante la vigencia de las diferentes etapas se generarán nuevos empleos de temporal para todo tipo de sectores y actividades, al ponerse en marcha y en la etapa de prestar servicio se generarán trabajos formales, siendo solo algunos de los beneficios sociales directos. De acuerdo con el crecimiento acelerado de la población e inmigración del municipio de Tequisquiapan, la sociedad demanda mayores espacios urbanos, con la construcción de este nuevo desarrollo comercial se verían beneficiados todas las personas de la localidad.
- **Agua:** El balance hídrico del acuífero exhibe que el resultado de la disponibilidad hídrica para la zona que abarca el acuífero es negativo; esto significa sobreexplotado; más descarga que recarga. Las zonas aledañas al cauce se mantienen fuera de la solicitud de cambio de uso de suelo con la finalidad de mantener su estructura. Así mismo, se implementará el Programa de Manejo de Residuos, con la finalidad de evitar la contaminación del cuerpo de agua.



V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identifican los posibles impactos ambientales tanto perjudiciales como benéficos derivados del **cambio de uso de suelo en áreas forestales**.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto es una etapa crítica del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental; su elaboración consiste, por un lado, en la valoración de la calidad ambiental del sitio donde se proyectan las obras (realizada en el capítulo anterior) y, por el otro, en la determinación del daño o beneficio que cada actividad tiene sobre los componentes ambientales. La metodología para la evaluación de los impactos ambientales consistió en una valoración ponderada de cada impacto y su contribución al deterioro o mejoramiento de la calidad ambiental del sistema de acuerdo con lo establecido por Cervantes Magaña Eduardo en su “Propuesta de diseño de una matriz ponderada para la evaluación de impacto ambiental” (2001).

En este capítulo se identifican y evalúan de manera estricta los impactos ambientales que podrían presentarse durante las diferentes etapas del proyecto. Para tal efecto se interrelacionan las actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable de cada impacto.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes y las actividades que se desarrollarán en las distintas etapas del proyecto.

En este sentido, para la identificación de los impactos ambientales se ha optado por tablas de interacción (aspecto–componente), y para su correspondiente evaluación se emplearon diversos criterios que se describirán en apartados subsecuentes. Todo ello converge en que la aplicación metodológica sugiere, por una parte, indicadores de los sistemas ecológicos naturales y, por otra parte, las actividades del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las



interacciones que se producen entre ambos a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

V.1.1 Indicadores de impacto

La principal aplicación que tienen los indicadores de impacto es la de determinar, para cada componente ambiental, la magnitud de la alteración que recibe. Asimismo, permiten estimar los impactos del proyecto a través de la cuantificación de la magnitud de las alteraciones.

Con el propósito de detectar los cambios que supongan modificaciones positivas o negativas en la calidad ambiental del entorno, es necesario identificar los componentes ambientales susceptibles de ser afectados por el proyecto.

Para la definición de los indicadores de impacto se consideran los siguientes criterios:

- 1) Ser representativos del entorno afectado
- 2) Ser relevantes (portadores de información sobre la importancia y magnitud del impacto)
- 3) Ser excluyentes
- 4) De fácil identificación
- 5) De fácil localización
- 6) Susceptibles de ser cuantificados
- 7) Prever la legislación y las exigencias administrativas

Los componentes ambientales relevantes considerados en la evaluación de los impactos generados por la aplicación del proyecto son los mismos considerados en la evaluación de la calidad ambiental del ecosistema:

- ✓ Calidad del aire
- ✓ Hidrología (superficial y subterránea)
- ✓ Suelo
- ✓ Vegetación terrestre
- ✓ Fauna
- ✓ Paisaje
- ✓ Componente socioeconómico



Los aspectos a los que hace alusión la metodología se refieren a las interacciones que se dan entre las actividades del proyecto y el medio ambiente, indicándose por componente ambiental en las tablas de valoración de los impactos.

Con la finalidad de identificar las fuentes de cambio (las actividades del proyecto) que afectarán al sistema ambiental, determinar las perturbaciones ocasionadas por dichas fuentes de cambio y, finalmente, analizar los efectos en la estructura y funcionamiento del sistema, se realizó la detallada examinación de cada una de las actividades asociadas con la ejecución del proyecto y sus características, de modo que pudieran determinarse las acciones particulares con potencialidad para generar impactos. Al respecto las principales acciones del proyecto generadoras de impactos se indican en la siguiente tabla.

Tabla 138. Acciones asociadas al cambio de uso de suelo en áreas forestales susceptibles de generar impactos ambientales

No.	Actividades / Acciones del proyecto susceptibles de generar impactos ambientales
1	Delimitación de áreas de trabajo
2	Instalación de áreas temporales de trabajo
3	Identificación de especies a rescatar y reubicar
4	Rescate y reubicación de flora y fauna
5	Desmante
6	Manejo de residuos vegetales
7	Despalme
8	Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo
9	Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación
10	Implementación de las medidas de conservación de suelo
11	Implementación del programa de residuos

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Como se ha mencionado con anterioridad, los aspectos ambientales representan los elementos de una actividad o acción del proyecto que interactúan con el ambiente. Cuando los efectos de



estos aspectos se tornan significativos para el hombre y el medio ambiente, se denotan entonces como impactos ambientales.

Los aspectos ambientales relevantes considerados en la evaluación de los impactos generados por la aplicación del proyecto son los siguientes:

- 1) Calidad del Aire
 - Generación de partículas de polvo suspendidas
 - Emisión de contaminantes criterio
 - Generación de ruido y vibraciones
 - Mejoramiento de la calidad del aire
- 2) Hidrología
 - Alteración del flujo y dirección de escurrimientos
 - Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos
 - Cambios en la calidad por descargas sanitarias
 - Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero
- 3) Suelo
 - Erosión y compactación
 - Contaminación por residuos sólidos y líquidos
 - Alteración de las características geomorfológicas
- 4) Vegetación
 - Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies
 - Cambios en la cobertura forestal
 - Fragmentación del ecosistema
- 5) Fauna
 - Destrucción directa
 - Destrucción de hábitat y desplazamiento
 - Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies
- 6) Paisaje
 - Cambios en el relieve
 - Cambios en la visibilidad
 - Cambios por la generación de residuos sólidos



7) Componente socioeconómico

- Utilización de servicios urbanos locales
- Generación de empleos locales
- Mejoramiento en la calidad de vida

La siguiente tabla permite identificar las posibles interacciones o impactos potenciales entre las once (11) actividades asociadas al proyecto y los siete (7) componentes ambientales susceptibles de verse afectados.

En total el análisis aportó la posibilidad de ocurrencia de 105 interacciones o impactos potenciales. Una vez determinados los aspectos ambientales, se procede a la valoración de los impactos ambientales, identificando su carácter benéfico (positivos) o perjudicial (negativos) al medio ambiente, que podrían ser generados por el proyecto, utilizando los criterios y metodología de evaluación que a continuación se describen.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 139. Identificación de interacciones generadoras de impactos ambientales

Componentes y aspectos ambientales		Actividades del proyecto										
		Delimitación de áreas de trabajo	Instalación de áreas temporales de trabajo	Identificación de especies a rescatar y reubicar	Rescate y reubicación de flora y fauna*	Desmonte	Manejo de residuos vegetales*	Despalme	Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo	Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación	Implementación de las medidas de conservación de suelo	Implementación del programa de residuos*
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas					1		1	1			
	Emisión de contaminantes criterio		1			1		1	1	1		
	Generación de ruido y vibraciones	1	1		1	1		1	1	1		
	Mejoramiento de la calidad del aire				1							1
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	1	1			1		1			1	1
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	1	1									1
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	1	1									
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero					1		1			1	1
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos									1	1	1
Suelo	Erosión y compactación				1	1		1		1	1	
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	1	1					1	1		1	1
	Alteración de las características geomorfológicas							1			1	
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies			1	1	1	1			1		
	Cambios en la cobertura vegetal					1	1					
	Fragmentación del ecosistema					1	1					
Fauna	Destrucción directa					1	1	1				
	Destrucción de hábitat y desplazamiento				1	1	1	1				
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies			1	1	1	1	1				
Paisaje	Cambios en el relieve							1	1			
	Cambios en la visibilidad	1	1			1	1	1				
	Cambios por la generación de residuos sólidos	1	1					1	1	1	1	1
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	1	1					1	1	1	1	1
	Generación de empleos locales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Mejoramiento en la calidad de vida									1		1

V.1.3 Criterios y metodología de evaluación

V.1.3.1 Criterios

Valorar implica medir y luego traducir esa medida a una unidad que permita establecer comparaciones. La valoración del impacto ambiental consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que sea posible comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto e inclusive entre proyectos distintos.



El valor del impacto dependerá de la cantidad y calidad del componente afectado, de la importancia o contribución de éste a la calidad de vida en el ámbito de referencia, del grado de incidencia o severidad de la afectación y características del efecto expresadas por una serie de atributos que lo describen. Los criterios empleados en la evaluación de los impactos ambientales fueron los siguientes:

1. Signo

Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de los impactos generados por las distintas actividades del proyecto.

2. Intensidad

Se refiere al grado de severidad o destrucción de la acción sobre el componente en el aspecto específico en que actúa, de acuerdo con la siguiente escala. La intensidad se considera Baja cuando las afectaciones sobre el componente ambiental se encuentran dentro de los límites existentes de variaciones naturales. En cambio, si se superan estos límites, más el impacto es recuperable de manera natural en su totalidad, la intensidad se clasifica como Media. El grado de destrucción será Alto si el impacto provoca el daño a uno o más componentes ambientales, pero sigue siendo recuperable de manera natural. La intensidad del impacto se definirá como Muy alta cuando las afectaciones ya no sean recuperables en su totalidad de manera natural y, si el impacto es irrecuperable en su totalidad, el impacto se clasificará como Total.

Intensidad (grado de destrucción)	
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12

3. Extensión

Se refiere al porcentaje del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto; se valora como sigue: si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1); si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto teniendo una influencia generalizada el impacto será total (8),



considerando las situaciones intermedias, según su gradación, se tiene un impacto parcial (2) y extenso (4).

Extensión	
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8

4. Persistencia

También denominada permanencia del efecto; hace referencia a la escala temporal en que permanecería el impacto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o por medidas correctoras. Se valora como sigue: si la permanencia del impacto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un impacto fugaz, asignándole un valor de (1); si dura entre 1 y 10 años, temporal (2), y si el impacto tiene una duración superior a 10 años, se considera el impacto permanente asignándole un valor de (4).

Persistencia	
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

5. Efecto

Establece la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Se valora como sigue:

Efecto	
Indirecto (secundario)	1
Directo	4

6. Periodicidad



Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el mismo (efecto continuo). Se valora como sigue:

Periodicidad	
Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

7. Recuperabilidad

Se refiere a la capacidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado, por medio de la intervención humana (medidas correctivas); por lo tanto, en impactos positivos no existe recuperabilidad. Se valora como sigue: si el impacto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo; si lo es parcialmente, el impacto es mitigable y se le asigna un valor de (4); cuando el impacto es irrecuperable se le asigna un valor de (8); en el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor será de (4).

Recuperabilidad	
Recuperable inmediatamente	1
Recuperable a mediano plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Para poder evaluar el impacto que cada actividad del proyecto representa en los componentes del ecosistema antes indicados, se enlistaron los impactos en cuadros por actividad; de este modo puede evaluarse cualitativa y cuantitativamente cada actividad del proyecto con respecto a cada componente y aspecto ambiental.

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

Utilizando los criterios anteriormente descritos como indicadores del grado de impacto sobre los componentes ambiental, es posible realizar una correcta evaluación del daño provocado por las diferentes actividades del proyecto.



Cada aspecto ambiental presenta una importancia distinta, en cuanto mayor o menor sea su contribución a la situación ambiental. Considerando que cada uno representa sólo una parte del ambiente, es importante disponer de un mecanismo en el cual todos se puedan analizar en conjunto para tener una perspectiva de la situación general. Por este motivo es necesario llevar a cabo la ponderación de los impactos ambientales, teniendo en cuenta la contribución a la situación de los componentes ambientales, para así poder determinar el Impacto Ambiental Total.

Para cada factor ambiental se establece una medida de importancia relativa al entorno (IP); la asignación de los valores de importancia se realiza tomando en cuenta el criterio del grupo que desarrolló la Evaluación de Impacto Ambiental. Para cuantificar la importancia de cada impacto deben tenerse en cuenta los criterios anteriormente descritos como indicadores del grado de impacto sobre los componentes ambientales. Siguiendo un procedimiento sistemático, es factible determinar la importancia de los impactos para su posterior comparación con el escenario original (sitio sin intervenir).

El impacto que el proyecto produce sobre un componente determinado es función tanto de su magnitud como de su importancia. La importancia del impacto trata de valorar el grado de influencia que tiene una determinada actividad sobre un componente en términos de calidad ambiental. La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el siguiente modelo:

$$IP = \pm (3I+2EX+PE+EF+PR+MC)$$

Dónde:

IP: importancia del impacto

±: signo del impacto

3I: valor de la intensidad del impacto multiplicado por tres

2EX: valor de la extensión del impacto multiplicado por dos

PE: persistencia

EF: efecto

PR: periodicidad

MC: recuperabilidad (no aplica para impactos positivos).



La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos, obteniéndose valores que varían entre 9 y 72. De acuerdo con el valor obtenido el impacto se cataloga como irrelevante ($9 \leq 20$), moderado ($21 \leq 40$), severo ($41 \leq 60$) o crítico ($61 \leq 72$).

	Tipo de impacto	Valor del impacto
■	Moderado	$21 \leq 40$
■	Severo	$41 \leq 60$
■	Crítico	$61 \leq 72$

De la evaluación de impactos se seleccionaron solo los impactos significativos, clasificados como moderados, severos o críticos, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Se identificaron un total de 67 interacciones significativas, de las cuales 35 son negativas y 42 positivas. De los impactos ambientales negativos siete (7) como severos, dichos impactos se presentan durante las actividades de desmonte y despalde y afectan a los componentes ambientales de hidrología, suelo, vegetación y fauna. El resto de los impactos ambientales negativos son moderados.

Se tiene un impacto positivo con un valor de 42 debido a la construcción de las medidas de mitigación de conservación de suelo y su efecto positivo sobre la erosión.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 140. Valores de importancia para los impactos ambientales significativos

Componentes y aspectos ambientales		Actividades del proyecto										
		Delimitación de áreas de trabajo	Instalación de áreas temporales de trabajo	Identificación de especies a rescatar y reubicar	Rescate y reubicación de flora y fauna*	Desmonte	Manejo de residuos vegetales*	Despalme	Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo	Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación	Implementación de las medidas de conservación de suelo	Implementación del programa de residuos*
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas							-42	-25			
	Emisión de contaminantes criterio		-24			-25		-28	-25			
	Generación de ruido y vibraciones		-23			-27		-40	-23			
	Mejoramiento de la calidad del aire											21
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos		-23			-36		-34			21	21
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos		-23									27
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias		-26					-30				
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero					-36		-36			27	
Suelo	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos										30	27
	Erosión y compactación				30	-48		-44		26	42	
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	-22	-25				23	-22			28	28
Vegetación	Alteración de las características geomorfológicas							-52				
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies			30	30	-48				26		
	Cambios en la cobertura vegetal				30	-48						
Fauna	Fragmentación del ecosistema					-30						
	Destrucción directa					-40		-22				
	Destrucción de hábitat y desplazamiento				27	-49		-33				
Paisaje	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies			30	30	-48		-22				
	Cambios en el relieve							-30	23			
	Cambios en la visibilidad	-23	-21		30	-25	26	-24				
Componente socio-económico	Cambios por la generación de residuos sólidos	-22	-22				23	-24	-25		40	40
	Utilización de servicios urbanos locales						24	24			22	28
	Generación de empleos locales					28	24	24			22	
	Mejoramiento en la calidad de vida									29		

Asimismo, también se presentan las matrices parciales correspondientes a cada una de las actividades previstas. En estas tablas es posible observar los valores asignados a los criterios de evaluación utilizados para determinar los valores de importancia de cada una de las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 141. Matriz parcial de impactos: Delimitación de áreas de trabajo

Matriz parcial de impactos: Delimitación de áreas de trabajo										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	NO								
	Emisión de contaminantes criterio	NO								
	Generación de ruido y vibraciones	SI	-	2	1	1	4	1	1	-15
	Mejoramiento de la calidad del aire	NO								
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	SI	-	2	2	2	4	1	2	-19
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	SI	-	2	1	2	4	4	2	-20
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	SI	-	2	2	1	1	1	1	-14
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	NO								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	NO								
Suelo	Erosión y compactación	NO								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	SI	-	2	2	2	4	2	4	-22
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
	Cambios en la cobertura vegetal	NO								
	Fragmentación del ecosistema	NO								
Fauna	Destrucción directa	NO								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	NO								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
Paisaje	Cambios en el relieve	NO								
	Cambios en la visibilidad	SI	-	4	2	1	4	1	1	-23
	Cambios por la generación de residuos sólidos	SI	-	4	2	1	1	2	2	-22
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	SI	+	2	2	2	1	4		17
	Generación de empleos locales	SI	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 142. Matriz parcial de impactos: Instalación de áreas temporales de trabajo

Matriz parcial de impactos: Instalación de áreas temporales de trabajo										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	NO								
	Emisión de contaminantes criterio	SI	-	2	4	1	4	1	4	-24
	Generación de ruido y vibraciones	SI	-	2	4	1	4	2	2	-23
	Mejoramiento de la calidad del aire	NO								
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	SI	-	2	4	2	4	1	2	-23
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	SI	-	2	4	2	4	1	2	-23
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	SI	-	4	4	2	1	2	1	-26
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	NO								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	NO								
Suelo	Erosión y compactación	NO								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	SI	-	2	4	1	4	2	4	-25
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
	Cambios en la cobertura vegetal	NO								
	Fragmentación del ecosistema	NO								
Fauna	Destrucción directa	NO								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	NO								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
Paisaje	Cambios en el relieve	NO								
	Cambios en la visibilidad	SI	-	2	4	1	4	1	1	-21
	Cambios por la generación de residuos sólidos	SI	-	2	4	1	1	4	2	-22
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	SI	+	2	2	1	4	4		19
	Generación de empleos locales	SI	+	2	2	1	4	4		19
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 143. Matriz parcial de impactos: Identificación de especies a rescatar y reubicar

Matriz parcial de impactos: Identificación de especies										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	NO								
	Emisión de contaminantes criterio	NO								
	Generación de ruido y vibraciones	NO								
	Mejoramiento de la calidad del aire	NO								
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	NO								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	NO								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	NO								
Suelo	Erosión y compactación	NO								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	+	4	4	2	4	4		30
	Cambios en la cobertura vegetal	NO								
	Fragmentación del ecosistema	NO								
Fauna	Destrucción directa	NO								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	NO								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	+	4	4	2	4	4		30
Paisaje	Cambios en el relieve	NO								
	Cambios en la visibilidad	NO								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	NO								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	NO								
	Generación de empleos locales	SI	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 144. Matriz parcial de impactos: Rescate y reubicación de flora y fauna

Matriz parcial de impactos: Rescate y reubicación de flora y fauna										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	NO								
	Emisión de contaminantes criterio	NO								
	Generación de ruido y vibraciones	SI	-	1	4	2	1	1	2	-17
	Mejoramiento de la calidad del aire	SI	-	1	4	2	1	1	2	-17
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	NO								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	NO								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	NO								
Suelo	Erosión y compactación	SI	+	4	4	2	4	4		30
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	+	4	4	2	4	4		30
	Cambios en la cobertura vegetal	NO	+	4	4	2	4	4		30
	Fragmentación del ecosistema	NO								
Fauna	Destrucción directa	NO								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	SI	+	4	4	2	4	1		27
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	+	4	4	2	4	4		30
Paisaje	Cambios en el relieve	NO								
	Cambios en la visibilidad	SI	+	4	4	2	4	4		30
	Cambios por la generación de residuos sólidos	NO								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	NO								
	Generación de empleos locales	SI	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 145. Matriz parcial de impactos: Desmante

Matriz parcial de impactos: Desmante										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	SI	-	2	4	1	4	1	1	-21
	Emisión de contaminantes criterio	SI	-	2	4	1	4	2	4	-25
	Generación de ruido y vibraciones	SI	-	4	4	1	4	1	1	-27
	Mejoramiento de la calidad del aire	NO								
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	SI	-	4	4	4	4	4	4	-36
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	SI	-	4	4	4	4	4	4	-36
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	NO								
Suelo	Erosión y compactación	SI	-	8	4	4	4	4	4	-48
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	-	8	4	4	4	4	4	-48
	Cambios en la cobertura vegetal	SI	-	8	4	4	4	4	4	-48
	Fragmentación del ecosistema	SI	-	2	4	4	4	4	4	-30
Fauna	Destrucción directa	SI	-	8	4	2	1	1	4	-40
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	SI	-	8	4	4	4	1	8	-49
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	-	8	4	4	4	4	4	-48
Paisaje	Cambios en el relieve	NO								
	Cambios en la visibilidad	SI	-	2	4	1	4	2	4	-25
	Cambios por la generación de residuos sólidos	NO								
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	NO								
	Generación de empleos locales	SI	+	4	4	2	4	2		28
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 146. Matriz parcial de impactos: Manejo de residuos vegetales

Matriz parcial de impactos: Manejo de residuos vegetales										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
		Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	NO						
Emisión de contaminantes criterio	NO									
Generación de ruido y vibraciones	NO									
Mejoramiento de la calidad del aire	NO									
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	NO								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	NO								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	NO								
Suelo	Erosión y compactación	NO								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	SI	+	4	2	2	4	1		23
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	+	2	2	2	4	1		17
	Cambios en la cobertura vegetal	SI								
	Fragmentación del ecosistema	SI								
Fauna	Destrucción directa	SI								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	SI								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI								
Paisaje	Cambios en el relieve	NO								
	Cambios en la visibilidad	SI	+	4	2	2	4	4		26
	Cambios por la generación de residuos sólidos	SI	+	4	2	2	4	1		23
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	SI	+	4	2	2	4	2		24
	Generación de empleos locales	SI	+	4	2	2	4	2		24
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 147. Matriz parcial de impactos: Despalme

Matriz parcial de impactos: Despalme										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	SI	-	8	4	1	4	1	4	-42
	Emisión de contaminantes criterio	SI	-	4	4	1	4	1	2	-28
	Generación de ruido y vibraciones	SI	-	8	4	1	4	2	1	-40
	Mejoramiento de la calidad del aire	NO								
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	SI	-	4	4	4	4	2	4	-34
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO	-	4	4	2	4	2	2	-30
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	SI	-	4	4	4	4	4	4	-36
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	NO								
Suelo	Erosión y compactación	SI	-	8	4	2	4	2	4	-44
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	SI	-	2	4	1	4	1	2	-22
	Alteración de las características geomorfológicas	SI	-	8	4	4	4	4	8	-52
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
	Cambios en la cobertura vegetal	NO								
	Fragmentación del ecosistema	NO								
Fauna	Destrucción directa	SI	-	2	4	2	1	1	4	-22
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	SI	-	4	4	4	4	1	4	-33
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	-	2	4	2	1	1	4	-22
Paisaje	Cambios en el relieve	SI	-	4	2	4	4	2	4	-30
	Cambios en la visibilidad	SI	-	4	1	2	4	2	2	-24
	Cambios por la generación de residuos sólidos	SI	-	2	4	1	4	1	4	-24
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	SI	+	4	2	2	4	2		24
	Generación de empleos locales	SI	+	4	2	2	4	2		24
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 148. Matriz parcial de impactos: Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo

Matriz parcial de impactos: Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
		Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	SI	-	4	2	1	4	2
Emisión de contaminantes criterio	SI		-	4	2	1	4	2	2	-25
Generación de ruido y vibraciones	SI		-	4	2	1	4	1	1	-23
Mejoramiento de la calidad del aire	NO									
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	NO								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	NO								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	NO								
Suelo	Erosión y compactación	NO								
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
	Cambios en la cobertura vegetal	NO								
	Fragmentación del ecosistema	NO								
Fauna	Destrucción directa	NO								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	NO								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
Paisaje	Cambios en el relieve	SI	+	2	4	1	4	4		23
	Cambios en la visibilidad	NO								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	SI	-	4	2	1	4	2	2	-25
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	SI	+	2	2	1	4	4		19
	Generación de empleos locales	SI	+	2	2	1	4	4		19
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 149. Matriz parcial de impactos: Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación

Matriz parcial de impactos: Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	NO								
	Emisión de contaminantes criterio	SI	-	2	2	1	4	2	2	-19
	Generación de ruido y vibraciones	SI	-	2	2	1	4	1	1	-17
	Mejoramiento de la calidad del aire	NO								
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	NO								
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	NO								
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	SI	+	2	2	1	4	1		16
Suelo	Erosión y compactación	SI	+	4	4	1	4	1		26
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	SI	+	4	4	1	4	1		26
	Cambios en la cobertura vegetal	NO								
	Fragmentación del ecosistema	NO								
Fauna	Destrucción directa	NO								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	NO								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
Paisaje	Cambios en el relieve	NO								
	Cambios en la visibilidad	NO								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	SI	-	2	2	1	4	2	2	-19
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	SI	+	2	2	1	4	4		19
	Generación de empleos locales	SI	+	2	2	1	4	4		19
	Mejoramiento en la calidad de vida	SI	+	4	4	1	4	4		29



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 150. Matriz parcial de impactos: Implementación de las medidas de conservación de suelo

Matriz parcial de impactos: Implementación de las medidas de conservación de suelo										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
		Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	NO						
Emisión de contaminantes criterio	NO									
Generación de ruido y vibraciones	NO									
Mejoramiento de la calidad del aire	NO									
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	SI	+	2	4	2	4	1		21
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	NO								
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	SI	+	4	4	2	4	1		27
	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	SI	+	4	4	2	4	4		30
Suelo	Erosión y compactación	SI	+	8	4	2	4	4		42
	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	SI	+	4	4	2	4	2		28
	Alteración de las características geomorfológicas	SI								
Vegetación	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
	Cambios en la cobertura vegetal	NO								
	Fragmentación del ecosistema	NO								
Fauna	Destrucción directa	NO								
	Destrucción de hábitat y desplazamiento	NO								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
Paisaje	Cambios en el relieve	NO								
	Cambios en la visibilidad	NO								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	SI	+	8	4	2	4	2		40
Componente socio-económico	Utilización de servicios urbanos locales	SI	+	2	4	2	4	2		22
	Generación de empleos locales	SI	+	2	4	2	4	2		22
	Mejoramiento en la calidad de vida	NO								



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 151. Matriz parcial de impactos: Implementación del programa de residuos

Matriz parcial de impactos: Implementación del programa de residuos										
Componentes y aspectos ambientales		Identificación	Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
		Calidad del aire	Generación de partículas de polvo suspendidas	NO						
Emisión de contaminantes criterio	NO									
Generación de ruido y vibraciones	NO									
Mejoramiento de la calidad del aire	SI		+	2	4	2	4	1		21
Hidrología	Alteración del flujo y dirección de escurrimientos	SI	+	2	4	2	4	1		21
	Cambios en la calidad por residuos sólidos y líquidos	SI	+	4	4	2	4	1		27
	Cambios en la calidad por descargas sanitarias	NO								
	Alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero	SI	+	2	2	2	4	1		17
Suelo	Mejoramiento de la calidad de los escurrimientos	SI	+	4	4	2	1	4		27
	Erosión y compactación	NO								
Vegetación	Contaminación por residuos sólidos y líquidos	SI	+	4	4	2	4	2		28
	Alteración de las características geomorfológicas	NO								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
Fauna	Cambios en la cobertura vegetal	NO								
	Fragmentación del ecosistema	NO								
	Destrucción directa	NO								
Paisaje	Destrucción de hábitat y desplazamiento	NO								
	Afectaciones a la biodiversidad y abundancia de especies	NO								
	Cambios en el relieve	NO								
Componente socio-económico	Cambios en la visibilidad	NO								
	Cambios por la generación de residuos sólidos	SI	+	8	4	2	4	2		40
	Utilización de servicios urbanos locales	SI	+	4	4	2	4	2		28
	Generación de empleos locales	SI	+	2	2	2	4	2		18
	Mejoramiento en la calidad de vida	SI	+	2	2	2	4	2		18



El Impacto Ambiental Total se obtiene de manera cuantitativa como la suma de la importancia del impacto en las distintas etapas del proyecto. En la siguiente tabla se muestra el impacto ambiental total para cada componente ambiental y por actividad del proyecto.

Tabla 152. Impacto ambiental por actividad del proyecto y componentes ambientales

Impacto Ambiental por Actividad del Proyecto y Componentes Ambientales Impactados												
Componentes ambientales	Actividades del proyecto											Valor del Impacto Absoluto por componente ambiental
	Delimitación de áreas de trabajo	Instalación de áreas temporales de trabajo	Identificación de especies a rescatar y reubicar	Rescate y reubicación de flora y fauna*	Desmonte	Manejo de residuos vegetales*	Despalme	Desmantelamiento de áreas temporales de trabajo	Mantenimiento de áreas de rescate y reubicación	Implementación de las medidas de conservación de suelo	Implementación del programa de residuos*	
Calidad del aire	0	-47	0	0	-52	0	-110	-73	0	0	21	-261
Agua	0	-72	0	0	-72	0	-100	0	0	78	75	-91
Suelo	-22	-25	0	30	-48	23	-118	0	26	70	28	-36
Vegetación	0	0	30	60	-126	0	0	0	26	0	0	-10
Fauna	0	0	30	57	-137	0	-77	0	0	0	0	-127
Paisaje	-45	-43	0	30	-25	49	-78	-2	0	40	40	-34
Componente socio-económico	0	0	0	0	28	48	48	0	29	44	28	225
Impacto Ambiental Total	-67	-187	60	177	-432	120	-435	-75	81	232	192	-334

De la tabla anterior es posible concluir que el impacto global del proyecto es negativo (-334). Las actividades que producen un mayor impacto ambiental negativo sobre el área de influencia del proyecto son el desmonte (-432) y despalme (-435). Esto se debe principalmente a que durante estas etapas se da la remoción de vegetación forestal y el suelo natural presente en el predio, lo cual tiene impactos no sólo sobre los componentes de vegetación y suelo, sino que también se ve afectada la fauna, la hidrología, el paisaje y la calidad del aire.

Asimismo, es posible observar que la calidad del aire, el agua y la fauna son los componentes ambientales que se ven afectados de manera más significativa por la ejecución del proyecto. Si bien el suelo también se ve afectado, la mayoría de estos impactos ambientales se pueden



abatir con las medidas preventivas y de mitigación pertinentes, por lo que no se consideran significativos.

El paisaje también se ve afectado; sin embargo debido a que el matorral crasicaule se encuentra perturbado y a que el predio se encuentra rodeado hacia el sur, oeste y norte por la zona urbana de Tequisquiapan, al final del proyecto se homogeneizará el paisaje. Lo anterior se encuentra apoyado por el uso de suelo urbano a largo plazo que se menciona en el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana de San Juan del Río y Tequisquiapan.

Es importante hacer hincapié en que dentro de las actividades del proyecto ya se incluyen las obras del rescate y reubicación de flora y fauna, contribuyendo así con un impacto positivo que disminuye el impacto global total.

Por otro lado, los componentes sociales y económicos perciben un impacto positivo debido a la generación de empleos, aprovechamiento óptimo del uso de suelo del predio, utilización de servicios urbanos locales y el mejoramiento de la calidad de vida.

V.1.4 Descripción de los impactos ambientales identificados

A continuación, se describen los impactos ambientales identificados por componente ambiental. Se hace énfasis únicamente en los componentes impactos de manera negativa, dado que son estos los impactos que tendrán que ser prevenidos, mitigados o compensados con las medidas pertinentes para así poder abatir y contrarrestar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio ambiente.

Se considera que las actividades de mayor impacto ambiental son el desmonte y el despalme, mientras que los componentes ambientales mayormente impactados son la calidad del aire y la fauna. Esto se debe a la naturaleza del proyecto, ya que con las actividades y el uso de maquinaria se tendrán emisiones de gases y partículas contaminantes a la atmósfera. Es necesario recordar que no se identificaron especies de flora o fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Calidad del aire

La calidad del aire en el predio y los alrededores se verá afectada por la ejecución del proyecto, principalmente debido al incremento de partículas suspendidas y a la emisión de gases contaminantes por el desarrollo de las actividades que implican el uso de maquinaria y el



movimiento de suelo. Debido a la ubicación del proyecto será necesario mitigar los impactos ambientales para evitar posibles afectaciones sobre la salud de la población.

Asimismo, debido a la implementación del cambio de uso de suelo dentro del predio, se generarán ruidos y vibraciones debido al uso de maquinaria y camiones, por lo que es necesario aplicar también prevenir y mitigar estos impactos ambientales.

Hidrología

El componente hidrológico del predio se ve significativamente afectado por la implementación del cambio de uso de suelo en áreas forestales.

Los impactos sobre este componente son debido a la alteración de la capacidad de recarga del manto acuífero ya que al realizar el cambio de uso de suelo también disminuye la recarga de este. Sin embargo, con la conservación de los individuos de vegetación rescatados es posible mejorar la recarga de acuíferos en otras áreas previamente seleccionadas, de tal manera que se compensa el impacto ambiental generado por el proyecto.

En general, debido a la remoción de la vegetación y la compactación del terreno, una menor cantidad de agua es capaz de infiltrarse, por lo que aumenta el volumen de escurrimientos. Sin embargo, este impacto es mitigable con la implementación de obras que regulen estos escurrimientos excedentes. Dichas obras se describirán en el siguiente capítulo junto con el resto de las medidas por tomar.

Suelo

El suelo, al igual que el componente hidrológico, se ve afectado en mayor medida por la implementación del proyecto. Como se pudo apreciar en la evaluación de los impactos ambientales, las afectaciones principales son el incremento en la erosión, pérdida de suelo, posible contaminación por la generación de residuos y contaminación por derrame de grasas y aceites.

Para este componente se tienen tres impactos severos, presentándose uno de ellos durante el desmonte y los otros dos durante el despalme. La implementación del cambio de uso de suelo propicia la erosión y compactación del suelo en el terreno ya que la remoción de vegetación deja desprotegida a la capa superficial de suelo, lo cual facilita el transporte de material edáfico



por la acción del agua (erosión hídrica) y el aire (erosión eólica). No obstante, una vez urbanizada la zona el suelo queda cubierto por materiales inertes como el concreto o el asfalto, pero en este punto sus características geomorfológicas ya se han visto afectadas.

Vegetación

La vegetación fue uno de los rubros mayormente impactados por el cambio de uso de suelo, lo que es de esperarse, toda vez que el proyecto versa precisamente sobre la remoción de esta. La remoción de la vegetación provoca afectaciones sobre la biodiversidad, cambios en la abundancia de especies dentro del área de influencia, disminución de la cobertura forestal y la fragmentación del ecosistema. Es en este componente donde se encuentran dos impactos severos durante la etapa de desmonte.

Si bien a primera vista es posible pensar que las severas afectaciones sobre la vegetación hacen del cambio de uso de suelo un proyecto con un elevado impacto ambiental, es importante analizar primero la situación actual del área y establecer si la vegetación del predio es representativa o no de la vegetación que pudiera encontrarse en áreas mejor conservadas del sistema ambiental. En el predio no se encuentran especies dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, en el predio, la vegetación ya presenta un estado de fragmentación y perturbación, por lo que es de suponerse que en ausencia de programas de conservación dentro del predio la vegetación eventualmente tendería a desaparecer considerando que se encuentra casi por completo rodeada de zona suburbana.

Una vez que se considera esta información, el impacto ambiental sobre la vegetación disminuye en importancia, mientras que las medidas de rescate y reubicación de flora, así como la conservación de la vegetación rescatada hacen viable la ejecución del cambio de uso de suelo.

Fauna

Del mismo modo que sucede con la vegetación, la fauna dentro del predio ya se encuentra amenazada por la urbanización a los alrededores del predio. Si bien es posible encontrar ejemplares de distintas especies, la tendencia dentro del predio es la disminución de la biodiversidad en comparación con el sistema ambiental. La remoción de vegetación conlleva la disminución del hábitat para las especies de fauna que aún habitan en la superficie del predio. Los impactos ambientales sobre la fauna se pueden mitigar mediante el rescate y reubicación



de los ejemplares que se encuentren en el predio, dentro de las cuales no se identificaron especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dada la cercanía con un área con atributos ambientales considerables, se realizará un programa exhaustivo para la fauna y los ejemplares rescatados se reubicarán en una zona con un decreto de protección vigente. Asimismo, el mantenimiento de la vegetación rescatada y reubicada permitirá mejorar las condiciones de otros hábitats en zonas donde la conservación y supervivencia de la fauna es mucho más factible.

Paisaje

La ejecución de un cambio de uso de suelo implica un cambio significativo en la calidad paisajística de la mayoría de los predios, sin embargo, como se pudo verificar en el sistema ambiental y en la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables, la aptitud del predio es urbana, y las zonas aledañas se encuentran totalmente urbanizadas o en vías de urbanizarse en un futuro inmediato, por lo que el impacto sería positivo en cuanto a la visibilidad, mientras que es necesario indicar que respecto a las relaciones ecológicas dentro del área de influencia del proyecto habría un impacto directo por su desaparición. Sin embargo, es necesario analizar este componente ambiental de tal manera que sea posible determinar si la implementación del proyecto provoca un cambio en la calidad paisajística del área de influencia del proyecto. En el caso particular del proyecto, el área de influencia del proyecto se encuentra parcialmente urbanizada, por lo que la remoción de vegetación, si bien implica un cambio en la calidad paisajística, no representa un impacto crítico, lo cual es posible apreciar en el impacto global sobre el paisaje, que es positivo.



VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez que se cuantificó el valor de los impactos ambientales que se provocarán con la ejecución del proyecto, el presente capítulo pretende ponderar el impacto que llevaría consigo la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación. En sentido textual prevenir, mitigar o compensar el impacto ambiental, significa implementar medidas preventivas y correctoras como lo especifican Conesa Fernández-Vítora, en el momento preciso para la atenuación de determinado impacto, con el fin de anular, evitar o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el Sistema Ambiental o un entorno más amplio.

Las medidas correctoras, que manejaremos como de mitigación, son aquellas que en función del grado de recuperación del factor pueden ser de corrección total o atenuantes, las primeras que restituyen la calidad ambiental que se contaba antes de la actuación de la acción, mientras que las atenuantes únicamente restituyen parte de la calidad que se tenía, pero situándola sobre por encima de la calidad del umbral requerido.

Las medidas preventivas hacen referencia a aquellas actividades dirigidas a evitar la aparición del efecto por la actividad del proyecto, es decir antes de realizar la actividad deben llevarse a cabo para evitar que con la implementación de éstas se llegue a producir el efecto modificadorio en el ambiente.

Sumando en forma ponderada el valor del impacto soportado por los diferentes factores, obtendremos el impacto sobre los componentes ambientales, los impactos sobre las categorías ambientales o subsistemas, sobre los sistemas ambientales y el impacto ambiental total causado por el proyecto.

Por último, tenemos las medidas de compensación, las cuales son definidas como aquellas dirigidas a los impactos inevitables e irre recuperables, que no lo evitan ni lo atenúan, sino que elevan, de alguna manera, la calidad ambiental.

La finalidad de desarrollar las medidas antes definidas es la de reducir el impacto ambiental al mínimo el impacto ambiental total del proyecto, haciendo así que quepa dentro de los umbrales



de aceptación del ambiente (capacidad de acogida) en el que se desarrolla, por lo que deben ser medibles y verificables.

Recordemos que el valor total negativo a abatir de acuerdo con la evaluación de los impactos ambientales es de **-334**. El valor calculado corresponde al impacto total con algunas medidas de mitigación que forman parte inherente del proceso de cambio de uso de suelo. Sin embargo, el resto de las medidas no son contempladas por lo que se deberá restar el impacto total de dichas medidas para así obtener el impacto real del proyecto.

El impacto real del proyecto dependerá de la correcta aplicación, en tiempo y forma técnica de la implementación de dichas medidas, por lo que es importante, además de su diseño especificar la temporalidad de estas, su forma de medición y seguimiento.

Para el presente proyecto fueron desarrolladas las medidas de prevención, mitigación y compensación que se creen idóneas para el abatimiento de los impactos ambientales, dicho desarrollo obedeció a los cálculos mostrados en los capítulos anteriores, tomando en cuenta las actividades del proyecto y los parámetros ambientales del sistema ambiental y más allá de dichos límites, siendo así que se obtuvieron las siguientes medidas.

Descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales

Durante el proyecto se han previsto posibles impactos ambientales a generar, como ya fue indicado en el capítulo anterior, en la siguiente lista se agruparán por componente o rubro ambiental, lo que facilitará detectar el componente a que se privilegia con cada una de las medidas y estar en condiciones de tomar decisiones de acuerdo con la idoneidad o no de las mismas.

Hidrología (superficial y subterránea)

Debido a la ausencia de cauces dentro del predio, el impacto que se pudiera generar es respecto del vertimiento de contaminantes al suelo y su infiltración durante la remoción de la vegetación, el sellamiento del mismo suelo que impediría la infiltración de agua hacia los mantos acuíferos o bien el arrastre de residuos hacia la cuenca, la contaminación de la calidad del agua superficial a donde pudieran ser depositados y el aumento de escurrimientos derivados de la remoción de vegetación.



Medidas preventivas:

- Las reparaciones y mantenimiento de maquinaria, así como el cambio de combustibles se hará en el patio de concentración o taller, fuera del sitio de construcción que el contratista destine para tal fin, en el cual deberán tomarse las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.
- Implementar un Programa de manejo de residuos durante la implementación del proyecto donde se prevean derrames accidentales de grasas y aceites sobre suelo natural.
- Evitar cambios en el relieve, de tal manera que los escurrimientos laminares que se encuentran dentro del predio sigan fluyendo de norte a sur para incorporarse como naturalmente lo hacen a la cuenca hidrológica.

Medidas de mitigación

- Implementación de 27,210 m² de áreas verdes, con la finalidad de favorecer la infiltración de 952.34 m³ de agua a los mantos freáticos.

Tabla 153. Infiltración hídrica con áreas verdes

Infiltración			
Factor	Descripción	Valor	Unidades
PMA	Precipitación media anual	0.4061	m/año
T	Temperatura	18.5	°C
S	Superficie	27,210.00	m ²
ETR		0.3391	
Vm	Volumen medio de escurrimiento anual	869.99	m ³
Ce	Coefficiente de escurrimiento anual	0.0787	
Pm	Precipitación	406.10	mm
A	Área	2.72	ha
X		0.2950	
K	Parámetro de suelo	0.24	
Infiltración		952.34	m ³

Anexo 8. Plantilla de infiltración



- Adicionalmente se plantea una zona de conservación a lo largo de la ribera del arroyo de 51,100 m², que infiltrará un extra de 2,097.57 m³ de agua a los mantos freáticos.

Tabla 154. Infiltración hídrica con área de conservación

Infiltración			
Factor	Descripción	Valor	Unidades
PMA	Precipitación media anual	0.4061	m/año
T	Temperatura	18.5	°C
S	Superficie	51,100.00	m ²
ETR		0.3391	
Vm	Volumen medio de escurrimiento anual	1,324.74	m ³
Ce	Coefficiente de escurrimiento anual	0.0638	
Pm	Precipitación	406.10	mm
A	Área	5.11	ha
X		0.2950	
K	Parámetro de suelo	0.22	
Infiltración		2,097.57	m ³

Calidad del aire

Con la ejecución del proyecto, la calidad del aire se verá afectada debido principalmente al incremento de partículas suspendidas y al incremento de gases contaminantes, por el desarrollo de las actividades que implican el uso de maquinaria y el movimiento de tierras principalmente.

El transporte, excavación y carga de materiales generadores de polvo serán de mayor observancia en zonas en las que existen viviendas habitadas. Por lo tanto, dado que el área de influencia del proyecto tiene viviendas en su periferia, obliga en todo momento al contratista a poner especial atención en este apartado y cubrir las medidas siguientes:

Medidas Preventivas

- Una vez retirada la vegetación se mantendrá el suelo húmedo con la finalidad de evitar que sean levantadas partículas por acción del viento.



- En caso de ser necesario el almacenamiento del suelo en el sitio para su posterior traslado y disposición, éste deberá ser cubierto por lonas, así como se construirán canaletas a su alrededor para los escurrimientos que se pudieran llegar a presentar, evitando así su dispersión por acción del viento o del agua.
- Durante el transporte de material para su disposición se deberá evitar el llenado del camión a su máxima capacidad, previendo así dispersión accidental del material durante su traslado. De igual manera sin excepción todo el transporte de material deberá ser cubierto por lonas para evitar la dispersión de polvos durante su camino.
- Se llevará a cabo el programa de manejo de residuos, con la finalidad de evitar la quema de residuos durante la implementación del proyecto.
- Toda la maquinaria y el transporte deberá cumplir con las NOM-045-SEMARNAT-2017 y NOM-041-SEMARNAT-2015, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio durante la operación del proyecto.

Ruidos y vibraciones

Debido a la implementación del cambio de uso de suelo dentro del predio, se incrementarán los decibeles debido al uso de maquinaria y camiones, por lo que es menester aplicar medidas para evitar impactos ambientales, y se proponen las siguientes:

Medidas Preventivas

- La maquinaria y el transporte que se utilice deberá cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994, Que 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.

Suelo

El suelo, como se pudo apreciar en la evaluación de los impactos ambientales, como son el incremento en la erosión, pérdida de suelo, posible contaminación por la generación de residuos y contaminación por derrame de grasas y aceites.

Para lo anterior, se decidió llevar a cabo las siguientes medidas:



Medidas preventivas

- Si bien el predio se encuentra en un lado rodeado por edificaciones, y en su parte este colinda con terreno libre de construcción, se evitará mover la maquinaria fuera de la superficie del proyecto, evitando así impactar lugares cercanos por la compactación y pérdida de suelo.
- El suelo removido deberá ser reutilizado para cubrir las áreas verdes pretendidas en la parte oeste del predio, el sobrante deberá ser manejado de acuerdo con el programa de manejo de residuos.
- En caso de que para el manejo de suelo se deba almacenar por un periodo corto de tiempo, la superficie idónea para ello será dentro del mismo predio, el suelo deberá ser cubierto con lonas y se deberá implementar canaletas alrededor del espacio de almacenamiento para que en caso de lluvia ésta evite arrastrar partículas, pérdida de éste y modificación de la calidad del agua.
- Una vez removida la vegetación, se llevará de inmediato el retiro del suelo posible para la edificación de los cimientos de la construcción, evitando así parte de la erosión.
- El mantenimiento de maquinaria y la recarga de combustibles se llevarán a cabo fuera del predio, lo cual es viable debido a que el predio se encuentra en una zona urbana con talleres y estaciones de servicio a menos de 5 km de distancia.

Medidas de Mitigación

- Con el objetivo de poder tener germoplasma de las especies herbáceas, arbustivas y de enredaderas del predio, se realizará la colecta de **200 costales de mantillo** (tierra fértil) en la superficie que aun sustenta vegetación forestal donde es posible encontrar semilla de la mayoría de las hierbas presentes, este material colectado se deberá de esparcir en la zona de reubicación y con ello se promoverá la siembra de especies herbáceas nativas.





Figura 126. Incorporación de mantillo orgánico

- Como principal medida de mitigación para la erosión y la pérdida de suelo se construirán barreras de piedra acomodada durante la implementación del cambio de uso de suelo, de acuerdo con lo siguiente:

Barreras de piedra acomodada

Etapas de aplicación: Durante la etapa I, II del CUSAF

Duración de la obra: 1 año

Objetivo general de la medida de mitigación: Proponer medidas de prevención-mitigación para evitar la erosión de suelo durante el tiempo que dura el proyecto para con ello dar cumplimiento al punto de excepcionalidad que menciona que el proyecto evita la erosión y es amigable con el medio ambiente.

Descripción de la obra: Este tipo de obras se recomienda en zonas con presencia de erosión hídrica laminar y normalmente se utiliza una sección cuadrangular de 30 centímetros x 30 centímetros (CONAFOR, 20109).

El objetivo de las barreras es disminuir la velocidad de escurrimientos en terrenos con cierto grado de pendiente; Coadyuvar al establecimiento de la vegetación forestal; Retener suelo en zonas con erosión laminar y propiciar la infiltración de agua. En consecuencia, con la implementación de este tipo de obras se obtienen los siguientes beneficios:

9 CONAFOR. 2010. Manual de Conservación de Suelos.



- Aumentan la cantidad de agua infiltrada
- Disminuyen la erosión hídrica laminar
- Favorecen la disponibilidad de agua para vegetación forestal
- Mejoran la calidad del agua

Ubicación georreferenciada de las barreras de piedra acomodada.

Se propone la construcción de 7,531.0624 metros de pretiles o barreras de piedra acomodada con una altura de 0.30 metros con los cuales se logrará retener 8,673.7623 toneladas de suelo.

Dicha actividad se realizará en los polígonos de la Etapa II y III. A continuación, se presentan las características de los polígonos de mitigación.

Tabla 155. Distribución de los polígonos de mitigación en los años 1 y 2.

Año de ejecución	Ubicación	Superficie (m ²)	Superficie (ha)
Etapa I (Año 1)	Etapa 2	157,501.0544	15.7501
Etapa I (Año 1)	Etapa 3	95,653.5231	9.5654
Total		253,154.5775	25.3155

Dentro de los polígonos de CUSAF correspondientes a la Etapa II se construirán 38 barreras de piedra y 21 berreras en los polígonos de la Etapa III, su ubicación georreferenciada es la siguiente:

Tabla 156. Coordenadas UTM de las barreras de piedra acomodada.

Ubicación	N°	Vértice	X	Y	Ubicación	N°	Vértice	X	Y
II	1	Inicio	409,042.1713	2,269,555.1031	II	4	Inicio	408,853.2241	2,268,753.6063
II		Fin	409,100.3853	2,269,255.3622	II		Fin	408,945.8267	2,268,646.4247
II	2	Inicio	409,101.9533	2,269,252.3746	II	5	Inicio	408,977.8234	2,269,474.9263
II		Fin	409,134.0889	2,269,202.6092	II		Fin	409,007.1816	2,269,390.2204
II	3	Inicio	408,995.4536	2,269,537.9270	II	6	Inicio	409,019.1166	2,269,380.9279
II		Fin	409,062.1133	2,269,117.8369	II		Fin	409,031.0434	2,269,103.3379
II	4	Inicio	409,063.5762	2,269,114.5468	II	7	Inicio	409,031.4662	2,269,099.8617
II		Fin	409,101.6280	2,269,064.3451	II		Fin	409,045.7609	2,269,073.2017



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Ubicación	N°	Vértice	X	Y	Ubicación	N°	Vértice	X	Y
II	8	Inicio	409,047.0815	2,269,069.2437	II	24	Fin	408,891.3859	2,268,985.3575
II		Fin	409,080.5877	2,269,028.2120	II		Inicio	408,914.2810	2,268,964.3821
II	9	Inicio	408,980.4118	2,269,384.3133	II	25	Fin	409,029.6449	2,268,875.2184
II		Fin	408,986.8822	2,269,360.4644	II		Inicio	408,900.4927	2,268,906.8158
II	10	Inicio	409,006.3555	2,269,325.9073	II	27	Fin	408,788.5592	2,268,987.2977
II		Fin	409,000.9518	2,269,232.8721	II		Inicio	408,638.7642	2,268,707.5535
II	11	Inicio	408,982.6711	2,269,225.2013	II	28	Fin	408,736.5271	2,268,864.9370
II		Fin	409,003.7509	2,269,093.6318	II		Inicio	408,580.7564	2,268,619.5695
II	12	Inicio	409,006.2489	2,269,091.2356	II	29	Fin	408,635.7498	2,268,698.7221
II		Fin	409,035.9182	2,269,041.8303	II		Inicio	408,725.6356	2,268,809.3269
II	13	Inicio	409,054.1219	2,269,021.7767	II	30	Fin	408,645.6324	2,268,698.5643
II		Fin	409,078.1373	2,268,999.1542	II		Inicio	408,641.1990	2,268,690.1674
II	14	Inicio	408,956.8586	2,269,238.8432	II	31	Fin	408,589.0415	2,268,622.1275
II		Fin	408,975.0222	2,269,080.2282	II		Inicio	408,740.0135	2,268,735.4065
II	15	Inicio	408,977.4871	2,269,076.5766	II	32	Fin	408,713.3031	2,268,725.5733
II		Fin	409,005.1935	2,269,019.3940	II		Inicio	408,709.3099	2,268,723.4767
II	16	Inicio	409,003.6572	2,269,012.9114	II	33	Fin	408,653.5465	2,268,682.8780
II		Fin	409,064.2443	2,268,960.5985	II		Inicio	408,648.1304	2,268,679.2859
II	17	Inicio	408,936.1642	2,269,063.2199	II	34	Fin	408,588.8663	2,268,610.5055
II		Fin	408,917.5523	2,269,236.4740	II		Inicio	408,804.4030	2,268,646.1594
II	18	Inicio	408,958.4579	2,269,025.6508	II	35	Fin	408,727.8583	2,268,640.0955
II		Fin	408,937.8362	2,269,059.7748	II		Inicio	408,724.1000	2,268,639.0342
II	19	Inicio	409,052.5817	2,268,928.2326	II	36	Fin	408,695.4045	2,268,628.2353
II		Fin	408,998.0703	2,268,972.8794	II		Inicio	408,671.6200	2,268,617.7026
II	20	Inicio	408,897.3963	2,269,046.5281	II	37	Fin	408,590.8334	2,268,554.7952
II		Fin	408,873.0276	2,269,135.4359	II		Inicio	408,724.1152	2,268,610.1690
II	21	Inicio	408,915.5875	2,269,021.9299	II	38	Fin	408,790.5842	2,268,621.3272
II		Fin	408,895.8316	2,269,041.4341	II		Inicio	408,693.8864	2,268,600.0836
II	22	Inicio	409,040.0435	2,268,895.8409	II	39	Fin	408,719.8320	2,268,610.1694
II		Fin	408,961.4556	2,268,965.4550	II		Inicio	408,585.4094	2,268,503.1770
II	23	Inicio	408,863.1864	2,269,018.3868	II	Fin	408,643.7172	2,268,567.3860	



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Ubicación	N°	Vértice	X	Y
III	40	Inicio	408,916.1684	2,268,895.6800
III		Fin	409,011.2211	2,268,828.3043
III	41	Inicio	408,979.6512	2,268,803.5806
III		Fin	408,901.6240	2,268,866.9704
III	42	Inicio	408,954.6690	2,268,747.4131
III		Fin	408,877.8743	2,268,831.2427
III	43	Inicio	408,871.5022	2,268,793.0689
III		Fin	408,944.9174	2,268,696.0377
III	45	Inicio	408,839.4662	2,268,713.7322
III		Fin	408,952.0249	2,268,612.8758
III	46	Inicio	408,806.8197	2,268,666.8427
III		Fin	408,966.7512	2,268,547.8913
III	47	Inicio	408,802.1375	2,268,635.9353
III		Fin	408,969.9531	2,268,510.8265
III	48	Inicio	408,769.6206	2,268,592.9233
III		Fin	408,968.6744	2,268,477.8348
III	49	Inicio	408,965.0214	2,268,451.9109
III		Fin	408,728.1496	2,268,532.6450
III	50	Inicio	408,739.1529	2,268,487.0784
III		Fin	408,958.4831	2,268,425.3479
III	51	Inicio	408,950.7663	2,268,402.5750
III		Fin	408,756.4403	2,268,441.9814
III	52	Inicio	408,788.8556	2,268,411.8548
III		Fin	408,939.5203	2,268,377.5354
III	53	Inicio	408,868.7627	2,268,353.8646
III		Fin	408,843.2276	2,268,366.7553
III	54	Inicio	408,916.0978	2,268,339.2106
III		Fin	408,879.3608	2,268,358.6370
III	55	Inicio	408,857.0050	2,268,338.4612
III		Fin	408,820.6688	2,268,338.0996
III	56	Inicio	408,904.4825	2,268,324.2619

Ubicación	N°	Vértice	X	Y
III		Fin	408,863.1822	2,268,334.8554
III	57	Inicio	408,828.8455	2,268,293.4955
III		Fin	408,762.1984	2,268,263.8263
III	58	Inicio	408,882.4978	2,268,300.2522
III		Fin	408,844.1792	2,268,303.0800
III	59	Inicio	408,721.9572	2,268,177.2609
III		Fin	408,806.5139	2,268,256.4207
III	60	Inicio	408,816.9235	2,268,258.3105
III		Fin	408,855.5667	2,268,272.2058



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

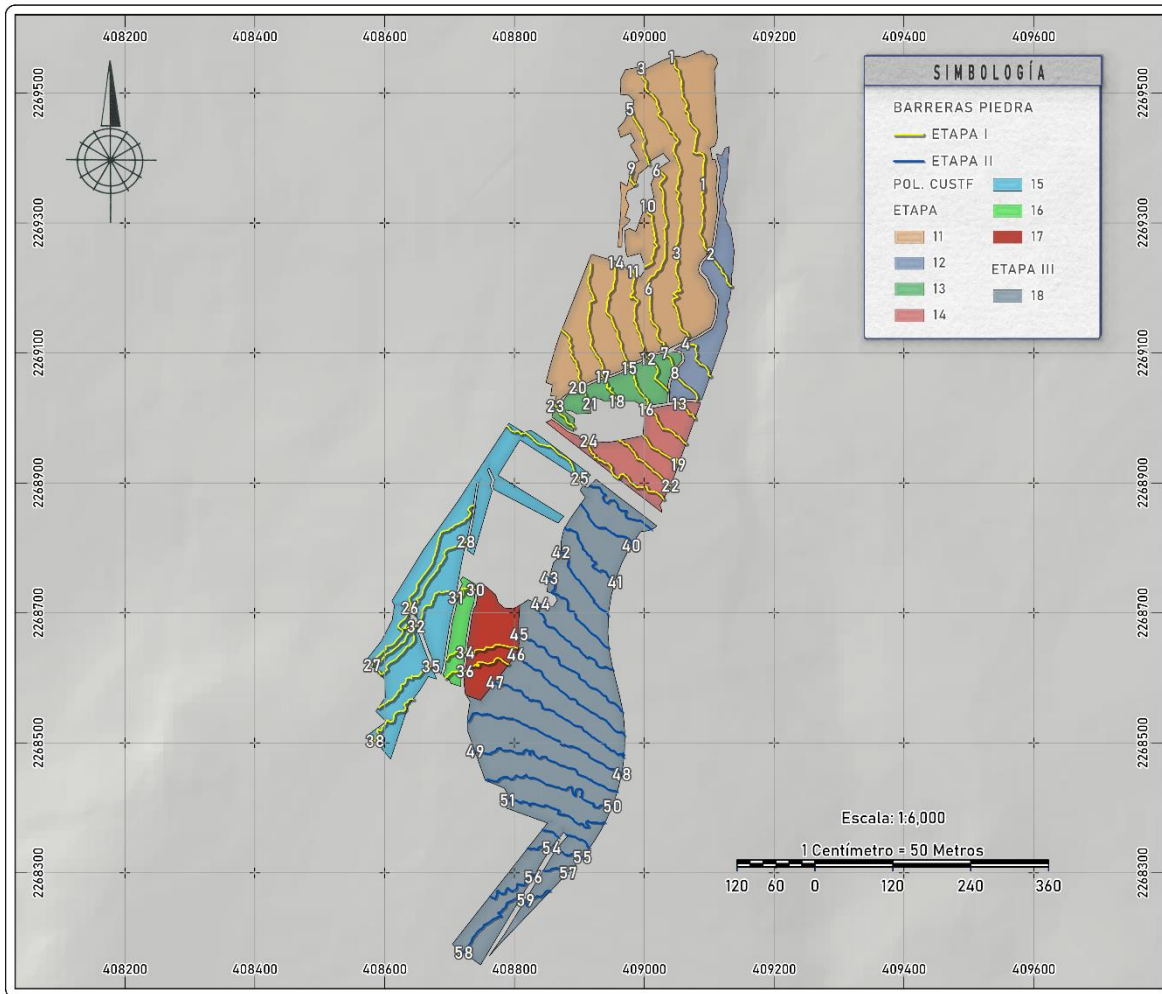


Figura 127. Ubicación de las barreras de piedra acomodada.

Elementos de diseño: De acuerdo con la CONAFOR10, las barreras de piedra en curvas a nivel se deben implementar en terrenos con presencia de erosión hídrica laminar, es decir, donde exista evidencia de arrastre de partículas de suelo en forma de capas en la superficie, debido a la escasa cubierta vegetal y a la inclinación del terreno. Para el caso de nuestro proyecto aplican estas condiciones debido a la eliminación de la cubierta vegetal y el suelo en esta superficie de afectación permanente queda expuesto al arrastre de partículas.



Las partes constitutivas de las barreras de piedra acomodada en curvas a nivel se describen a continuación:

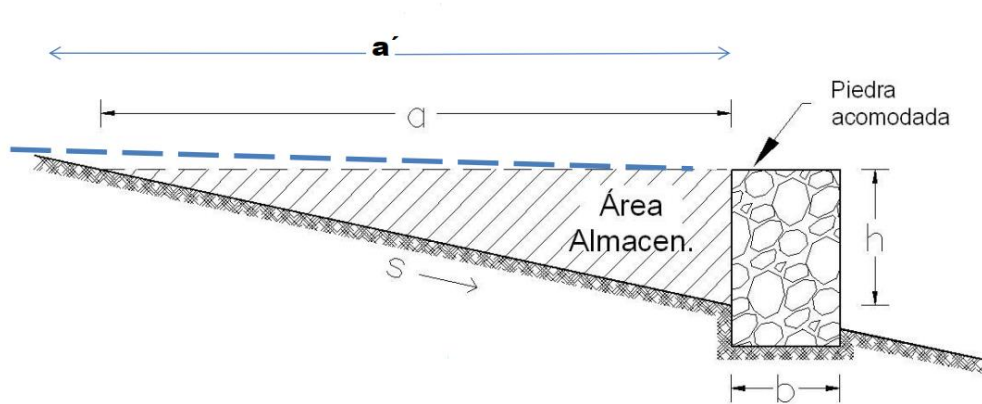


Figura 1. Esquema de una barrera de piedra acomodada.

Donde:

h = altura del muro de piedra (m)

b = ancho del desplante del muro (m)

a = ancho de la terraza (m)

a' = ancho de la terraza considerando 2% de pendiente de aterramiento (m)

s = pendiente del terreno (m/m)

A = área unitaria de almacenamiento / Área del triángulo (m^2)

El diseño de las barreras de piedra acomodada es el siguiente:

Espaciamiento. El Espaciamiento se puede medir utilizando la diferencia de nivel entre ellas denominado intervalo vertical (IV) y considerando la distancia horizontal entre ellas, que se conoce como intervalo horizontal (IH)

El intervalo vertical para una barrera viva se calcula utilizando la siguiente fórmula:



$$IV = \left(2 + \frac{P}{3 \text{ ó } 4} \right) * 0.305$$

Dónde:

IV = intervalo vertical (m).

Tabla 157. Obtención del intervalo vertical en los polígonos de mitigación.

Pol. de Mitigación	Pendiente media	Intervalo vertical (IV)
Etapa II	2.2532	0.8391
Etapa II	2.5048	0.8647

El intervalo horizontal se estima de la siguiente manera:

$$IH = \frac{IV}{P} * 100$$

Donde:

IH = intervalo horizontal (m).

IV = intervalo vertical (m).

P = pendiente del terreno (%).

Tabla 158. Obtención del intervalo horizontal en los polígonos de mitigación.

Pol. de Mitigación	Intervalo vertical (IV)	Intervalo horizontal (IH)
Etapa II	0.8391	37.2391
Etapa II	0.8647	34.5202

Una vez obtenido el intervalo horizontal se realiza el ajuste de distancias horizontales con el fin de conocer las distancias entre curvas de nivel de acuerdo con la pendiente, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 159. Factor de corrección del intervalo horizontal de acuerdo con la pendiente.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Pendiente (%)	Fc distancia horizontal	Pendiente (%)	Fc distancia horizontal	Pendiente (%)	Fc distancia horizontal
0	1	30	1.044	70	1.2207
5	1	35	1.0595	80	1.2806
10	1.005	40	1.077	90	1.3454
15	1.0112	45	1.0966	100	1.4142
20	1.0198	50	1.118		
25	1.0308	60	1.1662		

A partir de los datos anteriores se interpolan los valores en Excel de acuerdo con la pendiente de cada polígono dándonos así el intervalo horizontal el cual a su vez se redondea al menor más cercano, determinándonos así el espaciamiento entre hileras.

Tabla 160. Obtención del intervalo horizontal ajustado en los polígonos de mitigación.

Pol. De Mitigación	Pendiente media (%)	Intervalo horizontal (IH)	Factor de corrección	Intervalo horizontal corregido (IHc)	Intervalo horizontal redondeado (IHc)
Etapa II	2.2532	37.2391	1.0000	37.2391	37
Etapa II	2.5048	34.5202	1.0000	34.5202	34

Para determinar la longitud de barreras se consideran la separación o intervalo horizontal y las condiciones topográficas (curvas de nivel) nos dio las siguientes longitudes de barreras por cada Etapa de CUSAF:

Tabla 161. Número y longitud de barreras de piedra por Etapa de CUSAF.

Año de ejecución de CUSAF	Pol. De Mitigación	N°	Longitud (m)	Vértice	X (Este)	Y (Norte)
Etapa I (Año 1)	Etapa II (Pol.)	1	344.1	Inicio	409,042.1713	2,269,555.1031
				Fin	409,100.3853	2,269,255.3622



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Año de ejecución CUSAF	de Pol. De Mitigación	N°	Longitud (m)	Vértice	X (Este)	Y (Norte)
	CUSAF 11-17)	2	62.5566	Inicio	409,101.9533	2,269,252.3746
				Fin	409,134.0889	2,269,202.6092
		3	489.565	Inicio	408,995.4536	2,269,537.9270
				Fin	409,062.1133	2,269,117.8369
		4	76.0916	Inicio	409,063.5762	2,269,114.5468
				Fin	409,101.6280	2,269,064.3451
		5	94.1591	Inicio	408,977.8234	2,269,474.9263
				Fin	409,007.1816	2,269,390.2204
		6	314.402	Inicio	409,019.1166	2,269,380.9279
				Fin	409,031.0434	2,269,103.3379
		7	31.5915	Inicio	409,031.4662	2,269,099.8617
				Fin	409,045.7609	2,269,073.2017
		8	55.7519	Inicio	409,047.0815	2,269,069.2437
				Fin	409,080.5877	2,269,028.2120
		9	31.0207	Inicio	408,980.4118	2,269,384.3133
				Fin	408,986.8822	2,269,360.4644
		10	109.494	Inicio	409,006.3555	2,269,325.9073
				Fin	409,000.9518	2,269,232.8721
		11	151.201	Inicio	408,982.6711	2,269,225.2013
				Fin	409,003.7509	2,269,093.6318
		12	65.3358	Inicio	409,006.2489	2,269,091.2356
				Fin	409,035.9182	2,269,041.8303
		13	35.3019	Inicio	409,054.1219	2,269,021.7767
				Fin	409,078.1373	2,268,999.1542
		14	172.924	Inicio	408,956.8586	2,269,238.8432
				Fin	408,975.0222	2,269,080.2282



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Año de ejecución CUSAF	de	Pol. De Mitigación	N°	Longitud (m)	Vértice	X (Este)	Y (Norte)
			15	66.9775	Inicio	408,977.4871	2,269,076.5766
					Fin	409,005.1935	2,269,019.3940
			16	86.0301	Inicio	409,003.6572	2,269,012.9114
					Fin	409,064.2443	2,268,960.5985
			17	189.884	Inicio	408,936.1642	2,269,063.2199
					Fin	408,917.5523	2,269,236.4740
			18	47.5809	Inicio	408,958.4579	2,269,025.6508
					Fin	408,937.8362	2,269,059.7748
			19	76.8883	Inicio	409,052.5817	2,268,928.2326
					Fin	408,998.0703	2,268,972.8794
			20	103.366	Inicio	408,897.3963	2,269,046.5281
					Fin	408,873.0276	2,269,135.4359
			21	34.2485	Inicio	408,915.5875	2,269,021.9299
					Fin	408,895.8316	2,269,041.4341
			22	109.301	Inicio	409,040.0435	2,268,895.8409
					Fin	408,961.4556	2,268,965.4550
			23	46.0079	Inicio	408,863.1864	2,269,018.3868
					Fin	408,891.3859	2,268,985.3575
			24	179.325	Inicio	408,914.2810	2,268,964.3821
					Fin	409,029.6449	2,268,875.2184
			25	151.576	Inicio	408,900.4927	2,268,906.8158
					Fin	408,788.5592	2,268,987.2977
			26	209.099	Inicio	408,638.7642	2,268,707.5535
					Fin	408,736.5271	2,268,864.9370
			27	113.758	Inicio	408,580.7564	2,268,619.5695
					Fin	408,635.7498	2,268,698.7221



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Año de ejecución CUSAF	de de	Pol. De Mitigación	N°	Longitud (m)	Vértice	X (Este)	Y (Norte)
			28	153.81	Inicio	408,725.6356	2,268,809.3269
					Fin	408,645.6324	2,268,698.5643
			29	112.397	Inicio	408,641.1990	2,268,690.1674
					Fin	408,589.0415	2,268,622.1275
			30	41.9473	Inicio	408,740.0135	2,268,735.4065
					Fin	408,713.3031	2,268,725.5733
			31	98.54	Inicio	408,709.3099	2,268,723.4767
					Fin	408,653.5465	2,268,682.8780
			32	109.511	Inicio	408,648.1304	2,268,679.2859
					Fin	408,588.8663	2,268,610.5055
			33	86.6621	Inicio	408,804.4030	2,268,646.1594
					Fin	408,727.8583	2,268,640.0955
			34	35.9454	Inicio	408,724.1000	2,268,639.0342
					Fin	408,695.4045	2,268,628.2353
			35	119.064	Inicio	408,671.6200	2,268,617.7026
					Fin	408,590.8334	2,268,554.7952
			36	87.7729	Inicio	408,724.1152	2,268,610.1690
					Fin	408,790.5842	2,268,621.3272
			37	30.3239	Inicio	408,693.8864	2,268,600.0836
					Fin	408,719.8320	2,268,610.1694
38	111.958	Inicio	408,585.4094	2,268,503.1770			
		Fin	408,643.7172	2,268,567.3860			
Etapa II (Año 2)	Etapa III (Pol. CUSAF 18))	39	146.754	Inicio	408,916.1684	2,268,895.6800	
				Fin	409,011.2211	2,268,828.3043	
		40	113.108	Inicio	408,979.6512	2,268,803.5806	
				Fin	408,901.6240	2,268,866.9704	



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Año de ejecución CUSAF	de Pol. De Mitigación	N°	Longitud (m)	Vértice	X (Este)	Y (Norte)
		41	136.635	Inicio	408,954.6690	2,268,747.4131
				Fin	408,877.8743	2,268,831.2427
		42	132.116	Inicio	408,871.5022	2,268,793.0689
				Fin	408,944.9174	2,268,696.0377
		43	167.671	Inicio	408,853.2241	2,268,753.6063
				Fin	408,945.8267	2,268,646.4247
		44	180.645	Inicio	408,839.4662	2,268,713.7322
				Fin	408,952.0249	2,268,612.8758
		45	222.394	Inicio	408,806.8197	2,268,666.8427
				Fin	408,966.7512	2,268,547.8913
		46	225.08	Inicio	408,802.1375	2,268,635.9353
				Fin	408,969.9531	2,268,510.8265
		47	256.39	Inicio	408,769.6206	2,268,592.9233
				Fin	408,968.6744	2,268,477.8348
		48	276.308	Inicio	408,965.0214	2,268,451.9109
				Fin	408,728.1496	2,268,532.6450
		49	265.824	Inicio	408,739.1529	2,268,487.0784
				Fin	408,958.4831	2,268,425.3479
		50	259.904	Inicio	408,950.7663	2,268,402.5750
				Fin	408,756.4403	2,268,441.9814
		51	195.081	Inicio	408,788.8556	2,268,411.8548
				Fin	408,939.5203	2,268,377.5354
		52	30.499	Inicio	408,868.7627	2,268,353.8646
				Fin	408,843.2276	2,268,366.7553
53	45.5693	Inicio	408,916.0978	2,268,339.2106		
		Fin	408,879.3608	2,268,358.6370		



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Año de ejecución CUSAF	de de	Pol. De Mitigación	N°	Longitud (m)	Vértice	X (Este)	Y (Norte)
			54	40.2488	Inicio	408,857.0050	2,268,338.4612
					Fin	408,820.6688	2,268,338.0996
			55	47.3768	Inicio	408,904.4825	2,268,324.2619
					Fin	408,863.1822	2,268,334.8554
			56	114.556	Inicio	408,828.8455	2,268,293.4955
					Fin	408,762.1984	2,268,263.8263
			57	41.4669	Inicio	408,882.4978	2,268,300.2522
					Fin	408,844.1792	2,268,303.0800
			58	137.538	Inicio	408,721.9572	2,268,177.2609
					Fin	408,806.5139	2,268,256.4207
			59	60.428	Inicio	408,816.9235	2,268,258.3105
					Fin	408,855.5667	2,268,272.2058

En total se construirán 7,531.0624 metros de barreras de piedra acomodada.

Proceso de construcción.

Una vez determinado el espaciamiento, se trazan las curvas a nivel sobre las que se construirá la barrera de piedra. Para el marcado pueden utilizarse banderas, cal o estacas.

Excavar la zanja de empotramiento sobre la curva trazada.

Formar la barrera.





Figura 2. Construcción de las barreras de piedra acomodada.

Capacidad de retención de sedimentos.

Para calcular la retención de suelo (m^3 o ton) y la capacidad de retención de las obras se determinó el primeramente en volumen y luego de acuerdo con la densidad aparente de los sedimentos, volumen de capacidad de retención y el de sedimentos retenidos a través de la ubicación de estas según su geometría. El resultado se expresa se calculó el peso expresado en toneladas.

Geometría de las barreras de piedra acomodada en curvas a nivel.

Para estimar la cantidad total de sedimentos se procede a determinar la pendiente del terreno, la cual, junto con la altura de la barrera y aplicando la fórmula de pendiente sirve para establecer la distancia horizontal para la cual llegaran los azolves cuando la barrera alcance su máxima capacidad de retención para lo cual fue diseñada. La distancia horizontal se determina de la siguiente manera:

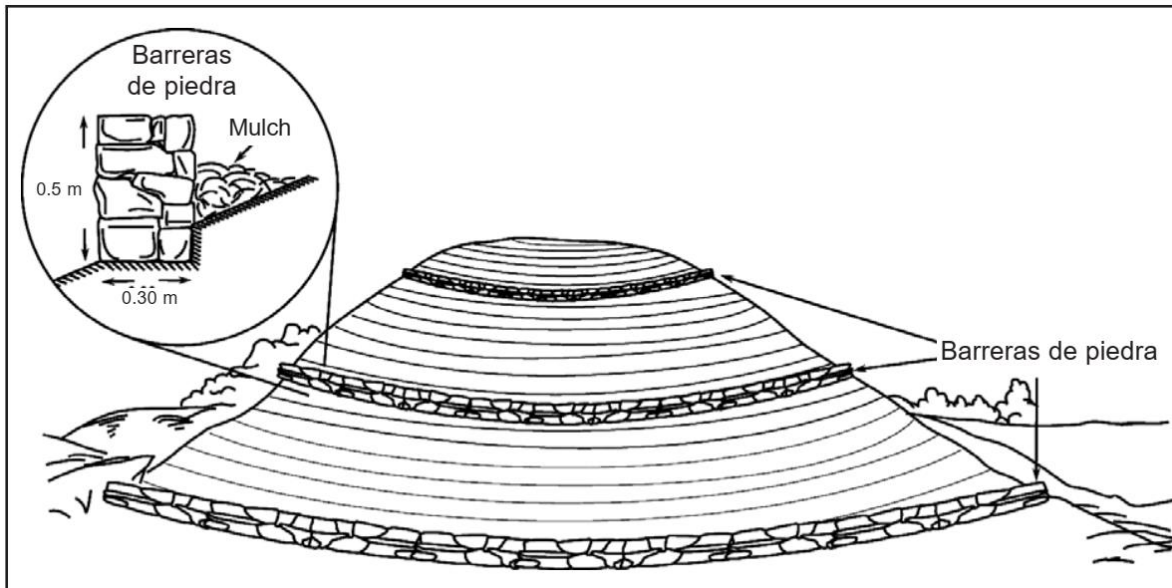


Figura 3. Determinación del volumen de azolves en las barreras de piedra acomodada.

Cálculo de diseño de barreras de piedra acomodada o pretil de acuerdo con la pérdida de suelo.

Para estimar la cantidad total de sedimentos se procede a determinar la pendiente del terreno, la cual junto con la altura de la barrera y aplicando la fórmula de la pendiente sirve para establecer la distancia horizontal a la cual llegaran los azolves cuando la barrera alcance su máxima capacidad de retención para lo cual fue diseñada.

Pendiente media en la zona de conservación.

La pendiente se obtiene dividiendo el desnivel entre la distancia horizontal y multiplicándolo por 100, como se indica en la siguiente fórmula:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m)



L = Longitud del terreno (m).

En la siguiente tabla se presenta la pendiente media del terreno:

Tabla 162. Pendiente media de los polígonos donde se establecerán las barreras de piedra acomodada

Pol. De Mitigación	Cota más alta (msnm)	Cota más baja (msnm)	Longitud del terreno (m)	Pendiente media (%)	Pendiente media (%)
Etapa II	1,928.3040	1,906.2600	978.3364	$= \frac{(1,928.3040 - 1,906.2600)}{978.3364} \times 100$	2.2532
Etapa II	1,936.2400	1,917.8720	733.3201	$= \frac{(1,936.2400 - 1,917.8720)}{733.3201} \times 100$	2.5048

Distancia horizontal.

La determinación de la altura de la barrera se realiza en función de las características de la pendiente usando un valor de 0.30 m.

$$\text{Distancia horizontal} = \frac{\text{Altura de la barrera}}{\text{Pendiente media}} \times 100$$

La distancia horizontal se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 163. Cálculo de la distancia horizontal de las barreras de piedra acomodada

Pol. De Mitigación	Pendiente media (%)	Altura de la barrera	Distancia horizontal (m) = (altura de la barrera / Pendiente) x 100	Distancia horizontal
Etapa II	2.2532	0.3	$= (0.3 / 2.2532) \times 100$	13.3143
Etapa II	2.5048	0.3	$= (0.3 / 2.5048) \times 100$	11.9771

Área del triángulo.



Se forma un triángulo rectángulo, al que se le debe calcular el área. Esta cantidad se multiplica por la densidad aparente (que se determina en función de la textura del suelo), y se obtiene así el peso del suelo retenido por cada metro lineal de barrera.

$$\text{Área del triángulo} = \frac{\text{Distancia horizontal} \times \text{Altura de la barrera}}{2}$$



Figura 4. Determinación del volumen de azolves en las barreras de piedra acomodada.

Sustituyendo los valores de distancia horizontal y altura de la barrera tenemos el área del triángulo, el cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 164. Cálculo del área del triángulo de las barreras de piedra acomodada

Pol. de Mitigación	Altura de la barrera	Distancia horizontal	Área del triángulo (m ²) = (altura de la barrera x Distancia horizontal) / 2	Área del triángulo (m ²)
Etapa II	0.3	13.3143	= (0.3 x 13.3143) / 2	1.9971
Etapa II	0.3	11.9771	= (0.3 x 11.9771) / 2	1.7966

Capacidad de retención por metro lineal.



Este se obtiene a partir del área del triángulo y la densidad aparente el cual dependerá de la textura del suelo, por lo que la capacidad de retención se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de retención} = (\text{Área del triángulo en m}^2) \times (\text{Densidad aparente en ton/m}^3)$$

Considerando los valores de distancia horizontal y una densidad aparente de 1.46 t/m³ obtenemos la capacidad de retención por metro lineal.

Tabla 165. Capacidad de retención de suelo por metro lineal de las barreras de piedra acomodada

Pol. de Mitigación	Densidad aparente	Área del triángulo	Cap. De retención por metro (t/m) = Área del triángulo x Densidad aparente	Capacidad de retención
Etapa II	1.46 t/m ³	1.9971 m ²	= (1.9971 m ²) x (1.46 t/m ³)	2.9158
Etapa II	1.46 t/m ³	1.7966 m ²	= (1.7966 m ²) x (1.46 t/m ³)	2.6230

Retención total de las barreras = (Longitud total de barreras en el predio) x (Capacidad de retención por metro lineal)

Tabla 166. Retención de suelo de las barreras de piedra acomodada por polígono de CUSAF.

Año de ejecución	Polígono de mitigación	Longitud de barreras (m)	Retención por metro	Retención total
Año 1	Etapa II	4,435.4691	2.7960	12,401.6053
Año 2	Etapa III	3,095.5933	2.5152	7,786.0314
Total		7,531.0624		20,187.6367

Las barreras de piedra acomodada logran retener un total de 20,187.6367 toneladas de suelo.

Paisaje

La modificación del paisaje, entendido éste como las interrelaciones que se dan dentro de un ambiente determinado en medida de su modificación y contraste, actualmente muestra un paisaje urbanizado con excepción del mismo predio, dado que el área del proyecto se encuentra



contigua a fraccionamientos habitacionales por lo que la modificación que pretende el proyecto para el paisaje sería positiva en cuanto a la visibilidad y contraste, así como en la determinación del municipio de la aptitud del predio, es decir, que es más apto para urbanizarse que para conservarse como forestal.

No obstante, también se tiene que las relaciones ecológicas que guarda el predio, que, si bien existen con barreras físicas, lo que presiona para su desaparición, aún existen en el predio, sin embargo, éstas tienden a desaparecer.

Es por ello necesario establecer medidas para la conservación de dichas relaciones dentro del sistema en el que se encuentra el proyecto.

Asimismo, el proyecto debe corresponder a la urbanidad, es decir seguir las reglas de urbanismo para mantener la calidad del paisaje que lo rodea y encontrarse acorde con éste.

Medias preventivas

- Implementar el programa de manejo de residuos, el cual evitará que los residuos del proyecto sean esparcidos por las superficies contiguas o dentro del predio, manteniendo así la estética y salubridad del paisaje.
- Continuar con el proyecto más allá del cambio de uso de suelo, toda vez que *per se* la remoción de la vegetación no sería acorde con el paisaje, sino que una vez que sea urbanizado el predio y construido tal cual como se proyectó, habrá una correlación entre el paisaje mostrado por los conjuntos aledaños y el predio mismo.

Medidas de Mitigación

- Se implementará el rescate de la vegetación arbórea identificada en el muestreo de la microcuena y se reubicarán los individuos en las áreas verdes, lo que visualmente traerá un paisaje suburbano, mientras que se mantienen al menos algo de la biodiversidad que existía en el sitio.

Medidas de compensación

- Se seguirá el reglamento de construcción del Municipio el cual establece los lineamientos a seguir para conservar el paisaje urbano para el que ha sido destinada la zona y el



mismo predio motivo del proyecto. Si bien esta medida se dará hasta después de la remoción de la vegetación, es por ello por lo que se propone como medida de compensación y no de mitigación.

- Se conservará una superficie de 51,100 m² de superficie a lo largo de la ribera del escurrimiento con lo que se propiciará la preservación de los recursos biológicos y de los servicios ambientales que proporcionan.

Vegetación y Fauna

La vegetación fue uno de los rubros mayormente impactados por el cambio de uso de suelo, lo que es de esperarse, toda vez que el proyecto versa precisamente sobre la remoción de esta, conllevando la disminución del hábitat para las especies de fauna que aún habitan en la superficie del predio. Toda vez que se identificaron tres especies de fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se le pondrá especial atención a su rescate. Es así como se proponen las siguientes medidas.

Medidas preventivas

- La elaboración del programa exhaustivo de rescate y reubicación de especies corresponde a una medida preventiva para el mantenimiento y rescate de la biodiversidad en el sistema ambiental.
- Se colocarán carteles alusivos a la protección de la flora y fauna silvestre dentro del área de cambio de uso de suelo.
- Se evitará el uso de herbicidas, insecticidas, agroquímicos en el proceso de desmonte.
- El retiro de la vegetación será controlado conforme al avance de obra, para evitar riesgos al personal y la afectación de los terrenos inmediatos.
- El derribo y despalme se realizarán de forma paulatina, direccional y únicamente con medios mecánicos para permitir el libre desplazamiento de la fauna silvestre.

Medidas de mitigación

- La implementación del programa anexo de rescate y reubicación de fauna donde las liberaciones se realizarán en el área natural protegida con decreto.



- La implementación del programa de rescate y reubicación de flora anexo a la presente, en el que se propone lo siguiente:

Rescate de los siguientes ejemplares arbóreos:

Tabla 167. Ejemplares arbóreos de matorral crasicaule propuestos para rescate y reubicación

Nombre científico	Nombre común	Individuos establecer	por	Sobrevivencia (80%)	Actividad
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	2,302		1,842	Adquisición de vivero
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	379		303	Rescate
<i>Forestiera phillyreoides</i>	Acebuche	314		251	Rescate
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	217		174	Adquisición de vivero
<i>Acacia schaffneri</i>	Huizache chino	76		61	Adquisición de vivero
<i>Condalia velutina</i>	Condalia	141		113	Rescate
<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	33		26	Rescate
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	11		9	Rescate
Total arbóreo		3,473		2,779	

Rescate de los ejemplares de cactáceas enlistados a continuación:

Tabla 168. Ejemplares de cactáceas de matorral crasicaule propuestos para rescate y reubicación

Nombre científico	Nombre común	Individuos establecer	a	Sobrevivencia (80%)
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón	1,031		825
<i>Echinocactus cinerascens</i>	Agrito	316		253
<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal tunero	201		161
<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal rastrero	117		94



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajo	84	67
<i>Ferocactus latispinus</i>	Biznaga ganchuda	1,734	1,387
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	54	43
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	84	67
<i>Coryphantha octacantha</i>	Biznaga de 8 espinas	434	347
<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga chilitos	650	520
<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga de espina blanca	303	242
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Nopal hartón	8	6
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal bondota	3	2
<i>Coryphantha radians</i>	Biznaga araña	173	138
Total cactáceas		5,192	4,152

Rescate de los ejemplares de arbustivos enlistados a continuación:

Tabla 169. Ejemplares de arbustos propuestos para rescate y reubicación

Nombre científico	Nombre común	Individuos establecer	a Sobrevivencia (80%)
<i>Jatropha dioica</i>	Sangregado	2,816	2,253
<i>Verbesina serrata</i>	Vara blanca	14	11
Total arbustivo		2,830	2,264

Tabla 170. Resumen del rescate de flora

Estrato/Vegetación	TOTAL
Arbóreo	3,473
Cactáceas	5,192
Arbustivo	2,830



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

TOTAL	11,495
--------------	---------------

Localización de los sitios de reubicación

El polígono considerado para la reubicación de vegetación tiene una superficie que ocupa un total de 2.7210 ha, los cuales están delimitados por las siguientes coordenadas:

Tabla 171. Coordenadas UTM del polígono de reubicación

Polígono	Vértice	X	Y
1	1	408,479.3277	2,267,818.5706
1	2	408,481.6877	2,267,818.1388
1	3	408,483.9372	2,267,817.3045
1	4	408,486.0081	2,267,816.0930
1	5	408,487.8377	2,267,814.5409
1	6	408,489.3706	2,267,812.6953
1	7	408,490.5605	2,267,810.6119
1	8	408,491.3713	2,267,808.3538
1	9	408,491.7786	2,267,805.9894
1	10	408,491.7699	2,267,803.5902
1	11	408,491.3455	2,267,801.2288
1	12	408,490.6745	2,267,799.3132
1	13	408,489.7285	2,267,797.5174
1	14	408,488.5283	2,267,795.8807
1	15	408,487.0999	2,267,794.4386
1	16	408,485.4747	2,267,793.2228
1	17	408,483.6880	2,267,792.2597
1	18	408,481.4223	2,267,791.4703
1	19	408,479.0542	2,267,791.0855
1	20	408,476.6551	2,267,791.1170
1	21	408,474.2979	2,267,791.5638
1	22	408,472.0537	2,267,792.4123
1	23	408,469.9905	2,267,793.6368
1	24	408,468.1708	2,267,795.2004

Polígono	Vértice	X	Y
1	25	408,466.6496	2,267,797.0558
1	26	408,465.4729	2,267,799.1466
1	27	408,464.6764	2,267,801.4098
1	28	408,464.2841	2,267,803.7767
1	29	408,464.3080	2,267,806.1758
1	30	408,464.7473	2,267,808.5345
1	31	408,465.5887	2,267,810.7814
1	32	408,466.8067	2,267,812.8484
1	33	408,468.3646	2,267,814.6731
1	34	408,470.2150	2,267,816.2002
1	35	408,472.3022	2,267,817.3834
1	36	408,474.5628	2,267,818.1871
1	37	408,476.9285	2,267,818.5869
2	1	407,902.3902	2,267,990.1101
2	2	407,919.9199	2,267,951.3806
2	3	407,862.8607	2,267,931.5190
2	4	407,808.0660	2,267,955.4209
2	5	407,807.7034	2,267,955.6161
2	6	407,807.3776	2,267,955.8683
2	7	407,807.0978	2,267,956.1705
2	8	407,806.8713	2,267,956.5145
2	9	407,806.7044	2,267,956.8911
2	10	407,806.6016	2,267,957.2899
2	11	407,806.5656	2,267,957.7002



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Polígono	Vértice	X	Y
2	12	407,806.5976	2,267,958.1109
2	13	407,806.6965	2,267,958.5107
2	14	407,806.8597	2,267,958.8889
2	15	407,807.0828	2,267,959.2351
2	16	407,807.3598	2,267,959.5400
2	17	407,807.6830	2,267,959.7953
2	18	407,808.0438	2,267,959.9940
2	19	407,808.4323	2,267,960.1308
2	20	407,822.8360	2,267,963.9029
2	21	407,830.4592	2,267,966.2905
2	22	407,837.8221	2,267,969.3890
2	23	407,844.5693	2,267,972.3983
2	24	407,851.4652	2,267,975.0489
2	25	407,851.6429	2,267,975.1121
2	26	407,889.6783	2,267,988.6005
2	27	407,890.4041	2,267,988.9566
2	28	407,893.5484	2,267,990.4976
2	29	407,900.6411	2,267,993.9744
3	1	408,387.0554	2,268,058.7582
3	2	408,389.1600	2,268,058.1943
3	3	408,391.1348	2,268,057.2734
3	4	408,392.9196	2,268,056.0237
3	5	408,394.4603	2,268,054.4830
3	6	408,395.7101	2,268,052.6981
3	7	408,396.6309	2,268,050.7234
3	8	408,397.1949	2,268,048.6187
3	9	408,397.3848	2,268,046.4481
3	10	408,397.1949	2,268,044.2775
3	11	408,396.6309	2,268,042.1729
3	12	408,395.7101	2,268,040.1981
3	13	408,394.4603	2,268,038.4133
3	14	408,392.9196	2,268,036.8726

Polígono	Vértice	X	Y
3	15	408,391.1348	2,268,035.6228
3	16	408,389.1600	2,268,034.7020
3	17	408,387.0554	2,268,034.1380
3	18	408,384.8848	2,268,033.9481
3	19	408,382.7142	2,268,034.1380
3	20	408,380.6095	2,268,034.7020
3	21	408,378.6348	2,268,035.6228
3	22	408,376.8499	2,268,036.8726
3	23	408,375.3092	2,268,038.4133
3	24	408,374.0594	2,268,040.1981
3	25	408,373.1386	2,268,042.1729
3	26	408,372.5747	2,268,044.2775
3	27	408,372.3848	2,268,046.4481
3	28	408,372.5747	2,268,048.6187
3	29	408,373.1386	2,268,050.7234
3	30	408,374.0594	2,268,052.6981
3	31	408,375.3092	2,268,054.4830
3	32	408,376.8499	2,268,056.0237
3	33	408,378.6348	2,268,057.2734
3	34	408,380.6095	2,268,058.1943
3	35	408,382.7142	2,268,058.7582
3	36	408,384.8848	2,268,058.9481
4	1	408,742.5104	2,268,179.7901
4	2	408,744.6150	2,268,179.2262
4	3	408,746.5898	2,268,178.3054
4	4	408,748.3746	2,268,177.0556
4	5	408,749.9153	2,268,175.5149
4	6	408,751.1651	2,268,173.7300
4	7	408,752.0859	2,268,171.7553
4	8	408,752.6499	2,268,169.6506
4	9	408,752.8398	2,268,167.4800
4	10	408,752.6499	2,268,165.3094



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Polígono	Vértice	X	Y
4	11	408,752.0859	2,268,163.2048
4	12	408,751.1651	2,268,161.2300
4	13	408,749.9153	2,268,159.4452
4	14	408,748.3746	2,268,157.9045
4	15	408,746.5898	2,268,156.6547
4	16	408,744.6150	2,268,155.7339
4	17	408,742.5104	2,268,155.1699
4	18	408,740.3398	2,268,154.9800
4	19	408,738.1692	2,268,155.1699
4	20	408,736.0645	2,268,155.7339
4	21	408,734.0898	2,268,156.6547
4	22	408,732.3049	2,268,157.9045
4	23	408,730.7642	2,268,159.4452
4	24	408,729.5144	2,268,161.2300
4	25	408,728.5936	2,268,163.2048
4	26	408,728.0297	2,268,165.3094
4	27	408,727.8398	2,268,167.4800
4	28	408,728.0297	2,268,169.6506
4	29	408,728.5936	2,268,171.7553
4	30	408,729.5144	2,268,173.7300
4	31	408,730.7642	2,268,175.5149
4	32	408,732.3049	2,268,177.0556
4	33	408,734.0898	2,268,178.3054
4	34	408,736.0645	2,268,179.2262
4	35	408,738.1692	2,268,179.7901
4	36	408,740.3398	2,268,179.9800
5	1	408,636.2096	2,268,673.1193
5	2	408,613.1064	2,268,645.7324
5	3	408,605.2516	2,268,650.7995
5	4	408,596.0064	2,268,656.7636
5	5	408,578.4928	2,268,682.6672
5	6	408,587.8351	2,268,694.2811

Polígono	Vértice	X	Y
5	7	408,598.8579	2,268,703.1897
5	8	408,607.7938	2,268,715.9283
5	9	408,611.4231	2,268,726.3772
6	1	409,001.9049	2,268,866.7172
6	2	409,004.1893	2,268,866.1850
6	3	409,006.3505	2,268,865.2735
6	4	409,008.3260	2,268,864.0089
6	5	409,010.0587	2,268,862.4278
6	6	409,011.4983	2,268,860.5760
6	7	409,012.6034	2,268,858.5070
6	8	409,013.3418	2,268,856.2807
6	9	409,013.6923	2,268,853.9614
6	10	409,013.6447	2,268,851.6163
6	11	409,013.2005	2,268,849.3132
6	12	409,012.3723	2,268,847.1186
6	13	409,011.1843	2,268,845.0961
6	14	409,009.6707	2,268,843.3042
6	15	409,007.8753	2,268,841.7947
6	16	409,005.8502	2,268,840.6113
6	17	409,003.6537	2,268,839.7882
6	18	409,001.3496	2,268,839.3491
6	19	408,999.0044	2,268,839.3069
6	20	408,996.7187	2,268,839.6548
6	21	408,994.5233	2,268,840.3796
6	22	408,992.4797	2,268,841.4610
6	23	408,990.6456	2,268,842.8686
6	24	408,989.0723	2,268,844.5628
6	25	408,987.8042	2,268,846.4959
6	26	408,986.8768	2,268,848.6138
6	27	408,986.3108	2,268,850.8901
6	28	408,986.1388	2,268,853.2293
6	29	408,986.3656	2,268,855.5640



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Polígono	Vértice	X	Y
6	30	408,986.9848	2,268,857.8263
6	31	408,987.9784	2,268,859.9511
6	32	408,989.3177	2,268,861.8767
6	33	408,990.9640	2,268,863.5476
6	34	408,992.8696	2,268,864.9153
6	35	408,994.9793	2,268,865.9403
6	36	408,997.2323	2,268,866.5930
6	37	408,999.5633	2,268,866.8545
7	1	408,935.2400	2,268,869.0649
7	2	408,956.3840	2,268,852.7575
7	3	408,944.9564	2,268,834.3110
7	4	408,943.0512	2,268,831.1470
7	5	408,937.2095	2,268,821.4455
7	6	408,935.4234	2,268,818.1971
7	7	408,929.9701	2,268,808.2794
7	8	408,928.3990	2,268,804.9371
7	9	408,923.5810	2,268,794.6875
7	10	408,922.1849	2,268,791.2507
7	11	408,911.7965	2,268,795.5529
7	12	408,898.2721	2,268,801.1539
7	13	408,885.2953	2,268,806.5280
7	14	408,872.6304	2,268,811.7730
7	15	408,874.6446	2,268,819.6889
7	16	408,875.8464	2,268,822.3705
7	17	408,878.3606	2,268,827.9800
7	18	408,880.4373	2,268,832.6133
7	19	408,880.6669	2,268,833.0377
7	20	408,886.9030	2,268,844.5652
7	21	408,887.5220	2,268,845.7092
7	22	408,893.3745	2,268,855.6631
7	23	408,897.5856	2,268,862.8253
7	24	408,917.5996	2,268,884.6267

Polígono	Vértice	X	Y
8	1	408,999.4449	2,268,878.1535
8	2	408,999.4890	2,268,878.1196
8	3	408,995.5726	2,268,877.7770
8	4	408,992.7307	2,268,877.0155
8	5	408,992.1367	2,268,877.2902
8	6	408,990.8925	2,268,878.1097
8	7	408,961.4396	2,268,900.8253
8	8	408,963.2772	2,268,905.9250
9	1	408,910.4244	2,268,912.9664
9	2	408,925.5531	2,268,901.3178
9	3	408,939.9994	2,268,890.1244
9	4	408,952.7216	2,268,880.4375
9	5	408,964.7056	2,268,871.1588
9	6	408,973.2344	2,268,864.6511
9	7	408,973.9596	2,268,863.9979
9	8	408,974.5694	2,268,863.2358
9	9	408,975.0474	2,268,862.3848
9	10	408,975.3812	2,268,861.4677
9	11	408,975.5619	2,268,860.5085
9	12	408,975.5847	2,268,859.5327
9	13	408,975.4489	2,268,858.5662
9	14	408,975.3556	2,268,857.9297
9	15	408,975.2202	2,268,857.4245
9	16	408,975.1297	2,268,856.3902
9	17	408,974.9012	2,268,854.8323
9	18	408,974.9060	2,268,853.8336
9	19	408,974.8390	2,268,853.0676
9	20	408,974.9140	2,268,852.2110
9	21	408,974.9196	2,268,851.0585
9	22	408,975.1351	2,268,849.6829
9	23	408,975.2202	2,268,848.7107
9	24	408,975.3823	2,268,848.1058



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Polígono	Vértice	X	Y
9	25	408,975.5038	2,268,847.3302
9	26	408,976.0722	2,268,845.5308
9	27	408,976.3522	2,268,844.4861
9	28	408,976.5075	2,268,844.1530
9	29	408,976.6406	2,268,843.7316
9	30	408,976.8905	2,268,842.9103
9	31	408,976.9961	2,268,842.0584
9	32	408,976.9545	2,268,841.2010
9	33	408,976.7669	2,268,840.3633
9	34	408,976.7139	2,268,840.2352
9	35	408,957.9156	2,268,854.7334
9	36	408,936.8321	2,268,870.9942
9	37	408,919.2534	2,268,886.5015
9	38	408,908.3587	2,268,896.1125
9	39	408,896.9812	2,268,906.1494
9	40	408,895.3434	2,268,907.4125
9	41	408,901.6710	2,268,919.7232
10	1	408,955.7885	2,268,911.6752
10	2	408,953.9581	2,268,906.5955
10	3	408,909.9001	2,268,940.5754
10	4	408,911.6882	2,268,945.5378
11	1	408,852.7169	2,268,957.4968
11	2	408,867.7711	2,268,945.9256
11	3	408,881.4176	2,268,935.3333
11	4	408,894.4254	2,268,925.3138
11	5	408,888.0969	2,268,913.0014
11	6	408,887.2538	2,268,913.6517
11	7	408,870.9214	2,268,926.2481
11	8	408,856.6475	2,268,937.2569
11	9	408,844.8360	2,268,946.3666
11	10	408,843.2919	2,268,947.4977
11	11	408,849.6907	2,268,959.7498

Polígono	Vértice	X	Y
12	1	408,818.6366	2,268,980.2473
12	2	408,819.4804	2,268,979.9938
12	3	408,819.6128	2,268,979.9540
12	4	408,820.5252	2,268,979.4997
12	5	408,830.6836	2,268,973.3135
12	6	408,842.4303	2,268,965.1060
12	7	408,836.0173	2,268,952.8265
12	8	408,835.0978	2,268,953.5001
12	9	408,822.9492	2,268,962.1466
12	10	408,810.6960	2,268,969.6548
12	11	408,811.0811	2,268,971.8668
12	12	408,811.4221	2,268,974.8353
12	13	408,811.5863	2,268,975.8412
12	14	408,811.9184	2,268,976.8049
12	15	408,812.4089	2,268,977.6985
12	16	408,813.0435	2,268,978.4961
12	17	408,813.8039	2,268,979.1748
12	18	408,814.6683	2,268,979.7150
12	19	408,815.6117	2,268,980.1011
12	20	408,816.6067	2,268,980.3219
12	21	408,817.6248	2,268,980.3711
13	1	409,042.3006	2,269,320.1605
13	2	409,043.7779	2,269,303.7335
13	3	409,046.0462	2,269,285.1646
13	4	409,048.9680	2,269,266.5329
13	5	409,052.2114	2,269,247.6024
13	6	409,053.7290	2,269,230.5436
13	7	409,053.6949	2,269,212.8747
13	8	409,005.8471	2,269,227.1074
13	9	409,008.4950	2,269,251.8175
13	10	409,009.5540	2,269,275.6112
13	11	409,009.3109	2,269,295.9113



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

Polígono	Vértice	X	Y
13	12	409,007.9111	2,269,333.7837
13	13	409,041.3888	2,269,335.0211
14	1	409,099.5000	2,269,886.2596
14	2	409,099.6666	2,269,881.7524
14	3	409,027.8835	2,269,874.2311
14	4	409,027.9291	2,269,879.2633
14	5	409,027.9428	2,269,880.7729
14	6	409,028.2663	2,269,916.4707
14	7	409,063.1011	2,269,916.6134
14	8	409,098.3727	2,269,916.7580
15	1	409,087.5503	2,270,023.3098
15	2	409,094.6320	2,270,017.9639
15	3	409,095.6712	2,269,989.8478
15	4	409,062.6006	2,269,989.6888
15	5	409,028.9283	2,269,989.5270
15	6	409,029.3019	2,270,030.7531
15	7	409,082.7205	2,270,030.7531
16	1	409,109.0144	2,270,056.2978
16	2	409,111.6731	2,270,055.5854
16	3	409,114.1677	2,270,054.4221
16	4	409,116.4224	2,270,052.8434
16	5	409,118.3687	2,270,050.8971
16	6	409,119.9475	2,270,048.6424
16	7	409,121.1107	2,270,046.1478
16	8	409,121.8231	2,270,043.4891
16	9	409,122.0630	2,270,040.7471
16	10	409,121.8231	2,270,038.0051
16	11	409,121.1107	2,270,035.3464
16	12	409,119.9475	2,270,032.8518
16	13	409,118.3687	2,270,030.5971
16	14	409,116.4224	2,270,028.6508
16	15	409,114.1677	2,270,027.0721

Polígono	Vértice	X	Y
16	16	409,111.6731	2,270,025.9088
16	17	409,109.0144	2,270,025.1965
16	18	409,106.2724	2,270,024.9566
16	19	409,103.5304	2,270,025.1965
16	20	409,100.8718	2,270,025.9088
16	21	409,098.3772	2,270,027.0721
16	22	409,096.1225	2,270,028.6508
16	23	409,094.1762	2,270,030.5971
16	24	409,092.5974	2,270,032.8518
16	25	409,091.4342	2,270,035.3464
16	26	409,090.7218	2,270,038.0051
16	27	409,090.4819	2,270,040.7471
16	28	409,090.7218	2,270,043.4891
16	29	409,091.4342	2,270,046.1478
16	30	409,092.5974	2,270,048.6424
16	31	409,094.1762	2,270,050.8971
16	32	409,096.1225	2,270,052.8434
16	33	409,098.3772	2,270,054.4221
16	34	409,100.8718	2,270,055.5854
16	35	409,103.5304	2,270,056.2978
16	36	409,106.2724	2,270,056.5377
17	1	408,941.7467	2,270,560.0195
17	2	408,944.0688	2,270,559.3973
17	3	408,946.2476	2,270,558.3813
17	4	408,948.2169	2,270,557.0024
17	5	408,949.9168	2,270,555.3024
17	6	408,951.2957	2,270,553.3332
17	7	408,952.3117	2,270,551.1543
17	8	408,952.9340	2,270,548.8322
17	9	408,953.1435	2,270,546.4373
17	10	408,952.9340	2,270,544.0424
17	11	408,952.3117	2,270,541.7202



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Polígono	Vértice	X	Y
17	12	408,951.2957	2,270,539.5414
17	13	408,949.9168	2,270,537.5721
17	14	408,948.2169	2,270,535.8722
17	15	408,946.2476	2,270,534.4933
17	16	408,944.0688	2,270,533.4773
17	17	408,941.7467	2,270,532.8551
17	18	408,939.3517	2,270,532.6455
17	19	408,936.9568	2,270,532.8551
17	20	408,934.6347	2,270,533.4773
17	21	408,932.4559	2,270,534.4933
17	22	408,930.4866	2,270,535.8722
17	23	408,928.7867	2,270,537.5721
17	24	408,927.4077	2,270,539.5414
17	25	408,926.3917	2,270,541.7202
17	26	408,925.7695	2,270,544.0424
17	27	408,925.5600	2,270,546.4373
17	28	408,925.7695	2,270,548.8322
17	29	408,926.3917	2,270,551.1543

Polígono	Vértice	X	Y
17	30	408,927.4077	2,270,553.3332
17	31	408,928.7867	2,270,555.3024
17	32	408,930.4866	2,270,557.0024
17	33	408,932.4559	2,270,558.3813
17	34	408,934.6347	2,270,559.3973
17	35	408,936.9568	2,270,560.0195
17	36	408,939.3517	2,270,560.2290
18	1	408,865.2403	2,268,980.3149
18	2	408,870.8171	2,268,976.9196
18	3	408,876.1299	2,268,973.1246
18	4	408,904.2525	2,268,951.4349
18	5	408,902.4186	2,268,946.3455
18	6	408,881.7492	2,268,962.2869
18	7	408,868.6373	2,268,971.9940
18	8	408,857.9752	2,268,979.2559
18	9	408,857.9938	2,268,979.3073
18	10	408,859.4296	2,268,983.2921



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
"Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México"

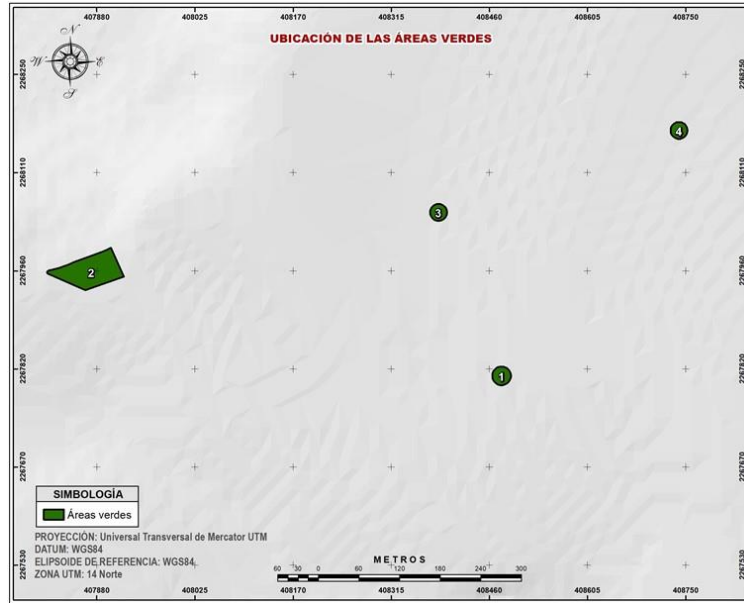


Figura 128. Ubicación de los polígonos 1 a 4 de las áreas verdes.

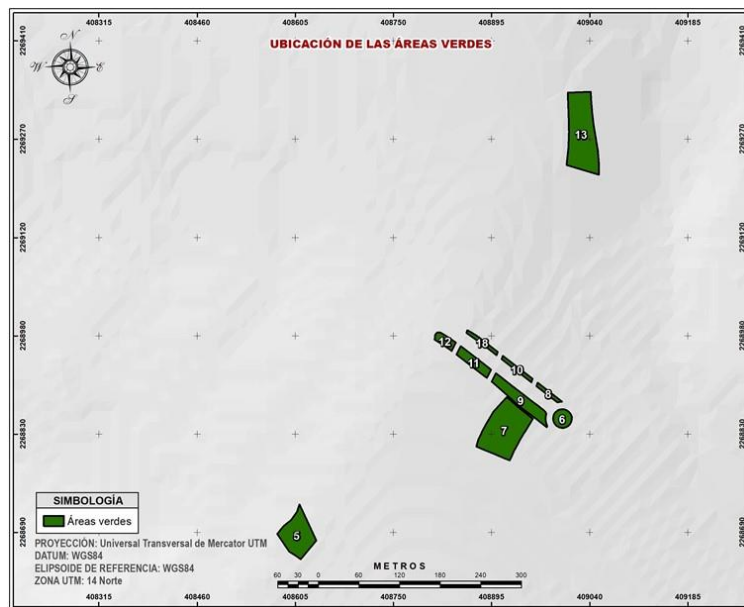


Figura 129. Ubicación de los polígonos 5 a 13 y 18 de las áreas verdes.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

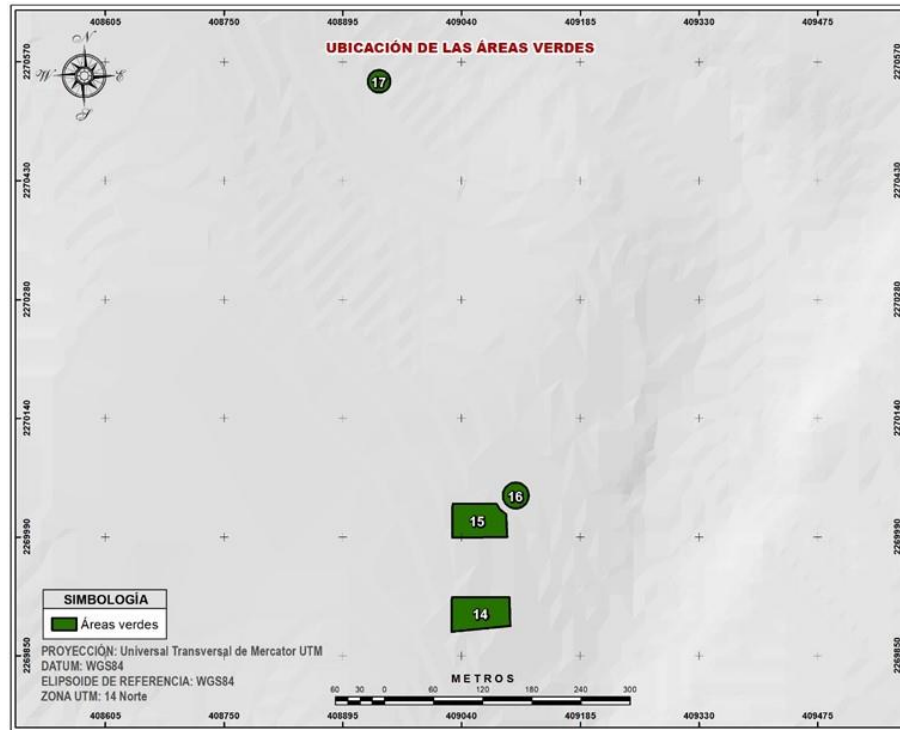


Figura 130. Ubicación de los polígonos 14 a 17 de las áreas verdes.

Medida de compensación general para el proyecto

- Con la finalidad de compensar los impactos residuales se impartirá una capacitación para la concientización y el cuidado del medio ambiente a los trabajadores que laboren en el predio, con la finalidad de que esta información permeé en las familias y se cree una cultura ambiental a partir del proyecto.
- Se deberá realizar la compensación física de los ejemplares arbóreos, de acuerdo con la Norma técnica ambiental estatal que establece los criterios y especificaciones técnicas en materia de desmonte y limpieza de terrenos en áreas urbanas, en el estado de Querétaro.



Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación.

De esta manera, se define como impacto residual aparente la reducción de cobertura vegetal en el sitio donde se efectuará el cambio de uso del suelo, y en consecuencia la reducción de la superficie forestal local. Existe una modificación temporal en el hábitat y el suelo, así como un detrimento del paisaje en un lapso indeterminado. Sin embargo, la aplicación de las medidas correctoras en estos impactos generados logrará mitigar y compensar la afectación en el ecosistema.

La ocupación permanente de la superficie impactada por las construcciones y su puesta en marcha se determina como impactos residuales, dado que se trata de una obra permanente y que requiere de servicios adicionales para su funcionamiento. De esta manera, se contemplaron los impactos residuales como la pérdida de suelo y pérdida de infiltración de agua, para los cuales fueron previstas medidas de compensación en el apartado anterior.

Es entonces que a través del diseño de una matriz de doble entrada se obtendrá el valor de impacto de las medidas previstas por experiencia y acordes al proyecto, con la finalidad de determinar si se llega a valores aceptables tendiente a desvirtuar desequilibrios ecológicos por la implementación del proyecto.



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 172 Matriz de estimación del impacto de las medidas desarrolladas

INTRODUCCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CORRECTIVAS POR FACTOR	ATRIBUTOS DEL IMPACTO							IMPORTANCIA DEL IMPACTO/ACTIVIDAD
	SIGNO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	EFECTO	PERIODICIDAD	COSTO*	
CALIDAD DE AIRE								
Durante el transporte de material para su disposición se deberá evitar el llenado del camión a su máxima capacidad, previendo así dispersión accidental del material durante su traslado. De igual manera sin excepción todo el transporte de material deberá ser cubierto por lonas para evitar la dispersión de polvos durante su camino.	+	1	4	1	4	1	1	18
Toda la maquinaria y el transporte deberá cumplir con las NOM-045-SEMARNAT-2015 y NOM-041-SEMARNAT-2015, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio durante la operación del proyecto; así como la NOM-080-SEMARNAT-1994, Que 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.	+	1	4	1	1	1	1	15
Total por componente								33
HIDROLOGÍA								
Las reparaciones y mantenimiento de maquinaria, así como el cambio de combustibles se hará en el patio de concentración o taller, fuera del sitio de construcción que el contratista destine para tal fin, en el cual deberán tomarse las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.	+	2	2	1	1	1	1	14
Implementación de 27,210 m ² de áreas verdes, lo que ayudará a la infiltración y recarga al manto acuífero	+	4	4	4	4	4	1	33
Total por componente								47
SUELO								
Se evitará mover la maquinaria fuera de la superficie del proyecto, evitando así impactar lugares cercanos por la compactación y pérdida de suelo	+	2	2	1	1	1	1	14
Una vez removida la vegetación, se llevará de inmediato el retiro del suelo necesario, evitando así parte de la erosión	+	2	2	1	1	1	1	14
Parte del suelo se recuperará y reutilizará para el área donde se reubicarán las especies de flora rescatadas	+	2	2	4	4	1	1	20
Construcción de barreras de piedra acomodada con el fin de retener el suelo y evitar la erosión	Esta medida es parte inherente de las acciones del proyecto por lo que no se contabiliza en el total de las medidas de mitigación, sin embargo se considera prudente mencionarla							
Total por componente								48



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

VEGETACIÓN									
La implementación del programa de rescate y reubicación de flora anexo a la presente, en el que se propone el rescate del 30% de la vegetación arbórea, la cual será reubicada en las áreas verdes y la superficie de conservación	+	4	4	4	4	4	4	2	34
Total por componente									34
PAISAJE									
Seguir el reglamento de construcción del Municipio el cual establece los lineamientos a seguir para conservar el paisaje urbano para el que ha sido destinada la zona y el mismo predio motivo del proyecto. Si bien esta medida se dará hasta después de la remoción de la vegetación, se propone como medida de compensación y no de mitigación.	+	2	2	2	4	4	4	1	21
Total por componente									21
GENERAL									
Con la finalidad de compensar los impactos residuales se impartirá una capacitación para la concientización y el cuidado del medio ambiente a los trabajadores que laboren en el predio, con la finalidad de que esta información permeé en las familias y se cree una cultura ambiental a partir del proyecto.	+	2	2	2	1	1	1	1	15
Se deberá realizar la compensación física de los ejemplares arbóreos, de acuerdo con la Norma técnica ambiental estatal que establece los criterios y especificaciones técnicas en materia de desmonte y limpieza de terrenos en áreas urbanas, en el estado de Querétaro.	+	4	4	4	4	4	4	1	33
Se conservará una superficie de 51,100 m ² a lo largo de la ribera del escurrimiento, misma que contribuirá a la preservación de los recursos biológicos y de los servicios ambientales que proporcionan.	+	4	4	4	4	4	4	2	34
Total por componente									82
TOTAL MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CORRECTIVAS									265

Es por lo anterior que si al impacto total del proyecto le restamos el impacto (positivo en escala de calidad ambiental), estaríamos hablando de un impacto real del proyecto de **-69** (-334 + 265), disminuyendo así en un **80%** los impactos ambientales.

De lo anterior se tiene que las medidas son idóneas toda vez que disminuyen de manera significativa los impactos que, sin la implementación de dichas medidas, provocaría el proyecto, siendo que los únicos impactos no mitigados.



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

VII.1 Pronóstico del escenario

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 44 primer párrafo del REIA, que señala que al evaluar las Manifestaciones de Impacto Ambiental la Secretaría deberá considerar:

- I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;
- II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
- III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Derivado de lo anterior, el presente capítulo pretende demostrar y describir los diferentes escenarios que se pueden presentar durante el desarrollo del proyecto, tomando en consideración los pronósticos ambientales con base en la descripción ambiental del sitio, el diagnóstico ambiental ya descrito en el Capítulo IV del presente documento, así como la evaluación de los impactos y las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo que antecede, es así que se plantean tres escenarios posibles, tal y como se indican a continuación:

- a) Escenario ambiental “**sin proyecto**”, supone la situación ambiental actual de la zona de influencia del Proyecto y del Sistema Ambiental (SA). La descripción de este escenario considera que las condiciones naturales del área del Proyecto ya fueron impactadas por la operación del propio proyecto durante años atrás y por las propias



actividades mineras que llevan ejecutándose en la zona de interés por más de tres décadas. También denominado “**escenario 0**”.

- b) Escenario ambiental del Sistema Ambiental (SA) “**con el Proyecto y sin medidas de mitigación**”, considera la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y elementos del desarrollo del Proyecto presentados en el Capítulo 2, para el cual se tomó como referencia el SA descrito en el Capítulo 4, así como los impactos ambientales descritos en el Capítulo 5 que se pueden generar con las actividades de operación del Proyecto. Al presente escenario también se le puede denominar “**escenario 1**”.

- c) Escenario ambiental del SA “**con el Proyecto y con medidas de mitigación**”, se tomó en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando ya las medidas de prevención y mitigación propuestas en el Capítulo 6. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones del Proyecto sobre el medio natural, tras la inserción de este, y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para ello se debe tomar en cuenta la dinámica ambiental tanto de la aplicación de estas medidas, como parte del Proyecto, como la situación ambiental que prevalece al momento del estudio antes de la inserción del Proyecto. Finalmente, a este escenario, se le puede también denominar “**escenario 2**”.

En la siguiente tabla se presenta la descripción de las condiciones ambientales sin y con proyecto, así como con proyecto, pero implementando las medidas de mitigación propuestas en el capítulo anterior, de tal manera que se pueda determinar que la ejecución del proyecto es ambientalmente viable, siempre y cuando se ejecuten todas y cada una de las medidas propuestas y las que la autoridad evaluadora y resolutoria del presente proyecto tenga a bien indicar:



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
Cambio de uso de suelo en áreas forestales
“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Tabla 173. Descripción de Escenarios 0, 1 y 2

Factor ambiental	Escenario sin proyecto Escenario 0	Escenario con proyecto Escenario 1	Escenario con proyecto y con medidas de mitigación Escenario 2
Aire	Debido a la ubicación del terreno y al ser el único terreno que cuenta con suelo natural, en temporada de ventiscas emite partículas suspendidas al aire que provocan la modificación de su calidad. Así también, se tiene una erosión de suelo moderada.	Se generarían emisiones contaminantes de combustión por la maquinaria que se pretende utilizar. Se levantarían tolvaneras en los suelos desnudos por cualquier ventisca por muy leve que ésta sea. Aumentaría la erosión de suelo por la desnudez del mismo al remover la vegetación y no construir de inmediato. No se tendría control de las especificaciones de la maquinaria en cuanto al ruido provocado.	Durante el cambio de uso de suelo, el Promovente pondrá en marcha las medidas de conservación de la calidad del aire descritas en el Capítulo VI, con el cual vigilará el cumplimiento con las NOM-045-SEMARNAT-2017, y NOM-041-SEMARNAT-2015, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio durante la operación del proyecto, así mismo se podrá mejorar el control de polvos con riegos periódicos con agua tratada en las áreas más problemáticas, finalmente dar cumplimiento a todos y cada uno de los términos y condicionantes de la MIA-P. Se colocarán barreras de piedra acomodada con la finalidad de evitar la erosión de suelo durante la implementación del proyecto. Se revisará la maquinaria con la finalidad de que cumpla con las



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Factor ambiental	Escenario sin proyecto Escenario 0	Escenario con proyecto Escenario 1	Escenario con proyecto y con medidas de mitigación Escenario 2
			<p>especificaciones normativas en materia de ruido.</p> <p>Por tanto, se considera que las condiciones actuales no serían modificadas de forma significativa por el Proyecto, el impacto será temporal y local y a largo plazo, éste producirá un impacto positivo a nivel de sistema ambiental.</p>
Agua	Si bien existe un escurrimiento al oriente del predio, su ribera no se ve afectada la zona del cambiodo uso de suelo. Por lo tanto, las posibles afectaciones o situaciones críticas es la susceptibilidad a contaminación por residuos sólidos y líquidos durante las actividades.	Con la ejecución del proyecto, pero sin la aplicación de medidas de mitigación, se generarían escurrimientos excedentes por la remoción del suelo que lo retiene, los cuales han sido calculados y arrastrarían sedimentos hacia los escurrimientos de la cuenca, azolvando éstos y mermando la capacidad de drenaje de esta debido a la velocidad de aportación.	<p>Los escurrimientos excedentes serán redirigidos al cauce para reintegrarse a la cuenca.</p> <p>Así también con las áreas verdes se disminuye la velocidad con que estos escurrimientos son aportados a los canales de drenaje, evitando así su saturación.</p> <p>Además, para la infiltración se tiene la zona de reserva y las áreas verdes, con las cuales se disminuye el impacto residual en este rubro.</p>
Vegetación y fauna	Actualmente la vegetación del sitio se encuentra en un estado de perturbación en el matorral crasicaule, así como algunas	La remoción de la vegetación llevaría a la pérdida de hábitat de la fauna y una pérdida en la diversidad presentada en el sistema ambiental. Cabe resaltar que	El proyecto pretende llevar a cabo un programa de rescate y reubicación de la flora del sitio, incluyendo arbolado susceptible y representativo del



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Factor ambiental	Escenario sin proyecto Escenario 0	Escenario con proyecto Escenario 1	Escenario con proyecto y con medidas de mitigación Escenario 2
	especies son indicadoras de perturbación en el matorral crasicaule, por lo que es susceptible a seguir degradándose si no se implementan medidas de conservación	no fueron encontradas especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero sí se identificaron tres especies de fauna.	matorral crasicaule, así como cactáceas de difícil regeneración. De igual manera, en cuanto a la fauna, serán rescatadas todas las especies que se encuentren dentro del predio, poniendo especial atención en aquellas que se encuentran dentro de los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Suelo	El suelo cuenta con una erosión moderada en estos momentos como se calculó anteriormente. Asimismo, dicha erosión tiende a aumentar debido a la desaparición de arbolado por la presión antropogénica de la urbanización contigua y de los procesos erosivos propios de las parcelas circundantes del predio, por lo que la tendencia sería un aumento en la erosión.	Omitiendo medidas de prevención y mitigación en este rubro se provocaría una aceleración del aumento de la erosión y por lo tanto una pérdida de suelo no aprovechable que podría desencadenar problemas de azolves de canales en la cuenca, modificación de la calidad del agua pluvial y llegar a provocar inundaciones indirectas.	Se realizarán las medidas de mitigación necesarias para evitar la erosión hídrica y eólica, así como favorecer la infiltración hídrica dentro de las que se incluyen la construcción de barreras de piedra y la recolección de suelo para su uso en las áreas verdes propuestas.
Paisaje	El paisaje está caracterizado por colindar con unidades parcialmente urbanizadas,	Como fue medido, el impacto por el cambio de uso de suelo de este predio en particular no es significativo, debido a las características del paisaje	Si bien se realizará la remoción de la vegetación, la vegetación que cubrirá las áreas propuestas verdes y de conservación, harán las veces de



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Factor ambiental	Escenario sin proyecto Escenario 0	Escenario con proyecto Escenario 1	Escenario con proyecto y con medidas de mitigación Escenario 2
	aunque en su mayoría, el paisaje natural se conserva.	circundante, ya que ahora que la vegetación se encuentre ordenada en las áreas previstas, formará parte del paisaje urbano contiguo.	medidas de mitigación para evitar el asfaltado completo y que sea un área amigable para las personas que vivirán dentro del desarrollo, así como la implementación del programa de residuos que llevará a integrar de una manera amable el proyecto dentro del sistema en el que se encuentra.



VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

Con las medidas de prevención y mitigación indicadas en el capítulo anterior se busca que los impactos ambientales identificados tiendan al mínimo, sin embargo, para asegurar su cumplimiento es necesario establecer parámetros de cumplimiento, por lo que a continuación se muestra el Programa de Vigilancia Ambiental:

Tabla 174. Programa de Vigilancia Ambiental

Programa de Vigilancia Ambiental			
Medida	Periodicidad	Parámetro de medición	Responsable
Las reparaciones y mantenimiento de maquinaria, así como el cambio de combustibles se hará en el patio de concentración o taller, fuera del sitio de construcción que el contratista destine para tal fin, en el cual deberán tomarse las medidas necesarias para evitar derrames que ocasionen contaminación a la hidrología superficial y subterránea.	Diaria	Bitácoras de mantenimiento con lugar y fecha	Promovente
Una vez retirada la vegetación se mantendrá el suelo húmedo con la finalidad de evitar que sean levantadas partículas por acción del viento.	Mensual	Reporte de avance de obra. Facturas de las pipas contratadas para riego.	Promovente
En caso de ser necesario el almacenamiento del suelo en el sitio para su posterior traslado y disposición, éste deberá ser cubierto por lonas, así como se construirán canaletas a su alrededor para los escurrimientos que se pudieran llegar a presentar, evitando así su dispersión por acción del viento o del agua.	Diario	Reporte de avance de obra.	Promovente
Durante el transporte de material para su disposición se deberá evitar el llenado del camión a su máxima capacidad, previendo así dispersión accidental del material durante su traslado. De	Diaria	Manifiesto de entrega recepción. Reporte y fotografías.	Promovente



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

igual manera sin excepción todo el transporte de material deberá ser cubierto por lonas para evitar la dispersión de polvos durante su camino			
Se llevará a cabo el programa de manejo de residuos, con la finalidad de evitar la quema de residuos durante la implementación del proyecto	Diario	Reporte y fotografías. Manifiestos de entrega recepción.	Promovente
Toda la maquinaria y el transporte deberá cumplir con las NOM-045-SEMARNAT-2017, y NOM-041-SEMARNAT-2015, para de esta forma conservar, en materia de calidad del aire, las condiciones existentes en el sitio durante la operación del proyecto	Semestral	Verificaciones expedidas por la autoridad competente para la maquinaria.	Promovente
La maquinaria y el transporte que se utilice deberá cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994, Que 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	Única	Especificaciones técnicas de la maquinaria a implementar.	Promovente
Se evitará mover la maquinaria fuera de la superficie del proyecto, evitando así impactar lugares cercanos por la compactación y pérdida de suelo.	Diario	Reporte y fotografías.	Promovente
El suelo removido deberá ser reutilizado para cubrir las áreas verdes pretendidas en la parte oeste del predio, el sobrante deberá ser manejado de acuerdo con el programa de manejo de residuos.	Diario	Reporte y fotografías. Manifiestos de entrega recepción.	Promovente
En caso de que para el manejo de suelo se deba almacenar por un periodo corto de tiempo, la superficie idónea para ello será dentro del mismo predio, el suelo deberá ser cubierto con lonas y se deberá implementar canaletas alrededor del espacio de almacenamiento para que en caso de lluvia ésta evite arrastrar partículas, pérdida de éste y modificación de la calidad del agua	Diario	Reporte y fotografías.	Promovente



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
 “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”

Una vez removida la vegetación, se llevará de inmediato el retiro del suelo posible para la edificación de los cimientos de la construcción, evitando así parte de la erosión	Diaria	Reporte y fotografías. Manifiestos de entrega recepción.	Promovente
El mantenimiento de maquinaria y la recarga de combustibles se llevarán a cabo fuera del predio, lo cual es viable debido a que el predio se encuentra en una zona urbana con talleres y estaciones de servicio a menos de 1 km de distancia	Mensual	Bitácora de mantenimiento con lugar y fecha.	Promovente
Parte del suelo se recuperará y reutilizará para la construcción de las áreas verdes de 11,479.81 m ² , lo que representaría una recuperación para una cubierta de 20 cm, 2,295.9 m ³ . Lo anterior equivale a una reducción de pérdida de suelo relacionada con la erosión	Anual	Reporte y fotografías.	Promovente
Como principal medida de mitigación para la erosión y la pérdida de suelo se construirán barreras de piedra acomodada durante la implementación del cambio de uso de suelo.	Anual	Reporte y fotografías. Metros cúbicos de suelo recuperados.	Promovente
Implementar el programa de manejo de residuos, el cual evitará que los residuos del proyecto sean esparcidos por las superficies contiguas o dentro del predio, manteniendo así la estética y salubridad del paisaje; así como evitará la quema de residuos.	Diario	Reporte y fotografías. Manifiestos de entrega recepción.	Promovente
Continuar con el proyecto más allá del cambio de uso de suelo, toda vez que <i>per se</i> la remoción de la vegetación no sería acorde con el paisaje, sino que una vez que sea urbanizado el predio y construido tal cual como se proyectó, habrá una correlación entre el paisaje mostrado por los conjuntos aledaños y el predio mismo.	Único	Reporte y fotografías al final del proyecto.	Promovente
Se implementará el rescate de flora para el predio, lo que visualmente traerá un paisaje urbano, mientras que se mantienen al menos algo de la biodiversidad que existía en el sitio.	Único	Reporte y fotografías al final del proyecto.	Promovente



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular
 Cambio de uso de suelo en áreas forestales
*“Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray
 Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”*

Se seguirá el reglamento de construcción del Municipio el cual establece los lineamientos a seguir para conservar el paisaje urbano para el que ha sido destinada la zona y el mismo predio motivo del proyecto. Si bien esta medida se dará hasta después de la remoción de la vegetación, es por ello por lo que se propone como medida de compensación y no de mitigación.	Único	Reporte y fotografías al final del proyecto.	Promovente
Se colocarán carteles alusivos a la protección de la flora y fauna silvestre dentro del área de cambio de uso de suelo.	Anual	Reporte y fotografías.	Promovente
La elaboración e implementación del programa de rescate y reubicación de flora y fauna corresponde a una medida preventiva para el mantenimiento y rescate de la biodiversidad en el sistema ambiental.	Diario	Reporte y fotografías.	Promovente
Con la finalidad de compensar los impactos residuales se impartirá una capacitación para la concientización y el cuidado del medio ambiente a los trabajadores que laboren en el predio, con la finalidad de que esta información permeé en las familias y se cree una cultura ambiental a partir del proyecto	Anual	Reporte y fotografías. Listas de asistencia con firmas de los presentes.	Promovente



VII.3 Conclusiones

El presente documento pretende sentar las bases para mostrar a la autoridad que la ejecución del presente proyecto es técnica, jurídica y ambientalmente viable, siempre y cuando se ejecuten todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, lo que permitirá un mejor control y seguimiento en los distintos compartimientos ambientales. Es así como queda demostrado que:

- a) La elaboración del presente estudio consideró principalmente que las obras complementarias parte del proyecto, no ocasionarán efectos potenciales sobre el ambiente, tanto en la superficie que pretende ocupar la operación del proyecto como en el Sistema Ambiental, durante el tiempo previsto para su ejecución, siempre y cuando se lleven a cabo las medidas de mitigación propuestas en el presente documento.
- b) Que de acuerdo con el diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental señalado el Capítulo IV de la MIA-P presentada, se concluyó que el proyecto no comprometerá la integridad funcional de los ecosistemas presentes en la región, ni generará impactos ambientales a las actividades funcionales de dichos ecosistemas en el Sistema Ambiental donde se enmarca, siempre y cuando cumpla con las medidas de prevención, mitigación y compensación contenidas en la presente MIA-P, así como las que la Autoridad competente dictamine como necesarias.
- c) Las medidas de compensación versan sobre el mismo tipo de vegetación, y se acredita la conservación de servicios ambientales iguales a los que en el predio se afectarán.
- d) De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se concluye que la integridad funcional del Sistema Ambiental en la que está inmerso el proyecto se ha visto reducida considerablemente por las actividades antropogénicas y los asentamientos urbanos, considerando lo siguiente:



- I. El proyecto no afectará a individuos de determinadas especies de flora con algún estatus dentro de la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que no fueron encontradas en el predio, por lo que no se pone en riesgo a ninguna de ellas y, en consecuencia, no existen elementos del proyecto que puedan poner en riesgo la integridad funcional de los ecosistemas con altos índices de perturbación derivado de las actividades antropogénicas que se llevaron a cabo en la zona. Si bien se identificaron ejemplares de tres especies de fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo por la norma, se implementarán las medidas preventivas y de mitigación necesarias para asegurar que no se ponga en riesgo la integridad del ecosistema y no se generen desequilibrios ecológicos.

- II. Que los efectos ambientales negativos que se generarán con la ejecución del proyecto “Regularización de asentamientos humanos Estación Bernal y Fray Junípero Serra, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México”, serán atenuados por el promovente, con las medidas de mitigación descritas en la Manifestación de Impacto Ambiental presentada, así como las condicionantes que la Autoridad determine.



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

Planos anexos

Fotografías anexas

Software

- Google Earth
- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- SIGEIA

Glosario

Se utilizaron los términos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley de Hidrocarburos, Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Ambiente del Sector Hidrocarburos y sus respectivos reglamentos.

Bibliografía

POEL. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (**SEMARNAT**)

POEREQ. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (**SEDESU**)

POELEM. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan (**Mun. Tequisquiapan, Qro.**)

Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Surponiente, Tequisquiapan, Qro. (**Mun. Tequisquiapan**)

(s.f.). Obtenido de <http://www.queretaro.gob.mx/municipios.aspx?q=RrRbGx+QAUgDLhK1VcwWPw>

Blog Querétaro. (8 de noviembre de 2012). Agricultura y ganadería. Recuperado el 7 de junio de 2017, de <http://visitaqueretaroo.blogspot.mx/2012/11/agricultura-y-ganaderia.html>



Cabrera L.G., R. D. (2004). Calidad del agua en el Estado de Querétaro. Recuperado el 22 de junio de 2017, de http://web.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/congresos/OAXACA%202004/listaquimica/Q-07.pdf

CENAPRED. (17 de 10 de 2015). Regionalización Sísmica de México.

CONABIO. (15 de junio de 2017). PORTAL DE GEOINFORMACIÓN. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONAGUA. (20 de abril de 2015). Actualización de la disponibilidad de agua en el acuífero Valla de San Juan del Río. Recuperado el 15 de junio de 2017, de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104247/DR_2203.pdf

Cuéntame INEGI. (2015). Cuéntame INEGI Información por Entidad. Recuperado el 7 de junio de 2017, de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/queret/poblacion/dinamica.aspx?tema=me&e=22>

EL ECONOMISTA. (20 de diciembre de 2015). Industria Manufacturera creció 12.6%. Recuperado el 7 de junio de 2017, de <http://eleconomista.com.mx/estados/queretaro/2015/12/20/industria-manufacturera-crecio-126>

Francisco, J. I. (6 de octubre de 2011). Vertisol. Recuperado el 22 de junio de 2017, de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/10/06/140062>

INEGI. (1988). RED HIDROGRÁFICA. Recuperado el 22 de junio de 2017

INEGI. (2010). Censo de población y vivienda. Recuperado el 11 de abril de 2017, de http://sede.a.queretaro.gob.mx/sites/sede.a.queretaro.gob.mx/files/estadisticas/poblacion_vivienda/queretaro.pdf



INEGI. (22 de febrero de 2014). Prontuario de información Geográfica del municipio de Querétaro. Recuperado el 22 de junio de 2017, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/22/22014.pdf>

INEGI. (2015). Panorama Sociodemográfico del Estado de Querétaro 2015. Recuperado el abril de 11 de 2017

INEGI. (2015). Principales resultados de la encuesta intercensal 2015. Querétaro. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2016). Inventario Nacional de Vivienda 2016. Recuperado el 7 de junio de 2017, de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>

INEGI. (s.f.). Guía para la interpretación de cartografía edafológica. Recuperado el 23 de junio de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf>

SAGARPA. (16 de marzo de 2017). Querétaro, entre las entidades que más mojarra producen en el país. Recuperado el 7 de junio de 2017, de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/queretaro/boletines/Paginas/2017b030.aspx>

SECTUR. (2013). Agendas de competitividad de los destinos turísticos de México. Recuperado el 7 de junio de 2017, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjgrLaq65zTAhXJr1QKHWUvCosQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sectur.gob.mx%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F02%2FPDF-Queretaro.pdf&usq=AFQjCNHfFNLfVOh-KVjtxoZsMB7l8Oohyg>

Servicio Meteorológico Nacional. (2010). Normales Climatológicas. Recuperado el 21 de junio de 2017, de <http://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL16124.T>

CONESA Fernández V., Vitora. Guía Metodológica Para La Evaluación del Impacto Ambiental. - Ed. Mundi - Prensa. Madrid, Esp. 3a. Ed.1997.

INEGI- 2010- Censo General de Población y Vivienda 2010, Información en línea.

