



**MEDIO AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



- I. Unidad Administrativa que clasifica: Delegación Federal en Sonora.
- II. Identificación del documento: Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A).
- III. Partes o secciones clasificadas: La parte de DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs. 6) Fotografía. 7) Inversión requerida; los cuales se encuentran en el capítulo I y II de la MIA. Consta de 5 versiones públicas.
- IV. Fundamento legal y razones: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. Firma el Subdelegado de Planeación:

**ING. TEODORO RAÚL PAZ PADILLA**

Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 39, en concordancia armónica e interpretativa con los artículos 19 y 40, todos del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de conformidad con los artículos 5 fracción XIV y 84 de ese mismo ordenamiento reglamentario, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Sonora, previa designación, firma el C. Teodoro Raul Paz Padilla, Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial.

**Fecha de Clasificación y número de acta de sesión: ACTA-04-2021-SIPOT-IT-ART69, en la sesión celebrada el 16 de abril del 2021.**

<sup>1</sup> En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.





# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

VERSIÓN PÚBLICA

PROYECTO:  
CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS  
FORESTALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE  
CONFINAMIENTO EN RELLENO SANITARIO DE CD.  
OBREGÓN, SONORA

*Sometido a la atenta consideración de la  
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)*



**SEMARNAT**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

PRESTADOR DE SERVICIOS  
AMBIENTALES

**CONCARE**  
CONSTRUCCIONES

CONCARE CONSTRUCCIONES, SA DE CV

Protegido por IFAI: Art.  
3ro. Fracc. VI, LFTAIPG

Promovente:

**TECMED**

**Técnicas Medioambientales de  
México S.A. de C.V.**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Fracc. VI, LFTAIPG

Ciudad Obregón, Sonora. Septiembre de 2020

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**Contenido**

<b>LISTA DE FIGURAS.</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE TABLAS.</b>	<b>VI</b>
<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.</b>	<b>1</b>
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO	1
I.1.1 Nombre del proyecto.	1
I.1.2 Ubicación del proyecto.	1
I.1.3 Duración del proyecto	1
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	3
I.2.1 Nombre o razón social	3
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.2.5 Datos generales del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	3
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.</b>	<b>4</b>
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	4
II.1.1 Naturaleza del proyecto.	4
II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto.	5
II.1.3 Inversión requerida	9
II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	9
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	10
II.2.1 Programa General de Trabajo.	10
II.2.2 Representación gráfica local	11
II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción	14
II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento.	18
II.2.5 Etapa de abandono de sitio	19
II.2.6 Utilización de explosivos	19
II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	19
II.2.8 Generación de gases de efecto invernadero	20
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.</b>	<b>22</b>
III.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)	22
III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	22
III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (POETS)	25
III.2. ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP)	27
III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)	27
III.3.3 Regiones Hidrológicas prioritarias para la biodiversidad.	28
III.3.4 Regiones Terrestres prioritarias para la biodiversidad.	29
III.3.6 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's)	30
III.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES	31
III.4.1 Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cajeme (POTMC)	31
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS	32
III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR	33
III.5.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	33
III.5.2 Ley General de Vida Silvestre.	34
III.5.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	35



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

III.5.4 Ley General de para la Prevención y Gestión Integral de Residuos .....	36
III.5.5 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora. ....	36
III.5.6 Plan Nacional de Desarrollo PND 2019-2024 .....	37
III.5.7 Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2016-2021. ....	38
III.5.8 Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021 del Municipio de Cajeme .....	39
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. _____</b>	<b>40</b>
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	40
IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	41
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	42
IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.....	42
IV.3.2 Diagnóstico ambiental .....	118
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. _____</b>	<b>120</b>
V.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	120
V.2 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	123
V.2.1 Indicadores de impacto.....	123
V.2.2 Marco conceptual de evaluación de impactos .....	124
V.2.3 Criterios de evaluación. ....	126
V.2.4 Cálculo y obtención del Índice Básico e Índice Complementario.....	127
V.2.5 Cálculo y obtención del Índice de importancia e Índice de Significancia. ....	127
V.2.6 Justificación de la metodología seleccionada. ....	128
V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO .....	129
V.4 CONCLUSIONES DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	149
<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. _</b>	<b>150</b>
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. ....	150
VI.1.1 Impactos residuales.....	151
VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	151
VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).....	153
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 154</b>	
VII.1 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS CON PROYECTO, SIN PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	154
VII.2 PRONÓSTICO AMBIENTAL.....	157
VII.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	157
VII.4 CONCLUSIONES .....	158
<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. _____</b>	<b>159</b>
VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	159
VIII.1.1 Referencias.....	160

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**LISTA DE FIGURAS.**

Figura 1. Plano de ubicación del proyecto de cambio de uso de suelo de terrenos forestales en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	2
Figura 2. Plano de macro y micro localización del recinto portuario en la localidad de Guaymas, Sonora. ....	2
Figura 3. Plano de celdas de confinamiento en el predio de relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora. ....	5
Figura 4. Mapa de escala 1:10,000 de las superficies del proyecto sobre la capa de información de la categoría del uso de suelo según el Inventario Estatal Forestal (2014). ....	11
Figura 5. Representación gráfica del porcentaje de uso de suelo del predio total del proyecto, así como de los predios de 83 y 50 ha en que se integra, donde se desarrolla el proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	12
Figura 6. Representación gráfica del porcentaje de uso de suelo del terreno que ocupará la totalidad de las celdas de confinamiento de residuos sólidos urbanos, así como para cada una de las celdas proyectadas para el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	13
Figura 7. Corte típico transversal proyectado para celdas de confinamiento de RSU en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	15
Figura 8. Detalle de tubería para captación de lixiviados de celdas de confinamiento. Representación gráfica tomada de la NOM-057-SEMARNAT-1993. ....	16
Figura 9. Corte transversal del terreno donde se detalla la instalación de la tubería para captación de lixiviados de celdas de confinamiento de RSU. Representación gráfica tomada de la NOM-057-SEMARNAT-1993. ....	16
Figura 10. Corte longitudinal del detalle de la tubería de captación de lixiviados en celdas de confinamiento de RSU. Representación gráfica tomada de la NOM-057-SEMARNAT-1993. ....	17
Figura 11. Detalle de pozo de monitoreo para lixiviados en celdas de confinamiento de RSU en relleno sanitario. Representación gráfica tomada de la NOM-057-SEMARNAT-1993. ....	17
Figura 12. Corte transversal de detalle de las chimeneas de venteo de gases para las celdas de confinamiento de RSU del relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	18
Figura 13. Resultado del modelo LandGEM V.3.02 de la EPA para estimar tasas de emisión de GEI en sitios de disposición de RSU. Megagramo equivale a tonelada métrica. ....	21
Figura 14. Región ecológica 15.32 compuesta por las Unidades Ambientales Biofísicas No. 104 y 106 “Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales” y “Llanuras Costeras y Deltas de Sonora”, respectivamente, ambas con aptitud de aprovechamiento sustentable y restauración de prioridad baja. ....	22
Figura 15. Unidad de Gestión Ambiental 500-0/02 Llanura Deltaica del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (POETS). ....	25
Figura 16. Áreas Naturales Protegidas próximas al Sistema Ambiental del proyecto de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	27
Figura 17. Regiones Hidrológicas Prioritarias para la biodiversidad en el Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	28
Figura 18. Regiones Terrestres Prioritarias para la biodiversidad próximas al Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	29
Figura 19. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's) en el Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	30
Figura 20. Plano de categorías del uso del suelo del Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cajeme, Sonora. ....	31



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Figura 21. Delimitación del área de influencia (1,000 m a la redonda del predio) del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario del municipio de Cajeme, Sonora. ....	40
Figura 22. Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora .....	41
Figura 23. Mapa del clima predominante en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	44
Figura 24. Climograma para el periodo 1981-2010 que muestra la temperatura (media, máxima y mínima) y precipitación registrada en la estación Ciudad Obregón (26018) de la Comisión Nacional del Agua, en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	45
Figura 25. Intervalo de temperatura predominante en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	46
Figura 26. Rango de precipitación (mm) predominante en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	47
Figura 27. Trayectoria e intensidad de ciclones tropicales en el periodo 1940-2007 en la República Mexicana y en el sitio del proyecto. ....	48
Figura 28. Provincia Geológica Cuenca Deltaica de Sonora – Sinaloa. ....	49
Figura 29. Cronología del origen de las rocas en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	50
Figura 30. Tipo de rocas en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	51
Figura 31. La cronología de las rocas data de la era cenozoica en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	52
Figura 32. Tipo de rocas en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	52
Figura 33. Provincia fisiográfica Sierras y Llanura Sonorenses a la que pertenece en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario del municipio de Cajeme, Sonora. ....	53
Figura 34. Topoformas predominantes en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	54
Figura 35. Topoforma bajada con lomerío predominante en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	55
Figura 36. Rangos de elevación del terreno en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	56
Figura 37. Rangos de elevación del terreno en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	57
Figura 38. Plano de rangos de porcentaje de pendientes del terreno en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	58
Figura 39. Fallas registradas en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	59
Figura 40. Regionalización sísmica de la República Mexicana. ....	60
Figura 41. Mapa de suelos en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	61
Figura 42. Mapa de suelos en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	62
Figura 43. Región hidrológica Sonora Sur a la que pertenece el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	63
Figura 44. Cuenca del río Yaqui en el Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	64
Figura 45. Subcuenca río Yaqui – Vican (RH9B) en el Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora. ....	64



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

Figura 46. Unidad hidrológica delimitada en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora .....	65
Figura 47. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias florísticas del país .....	66
Figura 48. Tipos de vegetación de la Cuenca Hidrológico-Forestal según el INEGI, Versión Serie VI .....	67
Figura 49. Ejemplificación básica del proceso para establecer el área mínima de muestreo .....	74
Figura 50. Expresión gráfica de la curva área de muestreo vs número de especies .....	75
Figura 51. Distribución espacial de los sitios de muestreo dentro de la Cuenca Hidrológico-Forestal del proyecto .....	79
Figura 52. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación con las provincias herpetofaunísticas del país.....	88
Figura 53. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación con las provincias mastofaunísticas del país .....	93
Figura 54. Sitios de muestreo de fauna silvestre en la Cuenca Hidrológico Forestal.....	101
Figura 55. Relación porcentual de sexos para los habitantes del municipio de Cajeme, Sonora (INEGI, 2010).....	113
Figura 56. Incidencia delictiva para el año 2017 en el municipio de Cajeme, Sonora .....	115
Figura 57. Metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales para las acciones del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora .....	124
Figura 58. Red de interacción de factores medioambientales en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	131
Figura 59. Interacciones del medio físico en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora .....	131
Figura 60. Interacciones de factores del medio biótico en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora ...	132
Figura 61. Interacciones de factores del medio social y económico en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	132
Figura 62. Impactos identificados por componente ambiental en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	134
Figura 63. Impactos identificados de los componentes ambientales totales en el área de estudio para las acciones (MD=Media, A= Alta, MA= Muy Alta).....	139
Figura 64. Impactos identificados por naturaleza adversa (MD=Media, A= Alta, MA= Muy Alta) .....	140
Figura 65. Impactos identificados por naturaleza benéfica (MD=Media, A= Alta, MA= Muy Alta).....	140
Figura 66. Impactos totales identificados por factor ambiental y significancia.....	141
Figura 67. Impactos identificados por naturaleza adversa y significancia para cada uno de los factores ambientales involucrados .....	141
Figura 68. Impactos identificados por naturaleza benéfica y significancia para cada uno de los factores ambientales involucrados .....	142



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**LISTA DE TABLAS.**

Tabla I. Cuadro de construcción del polígono de ubicación del predio total del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.....	6
Tabla II. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de las celdas de confinamiento e instalaciones del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora. ....	6
Tabla III. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 03-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.....	6
Tabla IV. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 04-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.....	7
Tabla V. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 04B-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.....	7
Tabla VI. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 05-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.....	7
Tabla VII. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 06-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.....	8
Tabla VIII. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 07-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.....	8
Tabla IX. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 08-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.....	8
Tabla X. Programa general de trabajo según cada una de las celdas proyectadas del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.....	10
Tabla XI. Programa particular de trabajo para cada etapa, según la celda vigente; incluye las subetapas de preparación del sitio, CUSTF, así como la construcción, operación y sellado de celda.....	11
Tabla XII. Clasificación de superficies para el proyecto de cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	13
Tabla XIII. Superficies de terreno y porcentaje respecto a la superficie total del terreno para el tipo de obra.....	14
Tabla XIV. Tipos de vegetación y su cobertura en la cuenca hidrológico-forestal del proyecto. ....	68
Tabla XV. Listado de las especies vegetales encontradas en el pastizal cultivado de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto. ....	71
Tabla XVI. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación de la CHF del proyecto. ....	79
Tabla XVII. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 1. ....	80
Tabla XVIII. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 2. ....	80
Tabla XIX. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 3.....	80
Tabla XX. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 4.....	81
Tabla XXI. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 5.....	81
Tabla XXII. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 6. ....	81
Tabla XXIII. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 7. ....	81
Tabla XXIV. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbóreo que habitan en el área de la CHF. ....	82
Tabla XXV. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo que habitan en el área de la CHF.....	82
Tabla XXVI. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo que habitan en el área de la CHF.....	83
Tabla XXVII. Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas que habitan en el área de la CHF.....	83
Tabla XXVIII. Valores de algunos atributos de las poblaciones de especies arbóreas del bosque de mezquite de la CHF.....	85
Tabla XXIX. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del área de la CHF.....	85



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla XXX. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del bosque de mezquite de la CHF .....	86
Tabla XXXI. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área del bosque de mezquite de la CHF .....	86
Tabla XXXII. Anfibios que pueden desarrollarse en el área de la cuenca de estudio .....	90
Tabla XXXIII. Sinonimia para algunas especies de anfibios que pueden habitar en el área de la cuenca de estudio .....	90
Tabla XXXIV. Reptiles que ocurren en el área de la cuenca de estudio.....	90
Tabla XXXV. Sinonimia para algunas especies de reptiles que pueden habitar en el área de la cuenca de estudio .....	92
Tabla XXXVI. Mamíferos en el área de la cuenca de estudio según muestreos en campo, registros bibliográficos y entrevistas con habitantes de la región .....	93
Tabla XXXVII. Sinonimia para algunas especies de mamíferos que pueden habitar en el área de la cuenca de estudio.....	95
Tabla XXXVIII. Especies de aves que pueden presentarse en el área de la cuenca de estudio .....	96
Tabla XXXIX. Sinonimia para algunas especies de aves que pueden habitar en el área de la cuenca de estudio .....	100
Tabla XL. Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna en la CHF del proyecto.....	102
Tabla XLI. Especies de reptiles observadas en la CHF y estado de protección bajo las normas oficiales .....	103
Tabla XLII. Densidades por hectárea de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto .....	103
Tabla XLIII. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el pastizal cultivado de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto.....	104
Tabla XLIV. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles de la CHF .....	104
Tabla XLV. Especies de mamíferos encontrados en la cuenca hidrológico-forestal.....	105
Tabla XLVI. Densidades de las especies de mamíferos encontrados en la cuenca hidrológico-forestal .....	105
Tabla XLVII. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto .....	106
Tabla XLVIII. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos de la CHF .....	106
Tabla XLIX. Listado de especies de aves encontradas en la cuenca hidrológico-forestal .....	107
Tabla L. Densidades de especies aves encontradas en la cuenca hidrológico-forestal.....	107
Tabla LI. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en la cuenca hidrológico-forestal del proyecto .....	108
Tabla LII. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves de la CHF.....	109
Tabla LIII. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en la CHF del área del proyecto .....	110
Tabla LIV. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en la CHF del área del proyecto .....	111
Tabla LV. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en la CHF del área del proyecto.....	112
Tabla LVI. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar los impactos ambientales ...	126
Tabla LVII. Escala utilizada para la calificación de los criterios básicos .....	126
Tabla LVIII. Escala utilizada para la calificación de los criterios complementarios.....	127
Tabla LIX. Ecuaciones aplicadas para obtener los índices básicos y complementarios .....	127
Tabla LX. Ecuaciones aplicadas para obtener la intensidad y la significancia. ....	128
Tabla LXI. Escala utilizada para la calificación de la medida de mitigación aplicada para obtener la significancia. ....	128
Tabla LXII. Lista de actividades que integran el proyecto CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.....	129



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla LXIII. Lista de factores ambientales susceptibles de ser impactados con las acciones del proyecto CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. ....	130
Tabla LXIV. Matriz de cribado de los impactos identificados respecto a la naturaleza adversa (-) o benéfica (+), derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto .....	133
Tabla LXV. Escala utilizada para la calificación de la medida de mitigación aplicada para obtener la significancia. ....	137
Tabla LXVI. Matriz de cribado de los impactos identificados y su significancia, derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto .....	138
Tabla LXVII. Resumen de la matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados y su significancia, derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto.....	139
Tabla LXVIII. Resumen de la matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados, en relación con la etapa del proyecto.....	142
Tabla LXIX. Impactos ambientales identificados en la categoría de Alta y Muy Alta significancia .....	143
Tabla LXX. Principales componentes, impactos y medidas identificadas a los que se les aplicará medidas de prevención, mitigación y monitoreo, según el programa de vigilancia ambiental del proyecto. ....	152
Tabla LXXI. El Programa de Monitoreo muestra los componentes y factores ambientales que serán monitoreados por etapa del proyecto, los puntos de muestreo a considerar y la periodicidad de este .....	153



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

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

**I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.**

**I.1.1 Nombre del proyecto.**

**CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE CONFINAMIENTO EN RELLENO SANITARIO DE CD. OBREGÓN, SONORA.**

❖ **SECTOR: CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES.**

Tipo de proyecto: Cambio de uso de suelo.

**I.1.2 Ubicación del proyecto.**

El proyecto será ubicado en un predio rústico rural conocido como Moscobampo del municipio de Cajeme, Sonora, en Coordenadas Geográficas Datum WGS-84 27°32'58.40"N y 109°49'38.11"O (UTM: X= 3,047,854.00 m Y= 615,788.00 m). El acceso al sitio del proyecto desde del cruce del Blvd. Las Torres y Calle José María Leyva del Parque Industrial (Planta Bimbo) de Ciudad Obregón, se realiza a través de un camino de terracería de 10.7 km con rumbo al ENE hacia la presa Bachoco. La **Figura 1** y **Figura 2** muestran mapas de macro y micro localización en el contexto estatal, regional y local.

**Anexo I. Planos del proyecto**

**I.1.3 Duración del proyecto**

El relleno sanitario de Ciudad Obregón a cargo de la empresa TECMED se encuentra en operación desde el año 2009; período en el cual se han construido y operado dos celdas de confinamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de manejo especial.

La duración del proyecto está determinada por las actividades señaladas en el programa de trabajo, el cual tendrá una duración máxima estimada en 30 años, en siete etapas con duración de 4 años cada una y dos adicionales para completar la etapa de abandono.

El cambio de uso de suelo de terrenos forestales será requerido para la construcción de cada una de las siete celdas proyectadas cada 4 años. Las actividades propiamente de CUSTF consistentes en el desmonte y despalme del terreno, serán ejecutadas al inicio de cada etapa en un periodo aproximado de dos a tres meses por etapa.

La construcción de la celda se realizará en los primeros seis meses de cada etapa y a partir de allí se inician los trabajos de confinamiento de los residuos sólidos urbanos.



## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

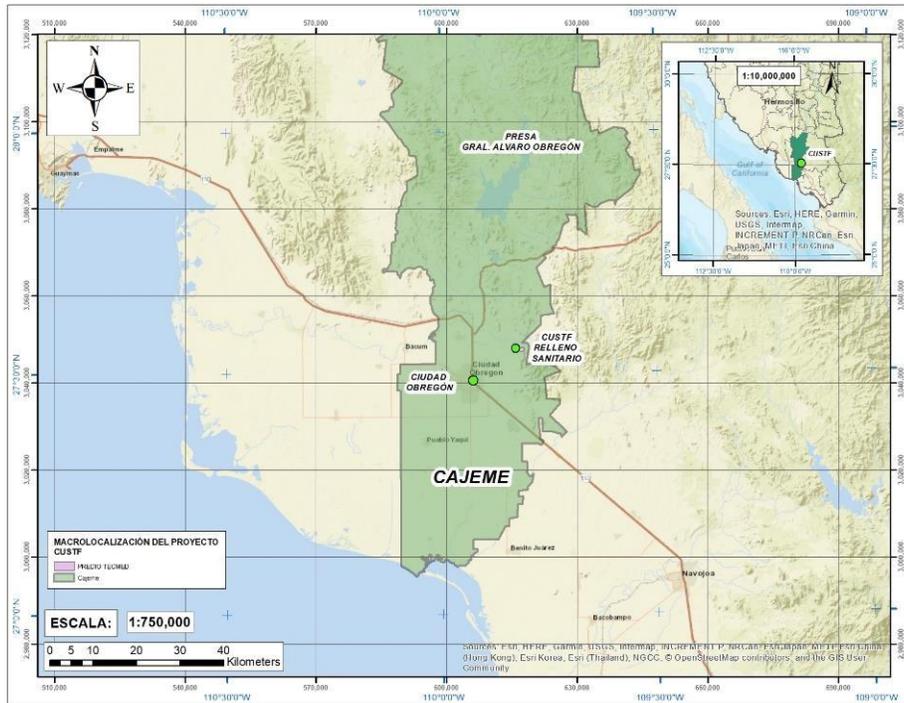


Figura 1. Plano de ubicación del proyecto de cambio de uso de terrenos forestales en el municipio de Cajeme, Sonora.

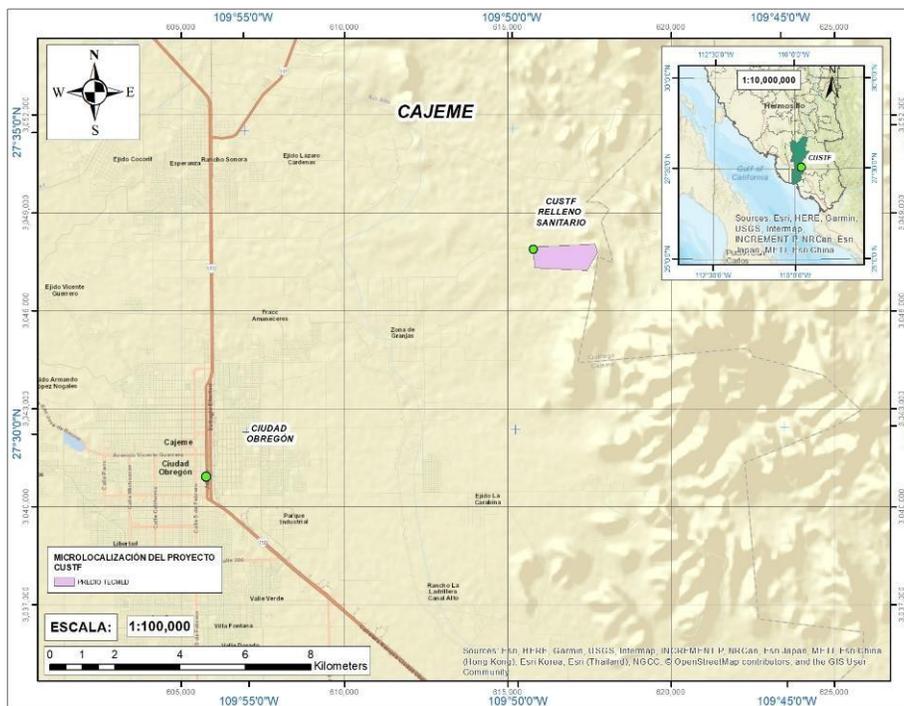


Figura 2. Plano de macro y micro localización del recinto portuario en la localidad de Guaymas, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.**

**I.2.1 Nombre o razón social.**

**TECMED Técnicas Medioambientales de México S.A. de C.V.**

**Anexo II. Expediente legal del promovente**

**I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.**

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Fracc. VI, LFTAIPG

**I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.**

Protección de Datos Personales, LFTAIPG

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

Protegido por IFAI: Art. 3ro. Fracc. VI, LFTAIPG

**I.2.5 Datos generales del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental**



Protección de Datos Personales, LFTAIPG

**I.2.5.1 Nombre del responsable técnico del estudio**

Protección de Datos Personales, LFTAIPG

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

### **II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

#### **II.1.1 Naturaleza del proyecto.**

En el año 2009, la empresa **TECMED Técnicas Medioambientales de México S.A. de C.V.** obtuvo la concesión para construir y operar el servicio de recolección y confinamiento de residuos sólidos urbanos de Ciudad Obregón, municipio de Cajeme, Sonora. En ese año, el H. Ayuntamiento de Cajeme cedió un terreno rústico (agrícola de temporal abandonado) con una superficie de 50 ha en el área rural del municipio, conocido como Moscobampo, para tales propósitos. En años posteriores, la empresa adquiriría 83.85 ha de terreno adicional como área de amortiguamiento y/o crecimiento futuro. Las autorizaciones para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF) obtenidas previamente, incluyeron exclusivamente las primeras dos etapas del proyecto: celdas 01 y 02, cuyas vigencias han concluido. En cuanto a la operación del relleno sanitario, se cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental de jurisdicción estatal con vigencia de 20 años cuyo plazo concluye en junio de 2029.

Las instalaciones actuales del relleno sanitario incluyen: camino de acceso, caseta de vigilancia, zona de espera, caseta de control, oficinas, bodega taller, cuarto de máquinas, estación diésel, lavado de maquinaria, almacén de residuos peligrosos, tanque de agua, fosa séptica, estacionamiento, área verde, celdas de confinamiento (01 y 02) y laguna de lixiviados. Actualmente, la celda 02 está próxima a alcanzar su máximo nivel de confinamiento de RSU, por lo que se requieren construir las celdas programadas para prestar el servicio en los próximos años; motivo por el cual se solicitarán nuevas autorizaciones.

En materia de la evaluación de impacto ambiental establecida en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), se solicitará la autorización del CUSTF para la totalidad de las celdas proyectadas a futuro, un total de siete, que ocuparán una superficie aproximada de 35.131 ha. Con el ritmo actual, la vida útil de cada celda será de 4 años, por lo que se espera que la totalidad de las celdas alcancen su nivel máximo de ocupación en un periodo de 28 años, más dos años adicionales para las actividades de abandono del lugar, para un total de 30 años.

Las autorizaciones de CUSTF en términos de la Ley General de Desarrollo Rural Sustentable se solicitará según las etapas programadas para la construcción de cada celda de confinamiento de residuos sólidos urbanos.

Por la naturaleza del proyecto, las actividades propias del cambio de uso de suelo de terrenos forestales requeridos se realizarán también en etapas programadas, es decir, el desmonte del terreno se efectuará conforme se vaya requiriendo a fin de evitar una erosión acelerada de terrenos sin cobertura vegetal cuando aún no son requeridos para



## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

la operación. Para construir una celda, el desmonte toma de dos a tres meses de trabajo con ayuda de una maquina moto conformadora y excavadora.

### II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto.

La disposición de los polígonos del relleno sanitario de Ciudad Obregón, municipio de Cajeme, Sonora, se muestran en el plano de la **Figura 3** trazado sobre una imagen de satélite. La **Tabla I** muestra el cuadro de construcción del polígono del predio de 83.85 ha que funciona como área de amortiguamiento, en tanto que la **Tabla II** corresponde al cuadro de construcción del predio original de 50 ha. La **Tabla III**, **Tabla IV**, **Tabla V**, **Tabla VI**, **Tabla VII**, **Tabla VIII**, **Tabla IX**, corresponden a los cuadros de construcción de las celdas que serán sometidas al cambio de uso de suelo de terrenos forestales a futuro, según el programa correspondiente; estas celdas se ubicarán al interior de los primeros dos polígonos generales.

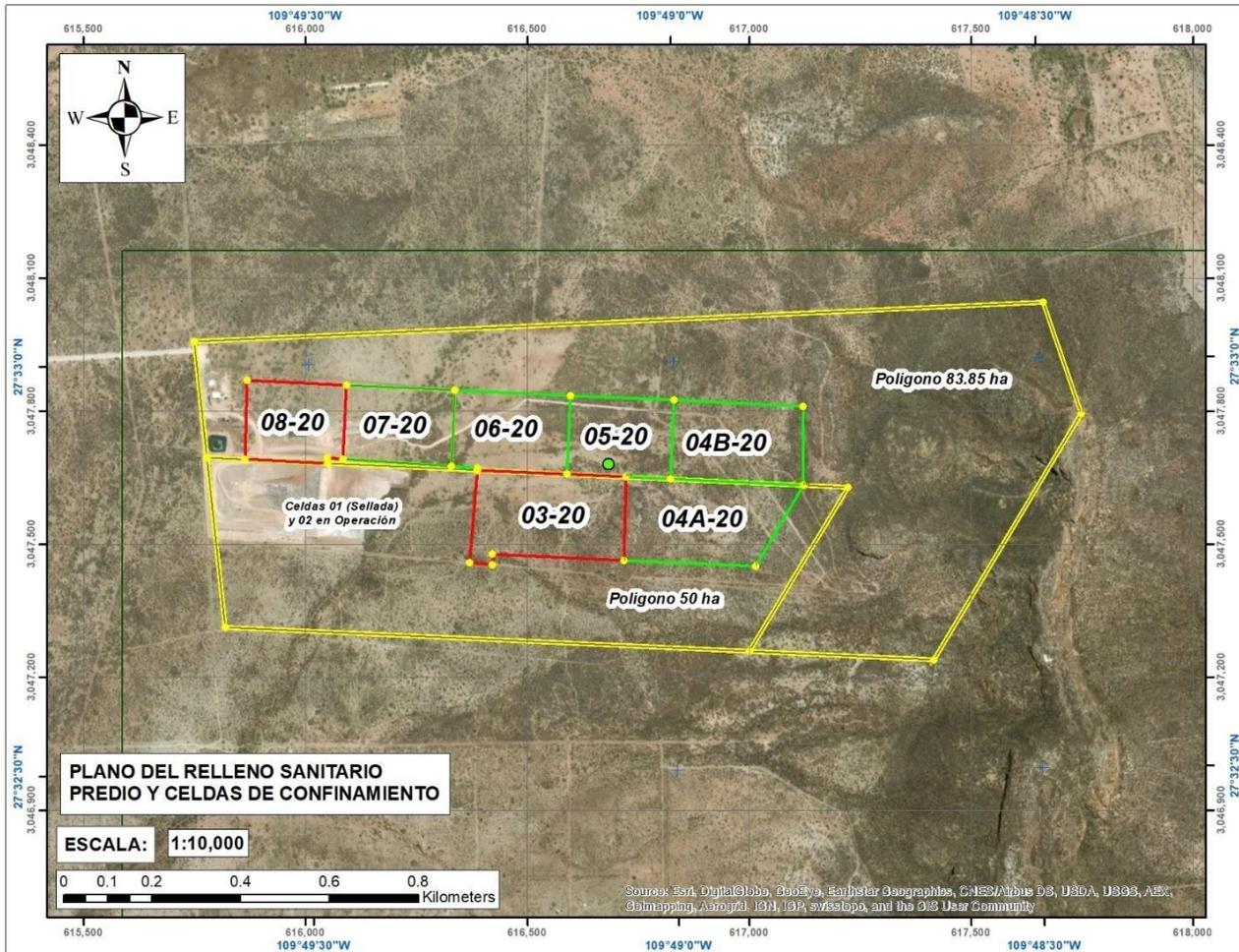


Figura 3. Plano de celdas de confinamiento en el predio de relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla I. Cuadro de construcción del polígono de ubicación del predio total del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN PREDIO 83-85-49.96 ha</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS</b>	
<b>EST</b>	<b>PV</b>				<b>Y</b>	<b>X</b>
				148	3,047,795.5200	617,748.4510
148	3	S 30°51'45.99" W	648.450	3	3,047,238.8920	617,415.8070
3	150	N 87°20'13.75" W	415.595	150	3,047,258.2000	617,000.6610
150	151	N 30°51'46.14" E	431.639	151	3,047,628.7180	617,222.0850
151	152	N 87°20'13.99" W	1,446.223	152	3,047,695.9060	615,777.4240
152	6	N 06°15'21.12" W	262.397	6	3,047,956.7400	615,748.8310
6	154	N 87°18'45.99" E	1,918.080	154	3,048,046.5730	617,662.8040
154	148	S 18°50'13.67" E	265.260	148	3,047,795.5200	617,748.4510
<b>SUPERFICIE = 83-85-49.96 ha</b>						

Tabla II. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de las celdas de confinamiento e instalaciones del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN POLÍGONO GENERAL 50-00-00.19 ha</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS</b>	
<b>EST</b>	<b>PV</b>				<b>Y</b>	<b>X</b>
				43	3,047,628.7160	617,222.0850
43	44B	S 30°51'46.63" W	431.639	44B	3,047,258.2000	617000.66.1
44B	2B	N 87°20'14.10" W	1,182.556	2B	3,047,313.1380	615,819.3830
2B	42	N 06°15'20.81" W	385.060	42	3,047,695.9060	615,777.4240
42	43	S 87°20'13.70" E	1,446.223	43	3,047,628.7160	617,222.0850
<b>SUPERFICIE = 50-00-00.19 ha</b>						

Tabla III. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 03-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CELDA 03-20</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS</b>	
<b>EST</b>	<b>PV</b>				<b>Y</b>	<b>X</b>
				148	3,047,667.5039	616,388.1009
623	321	S 87°20'14.73" E	334.906	3	3,047,651.9462	616,722.6458
321	6	S 01°26'31.39" W	187.746	150	3,047,464.2600	616,717.9210
6	32	N 87°20'14.54" W	296.481	151	3,047,478.0330	616,421.7600
32	322	S 02°40'00.83" W	23.689	152	3,047,454.3698	616,420.6578
322	P12	N 84°43'15.48" W	49.903	6	3,047,458.9612	616,370.9668
P12	623	N04°41'49.00" E	209.245	154	3,047,667.5039	616,388.1009
<b>SUPERFICIE = 6-49-79.74 M2</b>						

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla IV. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 04-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CELDA 04-20</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS</b>	
<b>EST</b>	<b>PV</b>				<b>Y</b>	<b>X</b>
				321	3,047,651.9445	616,722.6457
321	424	S 87°20'13.70" E	400.318	424	3,047,633.3461	617,122.5318
424	7	S 30°33'50.62" W	212.390	7	3,047,450.4650	617,014.5310
7	6	N 87°20'17.30" W	296.931	6	3,047,464.2549	616,717.9206
6	321	N 01°26'31.50" E	187.749	321	3,047,651.9445	616,722.6457
<b>SUPERFICIE = 6-54-38.037 M2</b>						

Tabla V. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 04B-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CELDA 04B-20</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS</b>	
<b>EST</b>	<b>PV</b>				<b>Y</b>	<b>X</b>
				521	3,047,824.8192	616,830.5948
521	421	S 87°20'13.63" E	291.222	421	3,047,811.2892	617,121.5028
421	422	S 00°19'52.81" E	177.946	422	3,047,633.3461	617,122.5318
422	423	N 87°20'15.99" W	300.617	423	3,047,647.3092	616,822.2388
423	521	N 02°41'42.42" E	177.707	521	3,047,824.8192	616,830.5948
<b>SUPERFICIE = 5-25-86.412 M2</b>						

Tabla VI. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 05-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CELDA 05-20</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS</b>	
<b>EST</b>	<b>PV</b>				<b>Y</b>	<b>X</b>
				621	3,047,835.6372	616,597.9828
621	521	S 87°20'14.23" E	232.863	521	3,047,824.8192	616,830.5948
521	423	S 02°39'46.48" W	177.702	423	3,047,647.3092	616,822.3388
423	622	N 87°20'14.23" W	232.863	622	3,047,658.1272	616,589.7268
622	621	N 02°39'48.48" E	177.702	621	3,047,835.6372	616,597.9828
<b>SUPERFICIE = 4-13-80.270 M2</b>						

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla VII. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 06-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CELDA 06-20						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				721	3,047,847.7862	616,336.7728
721	621	S 87°20'13.44" E	261.492	621	3,047,835.6372	616,597.9828
621	622	S 02°39'46.48" W	177.702	622	3,047,658.1272	616,589.7288
622	623	N 87°20'12.19" W	201.844	623	3,047,667.5061	616,388.1011
623	P3	N 04°41'45.52" W	4.017	P3	3,047,671.5100	616,388.4300
P3	722	N 86°06'00.29" W	59.805	722	3,047,675.5776	616,328.7634
722	721	N 02°39'46.48" E	172.395	721	3,047,847.7862	616,336.7728
<b>SUPERFICIE = 4-61-89.129 M2</b>						

Tabla VIII. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 07-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CELDA 07-20						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				822	3,047,859.1792	616,091.8128
822	721	S 87°20'13.61" E	245.225	721	3,047,847.7862	616,336.7728
721	722	S 02°39'46.48" W	172.395	722	3,047,675.5776	616,328.7634
722	823	N 86°06'00.29" W	245.282	823	3,047,692.2602	616,084.0494
823	822	N 02°39'46.43" E	167.099	822	3,047,859.1792	616,091.8128
<b>SUPERFICIE = 4-16-26.196 M2</b>						

Tabla IX. Cuadro de construcción del polígono de ubicación de la celda 08-20 del relleno sanitario de Ciudad Obregón, Sonora.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CELDA 08-20						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				16	3,047,691.9002	615,863.5536
16	821	N 01°22'24.16" E	177.748	821	3,047,869.5972	615,867.8138
821	822	S 87°20'13.71" E	224.241	822	3,047,859.1792	616,091.8128
822	823	S 02°39'46.43" W	167.099	823	3,046,692.2602	616,084.0494
823	P4	N 86°06'00.29" W	34.549	P4	3,047,694.6100	616,049.5800
P4	825	S 04°11'02.76" W	11.352	825	3,047,683.2881	616,048.7517
825	16	N 87°20'15.22" W	185.398	16	3,047,691.9002	615,863.5536
<b>SUPERFICIE = 3-91-11.934 M2</b>						

### **II.1.3 Inversión requerida.**

### **II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.**

El área del proyecto solo cuenta con un camino de terracería en buenas condiciones para acceder al sitio. Por ser un predio rústico sin población en sus alrededores no cuenta con otros servicios públicos.

El tipo de proyecto solo requiere contar con un acceso en buenas condiciones durante todo el año, toda vez que la operación del relleno sanitario es de lunes a sábado todas las semanas del año, recolectando y disponiendo de los residuos sólidos urbanos.

No se requiere de otro tipo de servicios públicos. En materia de telecomunicaciones, se cuenta con cobertura de telefonía celular en el lugar del proyecto.

Los productos y servicios como son: insumos, materiales, combustibles y lubricantes se obtienen de las casas comerciales y de servicios en Cd. Obregón, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.**

**II.2.1 Programa General de Trabajo.**

El presente proyecto será realizado en etapas determinadas por el avance de cada celda de confinamiento según la demanda de espacio para el confinamiento de RSU y de manejo especial. Para evitar confusiones se denominarán fases del proyecto y su cronograma de ejecución se presenta en la **Tabla X** como **Programa General de Trabajo**. Cada una de las siete fases tendrá una duración cercana a los cuatro años de duración que suman 28 años; incluyéndose una fase final de dos años de duración para desarrollar actividades propias del abandono del sitio, por lo que el proyecto total tendrá un total de **30 años** de vida útil. Las actividades constructivas y operativas se desarrollarán en un periodo de cuatro años<sup>1</sup> (posterior al sellado de una celda) en cada una de las fases del proyecto son similares y se describen en el **Programa Particular de Trabajo** de la **Tabla XI** donde se incluyen las etapas de preparación del sitio y cambio de uso de suelo, construcción de la celda de confinamiento en cuestión, la operación propia del relleno sanitario y retiro (sellado de celda). **MUY IMPORTANTE:** El CUSTF se desarrollará según las necesidades del proyecto; es decir, cuando una celda en operación requiera materiales para ir cubriendo los RSU, se inicia con desmontes de pequeñas superficies en la celda programada siguiente para proveer materiales de préstamo. En este sentido, se requiere que la autorización del cambio de uso de suelo de terrenos forestales no se limite a un espacio de tiempo rígido y sea por la totalidad de los años del programa integral (**30 años**). Las celdas donde se realice el CUSTF contará con las autorizaciones correspondientes en materia de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.

Tabla X. Programa general de trabajo según cada una de las celdas proyectadas del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

FASE DEL PROYECTO	AÑOS																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
CELDA 03-20	■	■	■	■																										
CELDA 08-20		■	■	■	■	■	■	■	■																					
CELDA 07-20						■	■	■	■	■	■																			
CELDA 06-20										■	■	■	■	■																
CELDA 05-20														■	■	■	■	■	■	■	■									
CELDA 04B-20																					■	■	■	■	■					
CELDA 04A-20																										■	■	■	■	■
ABANDONO DE SITIO																													■	■

■	Inicio etapa constructiva y operativa
■	CUSTF parcial

<sup>1</sup> El plazo de cuatro años para cada una de las fases fue una estimación cercana al ritmo de relleno actual; sin embargo, puede variar a futuro según las necesidades de la población.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla XI. Programa particular de trabajo para cada etapa, según la celda vigente; incluye las subetapas de preparación del sitio, CUSTF, así como la construcción, operación y sellado de celda.

ACTIVIDADES PARA CADA ETAPA	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4			
	I	II	III	IV												
PREPARACIÓN DEL SITIO: DELIMITACIÓN DE CELDA																
CUSTF: DESMONTE Y DESPALME DEL TERRENO EN CELDA																
CONSTRUCCIÓN DE CELDA																
OPERACIÓN DE CELDA																
RETIRO (SELLADO DE CELDA)																

**II.2.2 Representación gráfica local**

En el mapa de la Figura 4 se presenta una representación gráfica escala 1:10,000 de las superficies del proyecto de cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora, así como la carta (1:50,000) del uso de suelo establecido por la Comisión Nacional Forestal CONAFOR-SEMARNAT en el Inventario Estatal Forestal 2014.

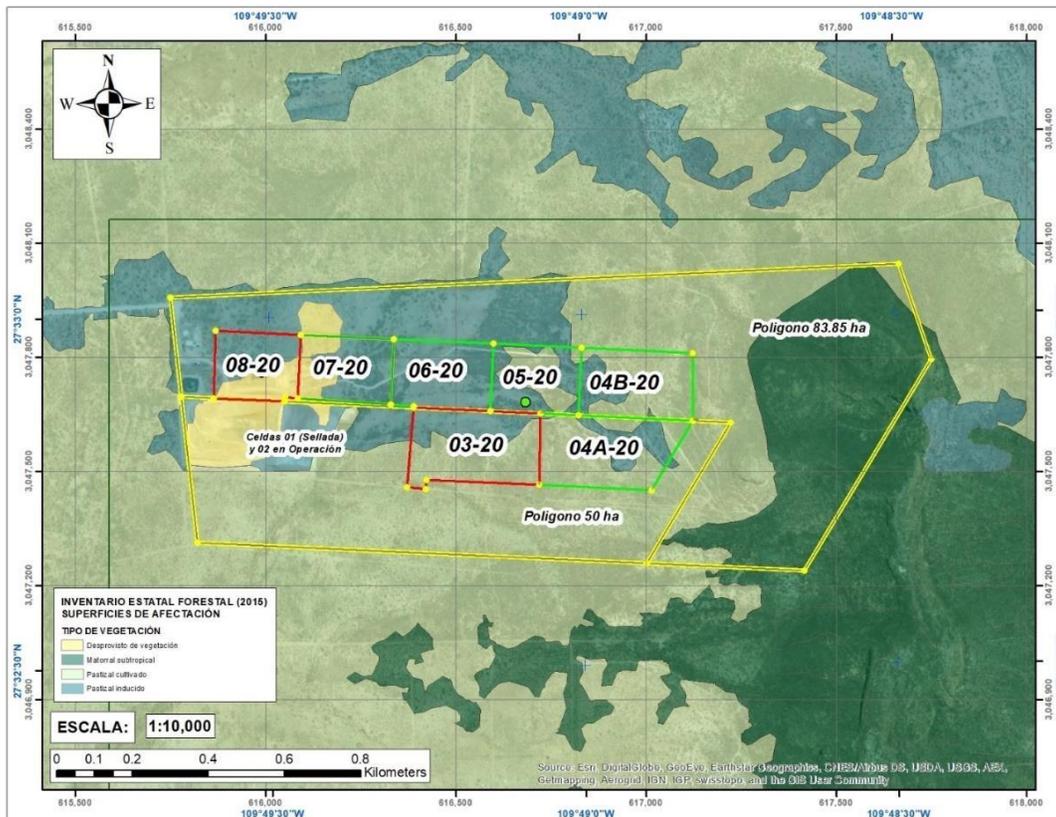


Figura 4. Mapa de escala 1:10,000 de las superficies del proyecto sobre la capa de información de la categoría del uso de suelo según el Inventario Estatal Forestal (2014).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

De acuerdo con el Inventario Estatal Forestal (2014), la superficie de los predios de 83 y 50 ha que conforman el predio total del proyecto, presenta coberturas del 50% de pastizal cultivado, 26% de pastizal inducido, 19% de matorral subtropical y 5% desprovisto de vegetación. Individualmente, el predio de 83 ha presenta una superficie con cobertura del 34% de pastizal inducido, 32% de pastizal cultivado, 31% de matorral subtropical y 3% desprovisto de vegetación; en tanto que el predio de 50 ha presenta 75% de pastizal cultivado, 17% de pastizal inducido y 8% desprovisto de vegetación, tal como se muestra en las gráficas de la **Figura 5**.

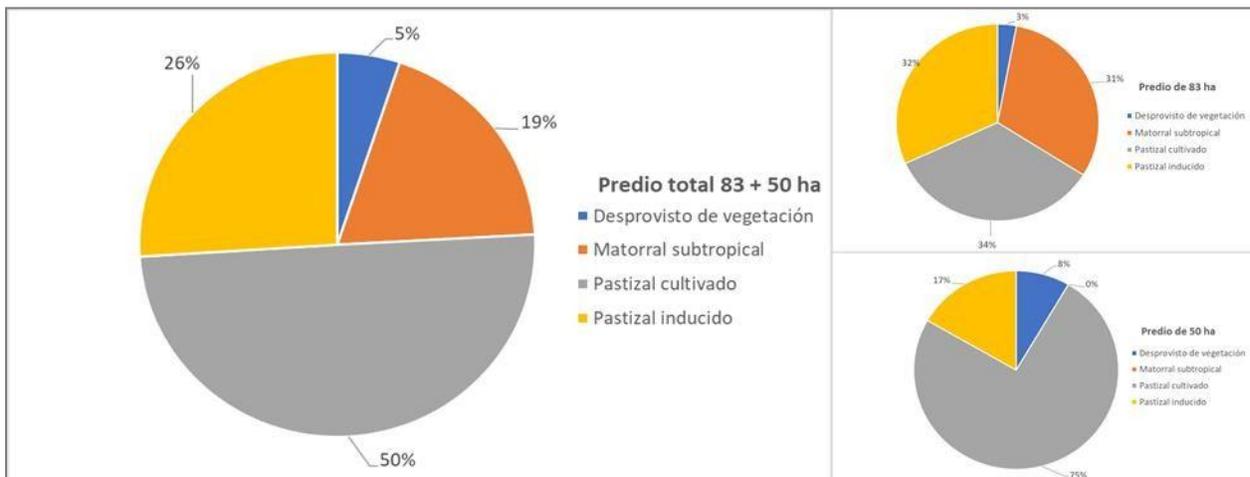


Figura 5. Representación gráfica del porcentaje de uso de suelo del predio total del proyecto, así como de los predios de 83 y 50 ha en que se integra, donde se desarrolla el proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

La **Figura 6** presenta una representación gráfica del uso de suelo del terreno que ocupará la totalidad de las celdas de confinamiento de residuos sólidos urbanos, así como para cada una de las celdas proyectadas. Para el caso de la totalidad de superficie que ocupará las celdas de confinamiento, el 49% corresponde a pastizal inducido, 42% a pastizal cultivado y 9% está desprovisto de vegetación. Las celdas de manera individual se encuentran cubiertas de pastizal inducido y pastizal cultivado; aunque las celdas 07-20 y 08-20 tienen grandes extensiones de terreno desprovisto de vegetación.

De acuerdo con el Inventario Estatal Forestal (2014), las superficies del predio correspondientes los tipos de vegetación: pastizal inducido, pastizal cultivado y desprovisto de vegetación se consideran como terrenos no forestales; en tanto que las superficies correspondientes a matorral subtropical se consideran Zonas semiáridas (forestales). Para el caso, esta última representa el 19% del predio total, pero 0% de la cobertura sujeta a CUSTF. Sin embargo, a nivel del estudio de campo, si se considera que existen terrenos forestales que serán sometidos al CUSTF. Finalmente, **Tabla XII** muestra la distribución de las superficies respecto a la clasificación de la vegetación y su política de uso destinado.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

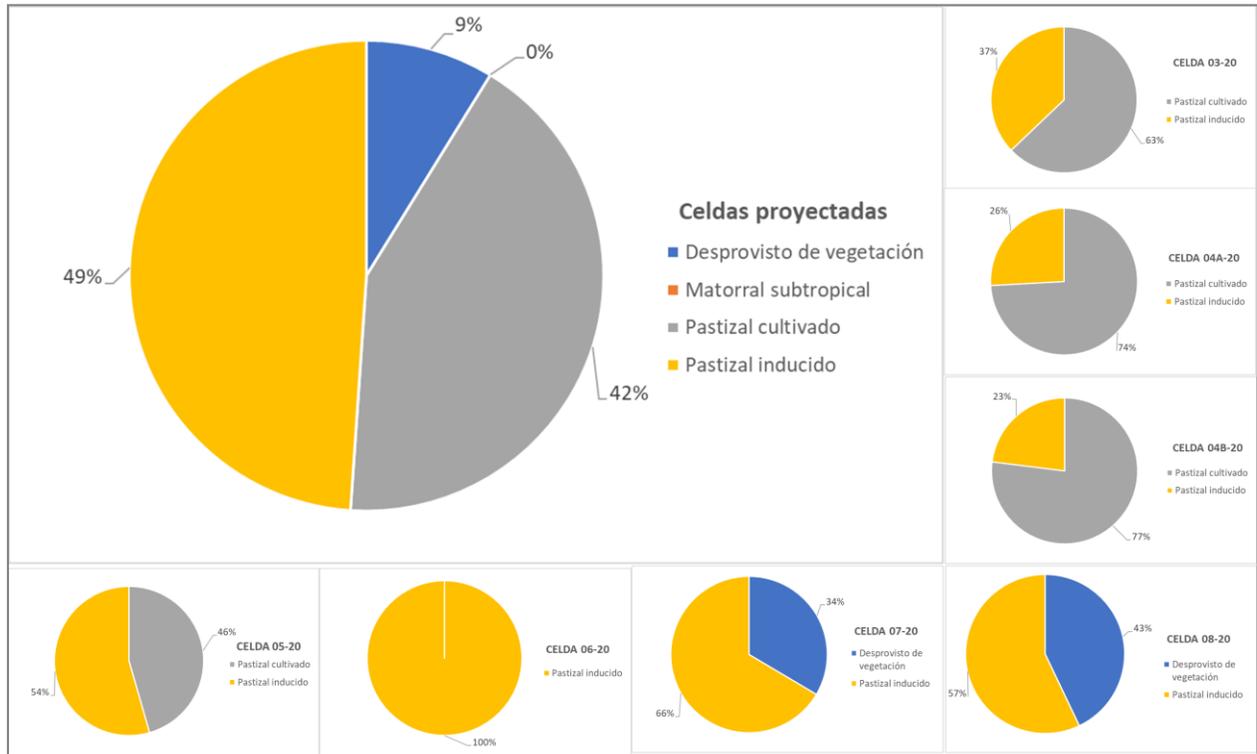


Figura 6. Representación gráfica del porcentaje de uso de suelo del terreno que ocupará la totalidad de las celdas de confinamiento de residuos sólidos urbanos, así como para cada una de las celdas proyectadas para el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

Tabla XII. Clasificación de superficies para el proyecto de cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

ZONAS	CLASIFICACIONES	SUPERFICIE (HA)	%
Zonas de conservación y Aprovechamiento Restringido	Áreas Naturales Protegidas	0	0
	Superficie arriba de los 3,000 msnm	0	0
	Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°	0	0
	Superficies con vegetación de manglar o Bosque mesófilo de montaña	0	0
	Superficies con vegetación en galería	0	0
Zona de Producción	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta	0	0
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable media	0	0
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja	0	0
	Terrenos con vegetación forestal en zonas áridas	35.13	100
	Terrenos adecuados para realizar reforestaciones	0	0
Zona de Restauración	Terrenos con degradación alta	0	0
	Terrenos con degradación media	0	0
	Terrenos con degradación baja	0	0
	Terrenos degradados que ya están sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración	0	0

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

### **II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción.**

- De acuerdo con el **Programa General de Trabajo**, el proyecto se realizará en fases que estarán definidas por la celda sobre la cual se avanzará en el confinamiento de residuos sólidos urbanos o de manejo especial. Para cada fase, el **Programa Particular de Trabajo** consideran las etapas de preparación del sitio y cambio de uso de suelo, construcción, operación y retiro.

#### **II.2.3.1 Preparación del sitio y cambio de uso de suelo.**

- Dentro de esta etapa se considera el trazo y estacado de la poligonal sobre el terreno para definir el área de desplante de las obras.
- Se seleccionan y marcan con una cinta plástica los individuos vegetales sujetos a protección especial que deberán ser reubicados al sitio destinado para ello.
- Se procede al desmonte del terreno, cuidando de respetar los individuos seleccionados para reubicación.
- Los trabajos son realizados con la maquinaria pesada de la empresa; para el caso, con ayuda de moto conformadora y retroexcavadora.
- La vegetación retirada será apilada en los márgenes de la obra, para que pierda humedad. Al tratarse de vegetación de bajo porte, la trituración se hará con el paso de maquinaria pesada sobre ella.

La **Tabla XIII** muestra las superficies de impacto proyectadas respecto a la superficie total del terreno. No se consideran obras temporales para este proyecto. La **Tabla XII** muestra la clasificación de superficies para el proyecto de cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

Tabla XIII. Superficies de terreno y porcentaje respecto a la superficie total del terreno para el tipo de obra.

<b>Tipo de obras</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>% respecto a la superficie total del terreno</b>
Obras permanentes proyectadas	35.13	27.03%
Obras temporales	0.00	0.00%

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**II.2.3.2 Etapa de construcción.**

- La etapa constructiva inicia con el despalme del terreno y excavación a las cotas del proyecto. El material producto de la excavación será utilizado como material de relleno en las celdas de confinamiento en operación conformando una capa sobre los residuos sólidos urbanos. Los taludes de la celda tendrán una pendiente 2:1 en taludes y se compactarán al 90-95% de la prueba PROCTOR para asegurar su estabilidad. La celda de confinamiento tendrá un sistema de impermeabilización, conformada por una colchoneta geotextil y geomembrana de polietileno de alta densidad de 40 milésimas termo fusionada (**Figura 7**).
- Sobre la membrana se colocará una capa superficial de material para protegerla contra el rompimiento por el paso de vehículos con residuos sólidos urbanos y la maquinaria empleada para su dispersión sobre la celda.
- Se instalará un sistema colector de lixiviados por cada 1,000 m<sup>2</sup> de celda o fracción de esta. El colector y subcolectores estarán armados con tubería de polietileno de alta densidad de 10 a 15 cm de diámetro como mínimo, respectivamente. La pendiente de escurrimiento del colector y subcolectores de lixiviados no debe ser menor al 2% en dirección al cárcamo. La **Figura 8**, **Figura 9** y **Figura 10** muestran detalles de la instalación sobre el piso de la celda de confinamiento.
- Se debe instalar también un pozo de monitoreo de lixiviados tal como se muestra en la **Figura 11**.
- Se debe construir un sistema de desalojo del biogás, consistente en chimeneas de venteo de tubería vertical de 4 a 6" de diámetro que sobresalgan de la pila de residuos sólidos urbanos compactados y sellados, tal como se muestra en la **Figura 12**. Debe existir un sistema de venteo por cada 300 m<sup>2</sup> o fracción.

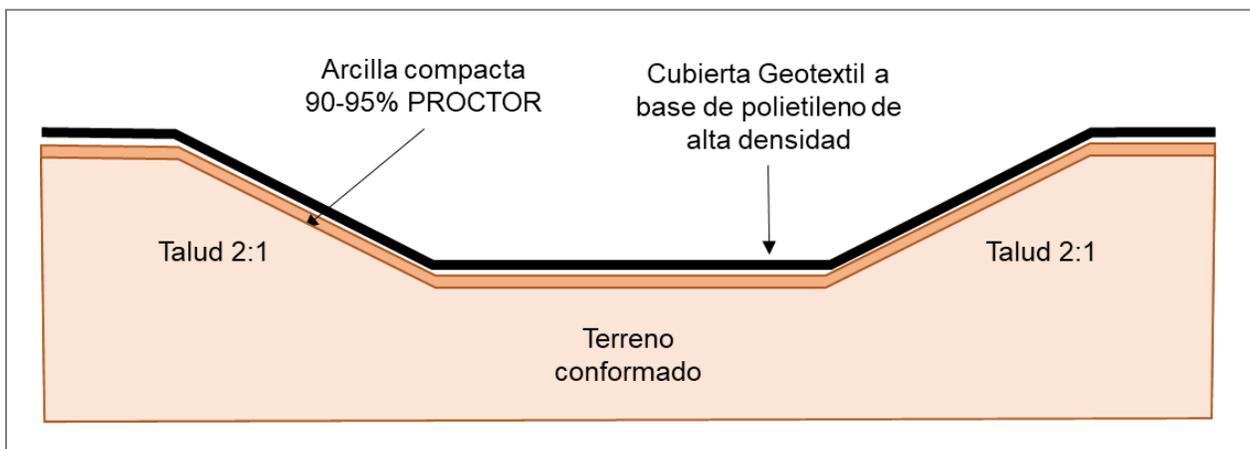


Figura 7. Corte típico transversal proyectado para celdas de confinamiento de RSU en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

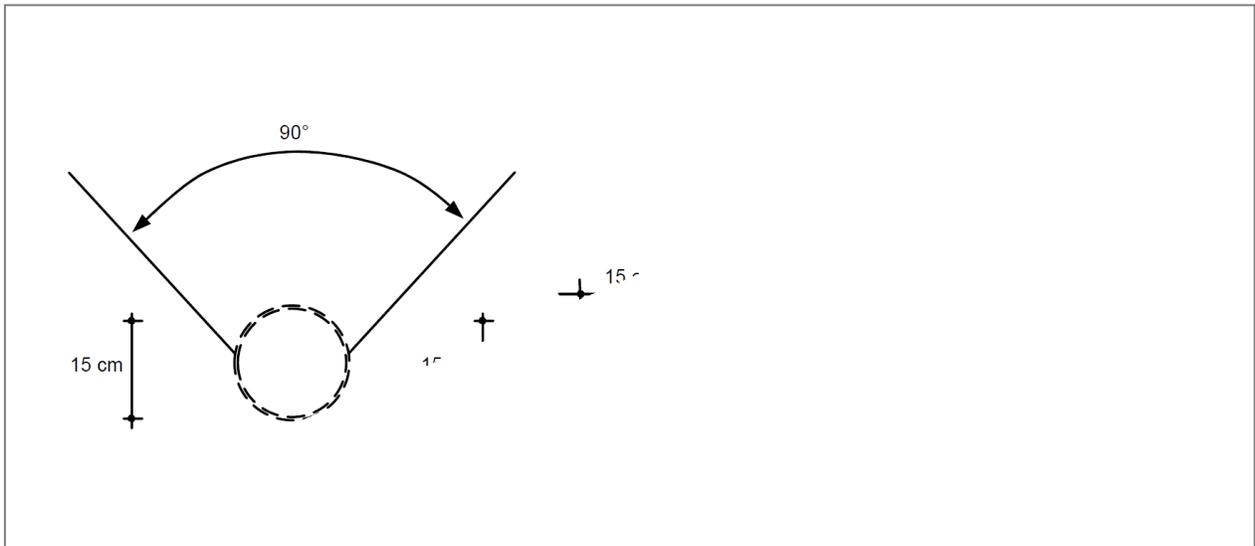


Figura 8. Detalle de tubería para captación de lixiviados de celdas de confinamiento. Representación gráfica tomada de la NOM-057-SEMARNAT-1993.

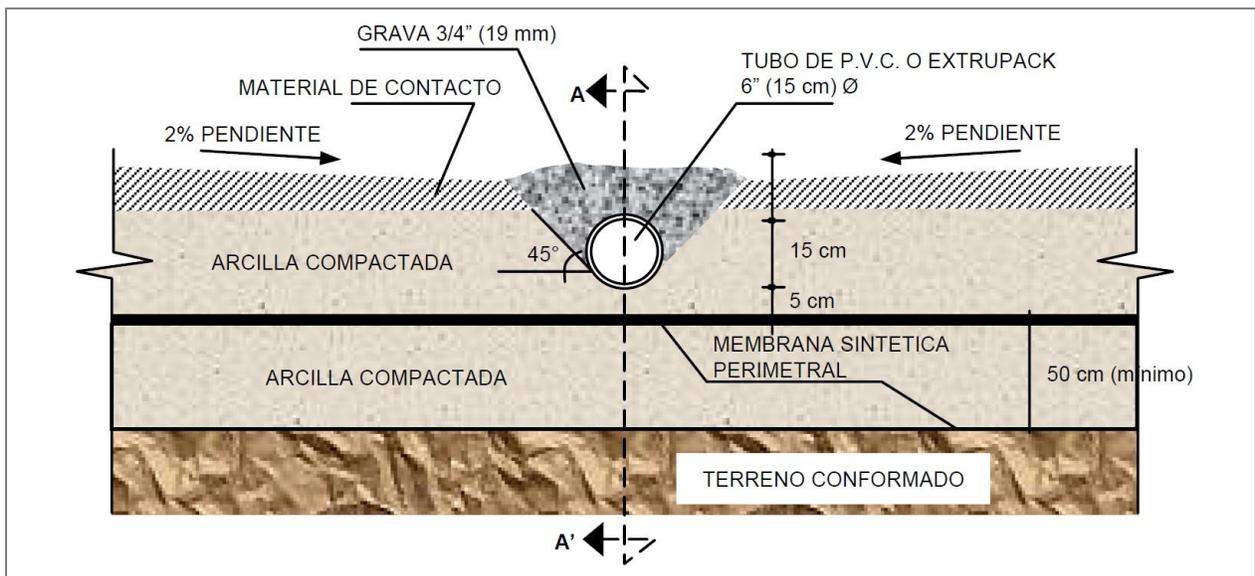


Figura 9. Corte transversal del terreno donde se detalla la instalación de la tubería para captación de lixiviados de celdas de confinamiento de RSU. Representación gráfica tomada de la NOM-057-SEMARNAT-1993.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

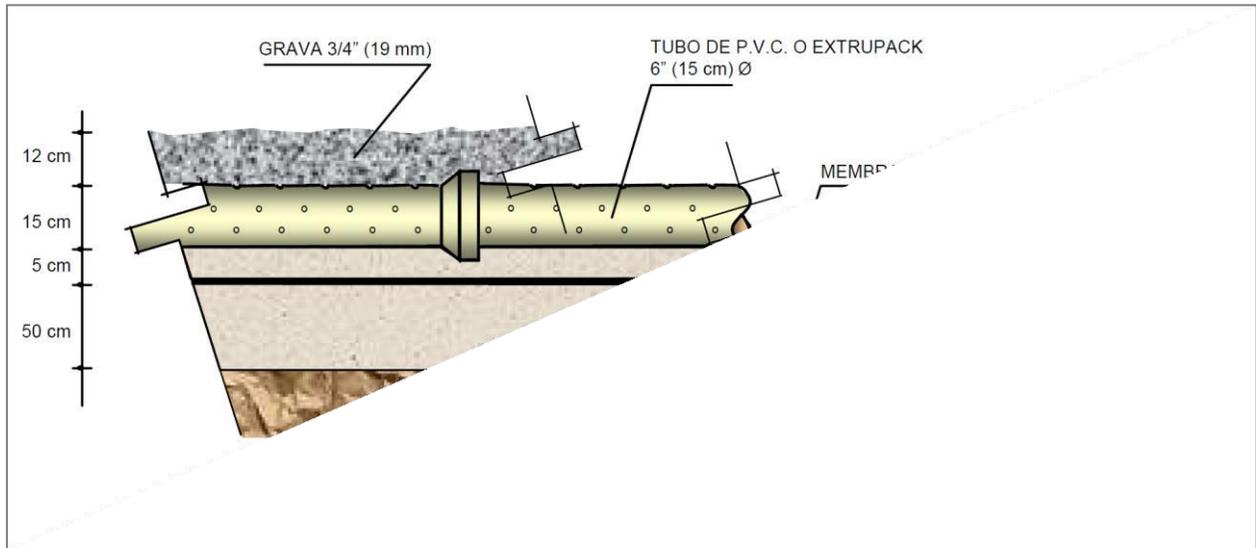


Figura 10. Corte longitudinal del detalle de la tubería de captación de lixiviados en celdas de confinamiento de RSU. Representación gráfica tomada de la NOM-057-SEMARNAT-1993.

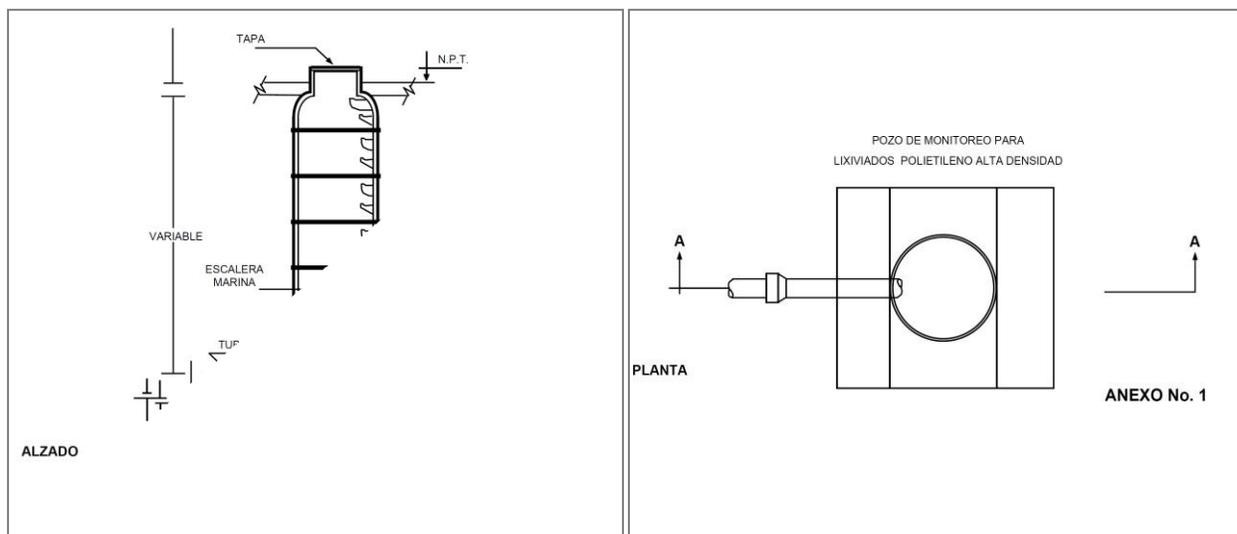


Figura 11. Detalle de pozo de monitoreo para lixiviados en celdas de confinamiento de RSU en relleno sanitario. Representación gráfica tomada de la NOM-057-SEMARNAT-1993.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

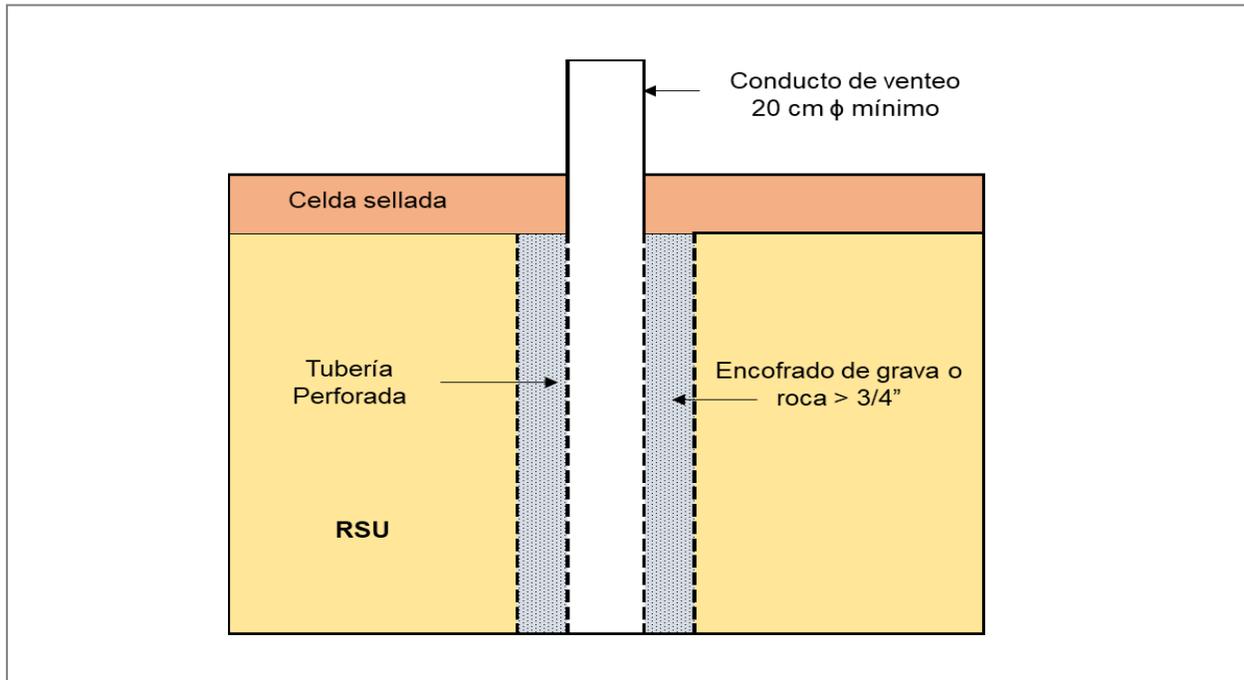


Figura 12. Corte transversal de detalle de las chimeneas de venteo de gases para las celdas de confinamiento de RSU del relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

#### II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento.

- La celda de confinamiento en operación considera en primera instancia el ingreso y registro de los casi 550 ton diarias de residuos sólidos urbanos provenientes desde la planta de transferencia ubicado en el parque industrial de Cd. Obregón, Sonora. Los residuos sólidos urbanos son transportados por camiones de carga de 24 ton.
- Los camiones descargan los residuos sólidos urbanos en la celda de confinamiento, luego son distribuidos y compactados en el frente de trabajo con ayuda de tres cargadores frontales tipo D6. Conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003 la compactación de RSU debe alcanzar los 300 kg/m<sup>3</sup>.
- Cuando la capa de residuos sólidos urbanos compacta alcanza una altura aproximada de 3 m se coloca una capa de tierra de 20 cm para cubrirlos y se continua con una nueva capa.
- El confinamiento de residuos sólidos urbanos dentro de una celda alcanzará una altura aproximada de 9 m sobre el nivel del terreno natural.
- Las actividades incluyen el monitoreo anual de las emisiones a la atmósfera, lixiviados y calidad de agua del acuífero local.

## **II.2.5 Etapa de abandono de sitio**

- Para el Programa Particular de Trabajo, la etapa de retiro o sellado de la celda en operación consiste en el relleno y compactación con una capa de 50 cm de tierra y posterior nivelación de la celda para impedir la incorporación de más RSU o de manejo especial.
- En el caso del Programa General de Trabajo, la fase de abandono o cobertura final debe aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo de biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado.
- Las áreas que alcancen su altura final y tengan una extensión de dos hectáreas deben ser cubiertas conforme al avance de los trabajos y el diseño específico del sitio.
- La conformación final al sitio contemplará las restricciones relacionadas con el uso de suelo del sitio, estabilidad de taludes, límites del predio, características de la cobertura fina de clausura, drenajes superficiales y la infraestructura para control de lixiviado y biogás.
- Se elaborará y operará un programa de mantenimiento de post-clausura para todas las instalaciones del sitio de disposición final por un periodo de al menos 20 años, o menor si se demuestra que ya no existe riesgo para la salud y el ambiente.
- El programa incluirá el mantenimiento de la cobertura final de clausura (sellado), para reparar grietas y hundimientos provocados por la degradación de los RSU y de manejo especial, así como los daños ocasionados por la erosión (escurrimientos pluviales y vientos).
- También se mantendrá el monitoreo de las chimeneas de biogás y pozo de lixiviados por unos años, así como de los mantos freáticos en los alrededores del sitio para asegurarse no exista contaminación.

## **II.2.6 Utilización de explosivos.**

Ninguna de las acciones o actividades del proyecto requiere del uso de explosivos.

## **II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera**

### **a) Emisiones a la atmosfera.**

Las actividades de preparación del sitio y cambio de uso de suelo de terrenos forestales, así como de construcción de celdas de confinamiento, no repercutirán de manera significativa en la suma total de emisiones a la atmósfera del proyecto. La maquinaria empleada para estas tareas serán las mismas que se emplean para la operación normal del relleno sanitario durante todo el año.

En el mismo tenor, las actividades de construcción de las celdas del relleno sanitario también serán realizadas con la maquinaria pesada de la empresa TECMED para su operación.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Las emisiones importantes del proyecto de relleno sanitario serán de la descomposición de los residuos sólidos urbanos confinados en el lugar, dado que son una fuente importante reconocida de gases de efecto invernadero.

**b) Aguas residuales.**

Las aguas residuales de las instalaciones del relleno sanitario de Cd. Obregón son canalizadas a una fosa séptica donde se descomponen. Las etapas de preparación del sitio y construcción no serán diferentes a la etapa de operación, toda vez que las actividades se realizan con el mismo personal.

**c) Residuos sólidos.**

Los residuos sólidos generados durante la etapa de preparación del sitio, cambio de uso de suelo y construcción de las celdas de confinamiento, serán dispuestos en el propio relleno sanitario.

**d) Residuos peligrosos.**

Las instalaciones del relleno sanitario cuentan con área de almacenamiento de residuos peligrosos donde se acopian temporalmente estas sustancias, para ser dispuestos adecuadamente por un prestador de servicios autorizado para su traslado y disposición final.

Los residuos peligrosos serán producto del mantenimiento de maquinaria pesada que se mantiene laborando todo el año en el lugar, en todas las etapas del proyecto.

## **II.2.8 Generación de gases de efecto invernadero**

Identificar por etapa si el proyecto:

### **II.2.8.1 Generará gases de efecto invernadero, como es el caso de H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC, O<sub>3</sub>, entre otros.**

Los rellenos sanitarios constituyen una fuente importante de biogás resultado del proceso de descomposición biológica de residuos sólidos de origen orgánico, conformado por metano (CH<sub>4</sub>) y bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), encontrándose también trazas de compuestos orgánicos volátiles (COV). La composición del biogás depende de diversas variables, dentro de las que sobresalen las características y volumen del residuo, humedad, compactación y edad del relleno sanitario. La generación de emisiones de biogás varía en el tiempo y con las condiciones ambientales, sin embargo, en México los fenómenos involucrados para poder comprender la complejidad de la degradación. Los componentes del biogás que se encuentran en mayor proporción corresponden al metano y al dióxido de carbono, que en su punto máximo de generación presentan una relación 1.2:1

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**II.2.8.2 Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida.**

La tasa de producción de metano puede ser estimada por diversos modelos de producción de biogás. El modelo *Landfill Gas Emission Model* (LandGEM) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), es una herramienta utilizada para estimar tasas de emisión de sitios de disposición de residuos sólidos municipales; LandGEM es uno de los modelos que se basa en una ecuación de descomposición con cinética de primer orden para la cuantificación las emisiones derivadas de la descomposición de residuos biodegradables. El modelo se utiliza para estimar las tasas de emisión total de gases de relleno sanitario como el metano, el dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, y otros contaminantes atmosféricos asociados

Los datos que se ingresaron al modelo LandGEM V.3.02 corresponden a un volumen de 500 ton de RSU diarios que se reciben en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora; se consideraron 6 días a la semana (domingo se reducen las rutas), lo cual equivale a 156,000 ton al año y una vida útil de 30 años. Los resultados se muestran en la gráfica de la **Figura 13**. Los valores al final de la vida útil del relleno sanitario alcanzarán valores cercanos a las 50,000 toneladas por año de emisiones totales, 40,000 ton de CO<sub>2</sub> y 10,000 ton de metano.

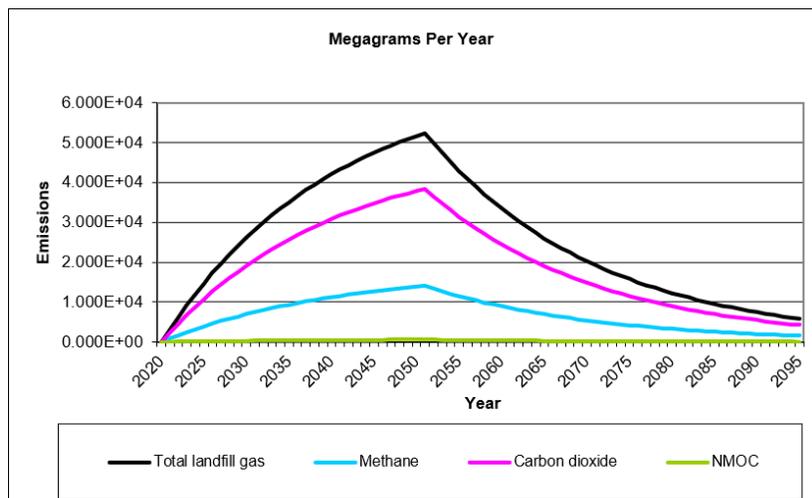


Figura 13. Resultado del modelo LandGEM V.3.02 de la EPA para estimar tasas de emisión de GEI en sitios de disposición de RSU. Megagramo equivale a tonelada métrica.

**II.2.8.1 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto.**

El principal consumo energético para la operación del relleno sanitario es de combustible diésel. Un consumo estimado anual de 168.48 m<sup>3</sup> de combustible emite alrededor de 448.76 tCO<sub>2</sub>e (toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

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

**III.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET).**

**III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, las acciones del presente proyecto se desarrollarán en las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) No. 104 y 106 denominadas: “Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales” y “Llanuras Costeras y Deltas de Sonora”, respectivamente, localizadas en la región central y sur del Estado de Sonora, ambas con política ambiental de Aprovechamiento Sustentable y Restauración, conforme al mapa de la **Figura 14**.

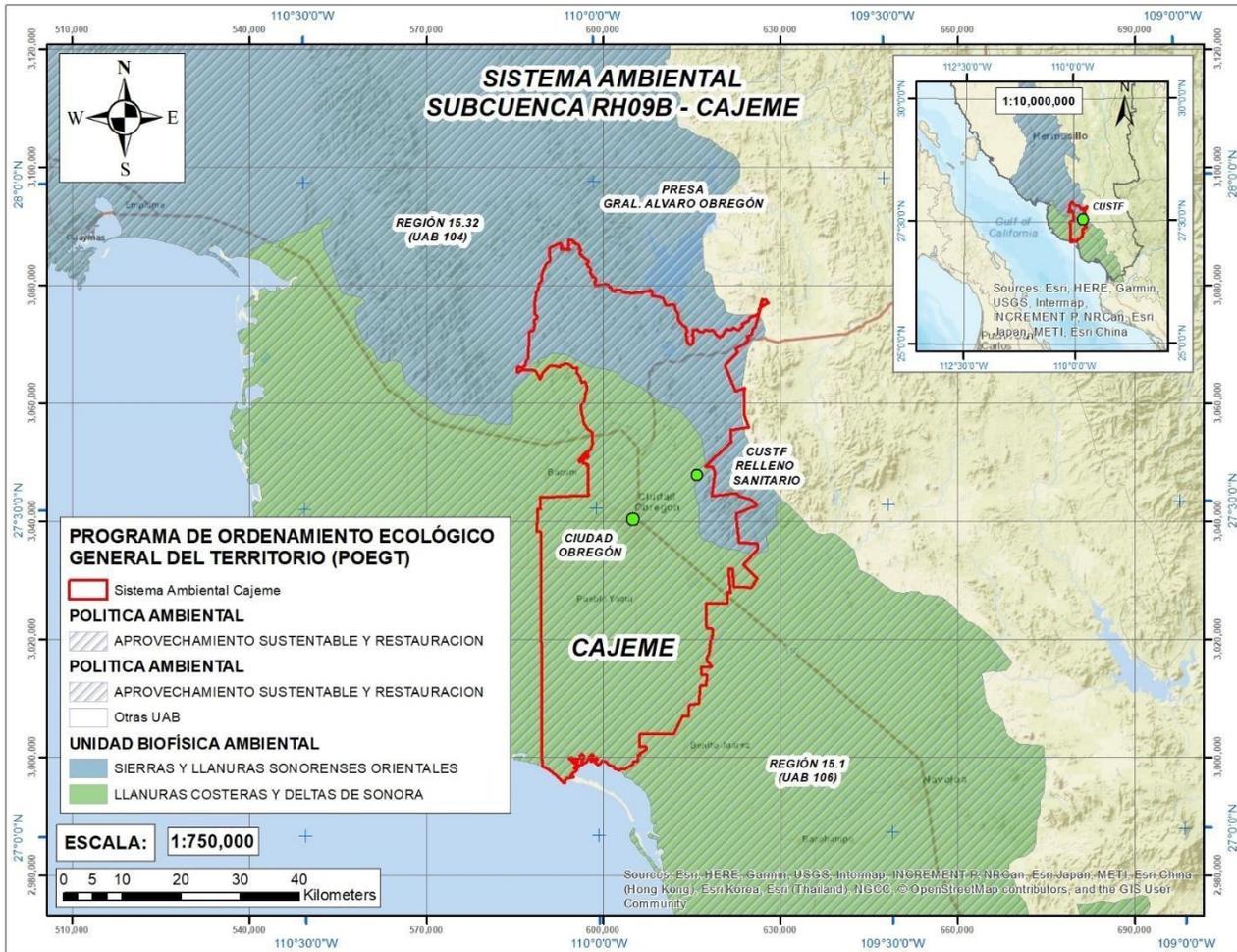


Figura 14. Región ecológica 15.32 compuesta por las Unidades Ambientales Biofísicas No. 104 y 106 “Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales” y “Llanuras Costeras y Deltas de Sonora”, respectivamente, ambas con aptitud de aprovechamiento sustentable y restauración de prioridad baja.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Los rectores del desarrollo, política ambiental y estrategias para la UAB 106 que ocupa la mayor parte del sistema ambiental del proyecto, se muestran a continuación:

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO
15.1	106	Llanuras Costeras y Deltas de Sonora	Agricultura	Preservación de flora y fauna Turismo
ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
Desarrollo Social Ganadería	SCT Pueblos Indígenas	Aprovechamiento Sustentable y Restauración	Baja	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44

El análisis de la vinculación del proyecto con el POEGT es el siguiente:

Estrategias UAB 106	Vinculación y cumplimiento	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
A)Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	No Aplica. Se trata de un proyecto de aprovechamiento sustentable que considera el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	No Aplica
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No Aplica
B)Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	A pesar de que el proyecto considera la remoción de vegetación para el <i>CUSTF</i> , se buscará apearse estrictamente a impactar las superficies autorizadas y realizar acciones que reduzcan el impacto en el ecosistema circundante.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Al tratarse un <i>CUSTF</i> para la construcción de un relleno sanitario, los suelos serán impactados directamente; sin embargo, se espera aprovechar correctamente los suelos producto del despalme que se recolecten a fin de mejorar espacios naturales que lo requieran.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No Aplica
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No Aplica
C)Protección de los recursos naturales	8. Valoración de los servicios ambientales.	No Aplica
	12. Protección de los ecosistemas.	Durante la ejecución del proyecto, se mantendrá la vigilancia del entorno ambiental circundante, a fin de evitar el deterioro o pérdida de ecosistemas.
D)Restauración	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No Aplica
	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No Aplica
E)Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No Aplica
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

actividades económicas de producción y servicios	23.Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (datos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No Aplica
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
C) Agua subterránea y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Las actividades del proyecto de relleno sanitario realizarán las acciones que resulten necesarias para evitar contaminar los mantos freáticos de la región.
	28.Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No Aplica
	29.Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No Aplica
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30.Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	No Aplica
	31.Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto ofrecerá infraestructura sanitaria para los de residuos domésticos de la ciudad; mejorando el manejo de estos.
	32.Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.	No Aplica
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.	No Aplica
	36.Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No Aplica
	37.Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No Aplica
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No Aplica
	39.Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No Aplica
	40.Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habitan en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No Aplica
	41.Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No Aplica
<b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.</b>		
A)Marco Jurídico	42.Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No Aplica
B)Planeación del ordenamiento territorial	43.Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No Aplica
	44.Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No Aplica

El proyecto propuesto es compatible con la política de Aprovechamiento Sustentable y en concordancia con las estrategias aplicables definidas para la UAB 106.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

La aptitud, lineamientos, criterios y estrategia ecológica de la UGA 500-0/02 se muestran a continuación:

UGA	Aptitud	Lineamiento Ecológico	Criterios de regulación ecológica	Estrategia ecológica
500-0/2	<b>A3 B1 C2 G2</b>	Aprovechamiento sustentable de la agricultura de riego, de la piscicultura de especies de agua cálida; cacería de especies de desierto; ganadería estabulada dentro de los distritos de riego	CRE-07, CRE-16; CRE-17, CRE-19	C1; G2; B1

El análisis de la vinculación del proyecto según los criterios de regulación ecológica del POETS es el siguiente:

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Fundamento legal	Vinculación y cumplimiento
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos	Aplicación de la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y el Artículo 29bis4 de la Ley de Aguas Nacionales donde se revocan concesiones a quienes contaminen ecosistemas en jurisdicción federal y el Artículo 136 de la LEEPA en jurisdicción estatal.	El <i>CUSTF</i> dará lugar a ampliar la capacidad del relleno sanitario existente. En este sentido, una adecuada disposición de los residuos sólidos urbanos dará lugar al cumplimiento de este criterio ecológico. Además, se tomarán las medidas necesarias para alcanzar alto estándares de efectividad.
CRE-16	Reducir al mínimo los impactos en la biodiversidad por la presencia de sustancias tóxicas al ambiente.	Cumplimiento con el protocolo de la CICOPALFEST y fracción VIII del Artículo 136 de la LEEPA.	El relleno sanitario funcionará conforme a la normatividad en la materia de confinamiento de residuos sólidos urbanos, por lo que se evitarán impactos fuera de los sitios autorizados.
CRE-17	Aplicación de Buenas Prácticas de Manejo Agrícola y Programas de Restauración por salinidad	Cumplimiento con el Artículo 164 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y fracciones IV, V, VI y VIII del Artículo 136 de la LEEPA.	No Aplica
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético.	Aplicación de los Artículos 82-91 y 94-96 de la Ley General de Vida Silvestre y relativos con el aprovechamiento extractivo y cinegético.	No aplica; sin embargo, está prohibida la caza de cualquier ejemplar de fauna, dentro de las instalaciones del relleno sanitario y el predio rural para desarrollo

El proyecto consistente en el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora, no se contrapone a los lineamientos y criterios ecológicos dispuestos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

### III.2. ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP)

#### III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Dentro del Sistema Ambiental propuesto no se encuentran Áreas Naturales Protegidas (**Figura 16**). Las actividades del proyecto no implican afectación alguna a estos ecosistemas. No se realizarán actividades en las proximidades o al interior, tanto terrestres como marinas de estos sitios. En la región tampoco existen Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal.

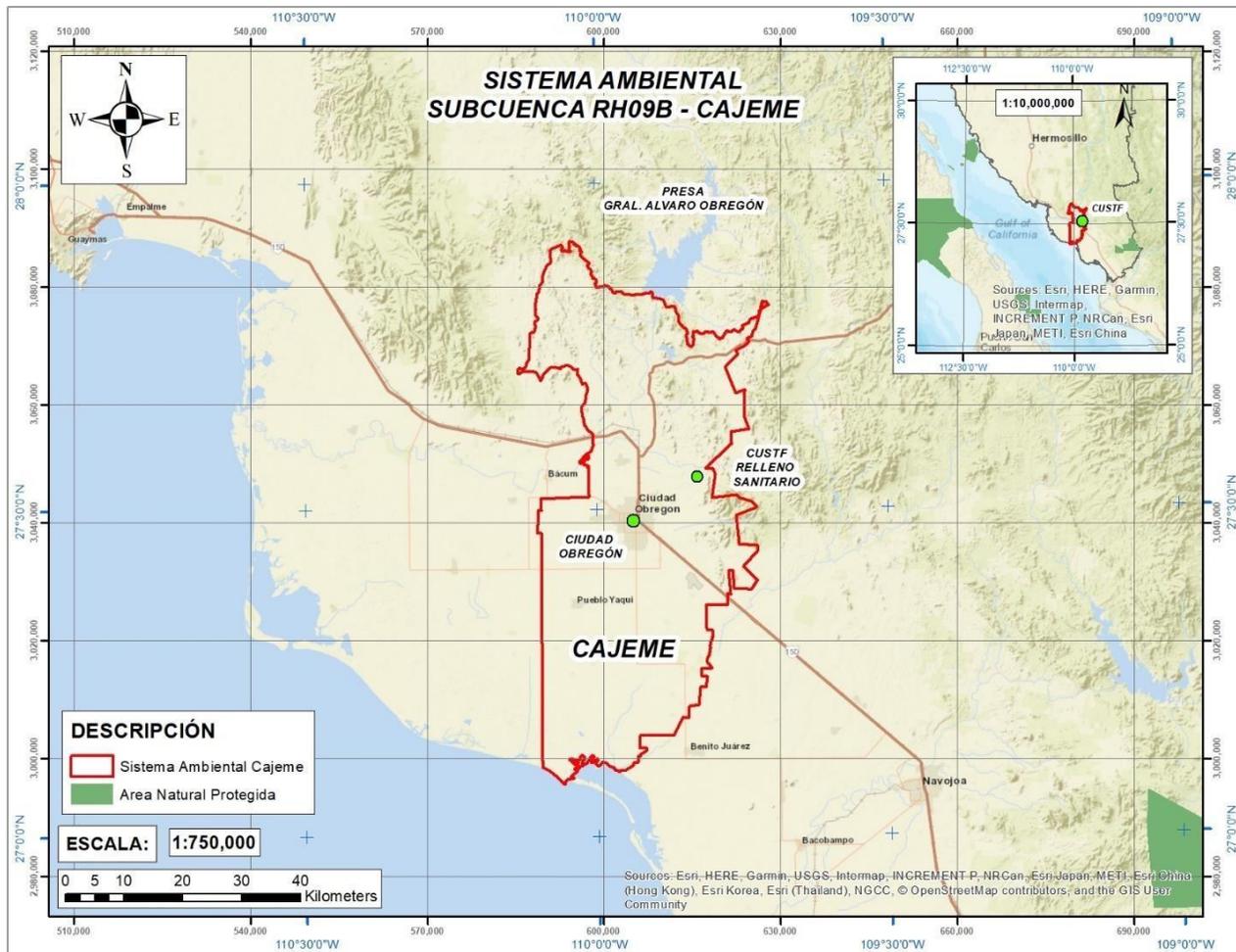


Figura 16. Áreas Naturales Protegidas próximas al Sistema Ambiental del proyecto de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

### III.3.3 Regiones Hidrológicas prioritarias para la biodiversidad.

El Sistema Ambiental se ubica en los límites de la Región Hidrológica Prioritaria No. 16 de México: Río Yaqui – Cascada Basaseachi, con una extensión de 154,716.52 km<sup>2</sup> (**Figura 17**). Los principales recursos hídricos lénticos son: presas Álvaro Obregón, Plutarco Elías Calles y La Angostura, pantanos dulceacuícolas, estuarios, charcas temporales, llanuras de inundación, brazo de ríos abandonados y lagos. En cuanto a los lóticos se tienen: ríos Yaqui, Cocoraque, Bavispe, Moctezuma, Chico, Tecoripa, Papigochic, Sahuaripa, arroyos y manantiales termales. Los tipos de vegetación presentes incluyen: bosque espinoso, pastizal, bosques de coníferas, de pino-encino, de tascate, mesófilo, manglares, vegetación ripiara, matorral xerófilo, y manchones de selva baja caducifolia (CONABIO, 2020).



Figura 17. Regiones Hidrológicas Prioritarias para la biodiversidad en el Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**III.3.4 Regiones Terrestres prioritarias para la biodiversidad.**

El mapa de la **Figura 18**, muestra las Regiones Terrestres Prioritarias para la Biodiversidad próximas al sistema ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora; sin que alguna se ubique dentro de su delimitación.

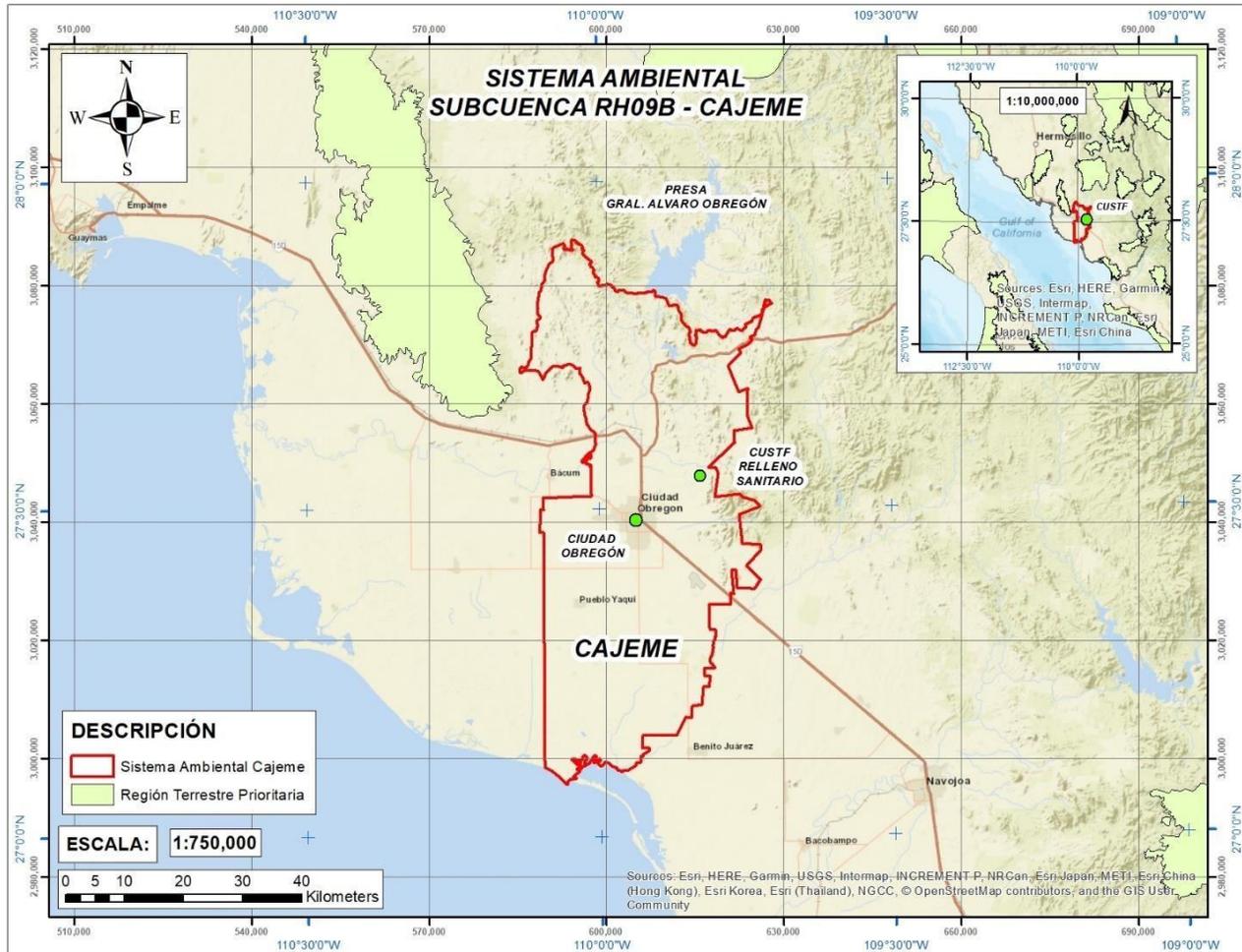


Figura 18. Regiones Terrestres Prioritarias para la biodiversidad próximas al Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

### III.3.6 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's).

Dentro del Sistema Ambiental definido se ubica un Área de Importancia para la Conservación de las Aves denominado Sistema Tobari (**Figura 19**). Las acciones del proyecto no se relacionan en ningún sentido con el ecosistema del Sistema Tobari, siendo muy distantes a la región costera. No se afectará este ecosistema.

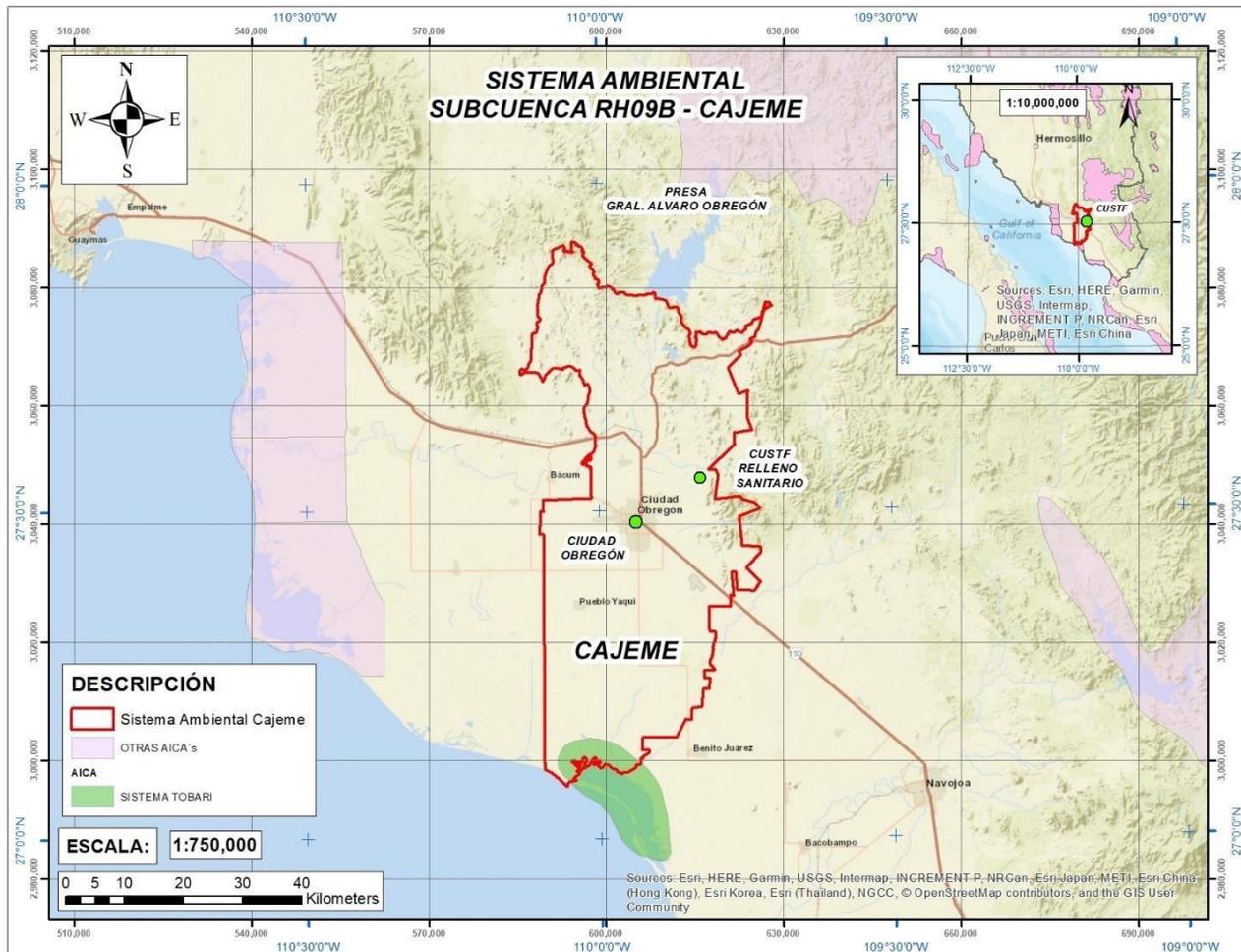


Figura 19. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's) en el Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación de relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

### III.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES

#### III.4.1 Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cajeme (POTMC)

El Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cajeme (Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora, Tomo CXCVIII, Número 25 Secc I de fecha lunes 26 de septiembre del 2016) tiene como objetivo establecer las bases para generar un territorio con identidad e integridad que sepa valorar sus virtudes geográficas, naturales y edificadas, aprovechándolas para configurar una región atractiva, competitiva, reflejado en la calidad de vida de sus habitantes y con presencia internacional. El sitio donde se desarrollará el proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario esta categorizado como suelo rústico, misma que es de carácter abierto el cual se adapta a las necesidades que posteriormente puedan surgir, por tanto, se incorpora con facilidad al desarrollo urbano (**Figura 20**); por tanto, este proyecto es compatible con esta categoría, aun cuando ya existe un relleno sanitario operando en el sitio.

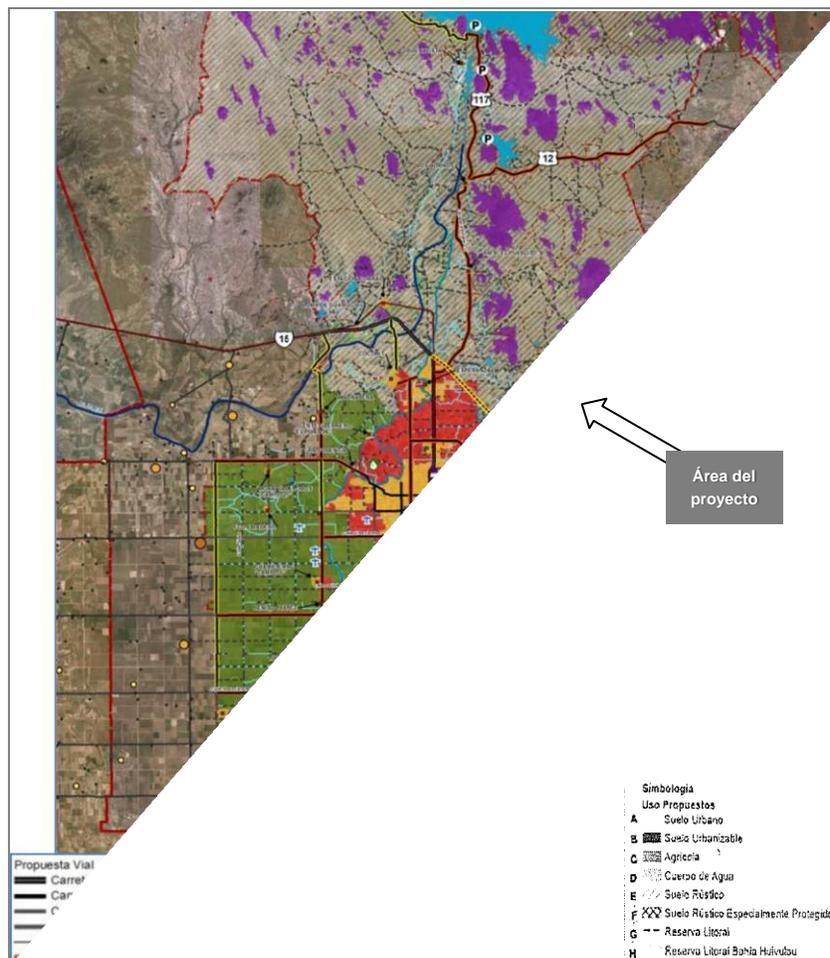


Figura 20. Plano de categorías del uso del suelo del Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cajeme, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

El análisis de la vinculación del proyecto con los instrumentos normativos es el siguiente:

Artículo	Vinculación y cumplimiento
<b>Emisión de contaminantes a la atmósfera</b>	
<b>NOM-043SEMARNAT-1993.</b> Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las etapas de preparación del sitio y construcción (CUSTF) no considera fuentes fijas para su desarrollo.</li> <li>- La operación del relleno sanitario contará con fuentes fijas que serán monitoreadas para cumplir con esta norma.</li> </ul>
<b>NOM-045-SEMARNAT-2006.</b> Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La empresa <b>TECMED TÉCNICAS MEDIOAMBIENTALES DE MEXICO S.A. DE C.V.</b> se asegurará que los equipos de desmonte, despalme de terreno o vehículos automotores de transporte que se utilicen en las tareas de CUSTF para la ampliación del terreno sanitario, cumplan con esta NOM, sean de la propia empresa o bajo esquema de contratación a terceros.</li> </ul>
<b>NOM-024-SSA1-2014.</b> Salud ambiental. Valores máximos permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las actividades del proyecto se realizan en un área rural no habitada en su periferia. Sin embargo, la empresa <b>TECMED TÉCNICAS MEDIOAMBIENTALES DE MEXICO S.A. DE C.V.</b> monitoreará el cumplimiento de esta NOM durante la etapa de operación.</li> </ul>
<b>NOM-165-SEMARNAT-2013.</b> Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se monitoreará el cumplimiento de esta NOM durante la etapa de operación del proyecto de relleno sanitario para las fuentes fijas presentes.</li> </ul>
<b>Ruido</b>	
<b>NOM-080-SEMARNAT-1994.</b> Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La maquinaria pesada utilizada para las etapas de preparación del sitio y construcción del CUSTF para la ampliación de relleno sanitario deberán contar con silenciadores en buen estado en los tubos de escape de los gases de combustión interna.</li> <li>- Durante la operación del proyecto de ampliación del relleno sanitario, la maquinaria utilizada para movimiento de materiales y los camiones de transferencia de residuos sólidos urbanos que ingresen a las instalaciones deberán contar con los silenciadores en buen estado para los escapes de los gases de la combustión interna.</li> </ul>
<b>NOM-081-SEMARNAT-1994.</b> Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las etapas de preparación del sitio y construcción para el CUSFT no tendrán fuentes fijas.</li> <li>- Durante la etapa de operación del relleno sanitario, serán monitoreadas las fuentes fijas de ruido, según se establece en la NOM.</li> </ul>
<b>Flora y Fauna</b>	
<b>NOM-059-SEMARNAT-2010.</b> Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en peligro de extinción, amenazada, rara y las sujeta a protección especial; y que establece especificaciones para su protección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes de la remoción de la vegetación para el CUSTF se aplicará un programa de rescate de flora y fauna de especies listadas en la presente NOM.</li> </ul>
<b>Residuos Peligrosos</b>	
<b>NOM-052-SEMARNAT-2005.</b> Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listado de los residuos peligrosos,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para la etapa preliminar y construcción, los residuos peligrosos pueden ser producidos por el mantenimiento de la maquinaria de desmonte y despalme del terreno. Ya sea se trate de maquinaria propia o contratada a un tercero, el mantenimiento de los equipos se realizará fuera de los sitios de construcción. Los residuos peligrosos (aceites usados y estopas impregnadas) serán contenidos en un recipiente adecuado (sellado herméticamente) y será dispuesto adecuadamente a través de empresa autorizada.</li> <li>- La etapa de operación propiamente del relleno sanitario se manejará bajo el escenario anterior.</li> <li>- El relleno sanitario exclusivamente realizará la disposición final de residuos sólidos urbanos</li> </ul>

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

<b>Residuos de disposición final de sólidos urbanos y de manejo especial</b>	
<b>NOM-083-SEMARNAT-2003.</b> Especificaciones de protección ambiental para la selección de sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La empresa <b>TECMED TECNICAS MEDIOAMBIENTALES DE MEXICO S.A. DE C.V.</b> se apega a la presente NOM, tanto en la superficie en operación como en el proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario.</li> </ul>
<b>Suelo</b>	
<b>NOM-EM-138-SEMARNAT-2002.</b> Establece los límites máximos permisibles de contaminación de suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimiento para la restauración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se prevé la contaminación del suelo.</li> </ul>
<b>Trabajo</b>	
<b>NOM-002-STPS-2000.</b> Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del CUSTF para la ampliación del relleno sanitario, no se prevé un riesgo importante en materia de incendios.</li> <li>- La operación propia del relleno sanitario si representa un riesgo de incendio por el tipo de materiales que se depositan en el sitio y que pueden incendiarse bajo diversas circunstancias; por lo que la empresa establecerá las medidas de seguridad, preventivas, protección y combate de este tipo de incidentes.</li> </ul>
<b>NOM-017-STPS-1993.</b> Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>TECMED TECNICAS MEDIOAMBIENTALES DE MEXICO S.A. DE C.V.</b> proveerá a sus trabajadores de los equipos de protección personal adecuado para las actividades que realicen.</li> <li>- En caso de contratistas, exigirá sean proporcionados a los trabajadores que ingresen a las instalaciones del relleno sanitario.</li> </ul>

## II.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

### FEDERALES

#### III.5.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El análisis de la vinculación del proyecto LGEEPA es el siguiente:

Artículo	Fracción	Vinculación y cumplimiento
<b>Artículo 7º.</b> Corresponde a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:	<b>VI.-</b> La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El proyecto de CUSTF deriva de las necesidades de ampliación de las celdas del relleno sanitario de Cajeme, en operación.</li> <li>- La competencia de regulación del sistema de recolección y manejo del relleno sanitario recae en el Estado de Sonora; por lo que se cuenta con una Licencia Ambiental Integral vigente para su construcción y operación.</li> </ul>
Artículo 28. La evaluación de 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	<b>VII.</b> Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De acuerdo con este artículo de la LGEEPA, el proyecto de CUSTF debe sujetarse al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.</li> <li>- En este sentido, el presente documento de Manifestación de Impacto Ambiental permitirá a la autoridad ambiental tener los elementos necesarios para la EIA correspondiente</li> </ul>

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

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:		y determinar la viabilidad bajo los escenarios modificados propuestos.
<b>ARTÍCULO 30.-</b> Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.		– El presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular, correspondiente al proyecto de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.

**III.5.1.1 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.**

El análisis de la vinculación del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental con el proyecto es el siguiente:

Artículo	Inciso / Fracción	Vinculación y cumplimiento
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:	<b>O)Cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</b> – Fracción I. Cambio de uso de 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 de 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación de hábitat de ejemplares de flora y fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.	– El CUSTF es una actividad indicada en la presente fracción del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental; por lo que se someterá a la evaluación correspondiente.

**III.5.2 Ley General de Vida Silvestre.**

El análisis de la vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre es el siguiente:

Artículo	Vinculación y cumplimiento
Artículo 56 menciona que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso el nombre común más utilizado de las especies.	En el sitio del proyecto se distribuyen potencialmente algunas especies de flora o fauna listadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010; por lo que se ejecutará un programa de rescate de flora y fauna.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**III.5.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

El análisis de la vinculación del proyecto con la LGDFS es el siguiente:

Artículo	Vinculación y cumplimiento
<p><b>Decreto por el que se reforman y adicionan diversas fracciones del artículo 7 de la LGDFS (DOF: 13/04/2020)</b></p> <p>Artículo 7. Para efectos de esta Ley se entenderá por:</p> <p>VI. Cambio de uso de suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales.</p> <p>LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios ambientales.</p>	<p>– El presente proyecto considera remoción de vegetación de terrenos forestales, por lo que se someterá a la autorización de la SEMARNAT y del Consejo Estatal Forestal.</p>
<p>Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestran que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.</p> <p>...</p> <p>En las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento...</p>	<p>– El presente proyecto demandará la remoción de vegetación y suelo de terrenos forestales para la ampliación del relleno sanitario, por lo que se someterá al cambio de uso de suelo.</p> <p>– Se someterán a la consideración el estudio técnico justificativo correspondiente.</p> <p>– Las actividades del proyecto considerarán el rescate de flora y fauna de especies protegidas.</p>

**III.5.3.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

El análisis de la vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGDFS es el siguiente:

Artículo	Vinculación y cumplimiento
<p>Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:</p> <p>I...</p> <p>II...</p> <p>III...</p> <p>IV...</p> <p>Junto con la solicitud deberá presentar el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo...</p>	<p>– La solicitud del cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la ampliación del relleno sanitario se realizará conforme a lo estipulado en el trámite de homoclave SEMARNAT-02-001, incluido el formato FF-SEMARNAT-030.</p> <p>– La solicitud será acompañada del estudio técnico justificativo correspondiente, realizado por un técnico forestal autorizado.</p>

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**III.5.4 Ley General de para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.**

El análisis de la vinculación del proyecto LGPGIR es el siguiente:

Artículo	Vinculación y cumplimiento
<p>Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La presente Ley aplica a las operaciones propias del relleno sanitario.</li> <li>- En esta se definen los ámbitos de jurisdicción en el manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; que para el caso se aplica la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora.</li> </ul>
<p>Artículo 97. Las normas oficiales mexicanas establecerán los términos a que deberá sujetarse la ubicación de los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados. ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para el caso, las actividades del proyecto se apegarán a la <b>NOM-083-SEMARNAT-2003</b>. Especificaciones de protección ambiental para la selección de sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> </ul>

**ESTATALES**

**III.5.5 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora.**

El análisis de la vinculación del proyecto LEEPAES es el siguiente:

Artículo	Vinculación y cumplimiento
<p>Artículo 27. La Comisión (Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora-CEDES) y los ayuntamientos, en el ámbito de sus respectivas competencias, resolverán sobre las solicitudes de autorizaciones en materia de impacto ambiental de las siguientes obras y actividades:</p> <p>I. La Comisión: ... g. Sistemas de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establece la competencia del estado (CEDES) en las autorizaciones en materia de impacto ambiental,</li> <li>- El relleno sanitario de Cajeme existente cuenta con dicha autorización a través de la Licencia Ambiental Integral de Oficio DG-671/09 de fecha 22 de junio de 2009 con vigencia de 30 años.</li> </ul>

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**III.5.5.1 Programa Estatal para la Prevención y Gestión de Residuos.**

El análisis de la vinculación del proyecto con programa estatal es el siguiente:

Artículo	Vinculación y cumplimiento
<p><b>Política Estatal en materia de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial</b></p> <p>Garantizar el derecho a toda persona a un ambiente adecuado y coadyuvar al desarrollo sustentable del Estado de Sonora, a través de la gestión integral de los residuos, con énfasis en la reducción en su generación y fomento al consumo ambientalmente responsable de productos, servicios y procesos, la valorización y aprovechamiento de los subproductos, mediante la implementación de estrategias tendientes a prevenir y controlar los impactos al ambiente y a la salud humana, bajo un sistema de gestión integral enfocada a la mejora continua y la responsabilidad compartida, pero diferenciada entre los distintos actores.</p>	<p>– Es un documento de referencia que debe ser tomado en cuenta en las prácticas operativas del relleno sanitario.</p>

**III.5.6 Plan Nacional de Desarrollo PND 2019-2024.**

El PND 2019-2024 tiene como objetivo general, transformar la vida pública del país para lograr un desarrollo incluyente; para lo cual plantea tres ejes generales: I. Justicia y Estado de derecho, II. Bienestar y III. Desarrollo económico. A su vez, define tres ejes transversales: Igualdad de género, no discriminación e inclusión; combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; y, territorio y desarrollo sostenible.

El Eje General de Bienestar tiene como objetivo el garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios.

El análisis de vinculación y/o cumplimiento del proyecto promovido con las políticas definidas en el PND 2019-2024 se resume de la manera siguiente:

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024		
Eje General Bienestar		
Objetivo	Estrategia	Vinculación y cumplimiento
Objetivo 2.5 Garantizar el derecho a un medio ambiente sano con enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas, la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes bioculturales.	2.5.2 Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas.	– El proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario de Cajeme se realizará con un enfoque de sostenibilidad de los ecosistemas regionales. Se implementará además un programa de rescate de las especies de flora y fauna listadas en la NOM-059 para su conservación.
	2.5.8 Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.	– La empresa <b>TECMED TÉCNICAS MEDIOAMBIENTALES DE MEXICO S.A. DE C.V.</b> es respetuosa de la leyes y normas aplicables en materia ambiental, por lo que se somete a cualquier actuación de inspección y vigilancia que la autoridad requiere a fin de asegurar un medio ambiente sano y libre de contaminación.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**III.5.7 Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2016-2021.**

Los cuatro ejes estratégicos que el Plan Estatal de Desarrollo Sonora PEDS 2016-2021 engloba marcan la pauta para un desarrollo del estado con una amplia participación ciudadana y una visión municipalista que procura la transversalidad en todos los ejes, para conformar un gobierno eficiente, innovador, transparente y con sentido social, asimismo promueve el respeto a los derechos humanos y a la igualdad de género. En sus ejes estratégicos Sonora en paz y tranquilidad, Sonora y ciudades con calidad de vida, Economía con futuro y Todos los sonorenses, todas las oportunidades, se fomenta la justicia, el equilibrio, la productividad y la competitividad del estado.

El análisis de la vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2016-2021 es el siguiente:

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2016-2021			
Eje estratégico	Reto / Estrategia	Estrategia	Línea de acción
<b>Eje estratégico II Sonora y Ciudades con Calidad de Vida: “Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable”.</b> <i>La Entidad debe “Contar con una infraestructura capaz de impulsar las ventajas competitivas dinámicas de la entidad que se derivan de la sociedad del conocimiento y con ello mejorar la calidad de vida en las regiones</i>	<b>Reto 2.</b> Favorecer el desarrollo sustentable y sostenible de localidades urbanas y rurales con infraestructura de calidad, con respecto al equilibrio ambiental.	<b>Estrategia 2.2</b> Gestionar y mejorar la calidad de los servicios e infraestructura con nuevos esquemas de financiamiento y participación.	<b>Línea de acción 2.2.3</b> Promover acciones que amplíen y mejoren la infraestructura básica de las localidades del estado (red de alumbrado público, drenaje, equipamiento de calles y pavimentación, limpia, recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos).
Vinculación y cumplimiento			
El proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario de Cajeme está alineado con las políticas públicas de mejora y eficiencia de los servicios públicos que proporciona el estado y municipios; en este caso relacionados con correcta disposición de los residuos sólidos urbanos; todo ello, respetando el marco normativo del equilibrio ecológico para la sustentabilidad ambiental.			

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**III.5.8 Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021 del Municipio de Cajeme.**

El Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021 del municipio de Cajeme, Sonora, está estructurado en 4 ejes rectores, 3 transversales, 12 programas temáticos y 76 estrategias específicas; de los cuales derivan los Programas Operativos Anuales de la administración pública.

El análisis de la vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021 del municipio de Cajeme, Sonora es el siguiente:

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2016-2021		
Eje rector: Desarrollo integral para el bienestar social		
<p>Vivir en un medio ambiente sano y sustentable, con acceso a información que ayude a lograr un desarrollo saludable de la persona tanto en lo físico como en lo mental, ético, educativo y cultural, con espacios para vivir y convivir dignamente, constituye también un conjunto de derechos humanos y sociales de la población, a cuyo cumplimiento debe ir encaminada la acción gubernamental municipal, apoyada en los otros órdenes de gobierno.</p> <p>El bienestar general está amenazado actualmente por una crisis civilizatoria causada por un modelo de desarrollo que explota a la mayoría de la población y depreda el medio ambiente, poniendo en peligro el patrimonio material y simbólico de las próximas generaciones.</p> <p>La administración municipal debe promover el bienestar y el desarrollo social como el conjunto de factores observables tales como educación, salud, ingreso, alimentación, vivienda, cultura y medio ambiente que definen la calidad de vida de la población, y en el marco de su competencia, debe apuntar hacia la transición a un modelo de desarrollo más humano y respetuoso de la naturaleza.</p>		
Programa	Estrategia	Línea de acción
3.6 Municipio limpio, sano y sustentable	Estrategia 3.6.1 Promover una cultura de cuidado y preservación del medio ambiente que fomente una vida sana y de calidad, a través de la educación, cultura ambiental sustentable, impulsando programas de rescate de áreas verdes y concientización a la población sobre el correcto manejo de los desechos (basura) y sobre los daños a la salud y la biodiversidad causados por el uso de plaguicidas altamente peligrosos.	Línea de acción 2.2.3 Promover acciones que amplíen y mejoren la infraestructura básica de las localidades del estado (red de alumbrado público, drenaje, equipamiento de calles y pavimentación, limpia, recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos).
Vinculación y cumplimiento		
<p>La correcta disposición final de los residuos sólidos urbanos que considera el presente proyecto promoverá una vida más sana y libre de contaminación que promueven las políticas municipales. La empresa <b>TECMED TÉCNICAS MEDIOAMBIENTALES DE MÉXICO S.A. DE C.V.</b> estará en la mejor disposición para participar en la promoción de una cultura ambiental sustentable en el municipio de Cajeme, Sonora.</p>		

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

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

**IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.**

El área de influencia del proyecto se estimó a partir de la creación de un área de influencia (*buffer*) de 1,000 m alrededor del polígono de 133.85 ha correspondiente al predio de la empresa **TECMED TÉCNICAS MEDIOAMBIENTALES DE MEXICO S.A. DE C.V.**, y que alcanza unas 821.65 ha adicionales (**Figura 21**). Lo anterior, considerando que el polígono del terreno cuenta con un área de amortiguamiento suficiente, fuera del cual no se estiman impactos adversos productos del cambio de uso de suelo de terrenos forestales solicitado, ni por la operación propia del relleno sanitario destinado.

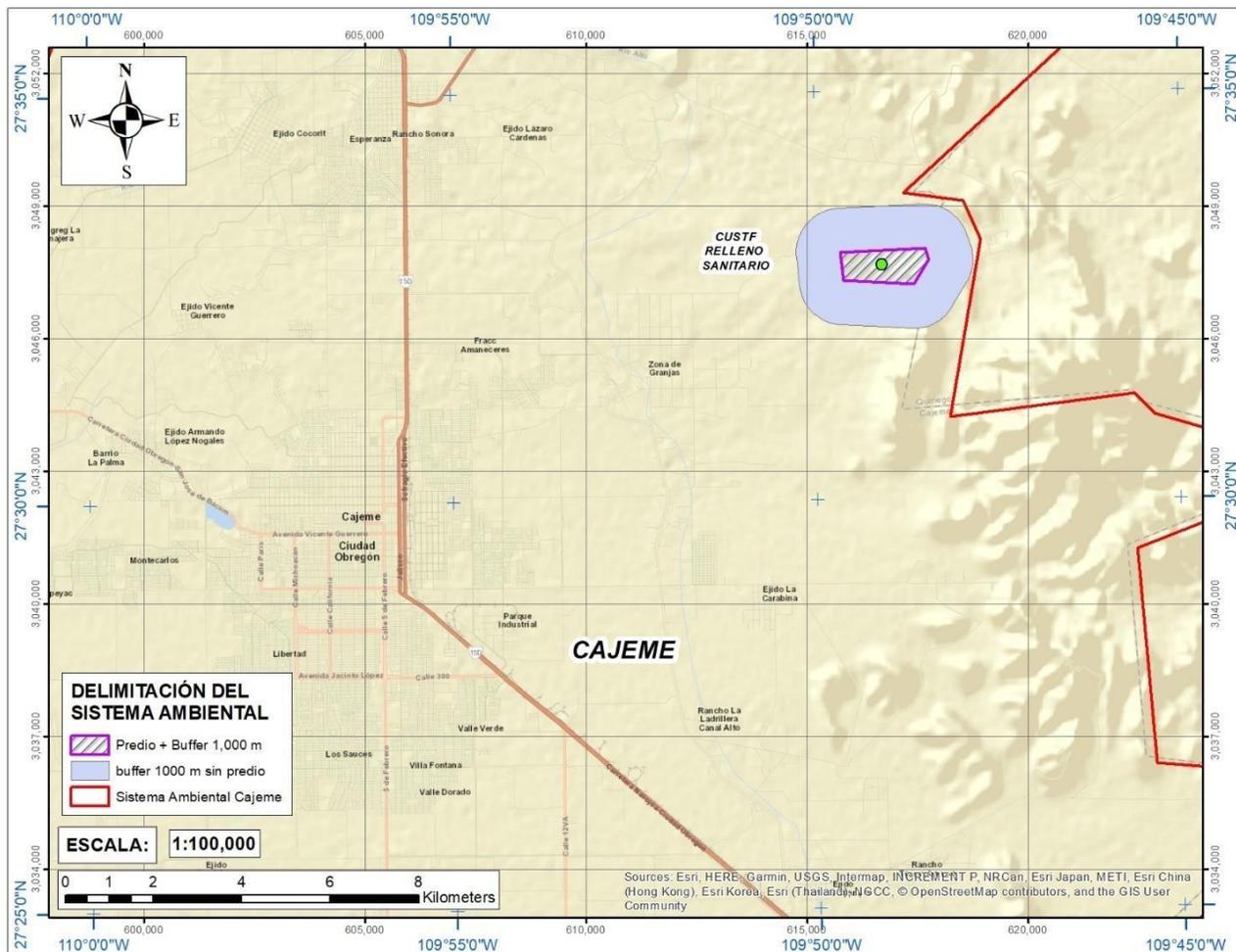


Figura 21. Delimitación del área de influencia (1,000 m a la redonda del predio) del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario del municipio de Cajeme, Sonora.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

### IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) se realizó con ayuda de Sistemas de Información Geográfica, sobreponiendo la capa de información de la subcuenca hidrológica RH09B Río Yaqui – Vícam y la capa del municipio de Cajeme, Sonora. La intersección de ambas capas permitió delimitar una superficie de 228, 651 ha que constituye el Sistema Ambiental y cuya delimitación puede consultarse en la **Figura 22**.

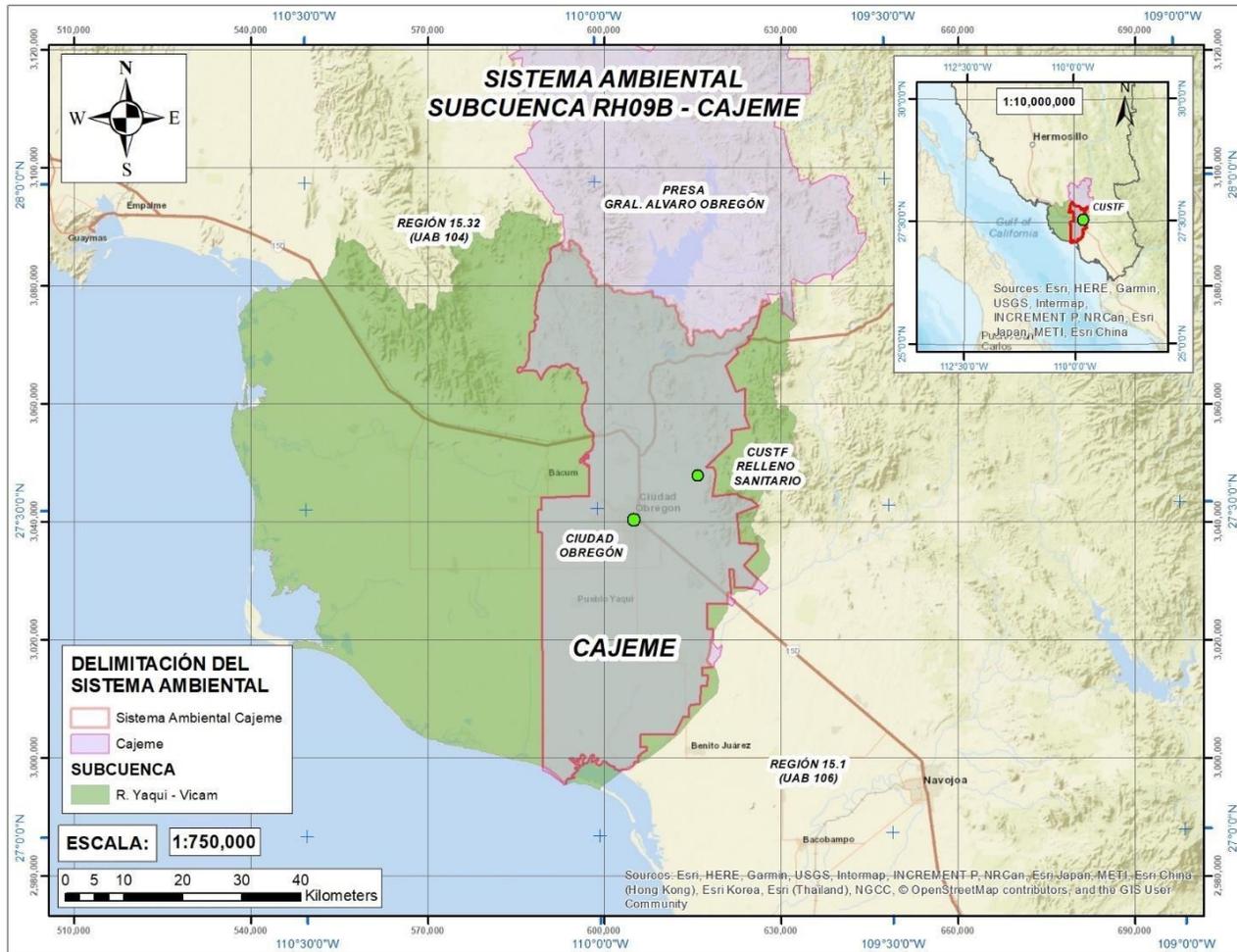


Figura 22. Delimitación del Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

### **IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.**

#### **IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.**

El entorno ambiental del sistema ambiental no puede comprenderse sin conocer un poco de los grandes cambios que ha sufrido por el factor humano a lo largo del tiempo, principalmente ocurridos en el siglo pasado.

El artículo “*Trigo y revolución verde en el noroeste de México (1930-1970)*” escrito por Ceruti (2018), narra que a finales del siglo XIX y principios del siglo XX la disputa del pueblo indígena Yaqui por la tierra tuvo como resultado que fueron obligados a ceder parte de las tierras y aguas al Estado. A partir de entonces, se intensifican las acciones transformadoras del paisaje.

La Compañía Constructora Richardson S.A. diseñó lo que sería el distrito de riego del valle del Yaqui. Su dato central era la manzana. Medía 2.000 metros de lado, lo que suponía una superficie de 400 hectáreas. Cada manzana, por su lado, estaba dividida en cuarenta lotes de 200 por 500 metros: es decir diez hectáreas de superficie. La ocupación del suelo, la red de riego y la tierra cultivar se desarrollaron y avanzaron siguiendo este trazado. Este esquema se mantuvo incluso después que la empresa dejara el control al Estado en 1928. Hacia mediados de los 40, cuando estaban ya en funcionamiento la presa La Angostura y el antiguo Canal Principal, el sistema comprendía unas 300 manzanas.

Entre 1930 y 1970 ocurrieron algunos hechos relevantes como: a) la expansión de la frontera agrícola en el sur sonorense; b) la creciente hegemonía del cultivo del trigo, y c) la gestación de un escenario adecuado para la revolución verde.

La penetración agrícola bajo el indetenible dominio del capital se expandió en la margen meridional del río a partir de la segunda mitad de los 20. Dentro de este ciclo, dos cultivos habrían de sobresalir: arroz y trigo, que comenzarían a definir no sólo un paisaje rural de larga duración, sino a la vez el carácter agroindustrial de la futura Ciudad Obregón. Entre 1911 y 1932, las hectáreas dedicadas a ambos cultivos los definieron como los principales del Yaqui. Durante los años 20 dichos cultivos llegarían a ocupar más del 80 % del área trabajada.

La Presa La Angostura se levantó en la parte septentrional de la cuenca del Río Yaqui. Impulsada inicialmente por el gobierno del Gral. Lázaro Cárdenas, las primeras extracciones regulares se registraron en 1942. Gracias a esta presa la superficie irrigada en el bajo Yaqui alcanzó las 120 mil ha. Pero fue con El Oviáchic que se llegó a la máxima capacidad con riego superficial. Para 1952, un informe técnico detallaba que, si La Angostura había constituido la segunda etapa en el desarrollo de un gran distrito de riego, la también llamada Álvaro Obregón haría factible “el aprovechamiento del escurrimiento total del río”; volver realizable la construcción de otro gran canal, el Principal Alto, y llevar la superficie de riego “sin deficiencias” a 220 mil hectáreas. Por ello se la estaba

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

edificando en la boquilla del Oviáchic, 40 kilómetros al norte de Ciudad Obregón, junto con la otra gran obra del proyecto, el Canal Principal Alto, al occidente. Con todo ello se agregarían más de cien mil hectáreas de riego, hasta alcanzar las 220 mil. El Yaqui sería, por lo tanto, “el núcleo de tierras agrícolas más importante de nuestro país”.

El Valle del Yaqui fue elegido para poner en práctica un nuevo proyecto –posteriormente denominada revolución verde–, que elevó de manera drástica los rendimientos. El actor más reconocido de esta experiencia fue Norman Ernest Borlaug, que llegó a México en 1944 patrocinado gracias a un programa delineado por la Secretaría de Agricultura y la Fundación Rockefeller. Dicha fundación había emprendido labores desde 1942 para aumentar la productividad de la agricultura mexicana. Los profundos cambios que se generaron entre mediados de los 40 y fines de los años 60 detonaron “quizá la más importante revolución de transferencia de tecnología agrícola en la historia moderna”.

Esta retrospectiva de los orígenes transformadores del paisaje da una idea de las implicaciones de Sistema Ambiental en el entorno como sería la fragmentación del territorio y paisaje, el cambio del uso del suelo en una superficie tan extensa, el uso de los recursos hidráulicos privilegiando las actividades agrícolas y pecuarias, así como la contaminación por el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas.

Por su parte, el área de influencia del proyecto también se ha visto impactada por el avance arrollador que tuvieron en el tiempo las actividades agrícolas; sin embargo, en este lugar no se cuenta con sistema de riego, por lo cual solo se utilizaron parcelas de temporal, reduciéndose la intensidad y cobertura agrícola, y en muchos casos abandonados los proyectos ante la escasa rentabilidad. Aunque existe fragmentación del terreno, la frontera de vegetación secundaria y primaria se está recuperando a sus límites naturales.

El predio donde se ubica el actual relleno sanitario fue un área agrícola de pastizal abandonado donde se pretende desarrollar el proyecto. La vegetación compuesta por bosque de mesquite o espinoso se encuentra en buena condición. La vegetación de matorral subtropical que se encuentra sobre las laderas de la pequeña cordillera de cerros en las inmediaciones del lugar se observa que se desarrolla en excelente condición.

En cuanto a fauna silvestre, esta es escasa para organismos mayores dado que se alejan por la continua actividad humana en el lugar.

En resumen, se puede afirmar que la evolución transformadora de orígenes antropogénicos ocurrida en el entorno ambiental del SA propuesto ha sido benigna en el área de influencia del proyecto, donde la intervención humana ha impactado en menor medida.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

### IV.3.1.1 Medio abiótico.

#### a) Clima y fenómenos meteorológicos.

El sitio del proyecto se encuentra localizada en una región con clima denominado semidesértico (extremoso). El clima es cálido, muy seco, con un porcentaje de precipitación menor al 18%. La distribución climática de la región presenta las siguientes características según la clasificación Köppen modificada por E. García (1981): la predominancia de un clima seco o desértico, BW(h')w con un invierno fresco, y una temperatura media anual que oscila entre 22° y 24 °C (**Figura 23**).

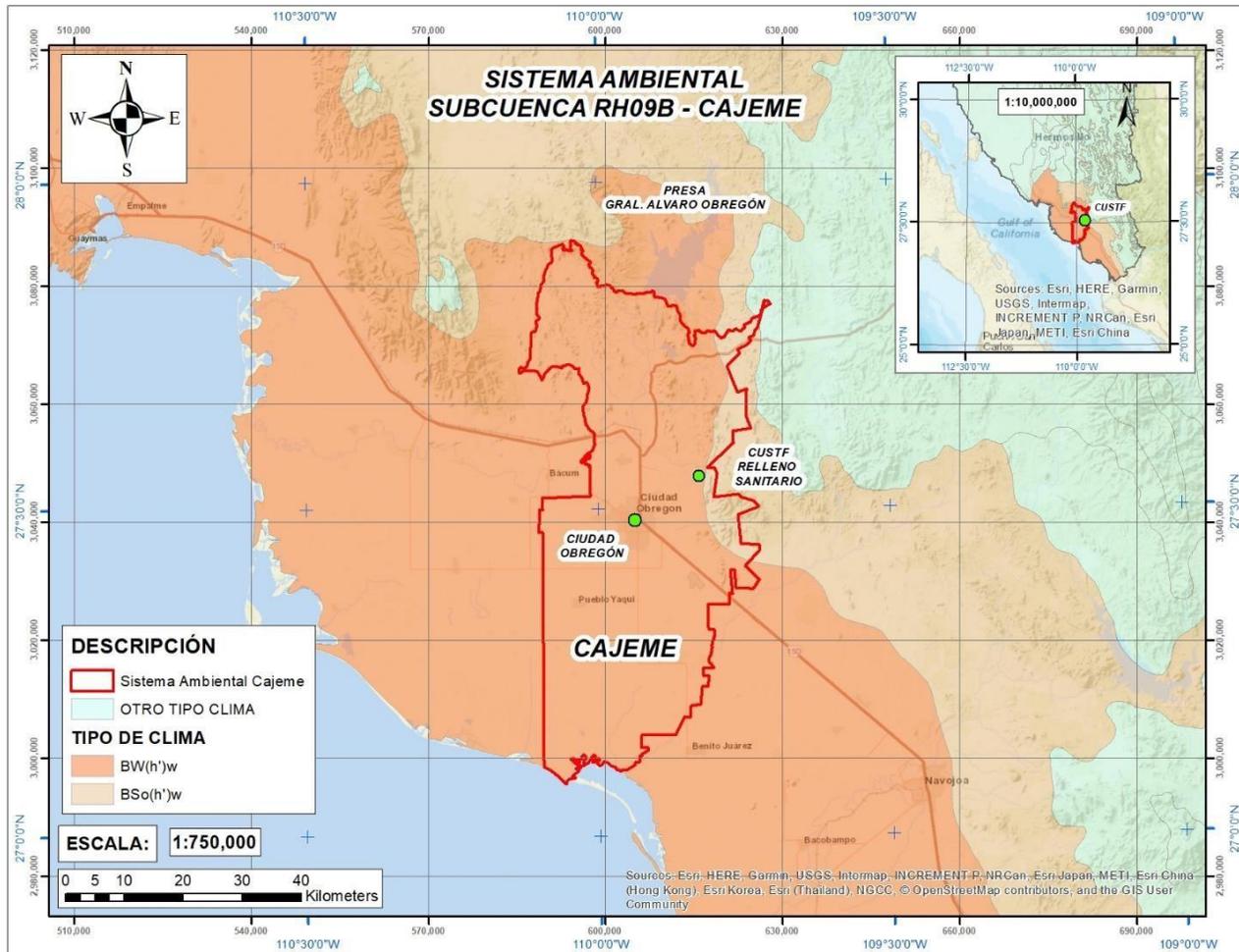


Figura 23. Mapa del clima predominante en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**Clima muy árido, cálido BW(h´) w.**

Clima muy árido, cálido, con temperatura media anual mayor de 22°C, la temperatura del mes más frío es mayor de 18°C. La lluvia invernal representa entre 5 y 10.2% de la precipitación total anual. Este tipo de clima abarca gran parte de la superficie del municipio de Cajeme. En la estación 26018 de la Estación de Ciudad Obregón, entre otras, donde se reportan 17.6 °C en enero. En esta ciudad, según datos de la misma estación, la temperatura media anual es de 23.6 °C y el mes más caluroso es julio con 38.5 °C de temperatura media. La época de lluvias se presenta en los meses de julio, agosto y septiembre, los cuales representan aproximadamente el 70% de la precipitación total anual, mientras que el 30% restante lo originan las precipitaciones de diciembre y enero, generadas por zonas de baja presión subpolar (zonas de interferencia de masa de aires polares y tropicales); según registros estadísticos de los últimos años, la precipitación promedio anual es de 225 mm, siendo agosto el mes de mayor precipitación con 95.3 mm, y mayo es el de menor, con 0.2 mm (**Figura 24**).

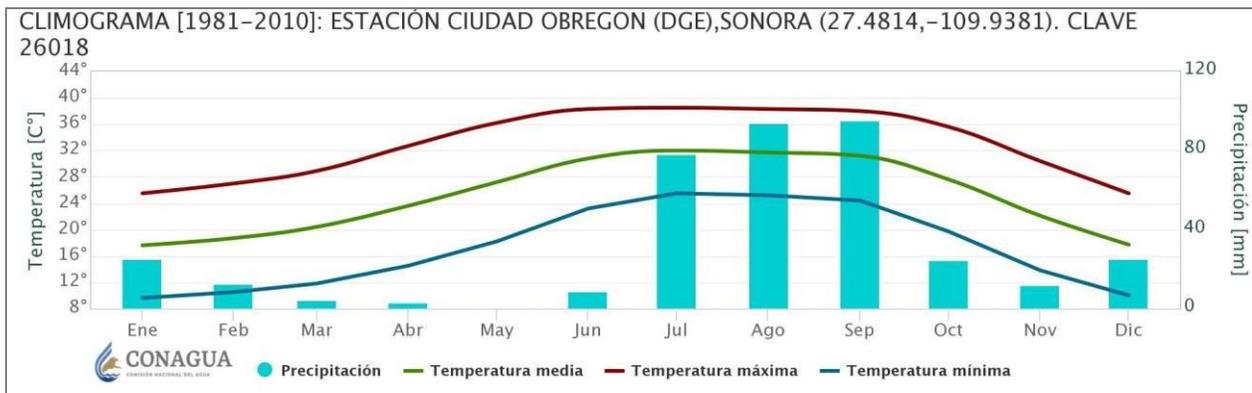


Figura 24. Climograma para el periodo 1981-2010 que muestra la temperatura (media, máxima y mínima) y precipitación registrada en la estación Ciudad Obregón (26018) de la Comisión Nacional del Agua, en el municipio de Cajeme, Sonora.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

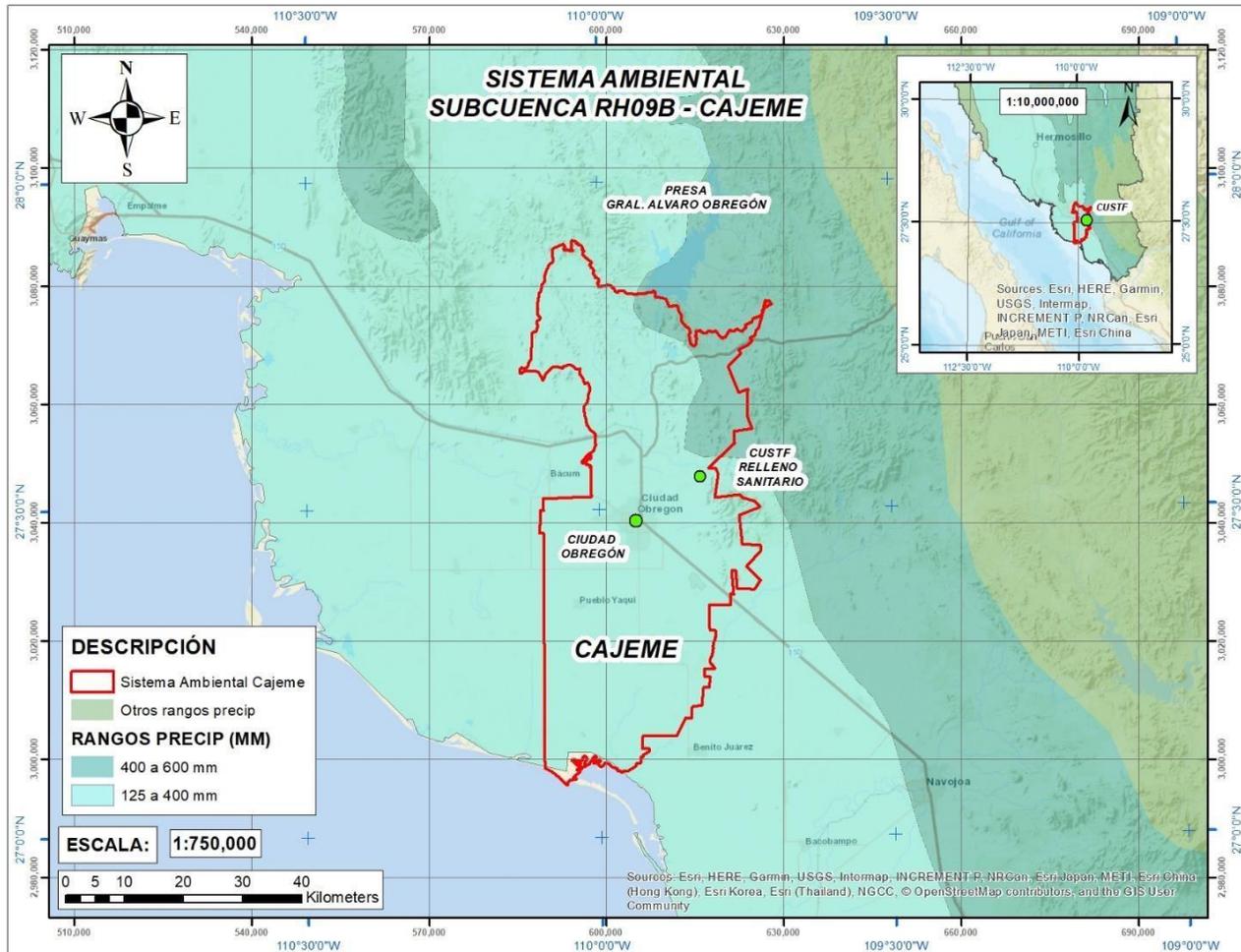


Figura 26. Rango de precipitación (mm) predominante en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

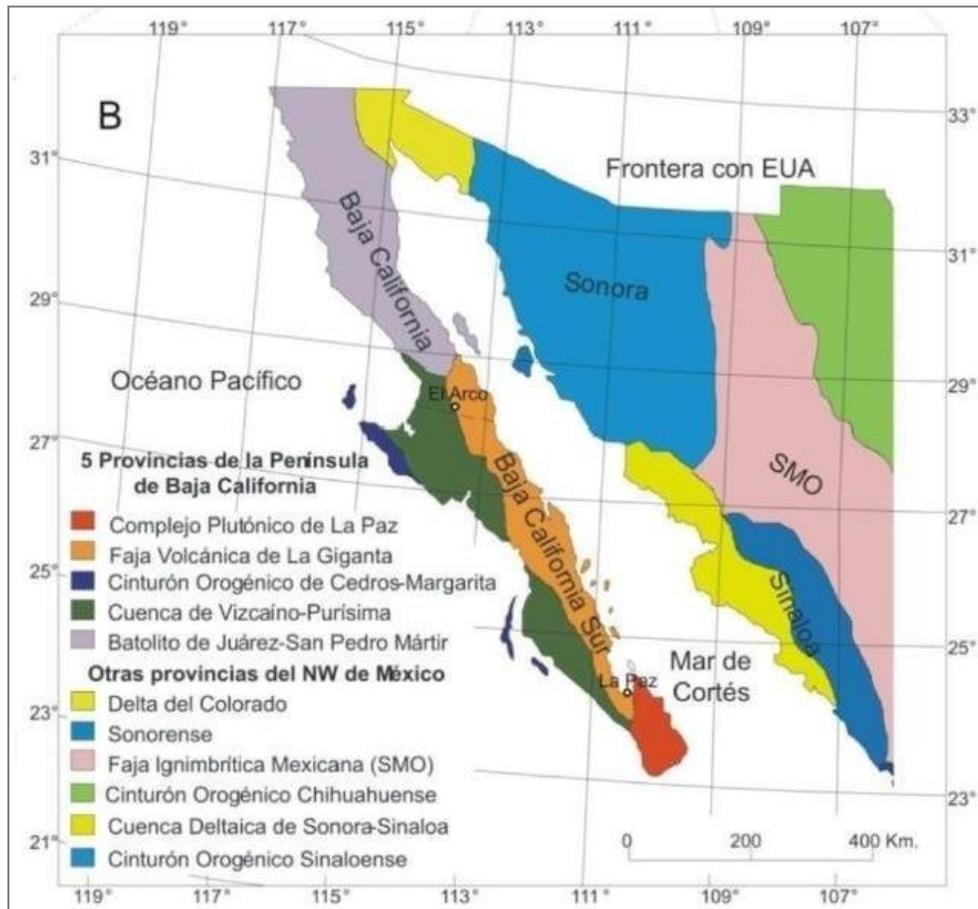


**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**b) Geología y geomorfología.**

El área de estudio se localiza dentro de la Provincia Geológica Cuenca Deltaica de Sonora- Sinaloa de edad cenozoica, carácter sedimentario continental (Ortega-Gutiérrez *et al.*, 1992) y representado en la Carta Geológica Mexicana, mostrada en la **Figura 28**. Se caracteriza por presentar fuerte complejidad de afloramientos rocosos debido a lo intrincado de las estructuras que se encuentran conformando y a la gran heterogeneidad litológica de las diferentes unidades, sobre todo las preterciarias (Morán-Zenteno, 1984).

En la provincia existe una alternancia de sierras, bajadas y llanuras. En esta zona, las sierras se formaron por procesos tectónicos, tienen una orientación noroeste-sureste, están próximas unas de otras en el oriente y más separadas en el poniente. Su composición litológica es variada, dominan las rocas anteriores al Terciario, las cuales en el este están cubiertas por efusiones volcánicas del Cenozoico (Morán-Zenteno, 1984).



Fuente: Carta Geológica Nacional (Ortega-Gutiérrez *et al.*, 1991).

Figura 28. Provincia Geológica Cuenca Deltaica de Sonora – Sinaloa.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

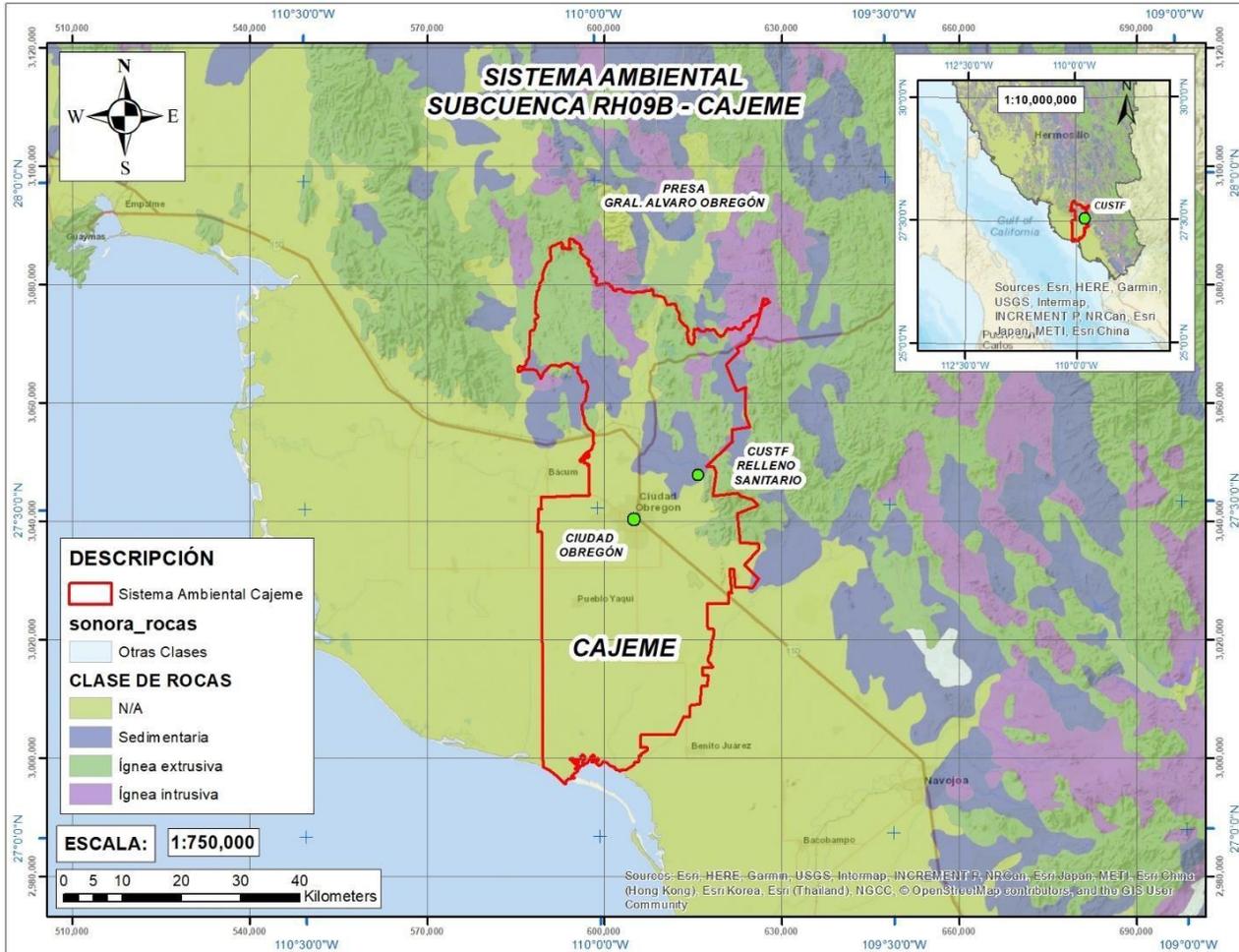


Figura 30. Tipo de rocas en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

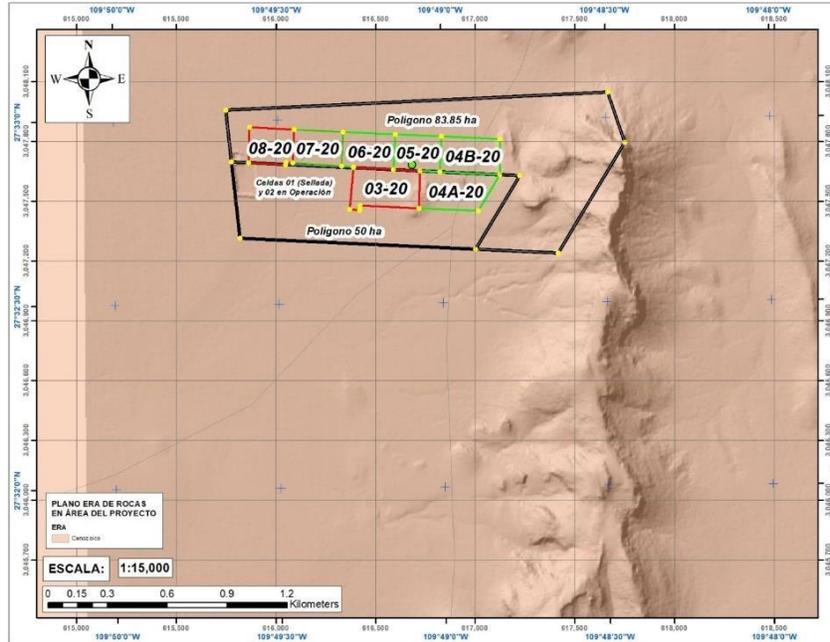


Figura 31. La cronología de las rocas data de la era cenozoica en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

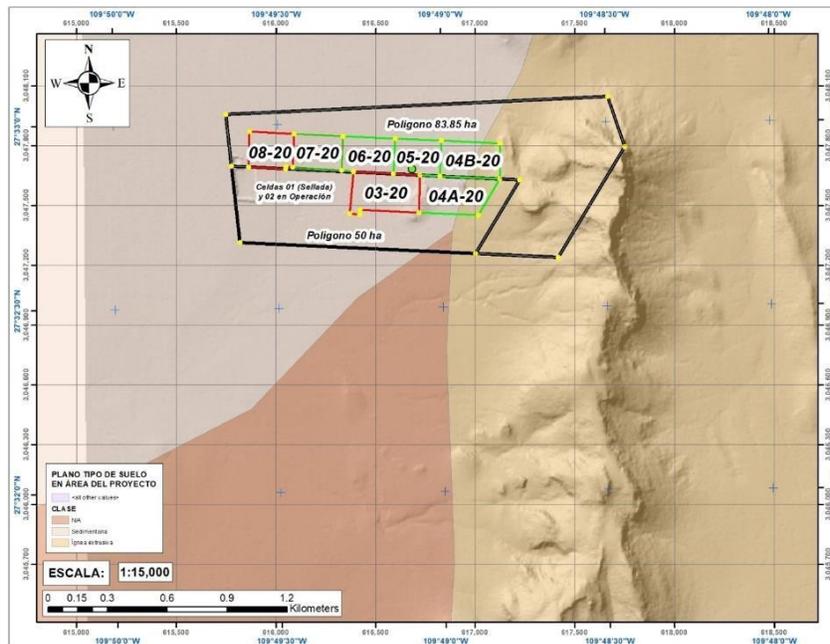


Figura 32. Tipo de rocas en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**c) Fisiografía.**

En el caso específico del sitio del proyecto, este se ubica en los límites de las Subprovincias: “Sierras y Llanuras Sonorenses”, y la “Llanura costera y Deltas de Sonora y Sinaloa” (Raisz, 1964; Morán-Zenteno, 1984). La **Figura 33** muestra la delimitación de la región desde el punto de vista fisiográfico. El Sistema Ambiental del proyecto está conformado por topoformas de llanura deltaica y bajada con lomerío **Figura 34**. En el caso específico del sitio del proyecto, la topoforma de bajada con lomerío **Figura 35**.

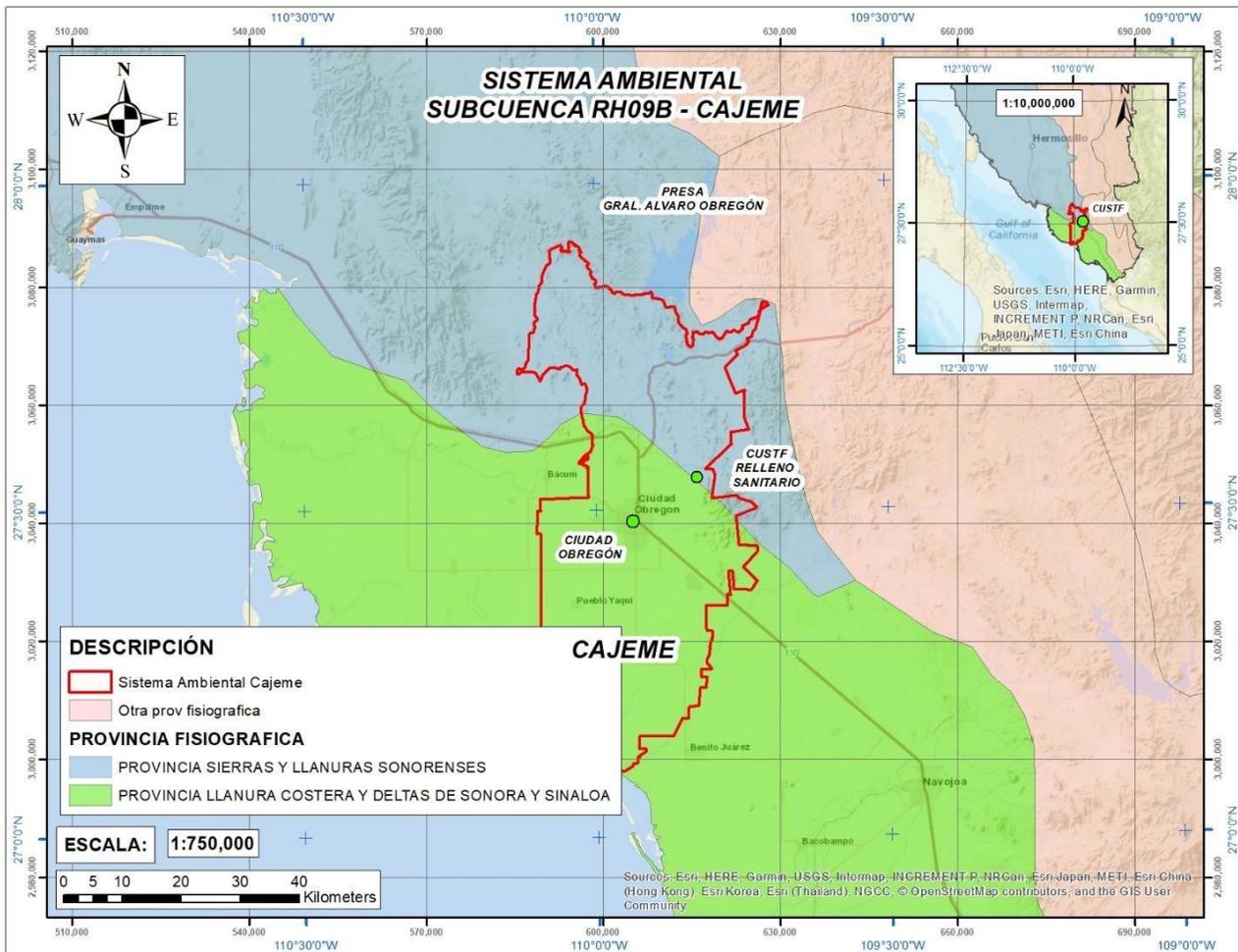


Figura 33. Provincia fisiográfica Sierras y Llanura Sonorenses a la que pertenece en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario del municipio de Cajeme, Sonora.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

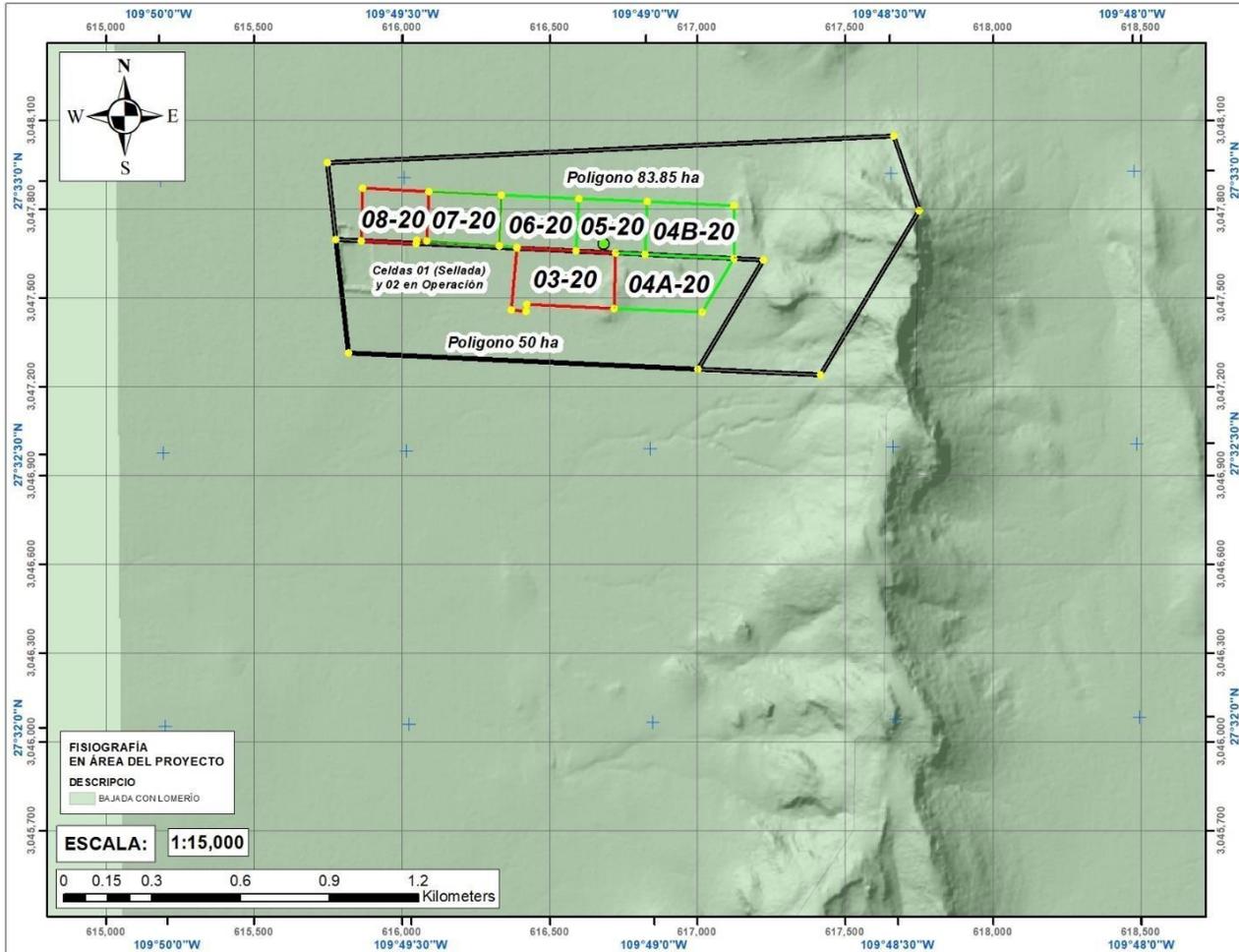


Figura 35. Topografía bajada con lomerío predominante en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

### d) Características geomorfológicas importantes.

En el Sistema Ambiental propuesto destacan las llanuras aluviales con extensas planicies costeras. En la **Figura 36** se puede observar los rangos de altitud del terreno en el sitio aledaño al proyecto donde la elevación del terreno se encuentra en el rango de 0 a 200 m de altitud. La topografía del terreno en el sitio del proyecto fue delimitada a partir de un modelo de elevación digital tomado con tecnología LIDAR con una precisión de celda de 5 X 5 m para el contorno del terreno obtenida de INEGI. En el Sistema Ambiental propuesto destacan las llanuras aluviales con extensas planicies costeras. En la **Figura 37** se puede observar que los rangos principales de altitud del terreno en el sitio del proyecto se encuentran entre 80-90 m y 90-100 m de altitud. La **Figura 38** muestra un plano de pendientes del terreno, siendo para el área del proyecto de 0-2% y de 2-5%, predominantemente.

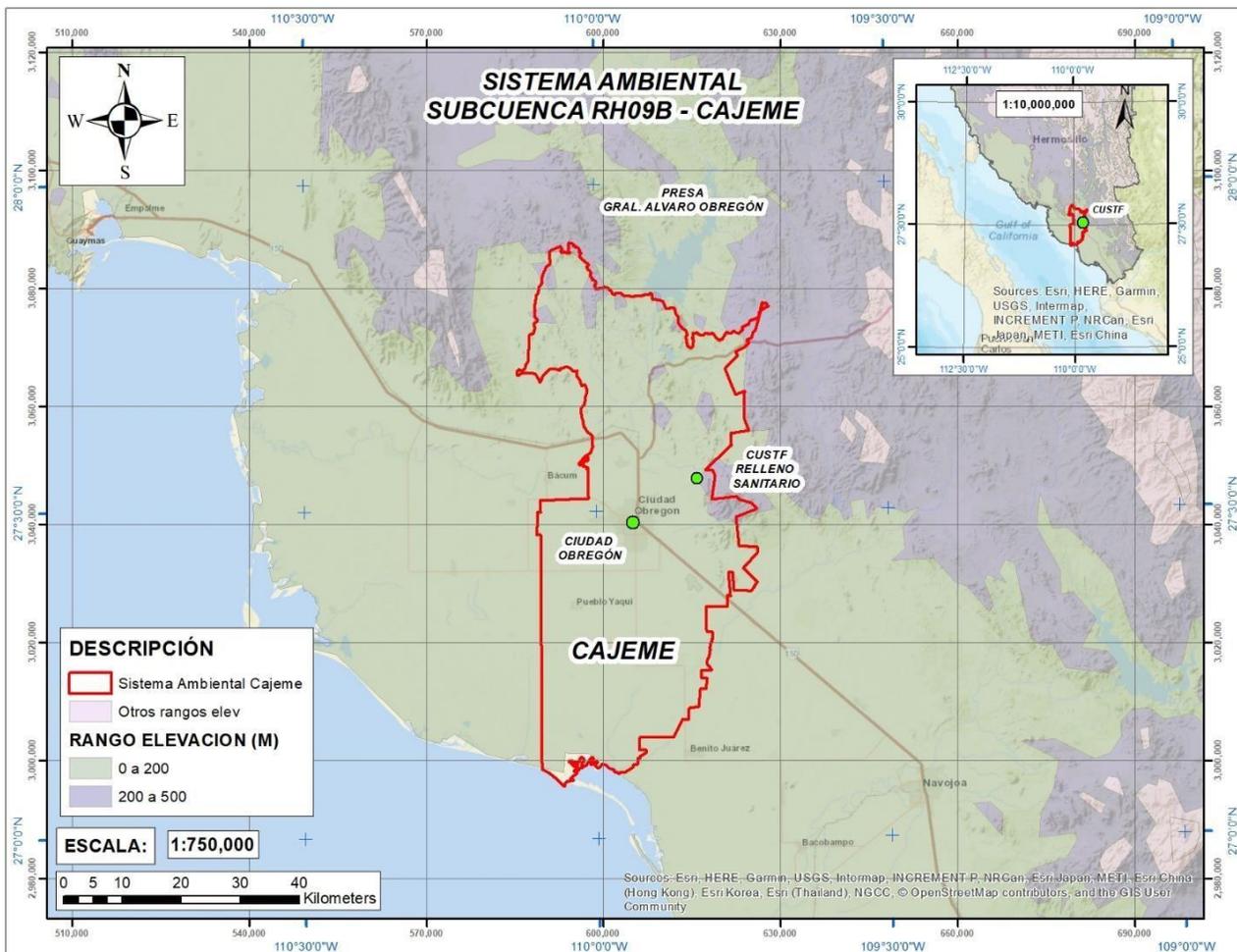


Figura 36. Rangos de elevación del terreno en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

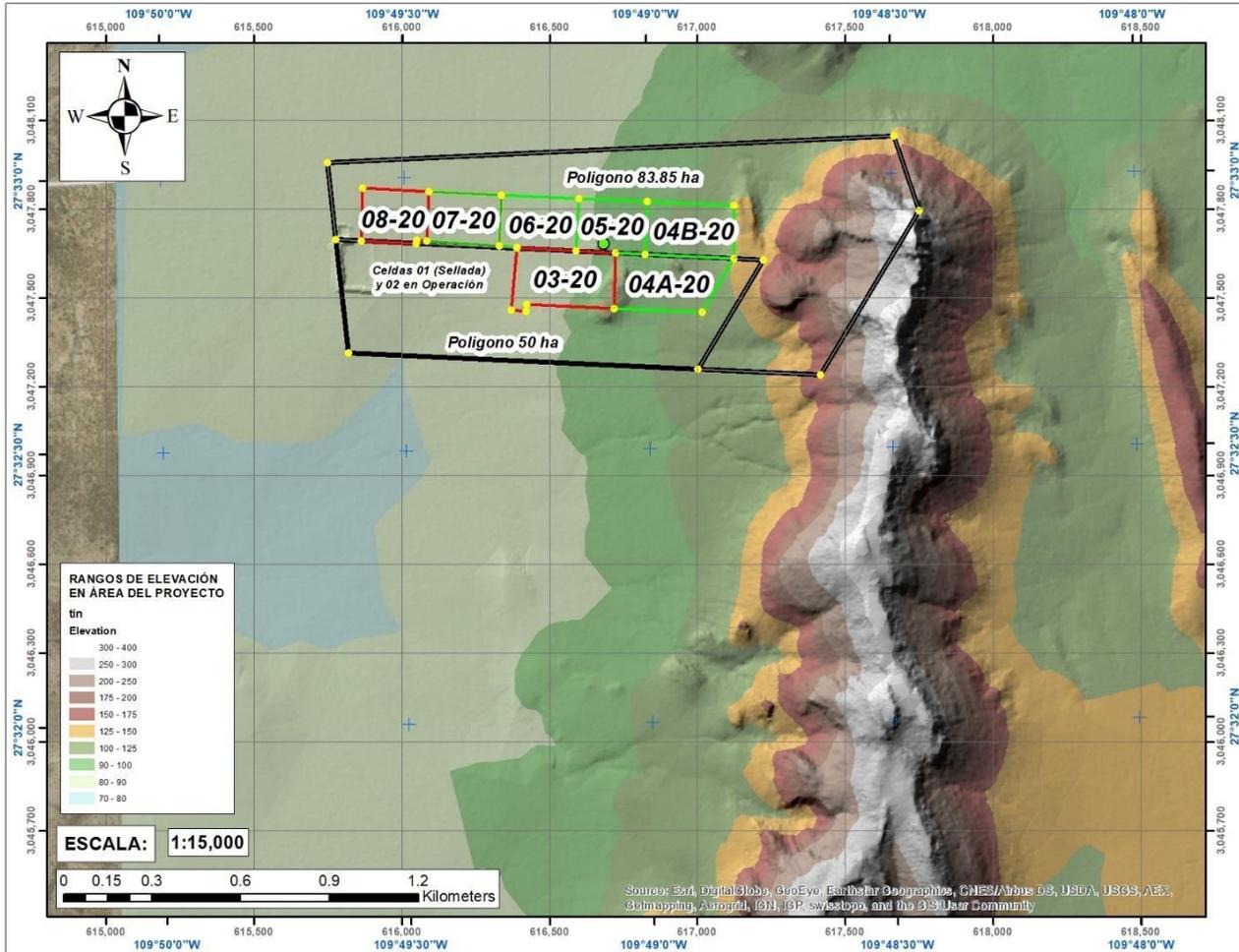


Figura 37. Rangos de elevación del terreno en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

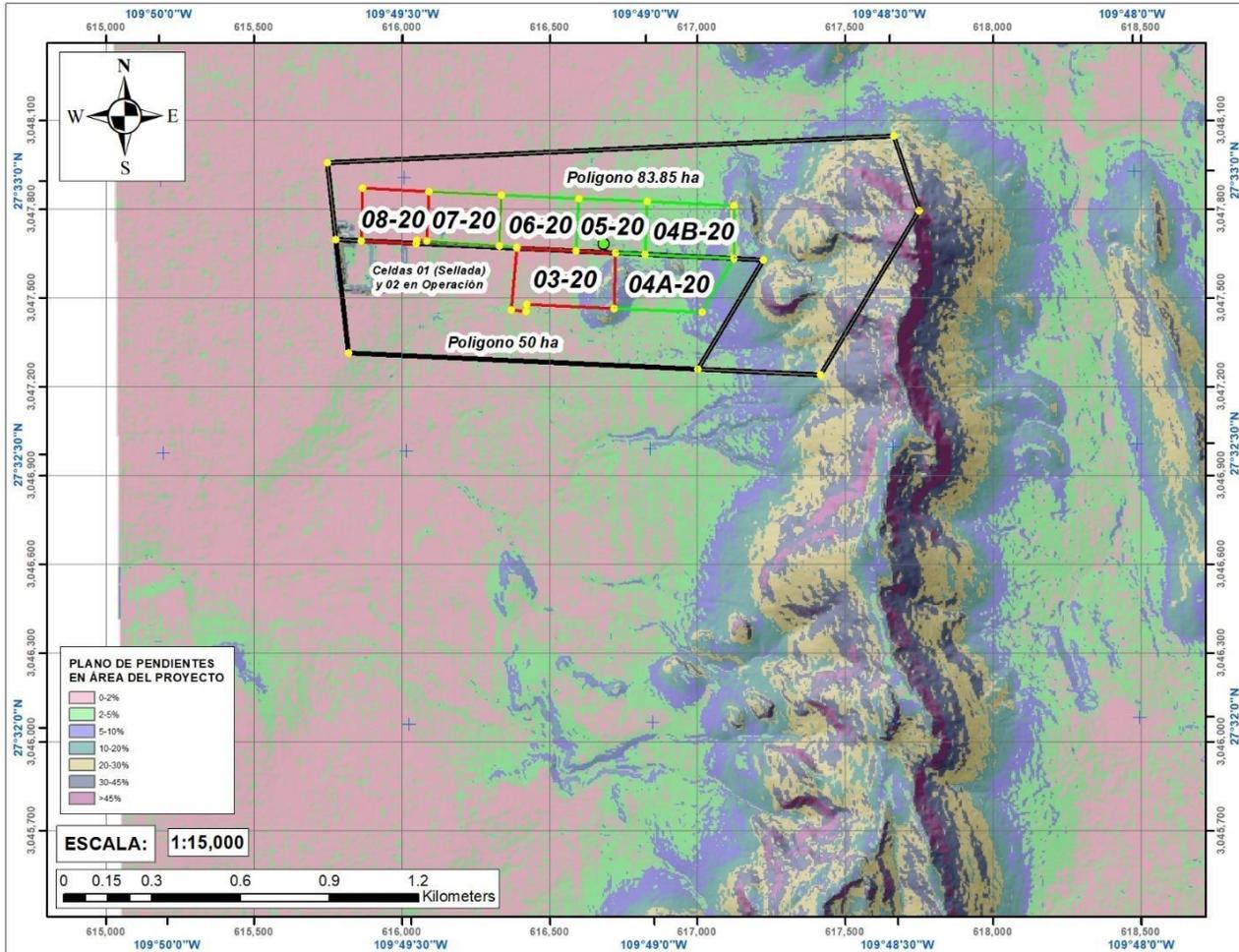


Figura 38. Plano de rangos de porcentaje de pendientes del terreno en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

### e) Presencia de fallas y fracturas.

Dentro del Sistema Ambiental, no es un sitio que se caracterice por este tipo de discontinuidad del terreno y no están presentes en el sitio de influencia del proyecto. La **Figura 39** muestra la Carta Estatal Geológica de INEGI (2000), donde no se registran fallas importantes en la vecindad del SA delimitado.



Figura 39. Fallas registradas en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

- f) **Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.**

**Sismicidad.**

De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional, la República Mexicana presenta cuatro grandes regiones con distintas características en cuanto a su sismicidad (**Figura 40**). De acuerdo con esta zonificación, el sitio del proyecto y su área de influencia se localizan en la zona B, caracterizada por ser zonas intermedias, donde no se registran sismos tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones del suelo pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

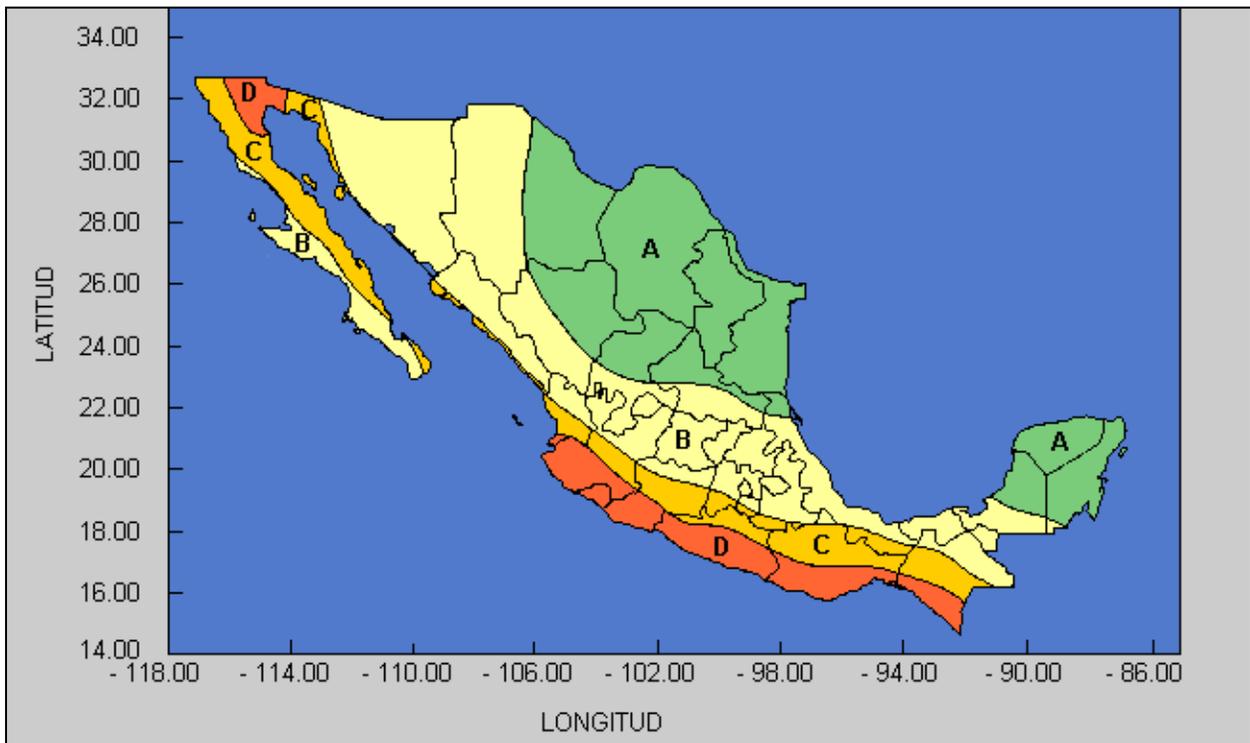


Figura 40. Regionalización sísmica de la República Mexicana.

**Deslizamientos.**

De acuerdo con INEGI no se presentan fallas que puedan incidir sobre la estabilidad del terreno ni de los materiales geológicos. Con base en lo anterior, la región es considerada como poco susceptible a deslizamientos.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**g) Suelos.**

La **Figura 41** muestra los tipos de suelo predominantes en el Sistema Ambiental del proyecto y que corresponde al Calcisol, aunque en el sitio del proyecto se define como Regosol. El suelo de tipo Solonchak se localiza en la región costera del municipio de Cajeme.

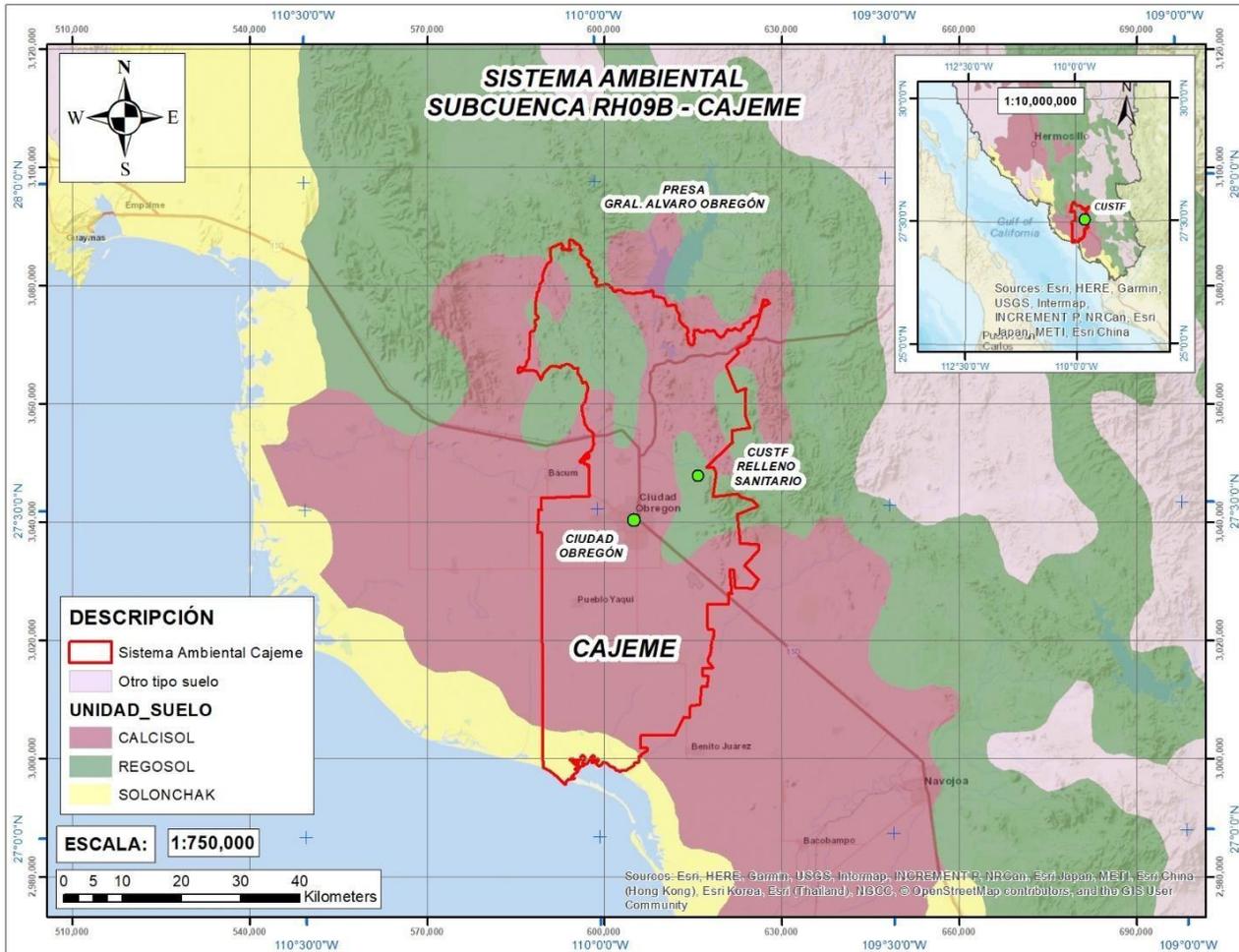


Figura 41. Mapa de suelos en el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

La **Figura 42** muestra los tipos de suelo predominantes en el Sistema Ambiental del proyecto y que corresponde al Calcisol, aunque en el sitio del proyecto se define como Regosol. El suelo de tipo Solonchak se localiza en la región costera del municipio de Cajeme.

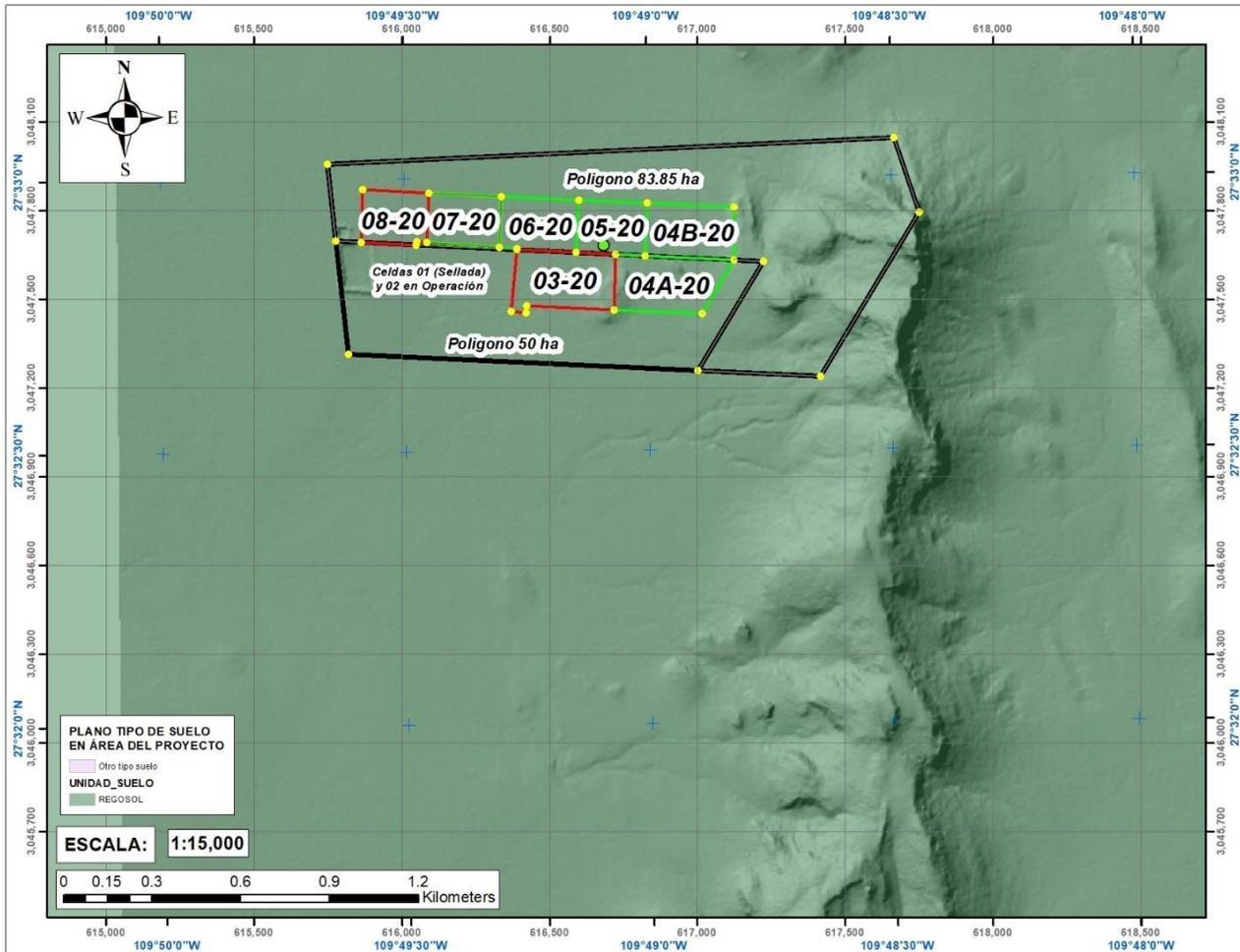


Figura 42. Mapa de suelos en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

### h) Hidrología superficial y subterránea.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

De acuerdo con los términos administrativos de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), la región donde se desarrollará el proyecto se encuentra ubicada en la región hidrológica No. 9 denominada Sonora Sur (**Figura 43**), así como a la cuenca del Río Yaqui (**Figura 44**). Esta última se puede subclasificar en la subcuenca Río Yaqui – Vicam (RH09B) (**Figura 45**)

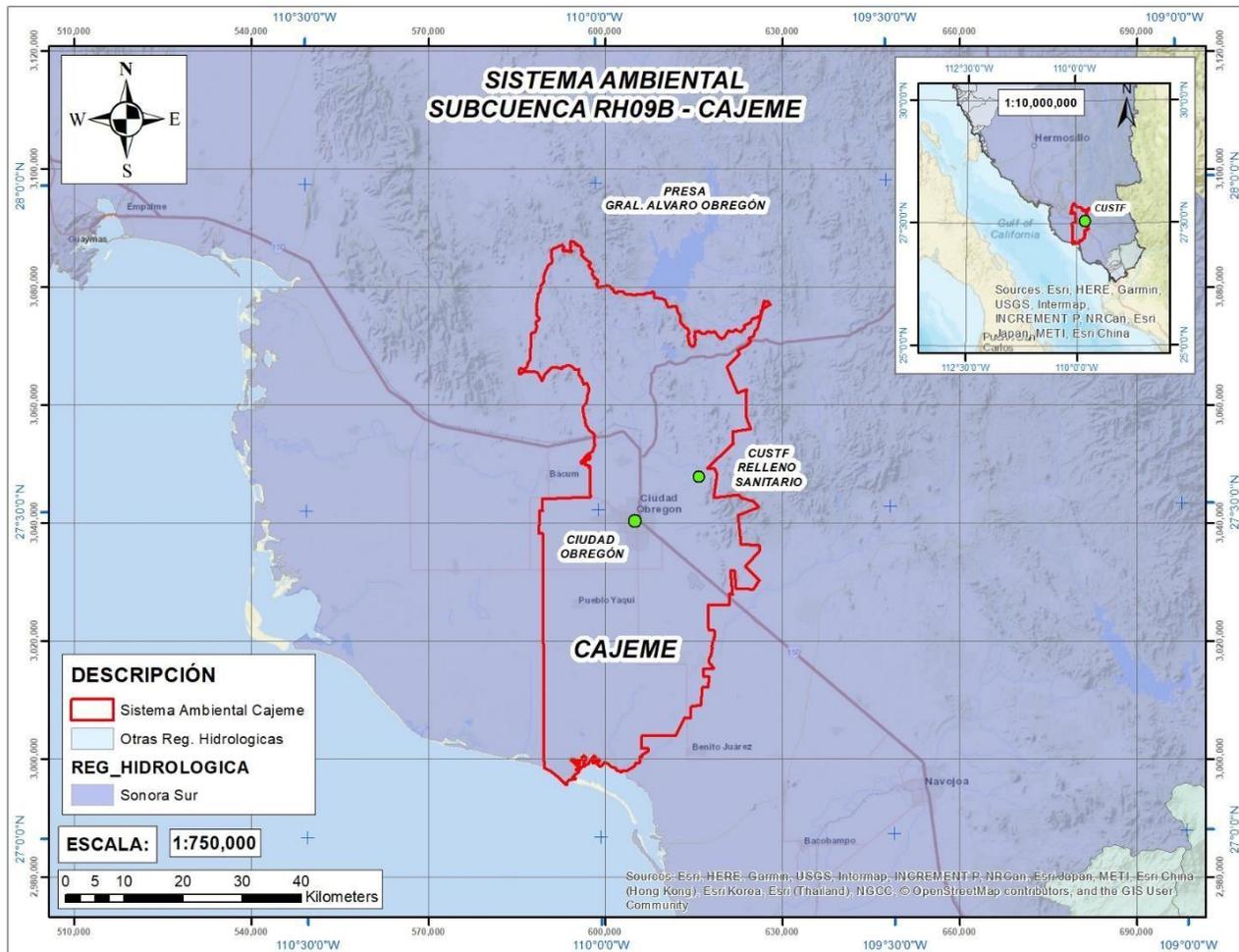


Figura 43. Región hidrológica Sonora Sur a la que pertenece el área del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

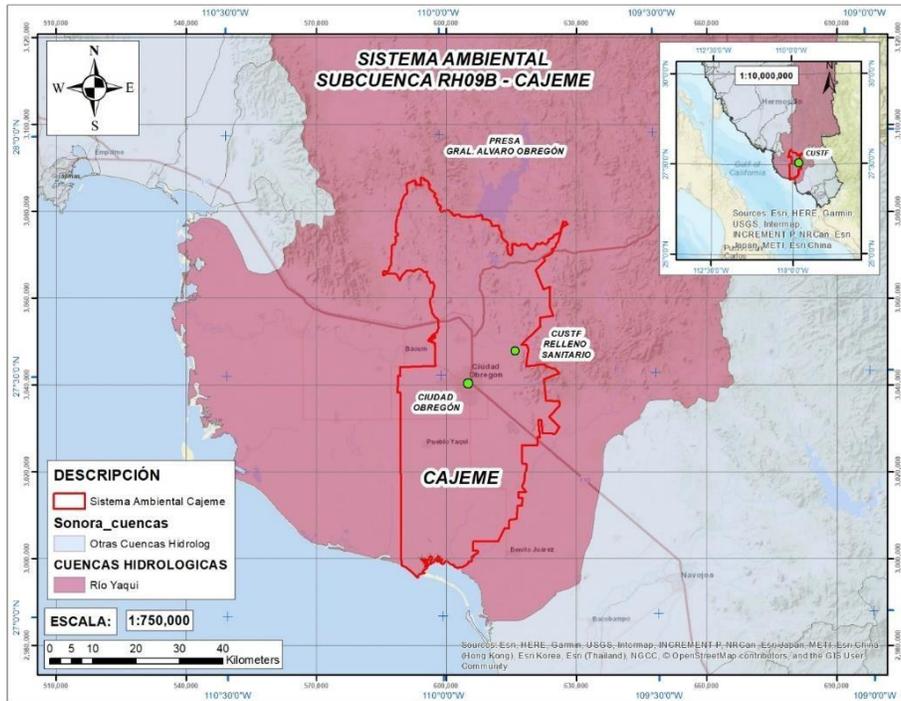


Figura 44. Cuenca del río Yaqui en el Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

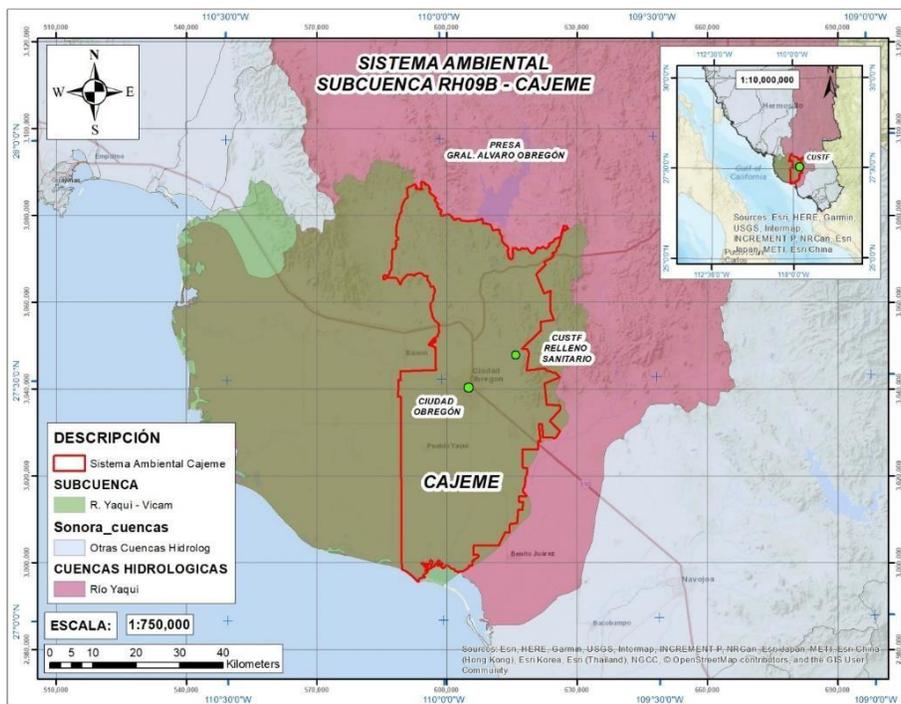


Figura 45. Subcuenca río Yaqui – Vicam (RH9B) en el Sistema Ambiental del proyecto de CUSTF para la ampliación del relleno sanitario en el municipio de Cajeme, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

La unidad hidrológica fue delimitada a partir de un modelo de elevación digital tomado con tecnología LIDAR con una precisión de celda de 5 X 5 m para la altura del terreno obtenida de INEGI. Con ayuda del modulo hidrológico del Sistemas de Información Geográfico se delimitaron los flujos, punto de descarga y la cuenca; esta última con una superficie estimada de 451 ha. Los flujos que se presentan son para la subcuenca hidrológica Río Yaqui – Vicam, aunque el modelo no definió flujos importantes sobre el área donde se proyectan las celdas de confinamiento de RSU (Figura 46).

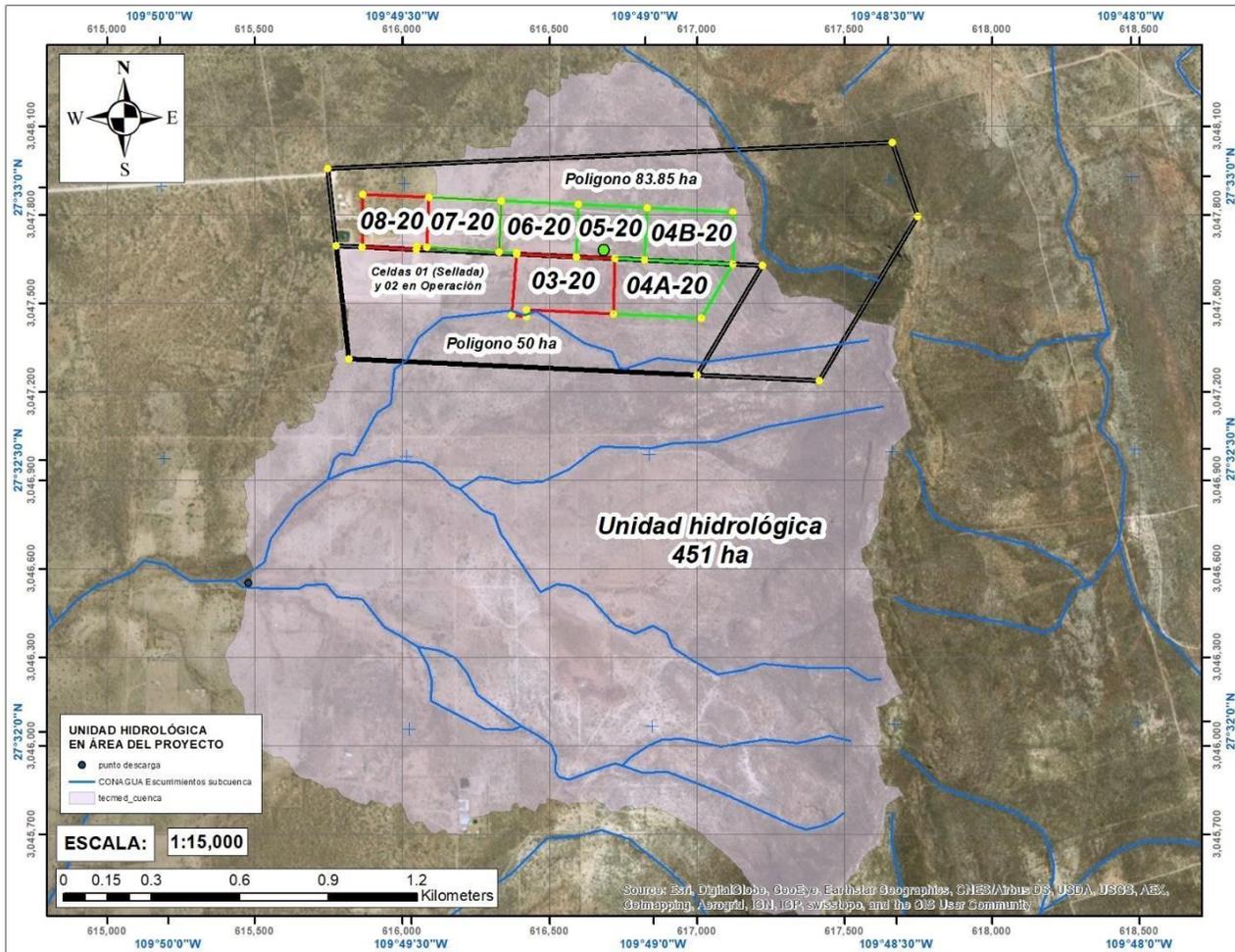


Figura 46. Unidad hidrológica delimitada en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**IV.3.1.2 Medio biótico.**

**a) Vegetación terrestre (especies, ecosistemas y biodiversidad).**

De acuerdo con la clasificación florística presentada en Rzedowski (1978), el Sistema Ambiental definido pertenece a la Provincia Planicie Costera del Noroeste. Ésta ocupa la mayor parte del Estado de Sonora y se extiende a lo largo de Sinaloa en forma de angosta franja costera. Incluye también una buena porción de Arizona y una fracción de California. La vegetación predominante la constituyen matorrales xerófilos y bosque espinoso. En el Sistema Ambiental delimitado para el presente proyecto y en el área de influencia, predomina el bosque espinoso. La vegetación está integrada por árboles y arbustos de los géneros *Acacia* (hizches), *Bursera* (torote) y *Cercidium* (palo verde). En la **Figura 47** se muestra un mapa donde se representa la delimitación geográfica y tipo de vegetación existente en la región, de acuerdo con el CONABIO (2008).

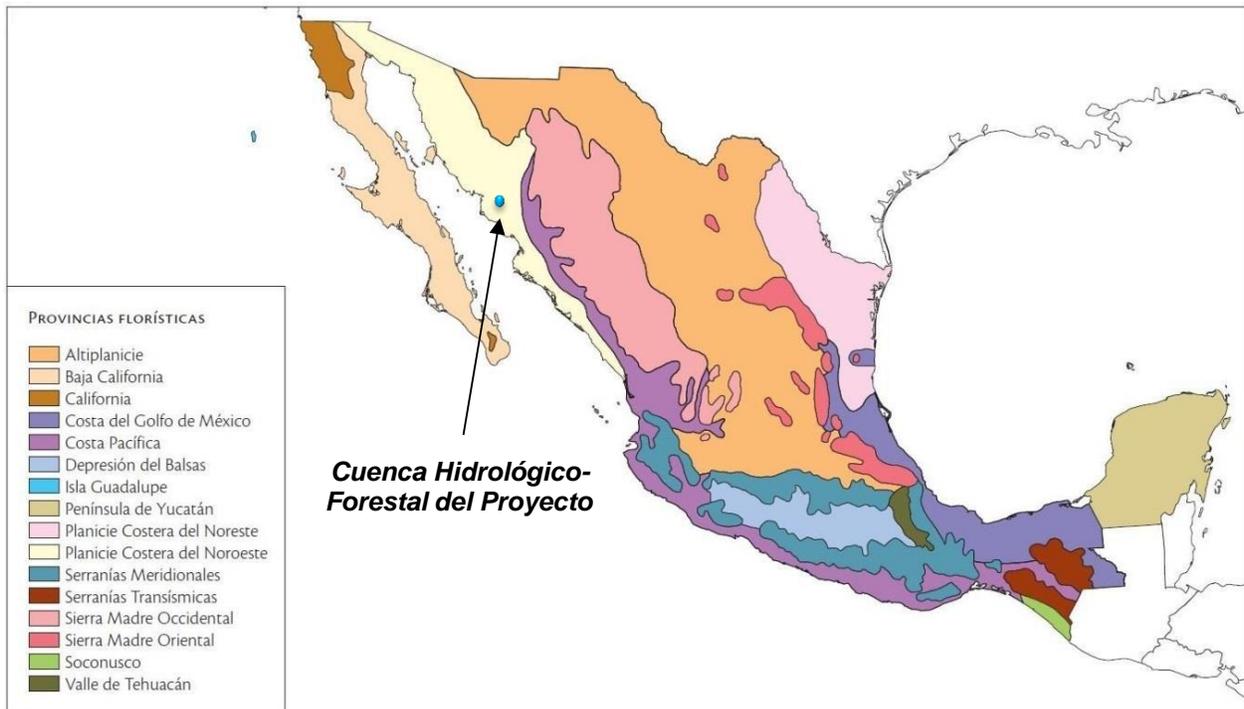


Figura 47. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación a las provincias florísticas del país.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

En Sonora la distribución de los tipos de vegetación está estrechamente vinculada a las condiciones climáticas. Así, en gran parte de la provincia fisiográfica conocida como Altiplanicie, misma que envuelve a la zona del proyecto, dominan diferentes tipos de formas de vida vegetal, ya que los climas imperantes son muy variados; en esta región, predominan plantas efímeras, arbustos, suculentas, etcétera, que les dan distintas fisonomías a las comunidades; además, la composición florística y la densidad vegetal son variables.

El tipo de vegetación para la cuenca hidrológico-forestal correspondiente al área de trabajo es de Bosque Espinoso, según la clasificación de Rzedowski (1994); de acuerdo con la clasificación desarrollada por el INEGI (Serie VI, escala 1:250,000) existen tres tipos de vegetación para la totalidad de la cuenca hidrológico forestal: Agricultura de Riego Anual, Matorral Subtropical, Pastizal Cultivado y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia. El plano cartográfico de la **Figura 48** muestra la distribución de los tipos de vegetación dentro de la Cuenca Hidrológico-Forestal (CHF) del proyecto.

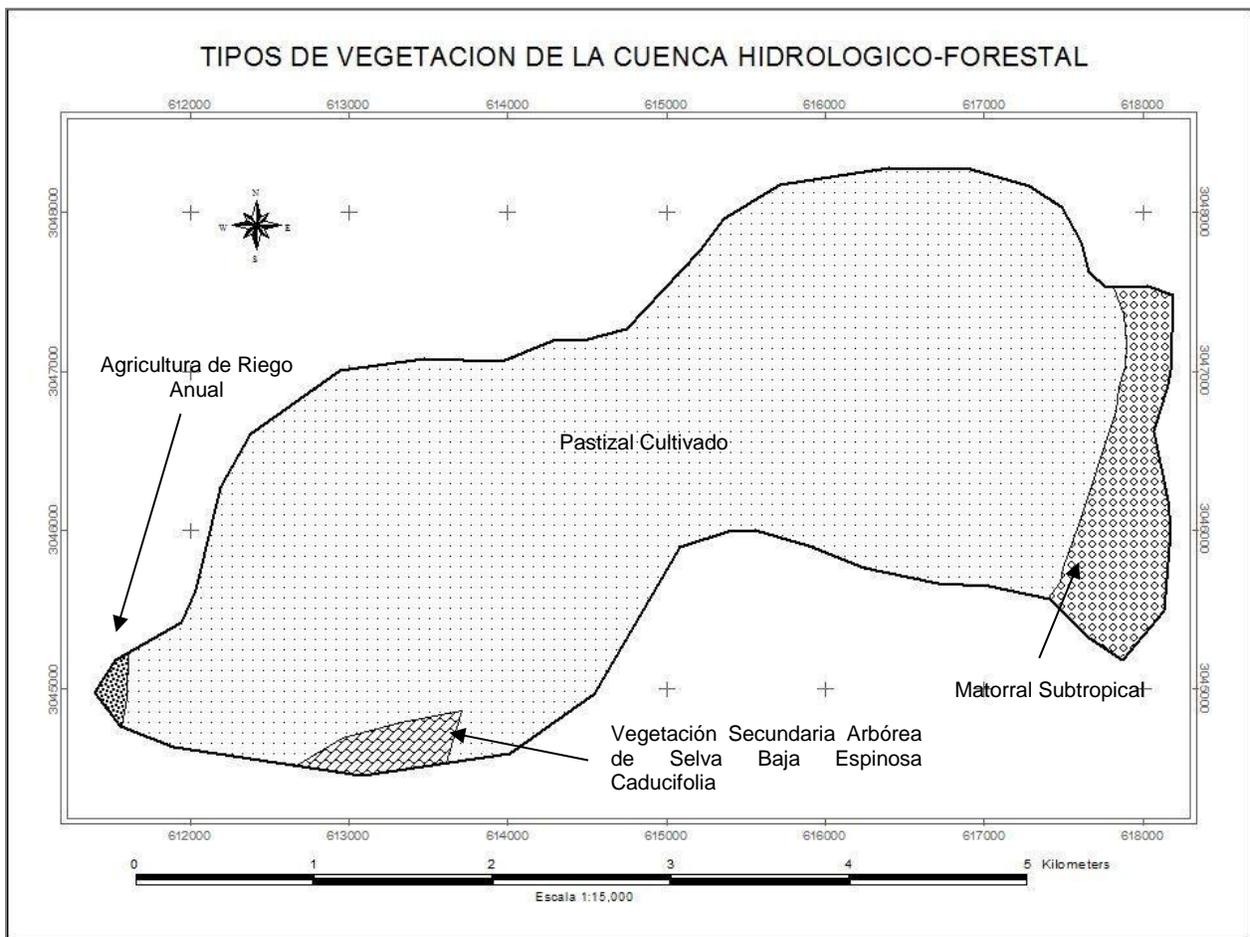


Figura 48. Tipos de vegetación de la Cuenca Hidrológico-Forestal según el INEGI, Versión Serie VI.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

En la **Tabla XIV** se pueden apreciar las proporciones de los tipos de vegetación de la CHF según la cartografía del INEGI.

Tabla XIV. Tipos de vegetación y su cobertura en la cuenca hidrológico-forestal del proyecto.

TIPO DE VEGETACION	COBERTURA (ha)	RELACION (%)
Agricultura de riego anual	4.3710	0.38
Matorral Subtropical	78.3080	6.85
Pastizal Cultivado	1,042.5690	91.19
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia	18.0820	1.58
<b>TOTAL</b>	<b>1,143.3300</b>	<b>100.00</b>

### **Agricultura de Riego Anual**

Estos agro sistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural (INEGI, 2017).

Los sistemas agrícolas se denominan anuales cuando solo cultivan especies cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

### **Matorral Subtropical**

Comunidad vegetal formada por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la Selva Baja Caducifolia, los matorrales de zonas áridas y semiáridas y pastizales, ocasionalmente con los bosques templados (de encino o pino - encino) principalmente del noroeste del país y las partes altas de los cañones de la Sierra Madre Occidental. Se caracteriza por presentar dos o tres estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, el estrato más importante es el arbustivo, que presenta alturas características entre 2 y 4 metros sus copas cubren el 60% de la superficie.

Su distribución se ubica principalmente en noroccidente, particularmente en el estado de Sonora. Se desarrolla en climas (A)C(w0)(w) que pertenecen al grupo de climas templados y al subgrupo de los semicálidos con temperatura media anual entre 18 y 22°C es el más húmedo de los semicálidos con lluvias en verano y con menos de 5% de lluvia invernal, la precipitación media anual fluctúa entre los 350 y 1,000 mm.

Se localiza en altitudes comprendidas entre los 300 - 1,900 metros sobre suelos de tipo regosol, litosol, cambisol y algunos feozem.

## **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL** **MODALIDAD PARTICULAR**

La mayor parte de las plantas que la constituyen pierden su follaje durante un periodo prolongado del año. Los principales componentes son: *Ipomoea sp*, (Cazahuates), *Bursera sp* (Copales, Papelillos), *Eysenhardtia polystachya* (Vara dulce), *Acacia pennatula* (Tepame), *Forestiera sp* (Acebuche), *Erythrina sp* (Colorín), *Plumeria sp*, *Fouquieria macdougalli*, *Lysiloma watsonii*, *Parkinsonia praecox*, *Bursera fagaroides*, *Bursera laxiflora*, *Stenocereus thurberi*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Antigonon leptopus*.

Para el estado de Sonora la presencia de este tipo de matorral representa condiciones ecológicas particulares en la zona que amerita estudios más detallados con respecto a su distribución y composición florística, ocurre lo mismo para la zona sur de Baja California Sur.

Mantiene una gran actividad antropógeno a través de la agricultura y ganadería principalmente esta última con un sobrepastoreo muy marcado (INEGI, 2017).

### **Pastizal Cultivado**

Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, clasificados como Pastizales Cultivados.

Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero (INEGI, 2017).

### **Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Caducifolia**

La Selva Baja Espinosa Caducifolia se distribuye en las partes bajas de la Llanura Costera del Pacífico (Sonora y Sinaloa), en algunas porciones costeras de Jalisco y Colima, en el norte de Yucatán y en la Llanura Costera del Golfo Norte (Tamaulipas), en el estado de Puebla y Oaxaca, las partes bajas de la cuenca del río Balsas y del Istmo de Tehuantepec.

Se desarrolla en climas similares a los de la Selva Baja Caducifolia o ligeramente más secos, pero en climas más húmedos que los matorrales xerófilos, con marcadas características de aridez, con precipitaciones comunes del orden de 900 mm o ligeramente menores, aunque el rango va de 350 a 1,200 mm y temperaturas medias anuales entre 20 y 27 °C. Los climas en los que se presenta son Cálidos subhúmedos muy secos y Secos semicálidos. Se puede desarrollar sobre terrenos planos o muy ligeramente ondulados desde cerca del nivel del mar hasta los 1,000 msnm. El material geológico que da soporte a esta selva puede estar constituido por calizas, margas o lutitas y material metamórfico. Los suelos en donde por lo regular crece, son más o menos arcillosos, con abundante materia orgánica y drenaje deficiente. Es una comunidad de

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

porte bajo, dominada por árboles espinosos. La mayoría de las especies de esta selva están desnudas durante periodos prolongados en la temporada seca; sólo *Ebenopsis ebano*, una de las especies dominantes, queda sin hojas durante un lapso muy corto. Los componentes de estas selvas miden de 8 a 10 m de alto y sólo eventualmente llegan a alcanzar 12 m. Muchas de las especies más abundantes son leguminosas con ramas espinosas. Aparte del estrato arbóreo, se encuentra un estrato arbustivo de 2 a 4 m de alto, bien desarrollado, pero falta casi completamente el estrato herbáceo.

Entre los elementos más importante están: *Acacia cornigera*, *Opuntia sp*, *Stenocereus sp*, *Crescentia cujete* (jícara), *Randia aculeata* (cruceto), *Phyllostylon brasiliense* (cerón), *Cercidium sp* (palo verde), *Ebanopsis ebano* (ébano), *Haematoxylon brasiletto* (Brasil, palo de Brasil), *Caesalpinia sp* (cascalote, iguanero), *Pithecellobium dulce* (chukum, guamúchil), *Ziziphus* (amole, limoncillo), *Prosopis sp* (mezquite), *Prosopis juliflora*, *Crescentia alata* (cuautecomate), *Acacia pringlei*, *Sideroxylon palmeri*, *Bursera simaruba*, *Esenbeckia berlandieri*, *Ficus sp*, *Achatocarpus nigricans*, *Sideroxylon verruculosum*, *Cephalocereus palmeri*, *Colubrina elliptica*, *Croton glabellus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Morisonia americana*, *Mosiera ehrenbergii*, *Trichilia havanensis*, *Yucca treculeana*, *Zanthoxylum fagara*, *Bromelia pinguin*, *Parkinsonia praecox* (palo mantecoso), *Bursera odorata*, *B. submoniliformis*, *B. morelensis*, *B. linnae*, *Cyrtocarpa procera* (chupandía) *Amphipterygium adstringens*, *Ceiba parvifolia*, *Senna bicapsularis*, *Pseudosmodingium andrieuxii*, *Gyrocarpus jatrophiifolius* y *Parkinsonia florida*.

### **Fase de vegetación secundaria**

Por definición, se describe a la Vegetación Secundaria cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura, y composición florística heterogénea.

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de la intensidad del elemento de disturbio, la duración de este y sobre todo a la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en la cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

Estas especies forman fases sucesionales conocidas como “Vegetación Secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Actualmente, a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de está provocando una vegetación inducida. A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica, y su difícil interpretación, aún en campo; se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

En el caso de la Selva Baja Espinosa Caducifolia de la CHF del presente estudio, el manejo antropogénico (desmontes no planificados, pastoreo inadecuado), ocasionó el crecimiento de vegetación secundaria arbórea en ese tipo de vegetación.

### Caracterización de la vegetación

De los diferentes tipos de vegetación de la cartografía del INEGI que abarca la superficie de la CHF, solo el pastizal cultivado sería el ecosistema que se afectaría con el desarrollo del proyecto. En la **Tabla XV** se presentan las especies que habitan en ese tipo de vegetación de la CHF del proyecto.

Tabla XV. Listado de las especies vegetales encontradas en el pastizal cultivado de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-059
<i>Abutilon californicum</i>	Pelotazo	Malvaceae	-
	Mezquitillo	Leguminosae	-
<i>Acacia constricta</i>		(Fabaceae)	-
<i>Bumelia occidentalis</i>	Bebelama	Sapotaceae	-
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	Burseraceae	-
<i>Caesalpinia palmeri</i>	Piojito	Leguminosae	-
<i>Caesalpinia pumila</i>	Palo piojo	Leguminosae	-
<i>Cassia covesii</i>	Hojasen	Leguminosae	-
<i>Cercidium floridum</i>	Brea	Leguminosae	-
<i>Condalia globosa</i>	Papachi	Rhamnaceae	-
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	Leguminosae	-
	Rama blanca	Compositae	-
<i>Encelia farinosa</i>		(Asteraceae)	-
<i>Ferocactus herrerae</i>	Biznaga	Cactaceae	-
<i>Forchammeria watsonii</i>	Jito	Capparaceae	-
<i>Fouquieria macdougalii</i>	Palo Adán	Fouquieriaceae	-
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	Zygophyllaceae	A
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	Euphorbiaceae	-
<i>Jatropha cordata</i>	Torote papelillo	Euphorbiaceae	-
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Tullidora	Rhamnaceae	-
<i>Lemaireocereus thurberi</i>	Pitahaya	Cactaceae	-
<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	Cactaceae	-
<i>Lycium andersonii</i>	Saliciso chino	Solanaceae	-

## **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR**

<i>Lycium berlandieri</i>	Saliciego	Solanaceae	-
<i>Mimosa laxiflora</i>	Uña de gato	Leguminosae	-
<i>Opuntia fulgida</i>	Choya	Cactaceae	-
<i>Opuntia versicolor</i>	Choya tasajo	Cactaceae	-
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Etcho	Cactaceae	-
<i>Pithecellobium sonora</i>	Gato	Leguminosae	-
<i>Prosopis juliflora</i> var. <i>velutina</i>	Mezquite	Leguminosae	-
<i>Rathbunia alamosensis</i>	Pitahaya agria	Cactaceae	-
<i>Ruellia californica</i>	Rama parda	Acanthaceae	-

### **Atributos de las especies vegetales**

La estructura de una comunidad vegetal, así como la dinámica de esta puede ser caracterizada si se conocen algunos de los atributos de las especies que la conforman. Los atributos de la vegetación más conocidos son la densidad, frecuencia, cobertura y el valor de importancia ecológico de las mismas. La densidad (abundancia, para algunos autores) de una especie se interpreta como el número de individuos de esa especie que habitan por unidad de área, en este caso, por hectárea. La frecuencia nos da una idea sobre la distribución espacial de los individuos de una especie en una determinada área. El atributo de la vegetación conocido como cobertura (dominancia) nos indica la cantidad de terreno que está cubierto por el follaje de una especie. Debemos tener en cuenta que una especie no necesariamente por ser muy densa cubrirá una gran superficie con su follaje. En otras palabras, una especie arbórea, con pocos individuos puede tener mayor cobertura que una especie muy abundante, pero con poco follaje. El valor de importancia nos indica que especie es la que juega un papel dominante sobre las demás, cual es la que controla el flujo de energía en ese ecosistema, cual es la que consume la mayor cantidad de recursos (nutrientes, agua, luz, etc.).

### **Sobre la medición de los atributos de las especies vegetales silvestres de la CHF**

Todo análisis de la vegetación requiere de un muestreo basado en técnicas que permitan conocer los atributos ecológicos de las especies y las poblaciones que estas forman; tales técnicas pueden ser métodos de muestreo adimensionales como la línea de *Candfield* o bidimensionales como los muestreos en parcelas las cuales, de acuerdo con su forma geométrica, pueden ser de tres tipos: rectángulos, cuadrados (cuadrantes) y círculos.

Al utilizarse parcelas como unidades de muestreo, deben seguirse los siguientes pasos:

- Seleccionar la forma de las parcelas
- Establecer el tamaño de dichas parcelas
- Determinar el número de unidades de muestreo
- Especificar el arreglo espacial o distribución de las parcelas de muestreo

## **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR**

### **Selección de la forma de las unidades de muestreo**

Muchos investigadores seleccionan arbitrariamente la forma de las unidades muestrales sin considerar el tipo de vegetación a estudiar, las formas de vida de las especies que deberán medir ni tampoco los atributos de las especies a ser evaluados.

*Bonham* (1989) sugiere que la forma de una parcela de muestreo debe ser adecuada para cada tipo de vegetación a evaluar, mientras que *Caryl* (1998) indica que la forma más eficiente de una unidad de muestreo depende del atributo de las especies a ser medido, además de la forma de crecimiento y la distribución espacial de los individuos que deberán ser medidos.

*Launchbaugh* (2009) menciona algunas ventajas y desventajas al utilizar parcelas de diferentes formas geométricas en el muestreo de vegetación:

<b>RECTANGULO</b>	<b>CUADRADO</b>	<b>CIRCULO</b>
Recomendado para comunidades con vegetación en grupos más no en vegetación dispersa	Recomendado para todo tipo de comunidades con vegetación terrestre	Recomendado para todo tipo de comunidades con vegetación terrestre
Relación perímetro-área mayor que para el cuadrado y el círculo	Relación perímetro-área mayor que el círculo, pero menor que el rectángulo	Relación perímetro-área menor que los otros tipos de parcelas
Ofrece una varianza menor que en los cuadrantes y los círculos, pero su aplicación consume mayor tiempo y esfuerzo	Mayormente utilizado para el muestreo de la frecuencia de especies porque con él es más fácil estimar la presencia/ausencia de especies	El efecto de orilla es menor que los otros tipos de parcelas, pero está más limitado por los tipos de vegetación y forma de vida de los individuos
Más recomendable en mediciones de densidad y cobertura de especies que los otros tipos de parcelas	Más recomendable en mediciones de cobertura de especies que el círculo, pero menos que el rectángulo	Recomendado en estudios de cobertura y producción en pastizales

### **Parcelas para medir Densidad**

*Elzinga et. al* (1998) han demostrado que, para medir la densidad de especies, las parcelas rectangulares largas y angostas son estadísticamente mejores que los cuadrantes y los círculos; sin embargo, desde una perspectiva práctica, este tipo de parcelas traen consigo cierto tipo de inconvenientes como el tiempo de ejecución y los efectos de orilla. En estos casos pueden utilizarse indistintamente las parcelas de forma cuadrada (cuadrantes) o circular que, aunque pueden tener diferencias por efecto de orilla, este error es compensado al utilizar el número adecuado de unidades de muestreo.

### **Parcelas para medir Frecuencia**

Este atributo de las especies es comúnmente medido por los investigadores utilizando cuadrantes (parcelas cuadradas) ya que se ha comprobado ser el más preciso al medir la presencia o ausencia de las especies en cada unidad de muestreo.

### **Parcelas para medir Cobertura**

Desde la perspectiva de la precisión estadística en el muestreo, para la medición de la cobertura se aplican las mismas consideraciones que en la medición de la densidad, es

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

decir, las parcelas rectangulares son las menos indicadas de tal forma que pueden utilizarse indistintamente las parcelas de forma cuadrada (cuadrantes) o circular que, aunque pueden tener diferencias por efecto de orilla, este error es compensado al utilizar el número adecuado de unidades de muestreo.

Considerando lo expuesto en párrafos anteriores, para el presente estudio se optó por utilizar cuadrantes (parcelas cuadradas) en los muestreos de vegetación.

**Establecimiento del tamaño de las unidades de muestreo**

La metodología utilizada para definir el tamaño de los cuadrantes de muestreo se basó considerando el criterio de “área mínima” (Bonham, 1989; Graf y Sayagués-Laso, 2000) el cual consiste en definir un cuadrante con la menor superficie de terreno en el cual la composición de especies de la comunidad vegetal a medir se encuentre adecuadamente representada (básicamente un 80%). En otras palabras, es la extensión más pequeña en la cual la composición florística está representada adecuadamente. El incremento en el número de especies diferentes con el aumento de la superficie de observación es considerado como marginal.

La determinación del área mínima se inicia escogiendo una parte representativa de la comunidad que muestre homogeneidad en la distribución de especies, es decir, no debe haber fragmentación en el arreglo espacial de las especies dentro de la comunidad; enseguida se procede a muestrear unidades contiguas (anidadas) de extensión progresivamente mayor y se registran todas las especies diferentes que se van encontrando. Luego se aplica algún criterio (arbitrario) que defina el área mínima, por ejemplo, aquella que contiene el 80 % de las especies encontradas. Este proceso se ejemplifica en la **Figura 49**.

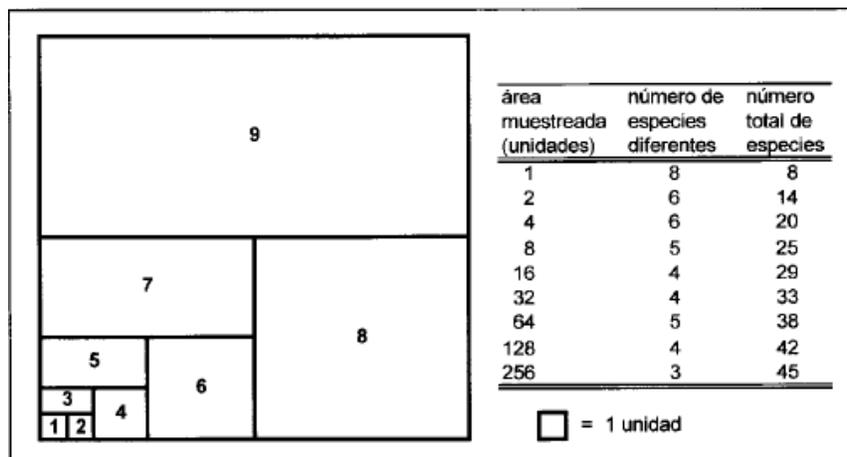


Figura 49. Ejemplificación básica del proceso para establecer el área mínima de muestreo

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

En segunda instancia, para la determinación del área mínima, se debe construir una curva área – número de especies y luego se aplica algún criterio (arbitrario) que defina el área mínima, por ejemplo, aquella que contiene por lo menos el 80 % de las especies encontradas.

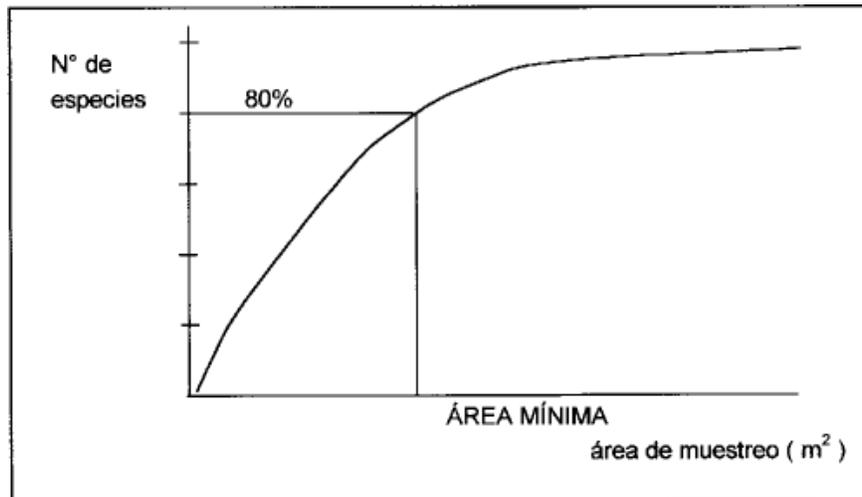


Figura 50. Expresión gráfica de la curva área de muestreo vs número de especies.

Hay que considerar que las especies que son muy escasas o raras pueden quedar excluidas durante el muestreo debido a su inapreciable presencia en el ecosistema, sin embargo, deben considerarse en forma especial pues pueden ser especies amenazadas o en algún estatus de protección por las normas oficiales.

El área mínima que fue determinada para el muestreo de la vegetación en la CHF fue de 900 m<sup>2</sup> representada por cuadrantes de 30 X 30 m de lado, de acuerdo con la densidad y formas de vida de las especies vegetales presentes en los sitios de muestreo.

### **Determinación del número de unidades de muestreo**

Para el caso de la CHF del área del proyecto, que abarca una superficie de 347.1160 ha (3,471,160 m<sup>2</sup>), se pueden establecer 8,678 estaciones de muestreo de 400 m<sup>2</sup> (cuadrantes de 20 X 20 m). En virtud de que sería casi imposible muestrear el total de ese número de unidades de muestreo, se toma una cantidad estadísticamente representativa de muestras que deberán ser tomadas de todas las poblaciones de unidades muestrales de la CHF; el número de sitios de muestreo generalmente se determina utilizando ecuaciones o algoritmos matemáticos, mismos que son definidos siguiendo criterios preestablecidos por los investigadores.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

### **Criterios basados en la extensión geográfica del área de interés**

*Rivas* (2001) sugiere que, para determinar el tamaño de la muestra de una población forestal, se debe primeramente definir la intensidad de muestreo, que es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = (n / N) * 100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje

n = Número de unidades de la muestra

N = Número de unidades de toda la población

En inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo de 0.1% a 1 %, y el valor que se tome está en función de la superficie a inventariar, los recursos financieros con que se cuenta, la precisión de muestreo requerida y el tiempo disponible para realizar el trabajo.

El utilizar este criterio para medir la vegetación de la CHF del presente proyecto (347.1160 ha) con una intensidad de muestreo de 1%, necesitaría hacer mediciones en un total de 87 unidades de muestreo de 20 x 20 metros, lo cual resulta incosteable en tiempo y en recursos económicos.

Para el caso de México, *Ramos-Balderas* (2015) y *Berlanga et. al.* (1992) recomiendan una intensidad de muestreo de 1% del área de interés para ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, respaldando la metodología de *Rivas-Torres* (2001) anteriormente expuesta.

De acuerdo con las *Normas Técnicas Forestales* (*Frith y Ubiera*, 2001), mismas que fueron diseñadas para el estudio de ecosistemas forestales naturales, es decir, no inducidos, una intensidad de muestreo para superficies mayores de 40 ha, deberá ser de 1.5 % con niveles de confianza no menores al 95%. Si adoptáramos ese criterio para muestrear la vegetación (347.1160 ha) de la cuenca hidrológico-forestal correspondiente al proyecto, se debería aplicar una intensidad de muestreo equivalente a 130 sitios de muestreo con cuadrantes de 20 X 20 m como unidades muestrales lo cual, para determinar simplemente que las especies del área del proyecto están bien representadas en la CHF y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema con el desarrollo del proyecto, puede ser un esfuerzo excesivo de trabajo de campo que llevaría meses en su realización y un requerimiento de recursos económicos prohibitivos para el proyecto al grado que sería incosteable su realización.

### **Criterios basados en cálculos estadísticos**

Las estimaciones del número de unidades muestrales usando un criterio estadístico se basa en la aplicación de algoritmos matemáticos independientemente del tamaño o superficie de terreno en que se encuentre la población o comunidad vegetal de interés; sin embargo, para la aplicación de los métodos estadísticos regularmente se requiere de

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

un muestreo piloto de algunas unidades muestrales ya que la variación en los valores de los parámetros medidos, determinará el número estadísticamente significativo de unidades muestrales a realizar.

Los métodos estadísticos podrán aplicarse a poblaciones finitas (valor de N conocido) y a poblaciones infinitas.

Entre los métodos estadísticos aplicados para obtener el número de unidades de muestreo (n) en poblaciones finitas están los propuestos por *Mostacedo y Fredericksen* (2000), y *Gaillard y Pece* (2011).

La fórmula matemática para calcularlo es la siguiente:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muestrales a aplicar

t = Valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa t = 0.05, es decir 95% de probabilidad y dos colas

\*CV = Coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un pre-muestreo

E = Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro; generalmente es del 20%

N = Total de unidades muestrales en toda la población

\*El coeficiente de variación (CV) deriva de la ecuación:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación

\*s = Desviación estándar

$\bar{X}$  = Valor promedio

\*El valor de la desviación estándar (s) deriva de la ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{N}}{N - 1}}$$

Donde:

d = es el valor de densidad que en este caso se tomó como parámetro para obtener el valor de n.

El método consiste en realizar un muestreo piloto y, con los datos obtenidos, aplicar la fórmula propuesta por el autor.

### **Criterio basado en la recomendación de la SEMARNAT**

Tomando en cuenta la recomendación o el criterio establecido por la SEMARNAT de que el muestreo en una CHF debe servir para determinar que las especies del área del proyecto están bien representadas en ella y que no se pone en riesgo la biodiversidad del ecosistema, el número de sitios de muestreo deberá ser de tal magnitud que cumpla con ese requisito sin llegar a hacer un muestreo que sea espacial y estadísticamente representativo del área total de la CHF ya que eso podría ser prohibitivo para el proyecto debido a factores como el gasto económico, el tiempo de realización, presencia barreras geográficas y/o topográficas y acceso limitado a otros predios dentro de la CHF, entre otros.

El procedimiento consiste en hacer primeramente el muestreo en el área propuesta para CUSTF y se registran las especies encontradas en los ecosistemas de esa área. Seguidamente se inicia el muestreo en los mismos ecosistemas de la CHF que representan a los del área de interés ya muestreada y se anotan las especies encontradas en ese primer punto de muestreo; en el siguiente sitio de muestreo se realizan las mediciones sobre todas las especies encontradas en él, pero además se anotan las especies nuevas que van apareciendo con respecto al sitio de muestreo anterior. En el tercer sitio de muestreo se continúa con la misma metodología y así sucesivamente hasta llegar a un sitio de muestreo n donde ya se encuentren representadas todas las especies del área propuesta para CUSTF; en otras palabras, se trata de elaborar una curva de acumulación de especies hasta lograr la representatividad de las especies del área del proyecto dentro la CHF correspondiente para así asegurarse de que las especies del área del proyecto están representadas en la CHF y no se pone en riesgo la biodiversidad.

Durante el trabajo de campo de la CHF se establecieron 7 estaciones de muestreo tomando en consideración las variaciones detectadas en la topografía, tipos de suelos, rasgos geológicos y cambios en la vegetación, principalmente. El plano cartográfico de la **Figura 51** muestra la distribución geográfica de los puntos de muestreo a lo largo de la cuenca hidrológica forestal:

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

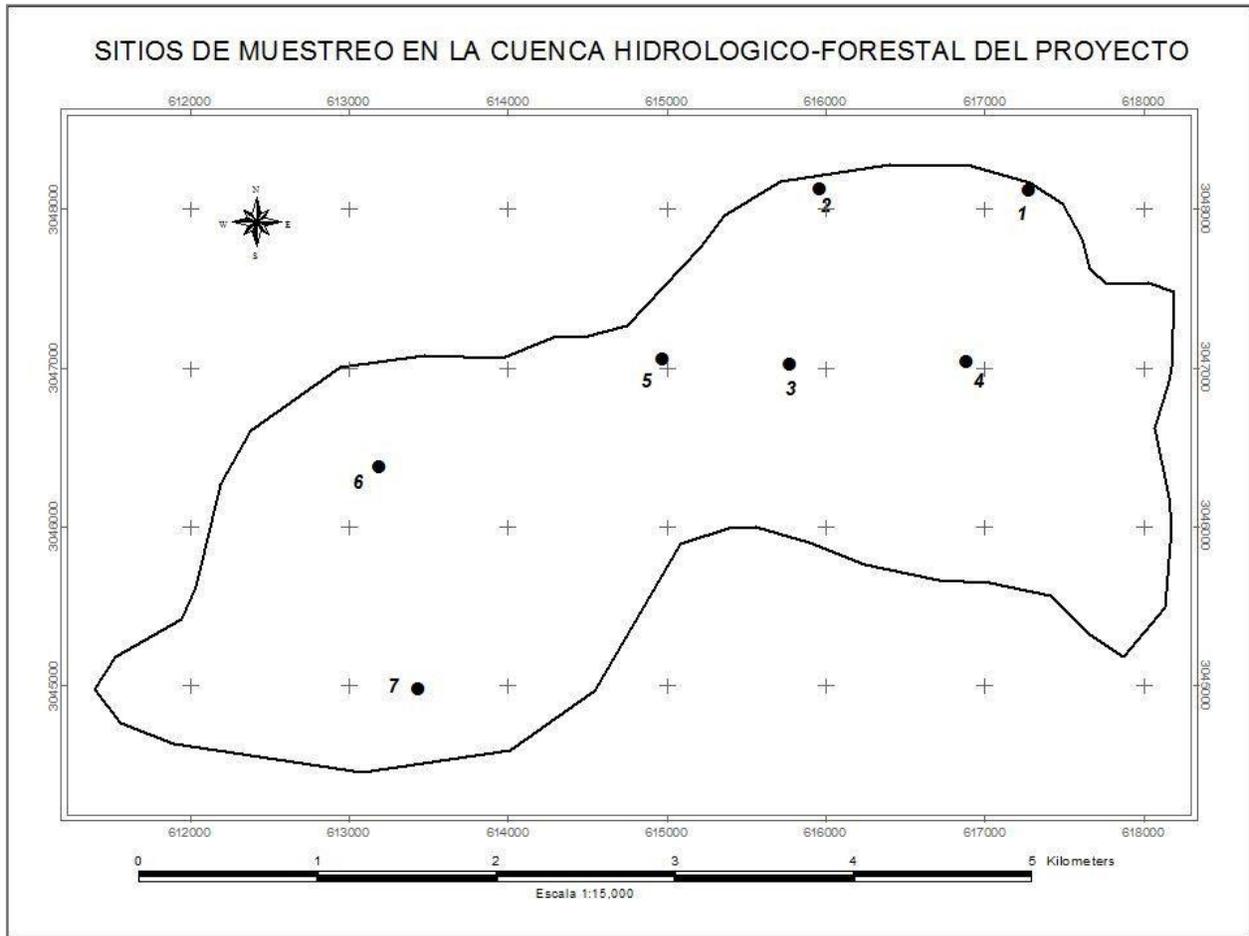


Figura 51. Distribución espacial de los sitios de muestreo dentro de la Cuenca Hidrológico-Forestal del proyecto

La posición geográfica de los sitios de muestreo en el área de la CHF fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84 – Zona 12 N. La **Tabla XVI** muestra las coordenadas para cada uno de los sitios de muestreo.

Tabla XVI. Coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación de la CHF del proyecto.

SITIO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	616,851	3,048,003
2	615,683	3,048,012
3	615,513	3,047,026
4	616,503	3,047,043
5	614,803	3,047,057
6	613,217	3,046,454
7	613,432	3,045,211

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

A continuación, se presentan los listados de vegetación para cada uno de los sitios de muestreo, así como la información obtenida para las especies en esos sitios.

Tabla XVII. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 1.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Bumelia occidentalis</i>	Bebelama	2
<i>Caesalpinia palmeri</i>	Piojito	1
<i>Caesalpinia pumila</i>	Palo piojo	2
<i>Cercidium floridum</i>	Brea	8
<i>Condalia globosa</i>	Papachi	2
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	30
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	4
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	2
<i>Jatropha cordata</i>	Torote papelillo	3
<i>Lycium andersonii</i>	Salicieso chino	1
<i>Lycium berlandieri</i>	Salicieso	1
<i>Mimosa laxiflora</i>	Uña de gato	3
<i>Opuntia fulgida</i>	Choya	23
<i>Opuntia versicolor</i>	Choya tasajo	1
<i>Prosopis juliflora var. velutina</i>	Mezquite	3

Tabla XVIII. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 2.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Acacia constricta</i>	Mezquitillo	5
<i>Bumelia occidentalis</i>	Bebelama	3
<i>Cassia covesii</i>	Hojasen	8
<i>Cercidium floridum</i>	Brea	7
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	5
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	10
<i>Forchhammeria watsonii</i>	Jito	1
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	3
<i>Lophocereus schottii var. schottii</i>	Sina	1
<i>Prosopis juliflora var. velutina</i>	Mezquite	2
<i>Rathbunia alamosensis</i>	Pitahaya agria	2

Tabla XIX. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 3.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Abutilon californicum</i>	Pelotazo	3
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	1
<i>Caesalpinia palmeri</i>	Piojito	1
<i>Condalia globosa</i>	Papachi	1
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	26
<i>Fouquieria macdougalii</i>	Palo Adán	3
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	5
<i>Mimosa laxiflora</i>	Uña de gato	2
<i>Opuntia fulgida</i>	Choya	36
<i>Opuntia versicolor</i>	Choya tasajo	1
<i>Ruellia californica</i>	Rama parda	3

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla XX. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 4.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	1
<i>Caesalpinia palmeri</i>	Piojito	2
<i>Caesalpinia pumila</i>	Palo piojo	1
<i>Cercidium floridum</i>	Brea	2
<i>Condalia globosa</i>	Papachi	2
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	47
<i>Ferocactus herrerae</i>	Biznaga	1
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	2
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	4
<i>Lemnaireocereus thurberi</i>	Pitahaya	2
<i>Lycium andersonii</i>	Saliceso chino	3
<i>Lycium berlandieri</i>	Saliceso	2
<i>Mimosa laxiflora</i>	Uña de gato	1
<i>Pithecellobium sonorae</i>	Gato	3
<i>Prosopis juliflora var. velutina</i>	Mezquite	1

Tabla XXI. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 5.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Cercidium floridum</i>	Brea	4
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	20
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	1
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	4
<i>Opuntia fulgida</i>	Choya	12
<i>Opuntia versicolor</i>	Choya tasajo	1
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Etcho	1
<i>Prosopis juliflora var. velutina</i>	Mezquite	3
<i>Rathbunia alamosensis</i>	Pitahaya agria	1

Tabla XXII. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 6.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Abutilon californicum</i>	Pelotazo	1
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	5
<i>Condalia globosa</i>	Papachi	1
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	18
<i>Fouquieria macdougalii</i>	Palo Adán	1
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	1
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	6
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Tullidora	1
<i>Opuntia fulgida</i>	Choya	1
<i>Opuntia versicolor</i>	Choya tasajo	1
<i>Rathbunia alamosensis</i>	Pitahaya agria	1
<i>Ruellia californica</i>	Rama parda	1

Tabla XXIII. Listado de especies y densidad individual encontrada en el Sitio 7.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/SITIO
<i>Abutilon californicum</i>	Pelotazo	3
<i>Cercidium floridum</i>	Brea	2
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	9
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	1
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	7

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Lophocereus schottii var. schottii	Sina	3
Lycium berlandieri	Salicieso	1
Pithecellobium sonorae	Gato	2

### Memoria de Cálculo de Atributos Ecológicos de las Especies Vegetales

En la **Tabla XXIV** podemos observar que la brea, *Cercidium floridum*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato arbóreo del área de la CHF; así, esta especie leguminosa es la que aprovecha los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc. en lo que sería el estrato arbóreo de la comunidad.

Tabla XXIV. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbóreo que habitan en el área de la CHF.

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Cercidium floridum</i>	Brea	71.93	76.17	83.33	231.43	1
2	<i>Prosopis juliflora var. velutina</i>	Mezquite	28.07	23.83	16.67	68.57	2
			100	100	100	300	

Donde:

DR = Densidad relativa expresada en valores porcentuales,

CR = Cobertura relativa expresada en valores porcentuales,

FR = Frecuencia relativa expresada en valores porcentuales

V.I. = Valor de importancia que nos indica el peso ecológico que tiene esa especie en la comunidad,

CLASE = La categoría que tiene la especie en términos de su papel ecológico dentro de la comunidad.

En la **Tabla XXV** podemos observar que el daysillo, *Desmanthus covillei*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato arbustivo de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Tabla XXV. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo que habitan en el área de la CHF

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Acacia constricta</i>	Mezquitillo	1.89	0.96	1.92	4.77	6
2	<i>Bumelia occidentalis</i>	Bebelama	1.89	2.94	3.85	8.67	5
3	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	2.62	18.89	5.77	27.27	3
4	<i>Caesalpinia palmeri</i>	Piojito	1.47	2.00	5.77	9.24	5
5	<i>Caesalpinia pumila</i>	Palo piojo	1.15	1.58	3.85	6.58	6
6	<i>Condalia globosa</i>	Papachi	2.20	1.62	7.69	11.51	5
7	<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	58.07	35.95	13.46	107.48	1
8	<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	3.77	0.17	1.92	5.87	6
9	<i>Forchhammeria watsonii</i>	Jito	0.42	1.72	1.92	4.07	6
10	<i>Fouquieria macdougalii</i>	Palo Adán	1.47	4.36	3.85	9.67	5
11	<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	3.35	4.44	9.62	17.41	4

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

12	<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	11.64	7.59	13.46	32.69	2
13	<i>Jatropha cordata</i>	Torote papelillo	1.15	2.30	1.92	5.38	6
14	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Tullidora	0.42	0.23	1.92	2.57	6
15	<i>Lycium andersonii</i>	Salicieso chino	1.47	3.07	3.85	8.38	5
16	<i>Lycium berlandieri</i>	Salicieso	1.47	2.14	5.77	9.38	5
17	<i>Mimosa laxiflora</i>	Uña de gato	2.20	2.03	5.77	10.00	5
18	<i>Pithecellobium sonorae</i>	Gato	1.89	7.57	3.85	13.30	4
19	<i>Ruellia californica</i>	Rama parda	1.47	0.44	3.85	5.76	6
			100	100	100	300	

En la **Tabla XXVI** podemos observar que el pelotazo, *Abutilon californicum*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies en el estrato herbáceo de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etc.

Tabla XXVI. Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo que habitan en el área de la CHF

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Abutilon californicum</i>	Pelotazo	46.30	65.10	66.67	178.06	1
2	<i>Cassia covesii</i>	Hojasen	53.70	34.90	33.33	121.94	2
			100	100	100	300	

En la **Tabla XXVII** podemos observar que la choya, *Opuntia fulgida*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las especies de cactáceas del área de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos agua, luz, suelo, espacio, etcétera.

Tabla XXVII. Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas que habitan en el área de la CHF

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	<i>Ferocactus herrerae</i>	Biznaga	1.27	0.12	6.25	7.64	6
2	<i>Lemaireocereus thurberi</i>	Pitahaya	2.23	0.06	6.25	8.54	6
3	<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	4.46	56.10	12.50	73.06	2
4	<i>Opuntia fulgida</i>	Choya	81.85	25.46	25.00	132.31	1
5	<i>Opuntia versicolor</i>	Choya tasajo	4.46	9.69	25.00	39.15	3
6	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Etcho	1.27	6.55	6.25	14.08	5
7	<i>Rathbunia alamosensis</i>	Pitahaya agria	4.46	2.02	18.75	25.23	4
			100	100	100	300	

## **Análisis de Diversidad de la vegetación**

Otro de los atributos que se determinó para las especies vegetales del área de la CHF del proyecto, fue la Diversidad de Especies. Este atributo se determina usando diversos algoritmos matemáticos llamados índices de Diversidad entre los que figuran el de *Simpson*, *Shannon – Wiener* y *Margalef*, entre otros; los dos primeros índices de diversidad están basados en la densidad absoluta de las especies mientras que el índice de diversidad de Margalef para estimar la biodiversidad de una comunidad se basa en el número de especies presentes, así como en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Para efecto del presente proyecto, se consideró el índice de *Shannon - Wiener* para determinar la diversidad de especies de las áreas propuestas para CUSTF, el cual se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i (\ln (p_i))$$

Dónde:

$p_i = n_i/N$  y  $N = \sum n_i$

$n_i$  = Abundancia proporcional de la especie  $i$ .

$N$  = Suma total de la abundancia de todas las especies

Los valores de  $H'$  varían de 1 a 5, de acuerdo con las siguientes condiciones (*Moreno, 2001*):

- 5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4, refleja muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

El índice de diversidad (de *Shannon-Wiener*) estimado para las especies vegetales arbóreas del ecosistema de pastizal cultivado de la CHF, así como otros atributos ecológicos, se muestran en la **Tabla XXVIII**. Si queremos analizar los resultados obtenidos veremos que, de acuerdo con *Moreno (2001)*, la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de *Shannon-Wiener* o de *Margalef*, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies. De acuerdo con el citado criterio, la breca (*Cercidium floridum*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ( $p_i = 0.72$ ) obtenida para ese grupo de especies arbóreas muestreado.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla XXVIII. Valores de algunos atributos de las poblaciones de especies arbóreas del bosque de mezquite de la CHF

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	pi = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
<i>Cercidium floridum</i>	Brea	82	0.72	-0.3295	-0.2370
<i>Prosopis juliflora var. velutina</i>	Mezquite	32	0.28	-1.2705	-0.3566
TOTAL:		114	1.00	-1.5999	-0.5936
índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					0.5936
Riqueza (S) =					2
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					0.6931
índice de Equidad de Pielou (J) = H'/Hmax					0.8564

Aplicando el criterio de *Moreno* (2001) mediante el índice de *Shannon-Wiener* para los elementos del estrato arbustivo de la **Tabla XXIX**, el daysillo (*Desmanthus covillei*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional (pi = 0.58) obtenida para ese grupo de especies arbustivas muestreado.

Tabla XXIX. Valores del índice de diversidad de las especies arbustivas del área de la CHF

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	pi = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
<i>Acacia constricta</i>	Mezquitillo	18	0.02	-3.9703	-0.0749
<i>Bumelia occidentalis</i>	Bebelama	18	0.02	-3.9703	-0.0749
<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto	25	0.03	-3.6418	-0.0954
<i>Caesalpinia palmeri</i>	Piojito	14	0.01	-4.2216	-0.0620
<i>Caesalpinia pumila</i>	Palo piojo	11	0.01	-4.4628	-0.0515
<i>Condalia globosa</i>	Papachi	21	0.02	-3.8161	-0.0840
<i>Desmanthus covillei</i>	Daysillo	554	0.58	-0.5435	-0.3156
<i>Encelia farinosa</i>	Rama blanca	36	0.04	-3.2771	-0.1237
<i>Forchhammeria watsonii</i>	Jito	4	0.00	-5.4744	-0.0230
<i>Fouquieria macdougalii</i>	Palo Adán	14	0.01	-4.2216	-0.0620
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán	32	0.03	-3.3949	-0.1139
<i>Jatropha cardiophylla</i>	Sangregado	111	0.12	-2.1511	-0.2503
<i>Jatropha cordata</i>	Torote papelillo	11	0.01	-4.4628	-0.0515
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Tullidora	4	0.00	-5.4744	-0.0230
<i>Lycium andersonii</i>	Salicieso chino	14	0.01	-4.2216	-0.0620
<i>Lycium berlandieri</i>	Salicieso	14	0.01	-4.2216	-0.0620
<i>Mimosa laxiflora</i>	Uña de gato	21	0.02	-3.8161	-0.0840
<i>Pithecellobium sonorae</i>	Gato	18	0.02	-3.9703	-0.0749
<i>Ruellia californica</i>	Rama parda	14	0.01	-4.2216	-0.0620
TOTAL:		954	1.00	-73.5340	-1.7502
índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.7502
Riqueza (S) =					19
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					2.9444
índice de Equidad de Pielou (J) = H'/Hmax					0.5944

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Los resultados del índice de diversidad para los elementos del estrato arbustivo de la **Tabla XXX** aplicando el criterio de *Moreno* (2001), el hojasén (*Cassia covesii*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ( $\pi = 0.55$ ) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Tabla XXX. Valores del índice de diversidad de las especies herbáceas del bosque de mezquite de la CHF

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$\pi = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Abutilon californicum</i>	Pelotazo	25	0.46	-0.7701	-0.3565
<i>Cassia covesii</i>	Hojasen	29	0.54	-0.6217	-0.3339
TOTAL:		54	1.00	-1.3918	-0.6904
índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) =					0.6904
Riqueza ( $S$ ) =					2
Diversidad máxima ( $H_{max}$ ) = $\ln S$ =					0.6931
índice de Equidad de Pielou ( $J$ ) = $H'/H_{max}$					0.9960

Al analizar los resultados del índice de diversidad para las especies de cactáceas de la **Tabla XXXI** aplicando el criterio de *Moreno* (2001), veremos que la choya (*Opuntia fulgida*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ( $\pi = 0.82$ ) obtenida para ese grupo de especies muestreado.

Tabla XXXI. Valores del índice de diversidad de las especies de cactáceas del área del bosque de mezquite de la CHF

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$\pi = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Ferocactus herrerae</i>	Biznaga	4	0.01	-4.3631	-0.0556
<i>Lemaireocereus thurberi</i>	Pitahaya	7	0.02	-3.8035	-0.0848
<i>Lophocereus schottii</i> var. <i>schottii</i>	Sina	14	0.04	-3.1103	-0.1387
<i>Opuntia fulgida</i>	Choya	257	0.82	-0.2003	-0.1640
<i>Opuntia versicolor</i>	Choya tasajo	14	0.04	-3.1103	-0.1387
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Etcho	4	0.01	-4.3631	-0.0556
<i>Rathbunia alamosensis</i>	Pitahaya agria	14	0.04	-3.1103	-0.1387
TOTAL:		314	1.00	-22.0610	-0.7759
índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) =					0.7759
Riqueza ( $S$ ) =					7
Diversidad máxima ( $H_{max}$ ) = $\ln S$ =					1.9459
índice de Equidad de Pielou ( $J$ ) = $H'/H_{max}$					0.3988

**b) Fauna (especies, ecosistemas y biodiversidad).**

**Caracterización de la fauna**

De acuerdo con el estudio de *Morrone* (2005), la CHF del proyecto se localiza en la Región Neártica y dentro ésta, en la provincia biogeográfica de Sonora. Es importante mencionar que, por su parte, la CONABIO ha publicado mapas referentes a la distribución biogeográfica de los grupos faunísticos del país, mismos que se muestran en párrafos siguientes.

**Grupos Faunísticos de la Cuenca Hidrológico-Forestal**

México, junto con China, India, Colombia y Perú se encuentra entre los cinco países llamados “megadiversos”, los cuales en conjunto albergan entre el 60% y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta. En México se encuentra representado el 12% de la diversidad terrestre del planeta. Prácticamente todos los tipos de vegetación terrestres conocidos se encuentran representados en el país, y algunos ecosistemas, como los humedales de Cuatro ciénegas en Coahuila sólo se encuentran en México.

Esta diversidad es el resultado de la compleja topografía y geología, y de los diversos climas y microclimas que se encuentran en todo el territorio. Asimismo, la ubicación geográfica de México hace que se distinga por ser el territorio de unión de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, lo que quiere decir que en el país han evolucionado especies de distinta afinidad ecológica y geográfica.

México ocupa el primer lugar en el mundo en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas. La diversidad biológica de nuestro país se caracteriza por estar compuesta de un gran número de especies endémicas, es decir, que son exclusivas al país. Aproximadamente el 50% de las especies de plantas que se encuentran en nuestro territorio son endémicas, esto se traduce en aproximadamente 15,000 especies que, si desaparecieran en México, desaparecerían del planeta. Los reptiles y anfibios tienen una proporción de especies endémicas de 57% y 65%, respectivamente y los mamíferos (terrestres y marinos) de 32%.<sup>2</sup>

Además, nuestro país alberga cerca del 10% de las especies silvestres registradas en el mundo, gran parte de ellas endémicas: es quinto lugar con mayor número de especies de plantas, cuarto en anfibios, segundo en mamíferos y primero en reptiles. No obstante que más de 108,000 especies en el país han sido descritas -entre ellas 864 especies de reptiles, 528 especies de mamíferos, 361 de anfibios y 1,800 especies de mariposas-, se calcula que podrían ser millones las que habitan nuestros suelos, aguas u otros sitios recónditos.

---

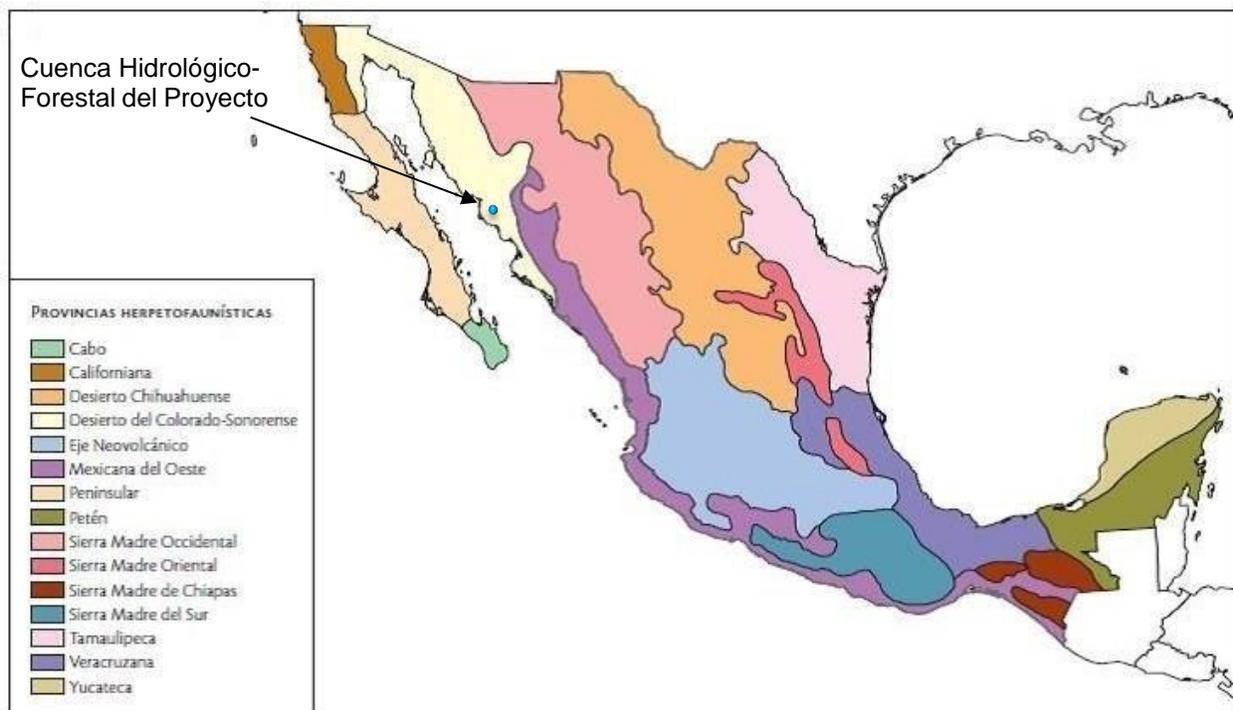
<sup>2</sup> [http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion\\_internacional/doctos/db\\_mexico.html](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html)

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

En los párrafos siguientes se dará a conocer la información por grupo faunístico de las especies que habitan en la CHF del área del proyecto. Es importante mencionar que en el valle donde se encuentra la CHF del proyecto no existen corredores biológicos (cañadas, cauces de corrientes superficiales, entre otras), sitios de congregación de especies de fauna (lagos, represas, áreas de alimentación, entre otras) y áreas dedicadas a la conservación (áreas naturales protegidas, unidades de manejo ambiental, áreas de importancia ecológica, entre otras) que podrían ser afectadas por el desarrollo del proyecto.

### Anfibios y Reptiles

De acuerdo con el esquema zoogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), la cuenca donde se ubica el área del proyecto forma parte de la provincia herpetofaunística llamada Desierto del Colorado-Sonorense, la cual comprende las zonas planas de los Estados de Sonora y Sinaloa, principalmente (**Figura 52**).



Tomado de: CONABIO 2008.

Figura 52. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación con las provincias herpetofaunísticas del país

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

Para México se conocen 950 especies de anfibios reptiles: 285 corresponden a anfibios y 693 corresponden reptiles, de los cuales el 55% de estas especies son endémicas debido a la separación de los organismos por barreras geográficas, resultando en la diferenciación del grupo original en nuevas especies, e igualmente asociado a los cambios climáticos durante el pleistoceno. (Flores-Villela, 1993).

Mediante estudios posteriores, Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), actualizaron la información para México, determinando que nuestro ocupa el segundo lugar mundial en riqueza de anfibios y reptiles con alrededor de 1,165 especies, de las cuales 606 son endémicas.

La herpetofauna de Sonora que se conoce hasta hoy incluye 186 especies nativas divididas en 85 géneros y 32 familias. Ésta se encuentra constituida por 35 especies de anfibios y 151 especies de reptiles que colonizaron hábitats terrestres y de agua dulce, incluidas cinco tortugas y una víbora marinas (Enderson et. al, 2010). Los endemismos están representados por cinco especies continentales (*Cnemidophorus opatae*, *Crotaphytus dickersonae*, *Phrynosoma ditmarsii*, *Trachemys yaquia*, *Xantusia jaycolei*).

Sonora cuenta con 86 especies (46.23%) de reptiles y anfibios sujetos a protección por la SEMARNAT (Enderson et. al, 2009).

Una de las especies nativas ha sido erradicada: *Crocodylus acutus*. Este único miembro del orden Crocodylia conocido en Sonora fue visto por última vez en el Estado en un estero cerca de Guaymas en 1973. Varios registros históricos de esta especie provienen de los alrededores de la Isla del Tiburón y de Punta Sargento (Enderson et. al, 2010).

De acuerdo con Mellink y Orozco (2001), la herpetofauna localizada en el Estado y de probable ocurrencia en la CHF del área del proyecto está compuesta por 13 especies de anfibios y 56 de reptiles. Los anfibios se agrupan en 2 órdenes y en 7 familias con 2 especies sujetas a Protección Especial por la norma oficial de la SEMARNAT y ninguna especie endémica; las 55 especies de reptiles reportadas para la CFE se incluyen en 2 órdenes y 18 familias, de las cuales 25 están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (10 como amenazadas y 15 bajo protección especial); también es importante mencionar que 4 especies de reptiles (*Boa constrictor*, *Gopherus agassizii*, *Heloderma suspectum* y *Terrapene ornata*) están incluidas en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres); 10 especies están caracterizadas como endémicas (**Tabla XXXII**).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla XXXII. Anfibios que pueden desarrollarse en el área de la cuenca de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059	CITES	END	
ANURA	Bufonidae	<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del Desierto Sonorense	-	-	NE	
		<i>Bufo cognatus</i>	Sapo de espuelas	-	-	NE	
		<i>Bufo kelloggi</i>	Sapo mexicano pequeño	-	-	NE	
		<i>Bufo mazatlanensis</i>	Sapito pinto de Mazatlán	-	-	NE	
		<i>Bufo punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	-	-	NE	
	Craugastoridae	<i>Eleutherodactylus augusti</i>	Rana ladradora	-	-	NE	
	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita de las piedras	-	-	NE	
		<i>Pternohyla fodiens</i>	Ranita minera	-	-	NE	
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	-	-	NE	
	Microhylidae	<i>Gastrophryne olivacea</i>	Sapo oliváceo boca angosta	Pr	-	NE	
	Ranidae	<i>Rana forreri</i>	Rana leopardo de Forrer	Pr	-	NE	
			<i>Rana magnaocularis</i>	Rana leopardo del noroeste	-	-	NE
	Scaphiopodidae	<i>Scaphiopus couchii</i>	Sapo cavador	-	-	NE	

\*Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazadas; Pr = bajo protección especial; E = endémica; NE = no endémica

La **Tabla XXXIII** muestra la sinonimia existente entre especies de anfibios que habitan en la CHF del proyecto.

Tabla XXXIII. Sinonimia para algunas especies de anfibios que pueden habitar en el área de la cuenca de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMUN
ANURA	Bufonidae	<i>Bufo alvarius</i>	Incilius alvarius	Sapo del Desierto Sonorense
		<i>Bufo cognatus</i>	Anaxyrus cognatus	Sapo de espuelas
		<i>Bufo kelloggi</i>	Anaxyrus kelloggi	Sapo mexicano pequeño
		<i>Bufo mazatlanensis</i>	Incilius mazatlanensis	Sapito pinto de Mazatlán
		<i>Bufo punctatus</i>	Anaxyrus punctatus	Sapo de puntos rojos
	Craugastoridae	<i>Eleutherodactylus augusti</i>	Craugastor augusti	Rana ladradora
	Hylidae	<i>Pternohyla fodiens</i>	Smilisca fodiens	Ranita minera
	Ranidae	<i>Rana forreri</i>	Lithobates forreri	Rana leopardo de Forrer
	Ranidae	<i>Rana magnaocularis</i>	Lithobates magnaocularis	Rana leopardo del noroeste

Tabla XXXIV. Reptiles que ocurren en el área de la cuenca de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059	CITES	END
SQUAMATA	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictora	A	II	NE
		Colubridae	<i>Arizona elegans</i>	Culebra brillante	-	-
		<i>Chilomeniscus cinctus</i>	Culebra arenera variable	Pr	-	NE
		<i>Drymarchon corais</i>	Culebra prieta	-	-	NE
		<i>Gyalopion quadrangulare</i>	Culebra nariz de gancho del desierto	Pr	-	E
		<i>Hypsiglena torquata</i>	Culebra nocturna	Pr	-	NE
		<i>Lampropeltis getula</i>	Serpiente real común	A	-	NE
		<i>Lampropeltis triangulum</i>	Coralillo real	A	-	NE
		<i>Masticophis bilineatus</i>	Culebra chirrionera sonorensis	-	-	NE
		<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chicotera	-	-	NE
		<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirrionera neotropical	-	-	NE
		<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquillo mexicana	-	-	NE
		<i>Phyllorhynchus browni</i>	Coralillo blanco y negro	Pr	-	NE
		<i>Phyllorhynchus decurtatus</i>	Culebra nariz lanceolada pinta	-	-	NE

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

		<i>Pituophis sayi</i>	Serpiente de Gopher	-	-	NE
		<i>Rhinocheilus lecontei</i>	Culebra narizona	-	-	NE
		<i>Salvadora hexalepis</i>	Culebra chata occidental	-	-	NE
		<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonera verde	-	-	NE
		<i>Sympholis lippiens</i>	Culebra cola corta mexicana	-	-	E
		<i>Tantilla wilcoxi</i>	Culebra cabeza prieta de Chihuahua	-	-	NE
		<i>Tantilla yaquia</i>	Culebra cabeza prieta yaqui	-	-	NE
		<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira	A	-	NE
		<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	-	-	E
	Crotaphytidae	<i>Crotaphytus nebrius</i>	Lagartija de collar de Sonora	-	-	NE
	Elapidae	<i>Micruroides euryxanthus</i>	Coralillo de Sonora	A	-	NE
	Eublepharidae	<i>Coleonyx fasciatus</i>	Gecko de bandas negras	-	-	E
	Helodermatidae	<i>Heloderma suspectum</i>	Monstruo de Gila	A	II	NE
	Iguanidae	<i>Ctenosaura macrolopha</i>	Iguana cola espinosa de Sonora	-	-	E
		<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Iguana del desierto	-	-	NE
	Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops humilis</i>	Culebra ciega del noroeste	-	-	NE
	Natricidae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra listonada cuello negro	A	-	NE
	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita; cachora arenera	A	-	NE
		<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	-	-	NE
		<i>Phrynosoma solare</i>	Camaleón real	-	-	NE
		<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del noroeste	-	-	NE
		<i>Sceloporus magister</i>	Lagartija espinosa del desierto	-	-	NE
		<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	-	-	NE
		<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija de mancha lateral norteña	A	-	E
	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus homolepidurus</i>	Salamanquesa sonorensis	Pr	-	E
	Scincidae	<i>Eumeces parviauriculatus</i>	Eslizón pigmeo norteño	Pr	-	E
		<i>Eumeces tetragrammus</i>	Eslizón de cuatro líneas	-	-	NE
	Teiidae	<i>Cnemidophorus burti</i>	Huico manchado	-	-	NE
		<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico tigre del noroeste	-	-	NE
	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de diamantes	Pr	-	NE
		<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de cola negra	Pr	-	NE
		<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel de Mojave	Pr	-	NE
		<i>Crotalus tigris</i>	Cascabel Tigre	Pr	-	NE
TESTUDINES	Emydidae	<i>Terrapene nelsoni</i>	Tortuga de monte	Pr	II	E
		<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga pintada	Pr	-	NE
	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys pulcherrima</i>	Tortuga dragón	-	-	NE
	Kinosternidae	<i>Kinosternon alamosae</i>	Tortuga de pantano de Álamos	Pr	-	E
		<i>Kinosternon flavescens</i>	Tortuga de pantano amarilla	-	-	NE
		<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga de pantano mexicana	Pr	-	E
		<i>Kinosternon sonoriense</i>	Tortuga de pantano de Sonoyta	Pr	-	NE
	Testudinidae	<i>Gopherus agassizii</i>	Tortuga del Desierto de Mojave	A	II	NE

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

La **Tabla XXXV** muestra la sinonimia existente para las especies de reptiles que habitan en la CHF del proyecto.

Tabla XXXV. Sinonimia para algunas especies de reptiles que pueden habitar en el área de la cuenca de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMUN
SQUAMATA	Colubridae	Chilomeniscus cinctus	Ch. stramineus	Culebra arenera variable
		Gyalopion quadrangulare	G. quadrangularis	Culebra nariz de gancho del desierto
		Pituophis sayi	P. catenifer	Serpiente de Gopher
	Scincidae	Eumeces parviauriculatus	Plestiodon parviauriculatus	Eslizón pigmeo norteño
		Eumeces tetragrammus	P. tetragrammus	Eslizón de cuatro líneas
	Teiidae	Cnemidophorus burti	Aspidoscelis burti	Huico manchado
		Cnemidophorus tigris	A. tigris	Huico tigre del noroeste

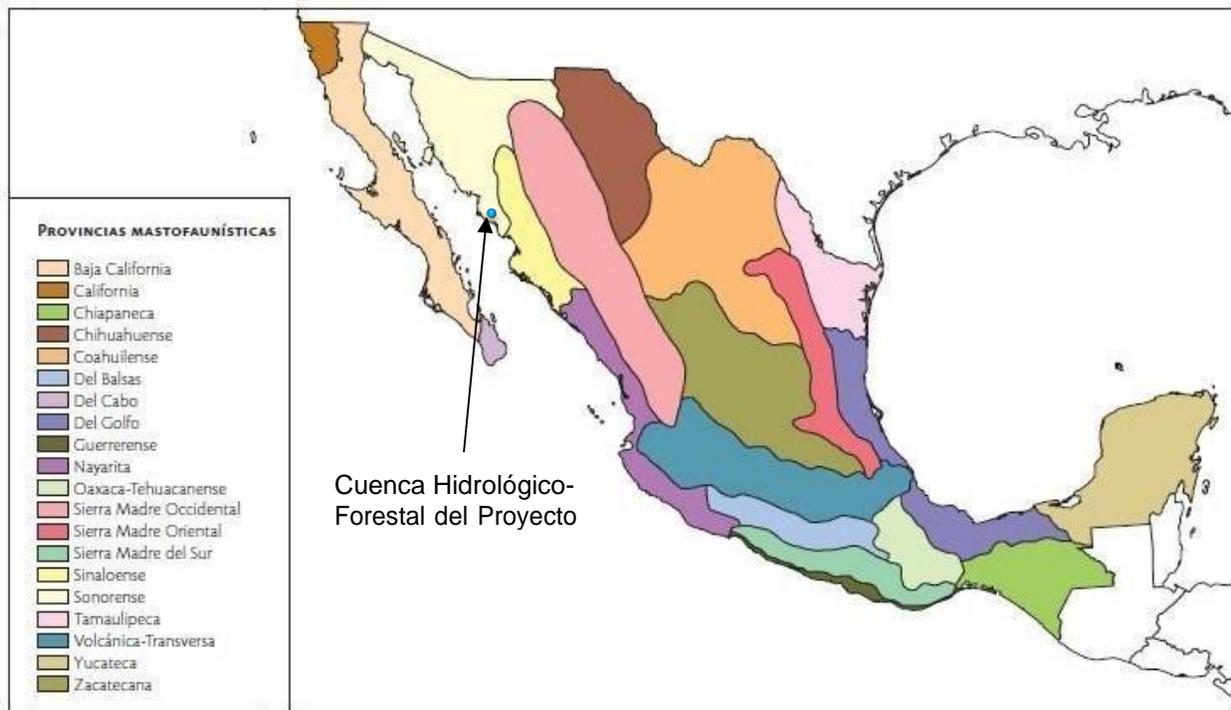
## Mamíferos

La fauna de mamíferos de México es una de las más diversas del mundo, ya que en términos de número de especies ocupa el segundo lugar mundial, después de Indonesia. La fauna de mamíferos de México incluye un total de 504 especies nativas y 3 introducidas, clasificadas en 188 géneros y 45 familias. 30% (147) de las especies son endémicas del país. El resto de la fauna es una combinación de elementos neárticos y neotropicales en proporciones casi iguales, con 207 especies compartidas con Norteamérica y 217 con Suramérica; 64 de estas especies son compartidas con ambos subcontinentes. Adicionalmente, 55 especies son endémicas de Mesoamérica. La distribución de las especies de mamíferos entre los órdenes también muestra que la fauna mexicana resulta de la combinación de elementos neárticos y neotropicales. En todos los órdenes, excepto uno, la proporción de especies para México es intermedia entre el valor para la región Neártica y la Neotropical. La excepción es el orden Chiroptera, que representa alrededor del 30% de la fauna de mamíferos terrestres en México, y son principalmente Neotropicales (*Arita y Ceballos, 2006*).

Sonora cuenta con 126 especies de mamíferos terrestres, las cuales representan 27% del total en México. Además, nuestro Estado cuenta con 76% de las familias y casi la mitad (49%) de todos los géneros presentes en el país. Los grupos mejor representados a escala nacional son los carnívoros (78%) y los artiodáctilos (56%). Los grupos más diversos de mamíferos terrestres en el Estado son los roedores (44%), los murciélagos (30%) y los carnívoros (14%). Sonora tiene treinta especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se conocen dos especies extintas, aunque pueden ser más. No hay especies endémicas para la región continental, pero hay 5 especies en México que sólo están presentes en Sonora. Existen 35 especies de posible presencia en el Estado (*Castillo-Gómez et. al, 2010*).

De acuerdo con el esquema zoogeográfico propuesto por la *CONABIO* (2008), la cuenca donde se ubica el predio del proyecto forma parte de la provincia mastofaunística Sonorense, la cual comprende la mayor parte del Estado de Sonora y una pequeña porción del noroeste de Chihuahua (**Figura 53**).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**



Tomado de: CONABIO 2008.

Figura 53. Ubicación de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto en relación con las provincias mastofaunísticas del país.

A continuación, la **Tabla XXXVI** presenta una lista de las especies de mamíferos que pueden habitar en el área de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto. Esta lista fue tomada de las publicaciones de *Álvarez-Castañeda y Patton (1999)*, *Leopold (2000)* y *Ceballos y Oliva (2005)* y pueden presentarse 21 especies pertenecientes a 7 órdenes y 17 familias, de las cuales 4 especies están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (3 como amenazadas y 1 bajo protección especial); también es importante mencionar que 3 especies de mamíferos carnívoros están incluidas en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Existe 1 especie catalogada como endémica.

Tabla XXXVI. Mamíferos en el área de la cuenca de estudio según muestreos en campo, registros bibliográficos y entrevistas con habitantes de la región

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS	CITES	END
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-	-	NE
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	-	-	NE
CARNIVORA	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-	NE
		<i>Canis lupus</i>	Lobo mexicano	-	II	NE
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	-	NE
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P	I	NE
		<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	-	II	NE
<i>Panthera onca</i>		Jaguar	P	I	NE	

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

		<i>Puma concolor</i>	Puma	-	II	NE
		<i>Puma yagouaroundi</i>	Leoncillo	-	II	NE
	Mustelidae	<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo nariz de puerco	-	-	NE
		<i>Lontra canadensis</i>	Nutria	-	II	NE
		<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo; zorrillo encapuchado	-	-	NE
		<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	-	-	NE
		<i>Taxidea taxus</i>	Talcoyote; tejón americano	-	-	NE
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	A	-	E
		<i>Nasua narica</i>	Tejón; coatí	A	-	E
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	-	NE
		<i>Procyon lotor mexicanus</i>	Mapache	-	-	NE
CINGULATA	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	-	-	NE
CHIROPTERA	Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago gris de saco	-	-	NE
	Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	Murciélago con bonete mayor	-	-	NE
		<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	Murciélago cola libre con bolsa	-	-	NE
		<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago cola libre mayor	-	-	NE
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola libre brasileño	-	-	NE
	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago barba arrugada	-	-	NE
		<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago espalda desnuda	-	-	NE
		<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago bigotudo de Parnell	-	-	NE
		<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo	-	-	NE
	Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago mexicano oreja de embudo	-	-	NE
	Phyllostomidae	<i>Artibeus hirsutus</i>	Murciélago frugívoro peludo	-	-	E
		<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo mexicano	A	-	NE
		<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	-	-	NE
		<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengón	-	-	NE
		<i>Leptonycteris verbabuena</i>	Murciélago magueyero menor	-	-	NE
		<i>Macrotus californicus</i>	Murciélago orejón californiano	-	-	NE
		<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor	-	-	NE
	Vespertilionidae	<i>Antrozous pallidus</i>	Murciélago pálido	-	-	NE
		<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Murciélago orejón mexicano	-	-	E
		<i>Corynorhinus townsendii</i>	Murciélago orejón de Townsend	-	-	NE
		<i>Eptesicus serotinus</i>	Murciélago hortelano	-	-	NE
		<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago rojo del desierto	-	-	NE
		<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago gris o ceniciento	-	-	NE
		<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélago amarillo de La Laguna	-	-	NE
		<i>Myotis californicus</i>	Myotis californiano	-	-	NE
		<i>Myotis fortidens</i>	Myotis canelo	-	-	NE
		<i>Myotis thysanodes</i>	Myotis bordado	-	-	NE
		<i>Myotis yumanensis</i>	Myotis de Yuma	-	-	NE
		<i>Pipistrellus hesperus</i>	Pipistrello del Oeste Americano	-	-	NE
		<i>Rhogeessa parvula</i>	Murciélago amarillo menor	-	-	E

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	-	-	NE	
		<i>Marmosa canescens</i>	Tlacuache ratón gris	-	-	NE	
EULIPOTYPHILA	Soricidae	<i>Notiosorex crawfordi</i>	Musaraña desértica norteña	A	-	NE	
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda, L. antílope	-	-	NE	
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-	-	NE	
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo del este	-	-	NE	
RODENTIA	Geomidae	<i>Thomomys bottae</i>	Tuza norteña	-	-	NE	
		Heteromyidae	<i>Chaetodipus artus</i>	Rata de abazones cabeza angosta	-	-	E
	<i>Chaetodipus baileyi</i>		Rata de abazones sonoreense	-	-	NE	
	<i>Chaetodipus goldmani</i>		Rata de abazones de Goldman	-	-	E	
	<i>Chaetodipus penicillatus pricei</i>		Rata de abazones del desierto	-	-	NE	
	<i>Chaetodipus pernix</i>		Rata de abazones sinaloense	-	-	E	
	<i>Dipodomys merriami mayensis</i>		Rata canguro de Merriam	-	-	NE	
	<i>Liomys pictus</i>		Ratón espinoso pintado	-	-	NE	
	Muridae		<i>Baiomys taylori</i>	Ratón pigmeo norteño	-	-	NE
			<i>Neotoma albigula melanura</i>	Rata magueyera	-	-	NE
	<i>Neotoma phenax</i>		Rata cambalachera de Sonora	Pr	-	E	
	<i>Onychomys torridus</i>	Ratón alacranero del sur	-	-	NE		
	<i>Peromyscus eremicus sinaloensis</i>	Ratón de cactus	-	-	NE		
	<i>Peromyscus merriami</i>	Rata de campo	-	-	NE		
	<i>Reithrodontomys burti</i>	Ratón Cosechador Sonorense	-	-	E		
	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón Cosechador aleonado	-	-	NE		
	<i>Sigmodon arizonae</i>	Rata algodónera de Arizona	-	-	NE		
	Sciuridae	<i>Sciurus coliaei</i>	Ardilla gris del Pacífico	-	-	E	
		<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Ardillón cola redonda	-	-	NE	
<i>Spermophilus variegatus</i>		Ardillón de las rocas	-	-	NE		

Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazada; Pr = bajo protección especial; P = en peligro de extinción; E = Probablemente extinta. En cuanto a endemismos, E = endémica; NE = no endémica.

La **Tabla XXXVII** muestra la sinonimia existente entre especies de mamíferos que habitan en la CHF del proyecto.

Tabla XXXVII. Sinonimia para algunas especies de mamíferos que pueden habitar en el área de la cuenca de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMÚN
CARNIVORA	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Felis pardalis	Ocelote
		<i>Panthera onca</i>	Felis onca	Jaguar
		<i>Puma concolor</i>	Felis concolor	Puma
		<i>Puma yagouaroundi</i>	Felis yagouaroundi	Leoncillo
	Mustelidae	<i>Conepatus mesoleucus</i>	C. leuconotus	Zorrillo nariz de puerco
CHIROPTERA		Vespertilionidae	<i>Lasiurus cinereus</i>	Aeorestes cinereus

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

		<i>Lasiurus xanthinus</i>	Dasypterus xanthinus	Murciélago amarillo de La Laguna
		<i>Pipistrellus hesperus</i>	Parastrellus hesperus	Pipistrello del Oeste Americano
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Marmosa canescens</i>	Tlacuatzin canescens	Tlacuache ratón gris
EULIPOTYPHLA	Soricidae	<i>Notiosorex crawfordi</i>	Sorex crawfordi	Musaraña desértica nortea
RODENTIA	Sciuridae	<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Xerospermophilus tereticaudus	Ardillón cola redonda
		<i>Spermophilus variegatus</i>	Otospermophilus variegatus	Ardillón de las rocas

## Aves

México, como uno de los países más diversos, cuenta con aproximadamente el 10% de la población mundial de aves, lo que representa aproximadamente 1,070 especies. La avifauna conocida de Sonora incluye 556 especies, las cuales pertenecen a 73 familias y 20 órdenes. De acuerdo con su estatus estacional, 227 especies son residentes, 46 residentes de verano, 233 migratorias de larga distancia y 50 migratorias parciales. 28 especies están en riesgo a escala global de acuerdo con la Lista Roja de las Especies Amenazadas de la IUCN, 290 están incluidas en el Acta de Conservación de Aves Migratorias Neotropicales de Estados Unidos y 66 en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 (*Villaseñor-Gómez et. al*, 2010).

Con respecto a sus hábitos, 162 especies de aves de Sonora son acuáticas, 380 terrestres y catorce principalmente aéreas (golondrinas y vencejos). Entre las especies acuáticas, 78 son marinas (10 pelágicas, 63 costeras y 5 ocupan ocasionalmente el agua dulce del interior), 60 especies son esencialmente de agua dulce (16 habitan exclusivamente agua dulce del interior, 8 son de estero y 36 de estero y del interior) y 24 especies usan indistintamente tanto aguas de la costa como del interior.

De acuerdo con la publicación de *Russell y Monson* (1998), en la cuenca hidrologico-forestal del área de estudio pueden presentarse 185 especies de aves, tanto residentes como migratorias, incluidas en 20 órdenes y 42 familias; en la **Tabla XXXVIII** se citan tales especies.

Tabla XXXVIII. Especies de aves que pueden presentarse en el área de la cuenca de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059	CITES	END
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper	Pr	-	NE
		<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Pr	-	NE
		<i>Buteo albonotatus</i>	Aguiluilla aura	Pr	-	NE
		<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	-	-	NE
		<i>Buteo nitidus</i>	Aguiluilla gris	-	-	NE
		<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguiluilla-negra menor	Pr	-	NE
		<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	-	-	NE
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguiluilla rojinegra	Pr	-	NE
ANSERIFORMES	Anatidae	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón-norteño	-	-	NE
		<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	-	-	NE

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

		<i>Anas strepera</i>	Pato friso	-	-	NE
		<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo-menor	-	-	NE
		<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	-	-	NE
		<i>Aythya valisineria</i>	Pato coacoxtle	-	-	NE
		<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja	-	-	NE
		<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca	-	-	NE
		<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijia	-	-	NE
APODIFORMES	Apodidae	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	-	-	NE
		<i>Streptoprocne semicollaris</i>	Vencejo nuca blanca	Pr	-	E
	Trochilidae	<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí corona violeta	-	II	NE
		<i>Calypte costae</i>	Colibrí cabeza violeta	-	II	NE
		<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	-	II	NE
		<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador rufo	-	II	NE
CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	Tapacamino tu-cuchillo	-	-	NE
		<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	-	-	NE
CATHARTIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-	-	NE
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	-	-	NE
CICONIIFORMES	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	Pr	-	NE
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	-	-	NE
		<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	-	-	NE
		<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	-	-	NE
		<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	-	-	NE
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	-	-	NE
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	-	-	NE
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huijota	-	-	NE
CORACIIFORMES	Alcedinidae	<i>Ceryle alcyon</i>	Martín-pescador norteño	-	-	NE
		<i>Chloroceryle americana</i>	Martín-pescador verde	-	-	NE
	Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona café	-	-	NE
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	-	-	NE
		<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	-	-	NE
CHARADRIIFORMES	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	-	-	NE
	Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	-	-	NE
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	-	-	NE
	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	Playero alzacolita	-	-	NE
		<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote	-	-	NE
		<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	-	-	NE
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	-	-	NE
FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	-	II	NE
		<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	-	II	NE
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	-	II	NE
GALLIFORMES	Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca del Pacífico	-	-	E
		<i>Ortalis wagleri</i>	Chachalaca vientre castaño	-	-	E
	Phasianidae	<i>Callipepla douglasii</i>	Codorniz de Douglas, c. cresta dorada	-	-	E
		<i>Callipepla gambelii</i>	Codorniz de Gambel; c. chiquiri	-	-	NE
		<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz común	-	-	NE
PASSERIFORMES	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito	-	-	NE

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

	Corvidae	<i>Calocitta colliei</i>	Urraca-hermosa cara negra	-	-	E
		<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	-	-	NE
		<i>Corvus sinaloae</i>	Cuervo sinaloense	-	-	E
		<i>Cyanocorax beecheii</i>	Chara de beechy	P	-	E
	Emberizidae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	-	-	NE
		<i>Aimophila carpalis</i>	Zacatonero ala rufa	-	-	NE
		<i>Aimophila cassinii</i>	Zacatonero de cassin	-	-	NE
		<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	-	-	NE
		<i>Amphispiza quinquestriata</i>	Zacatonero cinco rayas	-	-	NE
		<i>Calamospiza melanocorys</i>	Gorrión ala blanca	-	-	NE
		<i>Cardinalis</i>	Cardenal rojo	-	-	NE
		<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	-	-	NE
		<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	-	-	NE
		<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado	-	-	NE
		<i>Dendroica nigrescens</i>	Chipe negrogriis	-	-	NE
		<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	-	-	NE
		<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojo amarillo	-	-	NE
		<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	-	-	NE
		<i>Guiraca caerulea</i>	Picogordo azul	-	-	NE
		<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	-	-	NE
		<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria	-	-	NE
		<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	-	-	NE
		<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero	-	-	NE
		<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	-	-	NE
		<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño	-	-	NE
		<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de wagler	-	-	NE
		<i>Melospiza lincilnii</i>	Gorrión de lincoln	-	-	NE
		<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	-	-	NE
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	-	-	NE
		<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	-	-	NE
		<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña	-	-	NE
		<i>Oporornis tolmiei</i>	Chipe de tolmie	Pr	-	E
		<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero migratorio	-	-	NE
		<i>Passerina amoena</i>	Colorín lázuli	-	-	NE
		<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	-	-	NE
		<i>Pheucticus chrysopheplus</i>	Picogordo amarillo	-	-	NE
		<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	-	-	NE
		<i>Pipilo chlorurus</i>	Toquí cola verde	-	-	NE
		<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	-	-	NE
		<i>Piranga flava</i>	Tángara encinera	-	-	NE
		<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	-	-	NE
		<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca	-	-	NE
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	-	-	NE
		<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe charquero	-	-	NE
		<i>Spizella breweri</i>	Gorrión de brewer	-	-	NE
		<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	-	-	NE
		<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	-	-	NE
		<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortilla-conchile	-	-	NE
		<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero occidental	-	-	NE
		<i>Vermivora celata</i>	Chipe corona naranja	-	-	NE

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

		<i>Vermivora luciae</i>	Chipe rabadilla rufa	-	-	NE
		<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de coronilla	-	-	NE
		<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	-	-	NE
		<i>Xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla	-	-	NE
		<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	-	-	NE
	Fringillidae	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	-	-	NE
		<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	-	-	NE
	Hirundinidae	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	Golondrina risquera	-	-	NE
		<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	-	-	NE
		<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	-	-	NE
		<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	-	-	NE
		<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	-	-	NE
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	-	-	NE
	Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	-	-	NE
		<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	-	-	NE
		<i>Toxostoma bendirei</i>	Cuitlacoche pico corto	-	-	NE
		<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	-	-	NE
	Muscicapidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	-	-	NE
		<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgris	-	-	NE
		<i>Polioptila melanura</i>	Perlita del desierto	-	-	NE
		<i>Polioptila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	-	-	E
		<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	P	-	E
		<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso rufo	-	-	E
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	-	-	NE
	Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capuliner negro	-	-	NE
	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	-	-	NE
	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	-	-	NE
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	-	-	NE
		<i>Catherpes mexicanus</i>	Chivirín barranqueño	-	-	NE
		<i>Thryothorus felix</i>	Chivirín feliz	-	-	NE
		<i>Thryothorus sinaloa</i>	Chivirín sinaloense	-	-	NE
		<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	-	-	NE
	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	-	-	NE
		<i>Contopus pertinax</i>	Pibí tengofrío	-	-	NE
		<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquero californiano	-	-	NE
		<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero pecho leonado	-	-	NE
		<i>Empidonax oberholseri</i>	Mosquero oscuro	-	-	NE
		<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero barranqueño	-	-	NE
		<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris	-	-	NE
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	-	-	NE
		<i>Myiarchus nuttingi</i>	Papamoscas de nutting	-	-	NE
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	-	-	NE
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	-	-	NE
		<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	-	-	NE
		<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero-cabezón degollado	-	-	NE
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	-	-	NE
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	-	-	NE
		<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	-	-	NE

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

		<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	-	-	NE
		<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	-	-	NE
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	-	-	NE
		<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	-	-	NE
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	-	-	NE
	Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de bell	-	-	NE
		<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo	-	-	NE
		<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	-	-	E
		<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo	-	-	NE
		<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojo	-	-	NE
PELECANIFORMES	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Pr	-	NE
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	-	-	NE
		<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	-	-	NE
		<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado	-	-	NE
		<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza-tigre mexicana	Pr	-	NE
	Threskiornithidae	<i>Ajaia ajaja</i>	Espátula rosada	-	-	NE
		<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	-	-	NE
PICIFORMES	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera	-	-	NE
		<i>Colaptes chrysoides</i>	Carpintero collarajo desértico	-	-	NE
		<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del desierto	-	-	NE
		<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	-	-	NE
		<i>Sphyrapicus nuchalis</i>	Chupasavia nuca roja	-	-	NE
PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Pr	-	NE
PSITTACIFORMES	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Pr	II	NE
		<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	P	I	NE
		<i>Forpus cyanopygius</i>	Perico catarina	Pr	II	E
STRIGIFORMES	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	-	II	NE
		<i>Micrathene whitneyi</i>	Tecolote enano	-	II	NE
		<i>Speotyto cunicularia</i>	Tecolote llanero	-	II	NE
	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	-	II	NE
SULIFORMES	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	-	-	NE
TROGONIFORMES	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Trogón elegante	-	-	NE

Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazada; Pr = bajo protección especial; P = en peligro de extinción; E = Probablemente extinta. En cuanto a endemismos, E = endémica; NE = no endémica.

La **Tabla XXXIX** muestra la sinonimia existente entre especies de aves que habitan en la CHF del proyecto.

Tabla XXXIX. Sinonimia para algunas especies de aves que pueden habitar en el área de la cuenca de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	SINONIMOS	NOMBRE COMUN
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Zenaidura macroura	Paloma huilota
GALLIFORMES	Phasianidae	<i>Callipepla gambelii</i>	Lophortyx gambelii	Codorniz de Gambel; c. chiquiri

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**Muestreo de fauna**

En todo tipo de proyecto que se requiera la transformación de ecosistemas por cambio de uso del suelo, es imperativo conservar la biodiversidad a nivel local y regional para asegurar la continuidad de las especies silvestres de flora y fauna nativas para el bien de los ecosistemas y de las generaciones futuras de la humanidad. Por esa razón, hubo que realizar muestreos de fauna en la CHF con el fin de asegurar que no se pone en riesgo la diversidad de especies faunísticas con las obras del proyecto de interés.

Los sitios de muestreo para la fauna de la CHF fueron los mismos sitios (cuadrantes) utilizados en los muestreos de vegetación de la misma cuenca hidrológica forestal en los cuales, además de registrar avistamientos, se tomaron evidencias de presencia de fauna como anidaciones, excretas, huellas, etcétera (**Figura 54**).

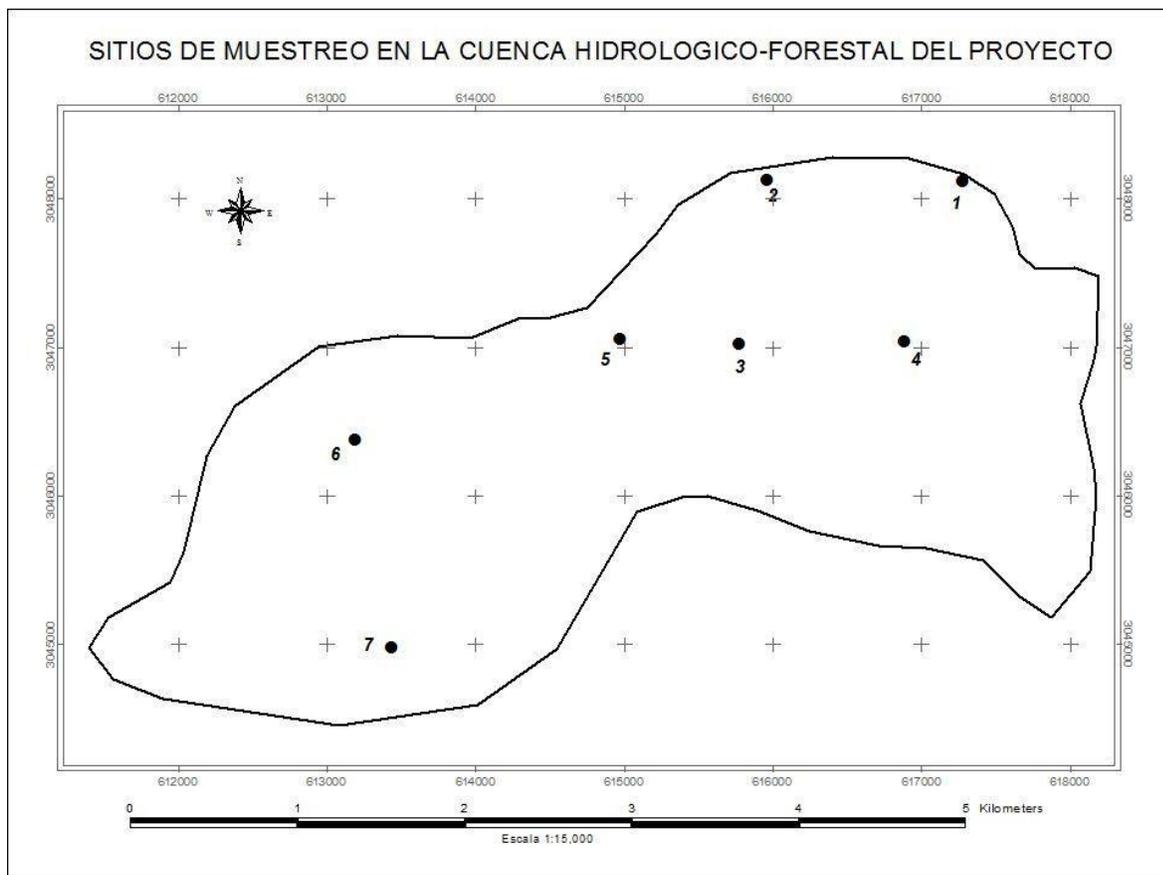


Figura 54. Sitios de muestreo de fauna silvestre en la Cuenca Hidrológico Forestal.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

La posición geográfica de los sitios de muestreo en el área de la CHF fue tomada y registrada con un GPS en coordenadas con proyección UTM bajo el Datum WGS84 – Zona 12N. La **Tabla XL** muestra las coordenadas de los sitios de muestreo y sus áreas correspondientes.

Tabla XL. Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna en la CHF del proyecto

SITIO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	616,851	3,048,003
2	615,683	3,048,012
3	615,513	3,047,026
4	616,503	3,047,043
5	614,803	3,047,057
6	613,217	3,046,454
7	613,432	3,045,211

### **Método de muestreo de anfibios y reptiles**

Con la intención de utilizar los cuadrantes establecidos para el muestreo de vegetación, se decidió usar esos espacios para el muestreo de estos grupos de especies de fauna silvestre.

De acuerdo con *Sánchez (2009)*, la estimación de la densidad de individuos de especies de reptiles puede hacerse mediante el establecimiento de parcelas o cuadrantes de tamaño uniforme, predeterminado según la escala de cada caso; para eso, debe establecerse un número de parcelas suficiente a fin de lograr representatividad de los muestreos.

Respecto a la manera de detectar los ejemplares puede realizarse mediante el método de búsqueda directa. Así, en cada parcela debe efectuarse una revisión minuciosa, teniendo gran cuidado de no alterar permanentemente troncos caídos o rocas y de recolocarlos en su posición original una vez revisado cada sitio. Esto puede hacerse con un equipo de varias personas, quienes recorren la parcela en forma simultánea, inspeccionando cada participante una franja de 5 m a cada lado y anotando lo visto. En este caso se conoce el área y el número de individuos detectados y por ello, es posible hacer una estimación de densidad en forma directa (individuos/área). Cuando se requiere identificar en laboratorio ejemplares desconocidos, este método posibilita la captura momentánea de algunos individuos y éstos pueden marcarse en alguna forma que no altere demasiado su probabilidad de supervivencia ni su comportamiento social con lo cual, en visitas posteriores, es posible recapturar algunos individuos e intentar recuperar información acerca de sus movimientos, uso de hábitat, crecimiento y estado reproductivo, entre otros aspectos. Claramente, si a la detección de individuos se agrega la captura, marca y recaptura, este método requiere ejercer sumo cuidado en la manipulación de individuos los cuales, en ninguna circunstancia, deben extraerse de la parcela ni soltarse en un sitio distinto al de su captura. Dado que se trata de un método

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

que requiere una considerable inversión de esfuerzo, su inclusión como método para monitoreo sistemático y periódico debe ponderarse con detenimiento.

Durante el muestreo en las parcelas del presente estudio, se realizaron búsquedas visuales activas, inspeccionando cuidadosamente el suelo, la vegetación, las rocas y todo aquel elemento que pudiera ser utilizado como refugio por los animales. Se examinaron sitios potenciales de refugio como afloramientos rocosos, agujeros, zanjas y debajo de la hojarasca y otro material vegetal acumulado en algunos sitios. Además, se realizaron entrevistas con la gente de la región mostrándoles las guías de campo para corroborar e incrementar la identificación de especies comunes en la zona, así como el uso en el trabajo de gabinete de fuentes bibliográficas con información detallada sobre su distribución e importancia ecológica para corroborar la identificación hecha en el campo. El área total muestreada para anfibios y reptiles por el método de cuadrantes fue de 400 m<sup>2</sup> por cuadrante.

Las observaciones en los cuadrantes se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación en ellos. En la zona de la CHF no se registró ninguna especie de anfibios debido a que la época en que se llevaron a cabo los muestreos no es la apropiada para encontrar especímenes activos de ese grupo faunístico. Con respecto a los reptiles, se registraron 7 especies de los 64 potenciales (10.9%) para el área de interés. Del siguiente listado se consultó la norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 y los anexos de la CITES encontrándose que ninguna de las especies se encuentra en estatus de protección (Tabla XLI).

Tabla XLI. Especies de reptiles observadas en la CHF y estado de protección bajo las normas oficiales

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059	CITES
SQUAMATA	Teiidae	<i>Cnemidophorus burti</i>	Huico manchado	-	-
	Teiidae	<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico tigre del NW	-	-
		<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de diamantes		
	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	-	-
	Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chicotera	-	-
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del NW	-	-
	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	-	-

Tabla XLII. Densidades por hectárea de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Cnemidophorus burti</i>	Huico manchado	6
2	<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico tigre del NW	13
3	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de diamantes	3
4	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	16
5	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chicotera	6
6	<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del NW	26
7	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	13
<b>TOTAL:</b>			84

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Los muestreos de reptiles arrojaron los resultados mostrados en la **Tabla XLIII**. Donde se puede observar que la lagartija espinosa del NW, *Sceloporus clarkii*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de reptiles de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

Tabla XLIII. Valores de los atributos ecológicos de las especies de reptiles que habitan en el pastizal cultivado de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
<i>Cnemidophorus burti</i>	Huico manchado	7.69	3.08	7.14	17.91	4
<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico tigre del NW	15.38	12.31	14.29	41.98	3
<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de diamantes	3.85	0.77	7.14	11.76	5
<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	19.23	19.23	21.43	59.89	2
<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chicotera	7.69	3.08	7.14	17.91	4
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del NW	30.77	49.23	28.57	108.57	1
<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	15.38	12.31	14.29	41.98	3

100    100    100    300

Donde:

DR = Densidad relativa expresada en valores porcentuales,

DoR = Dominancia relativa expresada en valores porcentuales,

FR = Frecuencia relativa expresada en valores porcentuales

V.I. = Valor de importancia que nos indica el peso ecológico que tiene esa especie en la comunidad,

CLASE = La categoría que tiene la especie en términos de su papel ecológico dentro de la comunidad.

En la **Tabla XLIV** se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de reptiles presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Tabla XLIV. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de reptiles de la CHF

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Socialidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
<i>Cnemidophorus burti</i>	Huico manchado	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico tigre del NW	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de diamantes	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chicotera	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del NW	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol norteña	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbóreo

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**Método de muestreo de mamíferos**

La metodología empleada para este grupo de animales consistió en la técnica propuesta por Ruiz-Campos (2009) empleando cuadrantes, donde se registró la presencia de especies de mamíferos observada en el sitio. Dicha herramienta de muestreo permite reconocer la presencia, diversidad y abundancia relativa de especies de mamíferos de comportamientos/hábitos móviles y en alerta, recomendadas para evaluar poblaciones en hábitat abiertos como son en general los ecosistemas desérticos y semidesérticos.

Los sitios de muestreo fueron los mismos cuadrantes empleados para el registro de anfibios y reptiles. Se utilizaron procesos de observación directa y técnicas de registros indirectos como huellas, excretas, pelos, senderos, madrigueras, restos orgánicos y, además, se utilizaron varias fuentes de información como entrevistas con los pobladores para corroborar la existencia de las especies de acuerdo con las evidencias encontradas en los muestreos. Se registraron un total de 12 especies de mamíferos, representadas en 4 órdenes y 9 familias. Por observación directa se registraron las ardillas *Ammospermophilus harrisi* y *Sciurus arizonensis*, el conejo (*Sylvilagus audubonii*) y la liebre (*Lepus californicus*); también se observaron depredadores como el coyote (*Canis latrans*). El resto de las especies fueron determinadas por métodos indirectos como huellas, excretas y madrigueras (**Tabla XLV**).

Tabla XLV. Especies de mamíferos encontrados en la cuenca hidrológico-forestal

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	CITES
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	-
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo encapuchado	-	-
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	-	-
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del Pacífico	-	-
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda, L. antílope	-	-
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-	-

Tabla XLVI. Densidades de las especies de mamíferos encontrados en la cuenca hidrológico-forestal

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote	10
2	<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda, L. antílope	29
3	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo encapuchado	3
4	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	23
5	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del Pacífico	16
6	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	29
TOTAL:			110

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

La **Tabla XLVII** muestra los resultados de los muestreos de mamíferos en la CHF. Se puede observar que la liebre torda, *Lepus alleni*, y el conejo del desierto, *Sylvilagus audubonii*, son las especies que, en codominancia son ecológicamente más importantes sobre las demás especies de mamíferos de la CHF; así, estas especies son las que aprovechan más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

Tabla XLVII. Valores de los atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el Matorral Desértico Micrófilo de la cuenca hidrológico-forestal del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
<i>Canis latrans</i>	Coyote	8.82	3.66	8.82	21.31	4
<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda, L. antílope	26.47	32.93	26.47	85.87	1
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo encapuchado	2.94	0.41	2.94	6.29	5
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	20.59	19.92	20.59	61.10	2
<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del Pacífico	14.71	10.16	14.71	39.57	3
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	26.47	32.93	26.47	85.87	1
		100	100	100	300	

En la **Tabla XLVIII** se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de mamíferos presentes en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Tabla XLVIII. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de mamíferos de la CHF

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
<i>Canis latrans</i>	Coyote	No endémica	Residente	Común	Solitario	Omnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda	Endémica	Residente	Abundante	Solitario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo encapuchado	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del Pacífico	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	No endémica	Residente	Rara	Gregario	Herbívoro	Espacio abierto	Arbustivo

### Método de muestreo de aves

Para el muestreo de aves en la cuenca hidrológico-forestal, se utilizaron los mismos cuadrantes establecidos para el muestreo de reptiles y mamíferos. En los cuadrantes se hicieron observaciones como avistamientos, registros de cantos y de evidencias como presencia de nidos, huellas y excretas. Las observaciones en los cuadrantes se hicieron cada vez que se muestreaba la vegetación y los otros grupos faunísticos en ellos. Para la identificación de los ejemplares se utilizó la observación directa con binoculares y se detectó el sonido de sus cantos.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Del total de especies que pueden encontrarse dentro de la cuenca hidrológico-forestal, se muestrearon un total de 19 especies mismas que están distribuidas en 7 órdenes y 12 familias (**Tabla XLIX**).

Tabla XLIX. Listado de especies de aves encontradas en la cuenca hidrológico-forestal

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara
		<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla gambelli</i>	Codorniz de Gambel
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola
		<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Churea, correcominos
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común
	Emberizidae	<i>Cardinalis</i>	Cardenal rojo
		<i>Dendroica coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla
		<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca
	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano
	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Chanatillo ojos rojos
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate común
	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteco
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca desértica

En cuanto a endemismos, no hay especies micro endémicas y la gran mayoría son especies de amplia distribución geográfica. Además, ninguna de las especies registradas se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 ni en los anexos de la CITES.

Tabla L. Densidades de especies aves encontradas en la cuenca hidrológico-forestal

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/HA
1	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	6
2	<i>Callipepla gambelli</i>	Codorniz de Gambel	10
3	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca desértica	13
4	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	6
5	<i>Cardinalis</i>	Cardenal rojo	10
6	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	10
7	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola	29
8	<i>Coragyps auratus</i>	Zopilote negro	23
9	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	13

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

10	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	19
11	<i>Geococcyx californianus</i>	Chrea, correcaminos	10
12	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	19
13	<i>Molothrus aeneus</i>	Chanatillo ojos rojos	13
14	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	26
15	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	23
16	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate común	19
17	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	16
18	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huiyota	13
19	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	23
	TOTAL:		300

La **Tabla LI** muestra los resultados de los muestreos de aves en el CHF. Se puede observar que la paloma de alas blancas, *Zenaida asiatica*, es la especie que domina en todos los aspectos sobre las demás especies de aves en el área muestreada dentro de la CHF; así, esta especie es la que aprovecha más que ninguna otra especie de la comunidad los recursos de su hábitat natural.

Tabla LI. Valores de los atributos ecológicos de las especies de aves que habitan en la cuenca hidrológico-forestal del proyecto

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	DoR	FR	V.I.	CLASE
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	2.15	0.75	2.38	5.28	5
<i>Callipepla gambelli</i>	Codorniz de Gambel	3.23	1.69	2.38	7.30	5
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca desértica	4.30	3.00	4.76	12.06	4
<i>Caracara plancus</i>	Caracara	2.15	0.75	2.38	5.28	5
<i>Cardinalis</i>	Cardenal rojo	3.23	1.69	2.38	7.30	5
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	3.23	1.69	2.38	7.30	5
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola	9.68	15.20	9.52	34.40	1
<i>Coragyps auratus</i>	Zopilote negro	7.53	9.19	7.14	23.86	3
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	4.30	3.00	4.76	12.06	4
<i>Dendroica coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	6.45	6.75	7.14	20.35	3
<i>Geococcyx californianus</i>	Chrea, correcaminos	3.23	1.69	2.38	7.30	5
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	6.45	6.75	7.14	20.35	3
<i>Molothrus aeneus</i>	Chanatillo ojos rojos	4.30	3.00	4.76	12.06	4
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	8.60	12.01	9.52	30.13	2
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	7.53	9.19	7.14	23.86	3
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate común	6.45	6.75	7.14	20.35	3
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	5.38	4.69	4.76	14.83	4
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huiyota	4.30	3.00	4.76	12.06	4
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	7.53	9.19	7.14	23.86	3
		100	100	100	300	

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

En la **Tabla LII** se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves *presentes* en la unidad hidrológico-forestal y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Tabla LII. Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves de la CHF

Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Estrato de distribución
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Callipepla gambelli</i>	Codorniz de Gambel	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca desértica	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Caracara plancus</i>	Caracara	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Cardinalis</i>	Cardenal rojo	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Coragyps auratus</i>	Zopilote negro	No endémica	Residente	Poco común	Gregario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Dendroica coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Geococcyx californianus</i>	Chrea, correcaminos	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Carnívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Molothrus aeneus</i>	Chanatillo ojos rojos	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	No endémica	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate común	No endémica	Residente	Común	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	No endémica	Residente	Abundante	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	No endémica	Residente	Rara	Solitario	Granívoro	Espacio abierto	Arbustivo
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	No endémica	Residente	Poco común	Solitario	Insectívoro	Espacio abierto	Arbustivo

### Análisis de diversidad de la fauna

Un índice de diversidad sirve como guía para indicar el estado de salud de un sistema natural y conocer la diversidad natural que se encuentra distribuida dentro de un área natural. Para el estudio de la fauna de la CHF se utilizó el índice de diversidad de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ), el cual considera que todos los individuos se muestrean al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita, donde todas las especies están representadas en la muestra. Este índice está basado en la densidad absoluta de las especies y se determina con la siguiente expresión matemática:

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i (\ln (p_i))$$

Dónde:

$p_i = n_i/N$  y  $N = \sum n_i$

$n_i$  = Abundancia proporcional de la especie  $i$ .

$N$  = Suma total de la abundancia de todas las especies

Los valores de  $H'$  varían de 1 a 5, de acuerdo con las siguientes condiciones (Moreno, 2001):

- 5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4, refleja muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

Los índices de diversidad estimados para las especies de los diferentes grupos faunísticos muestreados dentro de la cuenca hidrológico-forestal correspondiente se muestran en la **Tabla LIII**. Los valores de  $H'$  varían de 1 a 5; aquellos  $\geq 3$  indican alta diversidad (Moreno 2001). Como se observa, la diversidad de especies de reptiles es baja en la CHF del proyecto. De acuerdo con Moreno (Op. cit.), la diversidad alfa a nivel de especies puede analizarse como la riqueza (número de especies distintas presentes en un ecosistema o área de interés) o la estructura (proporción de cada especie dentro de un ecosistema). Este segundo componente se refiere al grado de heterogeneidad dentro de los ecosistemas. Para ello, en ecología de poblaciones se han desarrollado distintas aproximaciones cuantitativas, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Por ejemplo, el análisis de la diversidad de especies en un ecosistema o región puede medirse con el índice de *Shannon-Wiener* o de *Margalef*, entre otros, haciendo referencia a la proporción de las densidades alcanzadas por las especies. Aplicando el criterio de Moreno (2001) mediante el índice de *Shannon-Wiener* para los elementos del grupo de reptiles de la tabla anterior, la lagartija espinosa del NW (*Sceloporus clarkii*) es la especie que, debido a su densidad mayor, contribuye con la más alta proporcionalidad poblacional ( $p_i = 0.3077$ ), la cual se refleja en el más alto valor obtenido para ese grupo de especies herpetológicas muestreado.

Tabla LIII. Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en la CHF del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	$p_i = n/N$	$\ln(n/N)$	$n/N * \ln(n/N)$
<i>Cnemidophorus burti</i>	Huico manchado	6	0.0769	-2.5649	-0.1973
<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico tigre del NW	13	0.1538	-1.8718	-0.2880
<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de diamantes	3	0.0385	-3.2581	-0.1253
<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	16	0.1923	-1.6487	-0.3170
<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chicotera	6	0.0769	-2.5649	-0.1973
<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del NW	26	0.3077	-1.1787	-0.3627

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija de árbol nortea	13	0.1538	-1.8718	-0.2880
TOTAL:		84	1.0000	-14.9589	-1.7756
índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.7756
Riqueza (S) =					7
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					1.9459
índice de Equidad de Pielou (J) = H'/Hmax					0.9125

El índice de diversidad de Shannon-Wiener estimado para las especies de mamíferos de la cuenca hidrológica forestal correspondiente, se muestra en la **Tabla LIV**. Los valores de H' varían de 1 a 5; aquellos  $\geq 3$  indican alta diversidad (op. cit.). Los resultados revelan que en la cuenca existe un valor bajo en la diversidad de especies de mamíferos.

Tabla LIV. Valores del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en la CHF del área del proyecto

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	pi = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
<i>Canis latrans</i>	Coyote	10	0.0882	-2.4277	-0.2142
<i>Lepus alleni</i>		29	0.2647	-1.3291	-0.3518
<i>Mephitis macroura</i>		3	0.0294	-3.5264	-0.1037
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	23	0.2059	-1.5805	-0.3254
<i>Sciurus colliaei</i>		16	0.1471	-1.9169	-0.2819
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	29	0.2647	-1.3291	-0.3518
TOTAL:		110	1.0000	-12.1098	-1.6289
índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') =					1.6289
Riqueza (S) =					6
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					1.7918
índice de Equidad de Pielou (J) = H'/Hmax					0.9091

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

El índice de diversidad de *Shannon-Wiener* estimado para las especies de aves de la cuenca hidrológica forestal correspondiente, se muestra en la **Tabla LV**. Los valores de  $H'$  varían de 1 a 5; aquellos  $\geq 3$  indican alta diversidad (o. cit.). Los resultados revelan que en la cuenca existe un valor bajo en la diversidad de especies de aves.

Tabla LV. Valores del índice de diversidad de las especies de aves registrados en la CHF del área del proyecto.

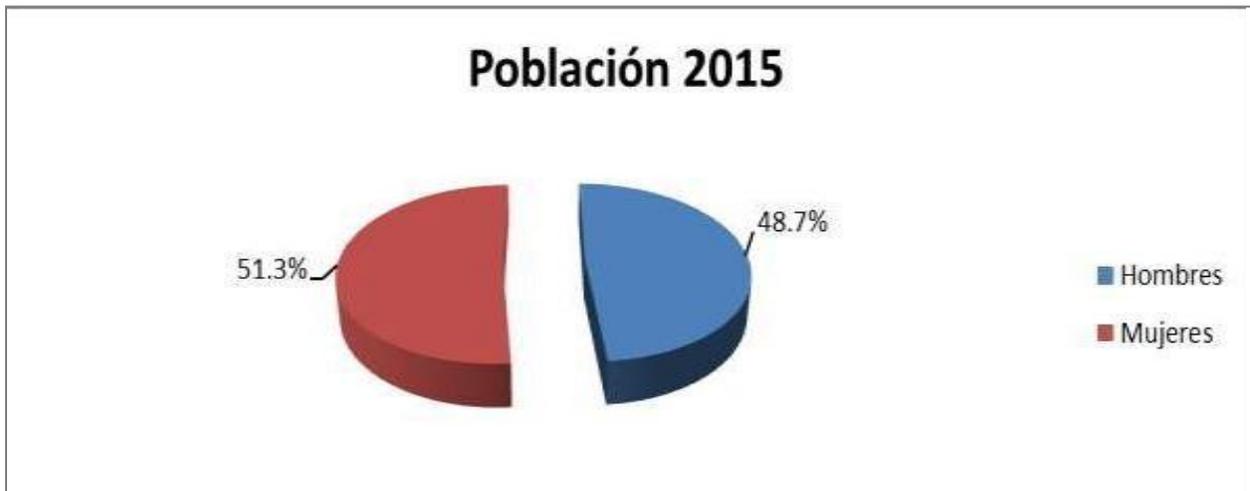
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	pi = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	6	0.0215	-3.8395	-0.0826
<i>Callipepla gambelli</i>	Codorniz de Gambel	10	0.0323	-3.4340	-0.1108
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca desértica	13	0.0430	-3.1463	-0.1353
<i>Caracara plancus</i>	Caracara	6	0.0215	-3.8395	-0.0826
<i>Cardinalis</i>	Cardenal rojo	10	0.0323	-3.4340	-0.1108
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	10	0.0323	-3.4340	-0.1108
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola	29	0.0968	-2.3354	-0.2260
<i>Coragyps auratus</i>	Zopilote negro	23	0.0753	-2.5867	-0.1947
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	13	0.0430	-3.1463	-0.1353
<i>Dendroica coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	19	0.0645	-2.7408	-0.1768
<i>Geococcyx californianus</i>	Chrea, correcaminos	10	0.0323	-3.4340	-0.1108
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	19	0.0645	-2.7408	-0.1768
<i>Molothrus aeneus</i>	Chanatillo ojos rojos	13	0.0430	-3.1463	-0.1353
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	26	0.0860	-2.4532	-0.2110
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	23	0.0753	-2.5867	-0.1947
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate común	19	0.0645	-2.7408	-0.1768
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	16	0.0538	-2.9232	-0.1572
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	13	0.0430	-3.1463	-0.1353
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	23	0.0753	-2.5867	-0.1947
TOTAL:		300	1.0000	-57.6944	-2.8583
índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) =					2.8583
Riqueza (S) =					19
Diversidad máxima ( $H_{max}$ ) = $\ln S$ =					2.9444
índice de Equidad de Pielou ( $J$ ) = $H'/H_{max}$					0.9707

**En resumen, se puede decir que en la CHF del proyecto existe una baja diversidad de especies de fauna silvestre lo cual posiblemente se deba a la presencia de actividades ganaderas y mineras del lugar, lo que hace incierto el buen funcionamiento del hábitat y la dinámica de los ecosistemas propios y cercanos.**

### IV.3.1.3 Medio socioeconómico.

#### IV.3.1.3.1 Demografía.

De acuerdo con la información del Censo Intercensal de Población y Vivienda 2015 realizado por Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población total del municipio de Cajeme es de 433,050 habitantes; de los cuales 210,631 (48.7%) son hombres y 222,419 (51.3%) son mujeres, como puede apreciarse en la Figura 55 (INEGI, 2015).



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2015.

Figura 55. Relación porcentual de sexos para los habitantes del municipio de Cajeme, Sonora (INEGI, 2010).

La media de edad entre los Cajemenses es de 29 años, con más del 50% de la población menor a los 30 años, lo que significa una sociedad relativamente joven, con un potencial productivo sostenible en un horizonte de mediano y largo plazo (2030-2050).

El 72.9% de la población Cajemense se concentra en la cabecera municipal (Ciudad Obregón) y otro 18.1% radica en cinco localidades urbanas que son cabeceras de comisarías del municipio (Esperanza, Pueblo Yaqui, Marta R. Gómez, Cocorit y Providencia). En este sentido, solo el 8.93% de los habitantes del municipio viven en localidades consideradas rurales.

#### IV.3.1.3.2 Escolaridad

Entre la población de Cajeme de 15 años o más de edad, el 2.8% carece de escolaridad (no ha concluido su educación básica), 46.9% cuenta con educación básica terminada, 26% concluyó sus estudios de nivel medio superior y un destacado 24.1% cuenta con estudios de educación superior terminados (índice superior al 21.9% estatal).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

#### **IV.3.1.3.3 Vivienda.**

De acuerdo con los resultados que presenta el Censo Intercensal de Población y Vivienda del 2015, había en el municipio de Cajeme un total de 128,490 viviendas habitadas, con un promedio de 3.4 ocupantes por vivienda y 0.9 ocupantes por habitación (INEGI, 2015).

Respecto al régimen de tenencia de las viviendas habitadas, el 74.9% eran propiedad de sus ocupantes, 10.3% pertenecían a familiares o habían sido prestadas a sus ocupantes, 11.2% eran alquiladas y 3.6% se encontraban en alguna otra situación o su régimen de tenencia no fue suficientemente especificado (0.5%).

#### **IV.3.1.3.4 Servicios Básicos.**

En cuanto a servicios básicos municipales, el 99.2% de las viviendas habitadas del municipio contaba con disponibilidad de electricidad, el 94.2% con agua entubada y el 97.4% con conexión al drenaje sanitario.

Destaca en el municipio una razonable disposición de elementos tecnológicos en las viviendas Cajemenses, con 32.9% de hogares con telefonía fija, 90.5% con telefonía celular, 45.1% con alguna computadora, 45.2% con televisor de pantalla plana, 48.5% con algún sistema de televisión de paga y 38.1% de viviendas con internet (aunque inferior al índice estatal de 42.1% (PMD, 2019).

#### **IV.3.1.3.5 Ocupación**

Cajeme cuenta con una población económicamente activa de 178,173 personas, que constituyen el 51.2% del total de habitantes con edades de 12 años o más. Este segmento está conformado por 111,180 hombres (62.4%) y 66,993 mujeres (37.6%). El Censo Intercensal de Población y Vivienda 2015 registró una desocupación de 3.9% de la población económicamente activa (6,949 individuos) (INEGI, 2015).

Por sectores de ocupación, sólo el 10% de la población económicamente activa se dedica a actividades primarias (agricultura, ganadería, pesca y otras actividades agropecuarias), mientras que el sector industrial (industria manufacturera y construcción) ocupa al 27%, el comercio al 20% y otros servicios (educación, salud, gobierno, banca, etc.) al 42% de la población ocupada.

#### **IV.3.1.3.6 Salud**

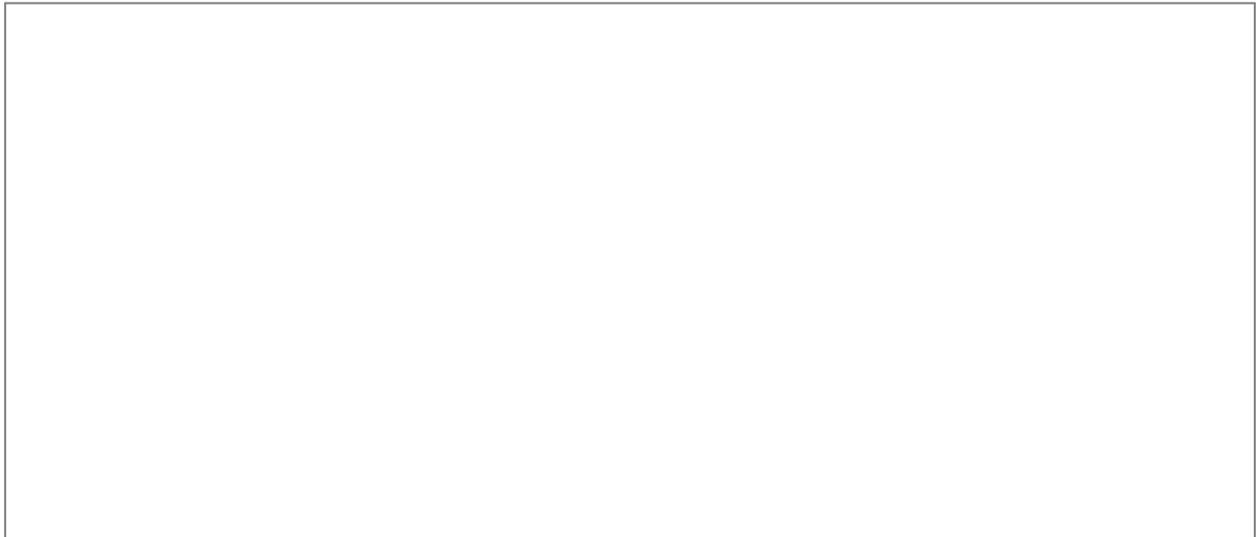
El 87.7% de la población total del municipio está afiliada a algún sistema de salud. Destaca en su cobertura el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) con el 66.5%, mientras que un 21.1% está afiliado al Seguro Popular, el 10.3% al ISSSTE, un 3.6% cuenta con seguro privado y 1.7% de la población cuenta con algún otro sistema de salud (PEMEX, SEDENA, Marina y otros).

#### **IV.3.1.3.7 Grupos étnicos**

De acuerdo con el Censo Intercensal de Población y Vivienda 2015 (INEGI, 2015), en Cajeme sólo el 0.79% de la población mayor a 3 años habla una lengua indígena, aunque este registro contrasta con el dato que refiere que el 13.72% de la población total del municipio declara que se considera indígena.

#### **IV.3.1.3.8 Seguridad Pública**

Según el Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021 del Municipio de Cajeme (PMD, 2019), en el municipio ha habido un incremento en la incidencia de delitos comunes y con participación de la delincuencia organizada. Según diversas apreciaciones, el incremento constante de las adicciones y el tráfico de drogas son las principales causas de la delincuencia en general, aunadas al desempleo, la falta de oportunidades, la violencia intrafamiliar y la disfuncionalidad en hogares que, entre otros factores, conducen a la desintegración social, a la deserción escolar, al vandalismo y al quebranto de la paz social. Los registros municipales de la incidencia delictiva muestran un panorama difícil, con incremento constante durante los últimos años (**Figura 56**).



Fuente: PMD 2019-2021

Figura 56. Incidencia delictiva para el año 2017 en el municipio de Cajeme, Sonora.

#### **IV.3.1.3.9 Actividad económica.**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

### **Agricultura.**

El municipio cuenta con aproximadamente 221,000 has de agricultura bajo riego, de las cuales el 58% son ejidos y el 42% es propiedad privada. El sector social representado por 19,616 personas y el privado por 4,645 propietarios (POTMC, 2013).

Sus principales cultivos: trigo, frijol, maíz, sorgo, frutales y hortalizas, básicamente. Esta actividad presenta problemas derivados de los altos costos de producción y la tendencia a la baja de los precios de los productos básicos; así como también, el alto índice de cartera vencida que representa un gran porcentaje de productores y la limitante del factor agua para riegos.

### **Ganadería.**

La actividad ganadera de Cajeme se practica en una superficie de agostadero de 1,122 ha para la cría y explotación de animales divididos entre bovino, porcino, caprino, ovino y aves de corral. Cabe señalar que la porcicultura se desarrolla con la más moderna tecnología, que permite que sus productos destaquen en el mercado nacional e internacional. Por su parte, la avicultura aporta el 47% de la producción estatal de huevo. El 21% de la producción de leche se genera también el municipio.

### **Acuicultura y pesca.**

El municipio de Cajeme dispone de 5,400 ha de terrenos con vocación para el desarrollo de proyectos camaronícola. Se cuenta con 19,000 ha de espejo de aguas susceptibles para el desarrollo de proyectos de acuicultura continental. Además, se cuenta con proyectos ostrícolas en la porción norte de la Bahía del Tobarí. La producción pesquera regional se documenta y registra a través de la Oficina de Pesca local.

### **Comercio y Servicios.**

Las actividades comerciales en el municipio ocupan el primer lugar como fuente generadora de empleos e ingresos para la población. El crecimiento del comercio en términos de abasto y unidades comerciales se muestra satisfactorio para atender las necesidades de consumo de la población, ya que se cuenta con infraestructura suficiente de acopio agrícola y pesquero, abasto, mercados municipales y tianguis, así como diversos giros comerciales de los cuales corresponden en un 95% al sector privado y 5% al sector social.

### **Turismo.**

El municipio cuenta con infraestructura turística:

- Para caza y pesca
- Rancho Tres Marías

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

- Pesca y navegación
- Casona de Cócorit
- Catedral
- Plaza pública “Miguel Hidalgo y Costilla” de Esperanza
- Museo de los Yaquis
- Teatro Dr. Óscar Russo Vogel

**IV.3.1.4 Paisaje.**

El paisaje en el Sistema Ambiental se encuentra definido como un valle con vocación agrícola, con grandes extensiones de campos de cultivo que van desde los límites de la presa Álvaro Obregón hasta la zona costera donde abundan las planicies costeras y otro tipo de desarrollo (acuícola) cercano a las lagunas costeras. El sistema ambiental es en general plano, cuenta con escasas elevaciones en el horizonte.

El paisaje se ve fragmentado por una extensa red de calles y caminos en forma de cuadrícula, así como por la infraestructura hidroagrícola del distrito de riego del valle del Yaqui, formada por canales principales, canales secundarios, drenes colectores y secundarios.

Además de la cabecera municipal del municipio de Cajeme, Ciudad Obregón, existen muchas localidades en el área rural con gran dinamismo asociado al desarrollo agrícola del valle del Yaqui. La vegetación distinta al desarrollo agrícola se ubica principalmente en las localidades y en los márgenes de canales principales.

A pesar del desarrollo intensivo de la agricultura de riego, la calidad paisajística es buena, toda vez que las actividades son muy dinámicas y se desarrolla, de manera ordenada.

El área de influencia del proyecto se ubica en el noreste de Cd. Obregón, Son. fuera del distrito de riego del valle del Yaqui, por lo que se presentan grandes extensiones con vegetación natural compuesta por el bosque espinoso de clima seco y fauna silvestre. El paisaje natural es atractivo y extenso, aunque existen áreas perturbadas al ser dedicadas a la agricultura de temporal, muchas de ellas abandonadas por la escasez de agua y que han sido colonizadas con vegetación secundaria. En el horizonte se aprecia una pequeña cordillera de cerros de baja a mediana altura con abundante vegetación de matorral subtropical sin perturbación de singular calidad paisajística.

Dentro del predio del relleno sanitario existen áreas naturales, incluida una porción de un cerro con vegetación de matorral subtropical sin perturbación; sin embargo, por la modificación del relieve, destaca el área destinada al uso como relleno sanitario, el cual deteriora la calidad paisajística del lugar.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

### **IV.3.2 Diagnóstico ambiental.**

El sistema ambiental fue delimitado por la subcuenca hidrológica RH09B Río Yaqui – Vicam, y los límites políticos del municipio de Cajeme, Sonora. Según el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora se trata de un área con políticas para el aprovechamiento sustentable.

Dentro del SA no existen áreas naturales protegidas federales o estatales. La parte norteña se incluye dentro de la región prioritaria hidrológica Río Yaqui-Cascada Basaseachi en su cuenca baja. No se ubica dentro de una región terrestre prioritaria. En la zona costera, la parte correspondiente de Bahía del Tobarí incluido en el SA se considera un área de importancia para la conservación de las aves en los ecosistemas de manglar presentes; sin embargo, se ubican muy alejados de la zona de influencia del proyecto.

El Programa de Ordenamiento Territorial del municipio de Cajeme considera la zona de influencia del proyecto como suelo rústico susceptible de ser aprovechado.

El clima predominante del SA según la clasificación Köppen modificada por E. García (1981): la predominancia de un clima seco o desértico,  $BW(h)w$  con un invierno fresco, y una temperatura media anual que oscila entre 22° y 24 °C, con precipitaciones promedio anual de 225 mm. El lugar es propenso a la presencia de fenómenos meteorológicos como tormentas tropicales y huracanes en verano.

La geología del lugar está conformada por rocas no clasificadas y sedimentarias de la era cenozoica, aunque asociadas al origen sedimentario del delta del Río Yaqui. El SA del proyecto se ubica en los límites de las provincias fisiográficas sierras y llanuras sonorenses, y llanura costera y deltas de Sonora y Sinaloa. El terreno es plano en general, con elevaciones localizadas, las topofomas principales son la llanura deltaica y bajada con lomerío (área de influencia del proyecto). No se presentan fallas o fracturas del terreno. El tipo de suelo presente en el sitio del proyecto es el regosol y calcicol.

En cuanto a hidrología, el SA se ubica en la región hidrológica No. 9 Sonora Sur y corresponde a la cuenca del Río Yaqui, una de las cuencas hidrológicas más extensas del país y que soporta la zona agrícola del valle del Yaqui, uno de los más productivos del noroeste de México.

De acuerdo con la clasificación florística presentada en Rzedowski (1978), el Sistema Ambiental definido pertenece a la Provincia Planicie Costera del Noroeste. Ésta ocupa la mayor parte del Estado de Sonora y se extiende a lo largo de Sinaloa en forma de angosta franja costera. La vegetación predominante la constituyen matorrales xerófilos y bosque espinoso, predominando árboles y arbustos de los géneros *Acacia* (hizches), *Bursera* (torote) y *Cercidium* (palo verde).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

Los resultados de los análisis de diversidad de especies vegetales para los sitios muestreados dentro de la cuenca hidráulica forestal mostraron que las especies con mayor presencia se encuentran: la brea (*Cercidium floridum*) y mezquite (*Prosopis juliflora* var. *Velutina*) de las especies arbóreas, Daysillo (*Desmanthus covillei*), del estrato herbáceo, hojásén (*Cassia covessi*) de especies herbáceas y choya (*Opuntia fulgida*) de las cactáceas.

En la cuenca hidrológica forestal (INEGI: Serie VI) existe baja diversidad de especies de fauna silvestre, posiblemente debido a la presencia de actividades agrícolas, ganaderas y mineras del lugar, lo que hace incierto el buen funcionamiento del hábitat y la dinámica de los ecosistemas propios y cercanos.

En el área de influencia del proyecto, el entorno ambiental se encuentra parcialmente modificado por usos agrícola de temporal (muchos abandonados) y caminos que fragmentan el paisaje. En términos generales, aún existen grandes áreas naturales con escasa perturbación antropogénica y bosques de mezquite. No existen grandes industrias que alteren los elementos naturales en el aire, agua o suelo.

El sitio del proyecto de relleno sanitario mantiene amplias superficies de pastizal con cobertura vegetal forestal en buenas condiciones.

Hasta el momento actual, no existe evidencia de afectación a los recursos naturales por la operación del relleno sanitario, fuera de la necesaria reducción de la vegetación para construir las celdas de confinamiento, el control de los RSU dentro de las celdas de confinamiento se ha realizado de manera adecuada.

## **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **V.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.**

#### **V1.1. Construcción del escenario modificado por el proyecto.**

A partir de la construcción del escenario modificado del proyecto fue posible la identificación de los impactos provocados por las actividades del presente proyecto se llevó a cabo con un criterio multidisciplinario para conocer los impactos ocasionados sobre los factores ambientales en un escenario modificado por las acciones a realizar en cada etapa del proyecto.

#### **a) Medio físico.**

##### **Atmósfera.**

La etapa de preparación del sitio tiene como principal actividad el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, los cuales implican el uso de maquinaria pesada (moto conformadora y retroexcavadora); mismos que pueden generar emisiones a la atmósfera de gases producto de la combustión interna de combustibles en la planta motriz en su operación; así mismo, se producen polvos que pueden dispersarse por el aire. El ruido es otro elemento involucrado. En ambos casos, el impacto es muy localizado ya que se trata de un número muy limitado de máquinas en el lugar, dado que el trabajo se realiza por etapas, una celda de confinamiento a la vez.

La etapa constructiva involucra excavaciones con maquinaria y traslado de materiales a la celda en operación para cubrir los residuos sólidos urbanos. El tipo de emisiones de gases producto de la combustión interna de los motores de los equipos; así como los polvos generados en su operación. No es un trabajo intensivo ya que está en función de las necesidades en la celda en operación. De tal manera que el impacto también es muy restringido y de durabilidad media.

En lo que se refiere a la operación del relleno sanitario también se emplea maquinaria tipo cargadores frontales que se emplean para apilar y compactar los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), el traslado de materiales (camión de volteo) desde el área de préstamo (celda en construcción) para formar capas de RSU y tierra que serán compactadas y niveladas. Sin dejar de considerar los equipos de transporte que diariamente ingresan a depositar los residuos sólidos urbanos procedentes de la planta de transferencia. El tipo de emisiones presentes son producto de la combustión interna de los motores de la maquinaria y autotransportes, la cual puede ser más intensa que las propias etapas constructivas.

La operación presenta otro tipo de emisiones de gases de efecto invernadero producto de la degradación de los compuestos orgánicos contenidos en los residuos sólidos

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

urbanos confinados en la celda en operación, que incluso continua unos años después de ser sellada; el tipo de gas presente corresponde principalmente a gas metano. Este tipo de emisiones se orientan a través de las chimeneas o respiraderos introducidos en la pila de RSU. El efecto de este tipo de emisiones es de gran magnitud, alcance y una fuente fija que perdurará por muchos años.

La fase de abandono consiste dos actividades: el abandono local de la celda mediante el sellado a base de material terrígeno (50 cm), nivelación del terreno y retiro. El abandono del relleno sanitario, conforme al programa general de trabajo; el cual consiste en el acondicionamiento de las celdas ya selladas, renivelación del terreno para reparar posibles hundimientos, etc. En esta fase se requiere el uso de maquinaria para el movimiento de materiales con los cuales reparar o nivelar el terreno, por lo que se emiten gases producto de la combustión interna de los motores, de manera puntual y por escaso periodo de tiempo.

**Aqua.**

El cambio de uso de suelo de terrenos forestales afectará los recursos hidráulicos en varios sentidos. El suelo sin vegetación tiene menor capacidad de retener el agua, por lo que los escurrimientos pluviales pueden formar corrientes superficiales y desplazarse a otros sitios, afectando además a la recarga del acuífero y la posible erosión del suelo. El desplazamiento de los escurrimientos está en función de la pendiente del terreno, por lo que la construcción y posterior operación de las celdas de confinamiento de residuos sólidos modificará el relieve del terreno. Este tipo de impacto se restringe al área de construcción, pero su efecto es permanente.

Por otra parte, la operación del relleno sanitario puede contaminar la calidad del agua superficial y del acuífero. En este sentido, las celdas de confinamiento de residuos sólidos urbanos son impermeabilizadas con una capa de geotextil de polietileno de alta densidad para evitar que los lixiviados producto de la degradación de materiales confinados puedan contaminar el acuífero y el suelo del lugar.

Algunas estrategias operativas como cubrir materiales terrígenos los frentes de trabajo por la noche, evitará que los residuos sólidos urbanos se dispersen con los vientos fuera del área del relleno sanitario y contaminen el agua y suelo.

**Suelo.**

El impacto sobre el suelo en el área del proyecto será de carácter permanente. Las etapas de preparación del sitio (cambio de uso de suelo de terrenos forestales), construcción de celdas, operación y abandono tendrán un impacto sobre las características físicas de compactación del suelo, el relieve, la susceptibilidad a la erosión, la calidad fisicoquímica y el uso destinado.

Como estrategia, el cambio de uso de suelo de terrenos forestales se realizará en etapas, según la disposición de RSU demande de nuevas celdas de confinamiento; con el

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

propósito de tener áreas sin cobertura vegetal por tiempo prolongado, tratando de evitar la pérdida de suelo por erosión.

En el tema de modificación del relieve se considera un impacto permanente ya que el confinamiento de materiales tendrá como resultado el apilado de los RSU dentro de la celda de confinamiento hasta alcanzar una altura aproximada de 9 m sobre el nivel del terreno natural antes de sellarla.

El recubrimiento con geotextil a base de polietileno de alta densidad evitará la contaminación del suelo con los productos lixiviados producidos en la degradación del suelo. La tubería colectora lo llevará hasta el pozo de lixiviados desde donde se bombearán a la celda de lixiviados donde se concentrarán.

**b) Medio biótico.**

**Flora.**

El cambio de uso de suelo de terrenos forestales tendrá un impacto permanente sobre la cobertura vegetal en el sitio del proyecto. Aunque se trata de un predio agrícola abandonado catalogado como pastizal inducido o cultivado, existen áreas con cobertura de vegetación secundaria de características forestales que serán removidas.

El impacto es magnitud moderada, pero con carácter permanente.

En la región del proyecto existen algunos individuos listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sobre los que se deberán hacer esfuerzos de rescate y relocalización en el predio.

**Fauna.**

La remoción de la vegetación sobre las áreas que ocuparán las celdas de confinamiento de RSU tendrá un impacto en la fauna silvestre que la habita. De igual manera, será un impacto de carácter permanente, de magnitud moderada.

A fin de evitar una pérdida mayor, se considerará un programa de rescate de flora y fauna del lugar, entre las que se considere actividades de ahuyentamiento de los organismos hacía sitios ajenos a la zona de impacto directo.

La acumulación de RSU provoca la proliferación de fauna nociva u oportunista (aves, ratas, insectos, etc.) que pueden ser portadoras de enfermedades. La lejanía del sitio del proyecto evita un impacto directo en la población. De cualquier manera, la operación considera estrategias que permiten cubrir los RSU con capas de tierra para tratar de controlar esta problemática.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**c) Medio socioeconómico.**

Los aspectos sociales y servicios públicos se verán ampliamente beneficiados al mantener una adecuada operación del relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. El modelo operativo ofrece una solución al tema de los RSU, buscando reducir las emisiones al ambiente, la contaminación del acuífero y el suelo; además de reducir la proliferación de plagas y enfermedades en la población, por su acumulación.

Los aspectos sociales se verán beneficiados de manera positiva con las inversiones a realizar. De tal manera que los componentes empleo y calidad de vida se ven mejorados por este motivo, creando condiciones de bienestar y arraigo entre la población de la comunidad.

Los sectores de comercio y servicio, así como del ramo industrial se ven favorecidos no solo en la prestación de servicios o consumo de insumos para la construcción u operación del relleno sanitario; sino que su propia operación facilita que estas empresas planeen su desarrollo y la correcta disposición de sus RSU o de manejo especial.

## **V.2 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **V.2.1 Indicadores de impacto.**

Los indicadores de impacto se definen de acuerdo con Ramos (1987) como “*elementos del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio*”; permiten evaluar la dimensión de las afectaciones por el establecimiento de un proyecto y/o desarrollo de una actividad.

Para ser de utilidad, los indicadores cumplirán con ciertos criterios como: representatividad, relevancia, excluyente y de fácil identificación, criterios que proporcionan información que nos permite establecer un comparativo de el antes y después de la ejecución del proyecto, pudiendo dimensionar, y comparar los impactos ocasionados por la ejecución del proyecto; permitiendo desarrollar los escenarios comparativos antes, durante y después del desarrollo de la restitución.

Para los indicadores ambientales empleados en la evaluación de los impactos ambientales, se establecieron referencias que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrían producirse como consecuencia de los agentes de cambio ocasionados por las obras y actividades del proyecto en el área de estudio.

La identificación de los indicadores ambientales, de acuerdo con la metodología propuesta, partió con la generación de modelos de interacción entre las principales acciones a realizar con el proyecto propuesto en las diferentes etapas de ejecución, que se tendrá con los factores y componentes ambientales involucrados. La construcción del escenario modificado define en primera instancia la solidez de dichas interacciones para su valoración.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**V.2.2 Marco conceptual de evaluación de impactos.**

La metodología que se utilizó para la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto se observa en el diagrama de flujo de la **Figura 57**, el cual representa el proceso general que se realizó para el proyecto y posteriormente se describen cada uno de los pasos presentados en dicho programa.

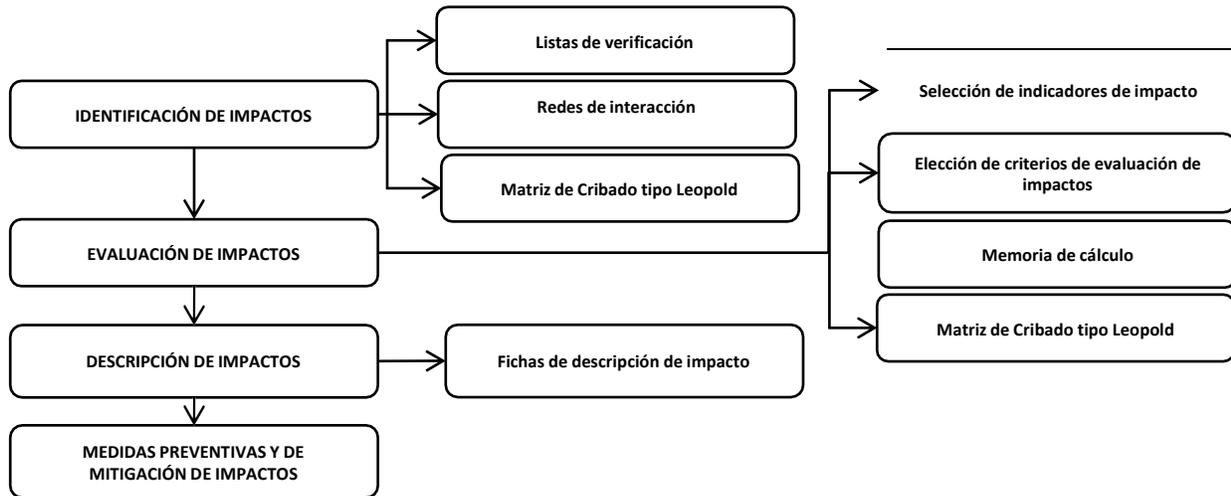


Figura 57. Metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales para las acciones del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

El proceso metodológico incluye las siguientes etapas:

**Identificación de impactos ambientales.**

- 1. Lista de verificación.** Utilizando la información del Capítulo IV, se sintetizan y ordenan los factores ambientales susceptibles de ser impactados y del Capítulo II las actividades de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, que puedan ocasionar afectaciones al entorno.
- 2. Redes de interacción.** Con la finalidad de identificar impactos sinérgicos, acumulativos, indirectos y residuales, se presenta la relación entre las obras y actividades del proyecto en sus distintas etapas con el entorno físico, biótico y socioeconómico del sistema ambiental analizado.
- 3. Matriz de cribado.** Con el fin de identificar las actividades del proyecto que podrían influir sobre los factores y componentes ambientales, se elaboró una matriz simple de identificación de impactos. Aquí se ordenaron en las columnas las actividades del proyecto y sobre las filas los componentes ambientales que puedan ser afectados de acuerdo con las listas de verificación. El resultado de la matriz fue la identificación de los impactos, adversos y/o benéficos causados por la acción de alguna actividad del proyecto sobre uno o varios componentes ambientales.

### **Evaluación de impactos.**

4. **Selección de indicadores de impacto.** Se eligieron los componentes y factores ambientales que podrían ser afectados por las actividades del proyecto. Lo anterior, de acuerdo con el trabajo de campo que se incluye en el Capítulo IV.
5. **Elección de criterios de valoración de impactos.** Después de identificar las interacciones ambientales relevantes entre los indicadores ambientales y las actividades de la obra, se eligieron seis criterios con sus respectivos valores para determinar la magnitud del impacto (M), así como para determinar, en su conjunto la significancia del impacto, los cuales se enlistan a continuación.
  - **Extensión (E):** tamaño del área afectada por una determinada acción.
  - **Duración (D):** Periodo durante el cual se estará llevando a cabo una acción particular.
  - **Acumulación (A):** presencia de los efectos aditivos en los impactos.
  - **Sinergia (S):** Grado de interacción entre impactos.
  - **Controversia (C):** Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.
  - **Mitigación (T):** Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o de mitigación para un determinado impacto.
6. **Elaboración de la memoria de cálculo.** Se utilizó la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998), en la que se plantea el uso de matrices causa-efecto y la memoria de cálculo para facilitar y sistematizar la identificación de los impactos ambientales significativos.
  - Cálculo para la obtención del Índice Básico ( $MED_{ij}$ ).
  - Cálculo para la obtención del Índice Complementario ( $SAC_{ij}$ ).
  - Cálculo del Índice de Importancia ( $I_{ij}$ ) y el Índice de Significancia del Impacto ( $G_{ij}$ ).
7. **Matriz de cribado.** Con los valores de significancia, se elaboró una matriz tipo Leopold donde se presentan los impactos con categoría Bajo (BJ), Moderado (MD), Alto (A) y Muy Alto (MA); siendo los impactos de estas últimas dos categorías considerados significantes para el entorno ambiental.

### **Descripción de los impactos ambientales.**

8. **Fichas de descripción de los impactos identificados.** Se presenta una descripción de los impactos ambientales detectados durante las diferentes etapas del proyecto, en donde se mencionan los factores y componentes ambientales impactados por alguna actividad en particular. Cabe señalar, que la descripción se realizó para todos los impactos identificados. Asimismo, se incluyeron los criterios y categorías obtenidas para la determinación de la importancia y significancia del impacto.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**V.2.3 Criterios de evaluación.**

Se utilizaron tres criterios *Básicos* y los cuatro *Complementarios* de acuerdo con la **Tabla LVI**. Los primeros resultan ser importantes e indispensables en la definición de una interacción, mientras que los segundos pueden o no ocurrir, pero si se presentan provocan una significancia mayor en la evaluación de impacto ambiental. Se evaluó la magnitud y la significancia de cada uno de los impactos identificados a través del cribado de matrices.

Tabla LVI. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar los impactos ambientales.

Criterios	Definición
<b>Básicos</b>	
<b>Magnitud (M)</b>	Intensidad de la afectación en el área de impacto.
<b>Extensión (E)</b>	Área de afectación respecto a la disponible en la zona de estudio.
<b>Duración (D)</b>	Tiempo del efecto.
<b>Complementarios</b>	
<b>Sinergia (S)</b>	Interacciones de orden mayor entre impactos.
<b>Controversia (C)</b>	Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto.
<b>Mitigación (T)</b>	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación.

Ambos criterios fueron evaluados bajo una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas con el efecto que tiene una actividad sobre los factores ambientales seleccionados para cada uno de los componentes del medio. El resultado de esta evaluación, así como el de cada uno de los siguientes procedimientos quedarán expresados en una memoria de cálculo. Los valores asignados a cada uno de los atributos mencionados se obtienen con base en la escala que rige a los criterios, la cual se presenta en la **Tabla LVII** y **Tabla LVIII**.

Tabla LVII. Escala utilizada para la calificación de los criterios básicos.

Criterio	Magnitud del Impacto (M)	Extensión del Impacto (E)	Duración de la acción (D)
<b>Definición</b>	Intensidad de la afectación en el área de estudio; definida por la superficie impactada.	Área de afectación con respecto al área disponible en la zona de estudio.	Definida por la extensión en el tiempo de la acción y la repercusión del impacto ambiental.
<b>Calificación</b>			
1	Mínima. Cuando la afectación cubre la menor proporción del total de los recursos existentes en el área de estudio (<15%) o cuando los valores de la afectación son menores a un 30% respecto al límite permisible.	Puntual. Ocurre y se extiende dentro del área de estudio.	Corte. Cuando la acción dura menos de 30 días.
2	Moderada. Cuando la afectación cubre una proporción intermedia del total de los recursos (30%) o si los valores de la afectación se ubican entre 31 y <75% respecto al límite permisible.	Local. Ocurre y/o se extiende en un radio no mayor o igual de 1,000 m.	Media. Cuando la acción dura entre 1 mes y dos años.
3	Alta. Cuando la afectación cubre la mayor proporción del total de los recursos existentes o si los valores de la afectación rebasan el 75% respecto al límite permisible.	Regional. Si ocurre y su extensión excede a los 1,000 m a cada lado o 1,000 m de radio del área de proyecto.	Larga. Cuando la acción dura más de dos años.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla LVIII. Escala utilizada para la calificación de los criterios complementarios.

Calificación	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)
<b>Definición</b>	Interacciones de orden mayor entre los impactos.	Presencia de efectos aditivos de los impactos.	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil. Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto.
<b>0</b>	Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos.	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos.	No existe. Cuando el impacto Sí está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local y regional NO manifiesta aceptación o preocupación por la acción en el recurso.
<b>1</b>	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre 2 actividades sobre el mismo componente ambiental.	Mínima. Cuando el impacto Sí está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local SI manifiesta aceptación o preocupación por la acción o el recurso.
<b>2</b>	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de estas.	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre 3 actividades sobre el mismo componente.	Moderada. Cuando el impacto Sí está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil regional SI manifiesta su aceptación o preocupación por la acción o el recurso.
<b>3</b>	Fuerte. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Alta. Cuando se presentan efectos aditivos entre 4 o más actividades sobre el mismo componente.	Alta. Cuando el impacto NO está regulado por la normatividad ambiental y/o la sociedad civil local y regional SI manifiesta aceptación o preocupación por la acción y el recurso.

### V.2.4 Cálculo y obtención del Índice Básico e Índice Complementario.

A continuación, se describirá la metodología utilizada en la evaluación de los impactos tomando en cuenta el factor ambiental contra la actividad del proyecto detectada para el presente estudio.

Índices: los índices utilizados corresponden a los criterios básicos ( $MED_{ij}$ ) y complementarios ( $SAC_{ij}$ ) conforme a las fórmulas de las **Tabla LIX**.

Tabla LIX. Ecuaciones aplicadas para obtener los índices básicos y complementarios.

Índices obtenidos	Fórmula aplicada
<b>Índice Básico</b>	$MED_{ij} = \frac{1}{9} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$
<b>Índice Complementario</b>	$SAC_{ij} = \frac{1}{9} (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$

Donde:  $M_{ij}$  = Magnitud;  $E_{ij}$  = Extensión espacial;  $D_{ij}$  = Duración;  $S_{ij}$  = Efecto sinérgicos;  $A_{ij}$  = Efectos Acumulativos;  $C_{ij}$  = Controversia.

### V.2.5 Cálculo y obtención del Índice de importancia e Índice de Significancia.

Una vez obtenidos los índices básicos y complementarios, se calcula la importancia y significancia ( $I_{ij}$  y  $G_{ij}$ ) de los impactos ambientales conforme a las siguientes ecuaciones mostradas en la **Tabla LX**, tomando en cuenta las calificaciones de las medidas de mitigación ( $T_{ij}$ ) mostradas en la

**Tabla LXI.**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla LX. Ecuaciones aplicadas para obtener la intensidad y la significancia.

Índices obtenidos	Fórmula aplicada
<b>Intensidad</b>	$I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$
<b>Significancia</b>	$G_{ij} = I_{ij} * [1 - \frac{1}{9} (T_{ij})]$

Donde:  $MED_{ij}$  = Índice de los criterios básicos;  $SAC_{ij}$  = Índice de los criterios complementarios;  $I_{ij}$  = Importancia o significancia parcial del impacto;  $G_{ij}$  = Significancia final del impacto;  $T_{ij}$  = Medida de mitigación.

Tabla LXI. Escala utilizada para la calificación de la medida de mitigación aplicada para obtener la significancia.

Mitigación ( $T_{ij}$ )	
Escala	Concepto
	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
<b>0</b>	<b>Nula.</b> No hay medidas de mitigación.
<b>1</b>	<b>Baja.</b> Si hay medida de mitigación, aminora la afectación hasta en un 25%.
<b>2</b>	<b>Media.</b> Si hay medida de mitigación, aminora la afectación entre un 25 y 74%.
<b>3</b>	<b>Alta.</b> Si hay medida de mitigación, aminora la afectación un 75% o más.

La evaluación de las interacciones se ha realizado tomando en consideración los principales factores ambientales descritos.

Los impactos ambientales serán analizados desde dos puntos clave en el análisis:

- La capacidad de recuperación del medio, entendida como la dificultad o la imposibilidad para retornar a las condiciones previas a la acción que lo modificó por medio de mecanismos naturales de auto recuperación, o bien por ayuda del hombre,
- La necesidad de aplicar medidas para atenuar dicho impacto; en este sentido, es necesario recordar que la medida aplicada es directamente proporcional a la gravedad del impacto y que dicha gravedad está referida por el número de grupos sociales o individuos que se afectarán, así como por su extensión.

Una vez obtenidos los Índices Básico y Complementario, y darle valores de reversibilidad y susceptibilidad de medidas de mitigación, se procede a obtener la significancia de cada impacto. Este índice o valor numérico permite agrupar los resultados de los impactos de acuerdo con el valor de significancia en 4 rangos: Bajo (0.01 al 0.259), Moderado (0.26 al 0.499), Alto (0.50 al 0.749) y Muy Alto (0.75 al 1.0).

### V.2.6 Justificación de la metodología seleccionada.

Esta metodología permite un análisis global del impacto ambiental y determina el grado de significancia de éste sobre el ambiente, considerando esta significancia como la relevancia de un impacto definida por el Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, como: “*aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que*

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

*provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales".* En resumen, la capacidad que este tiene de modificar la integridad funcional de un ecosistema o unidad ambiental.

Con la aplicación de la metodología descrita para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del proyecto, se garantiza en gran medida estimar la dimensión real de los impactos provocados por la ejecución del proyecto, determinando las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes y factores ambientales.

Se consideraron criterios como la magnitud, extensión y la duración del impacto; aunado a este análisis se incluyeron criterios complementarios como sinergia, acumulación y controversia. En conjunto nos permiten obtener la información necesaria para tener una aproximación real del impacto ocasionado, además de reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales, producidos por el proyecto.

Por las razones antes expuestas, la metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos queda plenamente justificada.

### **V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.**

#### **1. Listas de verificación e indicadores de impacto.**

Las obras y actividades relevantes identificadas del proyecto y precursoras de algún impacto ambiental, así como los factores ambientales susceptibles de ser impactados, se presentan en la **Tabla LXII** y **Tabla LXIII**, respectivamente. Cabe señalar que dicha identificación incluye las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y abandono del proyecto.

Tabla LXII. Lista de actividades que integran el proyecto CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

ACCIONES DEL PROYECTO			
PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO
1. CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS 2. RESCATE DE FLORA Y FAUNA	3. EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA 4. IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS COLECTORES DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS	5. MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS 6. MONITOREO DE EMISIONES	7. SELLADO DE CELDA 8. ABANDONO DEL SITIO

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla LXIII. Lista de factores ambientales susceptibles de ser impactados con las acciones del proyecto CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

	COMPONENTES		FACTORES
MEDIO FÍSICO	ATMÓSFERA	1	CALIDAD (EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO, OLORES)
		2	RUIDO
		3	ESCURRIMIENTOS
	AGUA	4	RECARGA
		5	CALIDAD
		6	RELIEVE
	SUELO	7	EROSIÓN
		8	USO ACTUAL
		9	CALIDAD
MEDIO BIÓTICO	FLORA	10	COBERTURA VEGETAL
		11	ESPECIES PROTEGIDAS NOM 059
	FAUNA	12	FAUNA SILVESTRE
13		FAUNA NOCIVA	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	ESTÉTICO Y DE INTERÉS	14	PAISAJE
	SOCIAL	15	CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN
	PÚBLICO	16	SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RSU Y MANEJO ESPECIAL
		17	EMPLEO
	ECONÓMICO	18	COMERCIOS Y SERVICIOS
19		INDUSTRIAL	

## 2. Redes de interacción.

Con la finalidad de identificar impacto sinérgicos, acumulativos, indirectos y residuales, se elaboraron redes de interacción de la zona de estudio, tomando en cuenta las principales actividades del proyecto y el entorno físico, biótico, socioeconómico del sistema ambiental analizado. Se tomó como base el diagnóstico ambiental realizado en el Capítulo IV, y se procedió a analizar los cambios potenciales que produciría la inclusión del proyecto a partir de la estructura y funcionalidad del ecosistema, procediendo a construir un modelo de interacciones de los componentes del sistema con la inclusión del proyecto.

En la **Figura 58** a **Figura 61** se muestra el modelo conceptual de las interacciones de los factores ambientales con la inclusión del proyecto en función de sus diferentes etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del mismo; entre los componentes y factores ambientales considerados relevantes en la funcionalidad del sistema ambiental que se ubica en el sitio donde se pretende desarrollar las acciones del proyecto CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora, de acuerdo con lo establecido en el diagnóstico del Capítulo IV.

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

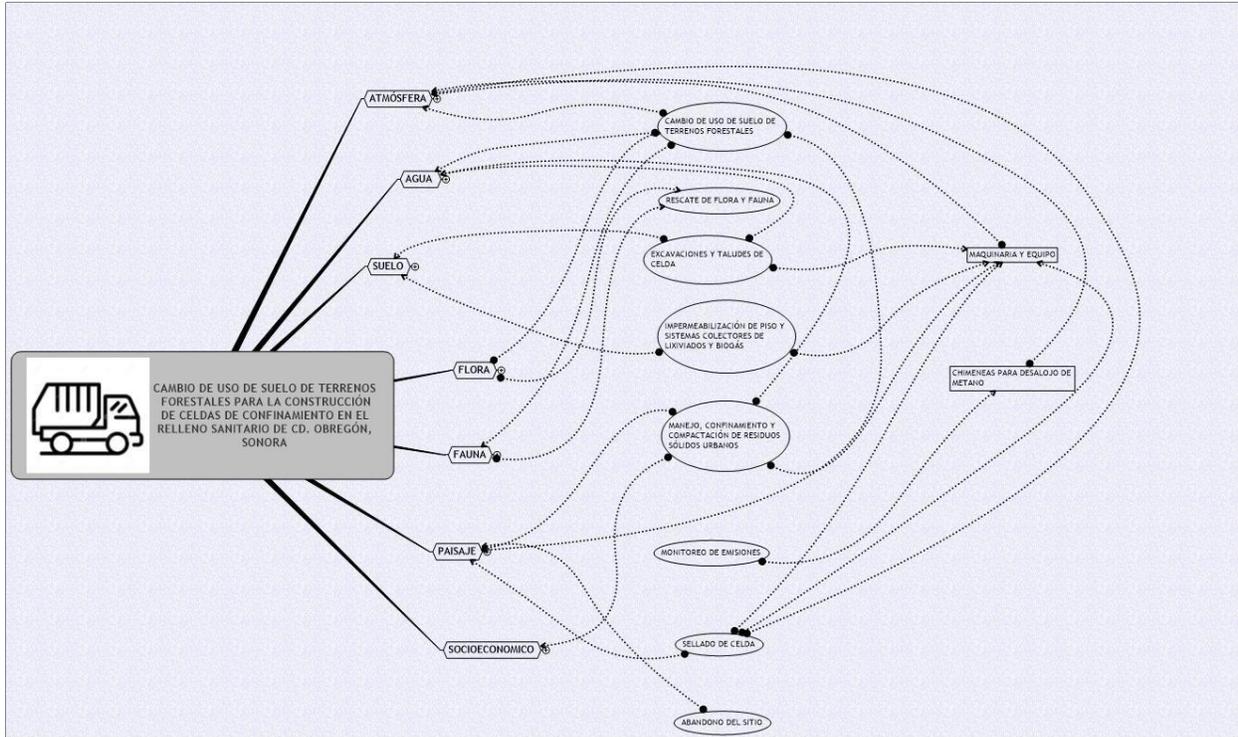


Figura 58. Red de interacción de factores medioambientales en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

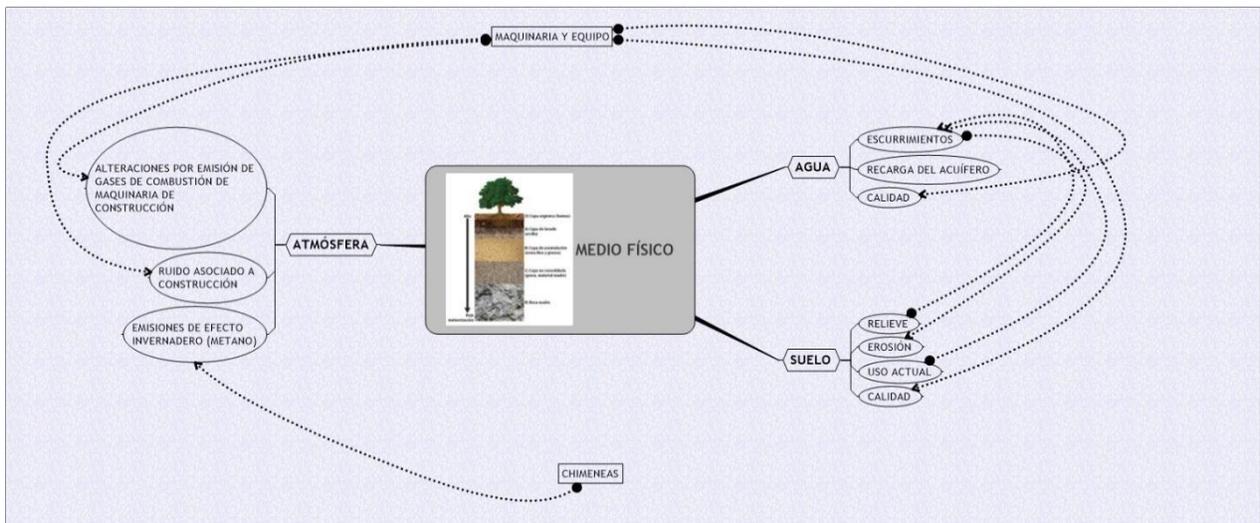


Figura 59. Interacciones del medio físico en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

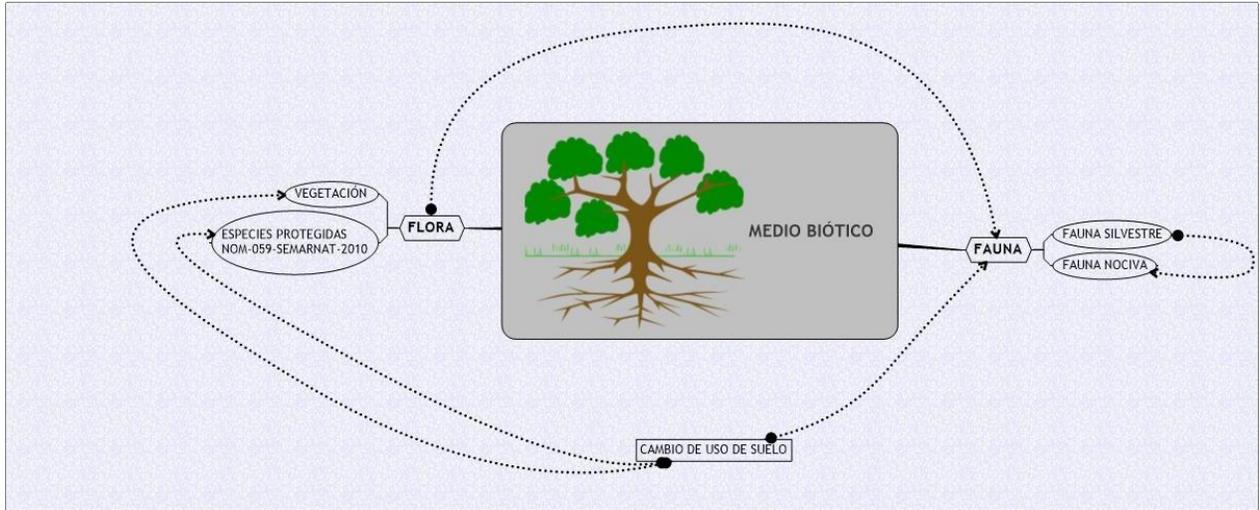


Figura 60. Interacciones de factores del medio biótico en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

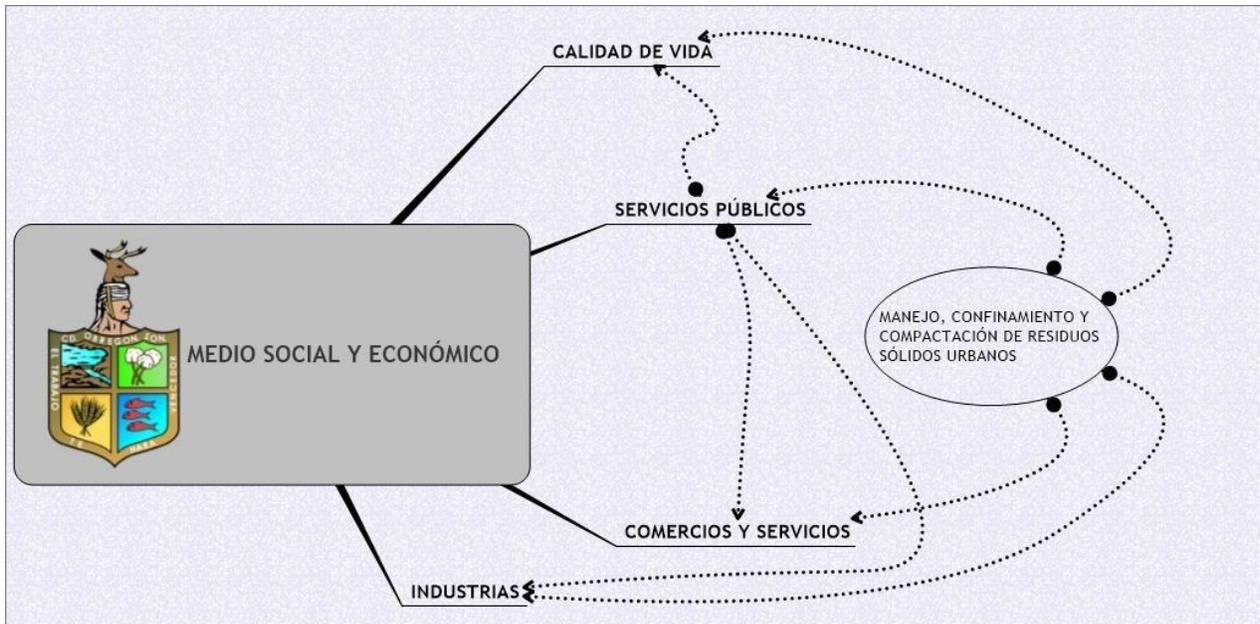


Figura 61. Interacciones de factores del medio social y económico en el sitio del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

**3. Matriz de cribado.**

Tomando en cuenta la lista de verificación de las actividades derivadas del proyecto, así como la de componentes y factores ambientales susceptibles de afectación, se procedió a identificar los impactos mediante la matriz de cribado mostrada en la **Tabla LXIV**, el espacio de las columnas fue ocupada por las actividades del proyecto y la de las filas por

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

los factores ambientales; mientras que las relaciones se señalan con un signo “-“ (impacto adverso) y el signo “+” (impacto benéfico). Las casillas sin símbolo deben entenderse que no generan una interacción ambiental.

La matriz de cribado dio como resultado la identificación de 70 impactos, 32 de naturaleza adversa y 38 de naturaleza benéfica. Las etapas de preparación del sitio, construcción y operación contabilizaron 18 impactos cada una, y 16 en la etapa de abandono. De estos, para la etapa de preparación del sitio se identificaron por su naturaleza, 14 adversos y 4 benéficos, para la etapa constructiva fueron 10 de adversos por 8 benéficos, en la etapa operativa serían 8 adversos por 10 benéficos; y finalmente para la etapa de abandono se presentarían 16 impactos de naturaleza benéfica exclusivamente.

Los impactos por componente ambiental se presentan en la **Figura 62**, el mayor número de impactos adversos se identificó en el suelo con 15 (relieve, erosión, uso de suelo y calidad), el agua con 11 (escurrimientos, recarga y calidad) y a la atmósfera con 10 (calidad por GEI y ruido). Los mayores impactos benéficos se registraron en los componentes del medio socioeconómico en las componentes social público y económico (industria, comercios y servicios) que en conjunto suman total de 19 impactos.

Tabla LXIV. Matriz de cribado de los impactos identificados respecto a la naturaleza adversa (-) o benéfica (+), derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto.

CAMBIO DE USO DE SUELO PARA CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE CONFINAMIENTO EN EL RELLENO SANITARIO DE CD. OBREGÓN, SONORA				PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		ABANDONO		
				CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	RESCATE DE FLORA Y FAUNA	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS DE DRENAJE, LIXIVIADOS Y BIOGAS	MANEJO, CONTROL Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	MONITOREO DE EMISIONES	SELLADO DE CELDA	ABANDONO DEL SITIO	
COMPONENTES		FACTORES		1	2	3	4	5	6	7	8	
MEDIO FÍSICO	ATMÓSFERA	1	CALIDAD (EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO, OLORES)	-		-	-	-	+	+	+	
		2	RUIDO	-		-		-				
		3	ESCURRIMIENTOS	-		-						
	AGUA	4	RECARGA	-		-						
		5	CALIDAD	-		-	+	-	+	+	+	+
		6	RELIEVE	-		-		-				
	SUELO	7	EROSIÓN	-		-						
		8	USO ACTUAL	-		-		-				
		9	CALIDAD	-		-	+	-	+	+	+	+
MEDIO BIÓTICO	FLORA	10	COBERTURA VEGETAL	-						+	+	
		11	ESPECIES PROTEGIDAS NOM 059	-	+							
	FAUNA	12	FAUNA SILVESTRE	-								
13		FAUNA NOCIVA	-					-		+	+	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	ESTÉTICO Y DE INTERÉS	14	PAISAJE	-		-		-		+	+	
	SOCIAL	16	CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN				+	+	+	+	+	
		PÚBLICO	17	SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RSU Y MANEJO ESPECIAL					+			
	ECONÓMICO	18	EMPLEO	+	+	+	+	+				
		19	COMERCIOS Y SERVICIOS	+		+	+	+	+	+	+	+
20		INDUSTRIAL						+				

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

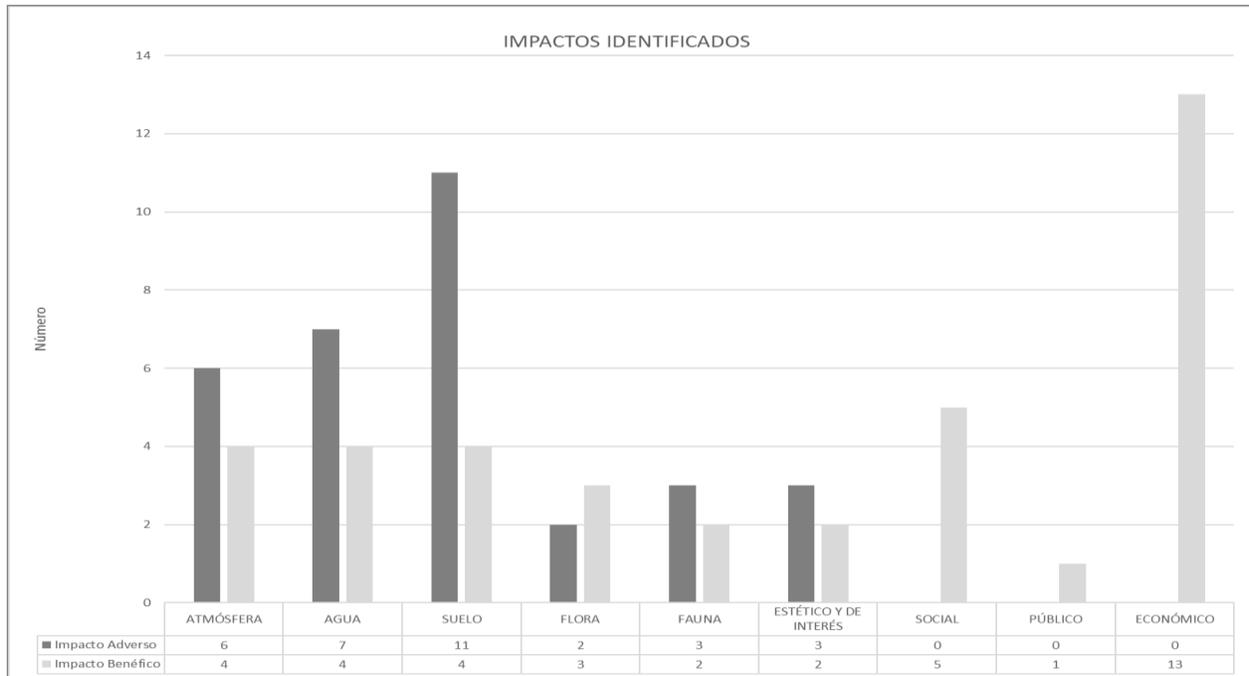


Figura 62. Impactos identificados por componente ambiental en el área del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora.

**4. Selección de indicadores de impacto.**

Ver apartado V.2.1 *Indicadores de impacto*

**5. Elección de criterios de valoración de impactos**

Ver apartado V.2.3 *Criterios.*

**6. Elaboración de la memoria de cálculo.**

A continuación, se presenta la memoria de cálculo de la evaluación de impacto ambiental para las obras del proyecto, como resultado los principales impactos identificados y analizados con base en la clasificación de los índices de los criterios Básicos y Complementarios de la metodología Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**ATMÓSFERA**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
CALIDAD	PREPARACIÓN DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	1
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	2
		IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS COLECTORES DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS	B	2	1	3	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.67	3
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	A	2	1	3	0.67	0	1	0	0.11	0.70	1	0.62	4
		MONITOREO DE EMISIONES	B	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	0	0.33	5
	ABANDONO	SELLADO DE CELDA	B	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	6
		ABANDONO DEL SITIO	B	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	7
RUIDO	PREPARACIÓN DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	1	0.30	8
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	1	0.30	9
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	A	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	1	0.30	10

**AGUA**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
ESCURRIMIENTOS	PREPARACIÓN DE SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	0	0	0.00	0.67	0	0.67	11
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	12
RECARGA	PREPARACIÓN DE SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	0	0	0.00	0.67	1	0.59	13
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	14
CALIDAD	PREPARACIÓN DE SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	0	0	0.00	0.67	1	0.59	15
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	16
		IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS COLECTORES DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	17
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	A	2	1	3	0.67	1	0	0	0.11	0.70	1	0.62	18
		MONITOREO DE EMISIONES	B	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	0	0.33	19
	ABANDONO	SELLADO DE CELDA	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	20
		ABANDONO DEL SITIO	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	21

**SUELO**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
RELIEVE	PREPARACIÓN DE SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	22
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	23
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	A	2	1	3	0.67	1	0	0	0.11	0.70	1	0.62	24
EROSIÓN	PREPARACIÓN DE SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	0	0	0.00	0.67	1	0.59	25
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	26
USO ACTUAL	PREPARACIÓN DE SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	0	0	0.00	0.67	1	0.59	27
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	28
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	A	2	1	3	0.67	1	0	0	0.11	0.70	1	0.62	29
CALIDAD	PREPARACIÓN DE SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	30
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	31
		IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS COLECTORES DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS	A	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	32
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	A	2	1	3	0.67	1	1	0	0.22	0.73	1	0.65	33
		MONITOREO DE EMISIONES	B	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	0	0.33	34
	ABANDONO	SELLADO DE CELDA	B	2	2	2	0.67	0	0	0	0.00	0.67	0	0.67	35
		ABANDONO DEL SITIO	B	2	2	2	0.67	0	0	0	0.00	0.67	0	0.67	36

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**FLORA**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
COBERTURA VEGETAL	PREPARACIÓN DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	1	0	0.11	0.70	1	0.62	37
	ABANDONO	SELLADO DE CELDA	B	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	38
		ABANDONO DEL SITIO	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	39
ESPECIES PROTEGIDAS NOM.059	PREPARACIÓN DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	1	1	2	0.44	0	0	0	0.00	0.44	1	0.40	40
		RESCATE DE FLORA Y FAUNA	B	1	1	2	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	41

**FAUNA**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
FAUNA SILVESTRE	PREPARACIÓN DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	0	0	0.00	0.67	1	0.59	42
FAUNA NOCIVA	PREPARACIÓN DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	0	0	0.00	0.67	1	0.59	43
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	A	2	1	3	0.67	0	0	0	0.00	0.67	1	0.59	44
	ABANDONO	SELLADO DE CELDA	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	45
		ABANDONO DEL SITIO	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	46

**ESTÉTICO Y DE INTERES**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
PAISAJE	PREPARACIÓN DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	A	2	1	3	0.67	0	1	0	0.11	0.70	1	0.62	47
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	A	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	48
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	A	2	1	3	0.67	1	1	0	0.22	0.73	1	0.65	49
	ABANDONO	SELLADO DE CELDA	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	50
		ABANDONO DEL SITIO	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	51

**SOCIAL**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
CALIDAD DE VIDA	CONSTRUCCIÓN	IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS COLECTORES DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS	B	2	3	3	0.89	0	0	0	0.00	0.89	0	0.89	52
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	B	2	3	3	0.89	1	1	0	0.22	0.91	0	0.91	53
		MONITOREO DE EMISIONES	B	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	0	0.33	54
	ABANDONO	SELLADO DE CELDA	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	55
		ABANDONO DEL SITIO	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	56

**PÚBLICO**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RSU Y MANEJO ESPECIAL	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	B	3	3	3	1.00	1	0	0	0.11	1.00	0	1.00	57

**ECONÓMICO**

FACTOR AMB.	ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Nij	Mij	Eij	Dij	MEDij	Sij	Aij	Cij	SACij	Iij	Tij	Gij	Núm.
EMPLEO	PREPARACIÓN DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	B	3	1	2	0.67	0	0	0	0.00	0.67	0	0.67	58
	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	59
		IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS COLECTORES DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS	B	2	1	2	0.56	0	0	0	0.00	0.56	0	0.56	60
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	B	3	3	3	1.00	0	0	0	0.00	1.00	0	1.00	61
		MONITOREO DE EMISIONES	B	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	0	0.33	62
COMERCIO Y SERVICIOS	PREPARACION DEL SITIO	CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	B	2	3	2	0.78	0	0	0	0.00	0.78	0	0.78	63



"CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE GELDAS DE CONFINAMIENTO EN RELLENO SANITARIO DE CD. OBREGÓN, SONORA"

**TECMED TÉCNICAS MEDIOMBIENTALES DE MÉXICO S.A. DE C.V.**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

	CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	B	2	3	2	0.78	0	0	0	0.00	0.78	0	0.78	64
		IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS COLECTORES DE LIXIVIADOS Y BIOGÁS	B	2	3	2	0.78	0	0	0	0.00	0.78	0	0.78	65
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	B	3	3	3	1.00	0	0	0	0.00	1.00	0	1.00	66
		MONITOREO DE EMISIONES	B	1	1	1	0.33	0	0	0	0.00	0.33	0	0.33	67
	ABANDONO	SELLADO DE CELDA	B	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	68
		ABANDONO DEL SITIO	B	2	1	1	0.44	0	0	0	0.00	0.44	0	0.44	69
INDUSTRIAL	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	B	3	3	3	1.00	0	0	0	0.00	1.00	0	1.00	70

Tomando en cuenta el valor obtenido de significancia, se nombra con una de las cuatro categorías de significancia propuestas en la **Tabla LXV**.

Tabla LXV. Escala utilizada para la calificación de la medida de mitigación aplicada para obtener la significancia.

Categoría	Sigla	Intervalo
Baja	BJ	Del 0.00 al 0.259
Moderada	MD	Del 0.26 al 0.499
Alta	A	Del 0.50 al 0.749
Muy Alta	MA	Del 0.75 al 1.000

## 7. Matriz de cribado.

Se procedió a identificar los impactos mediante la matriz de cribado de la **Tabla LXVI**, la posición de las columnas es ocupada por las actividades del proyecto y la de las filas por los factores ambientales. Las relaciones se señalan con un código de letras y las casillas vacías deben entenderse que no se genera un impacto ambiental. El código de letras presentes indica en el primer sitio la naturaleza del impacto (A = Adverso, B = Benéfico), las segunda y/o tercera letra significa indica la clasificación de significancia de acuerdo con la categoría mostrada en la **Tabla LXV**. También se incluye el número dentro de la casilla correspondiente al número del impacto.

En la **Tabla LXVII** se muestra un resumen de la matriz de cribado, donde se puede apreciar que se identificaron un total de 70 relaciones de impacto. La evaluación de los impactos ambientales esperados para el presente proyecto arrojó que se presentaron 9 impactos se calificaron de Muy Alta (MA) significancia, 33 impactos de Alta (A) significancia y 28 impactos de Moderada (Md) significancia. De acuerdo con la naturaleza de los impactos, se identificaron 32 Adversos (A) y 38 Benéficos (B).

En la **Figura 63** se muestra el porcentaje de impactos totales por cada categoría de significancia, se puede apreciar que los impactos de Alta (A) significancia alcanzaron el 47% del total de impactos identificados; seguido de los impactos en la categoría de Moderada (MD) significancia con el 40%. Al final se ubican los impactos identificados de Muy Alta (MA) significancia con el 13% del número total.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla LXVI. Matriz de cribado de los impactos identificados y su significancia, derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto.

CAMBIO DE USO DE SUELO PARA CONSTRUCCIÓN DE CELDAS DE CONFINAMIENTO EN EL RELLENO SANITARIO DE CD. OBREGÓN, SONORA			PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		ABANDONO			
			CAMBIO DE USO DE SUELO DE TERRENOS FORESTALES	RESCATE DE FLORA Y FAUNA	EXCAVACIONES Y TALUDES DE CELDA	IMPERMEABILIZACIÓN DE PISO Y SISTEMAS COLECTORES DE	MANEJO, CONFINAMIENTO Y COMPACTACIÓN	MONITOREO DE EMISIONES	SELLADO DE CELDA	ABANDONO DEL SITIO		
COMPONENTES	FACTORES	1	2	3	4	5	6	7	8			
MEDIO FISICO	ATMÓSFERA	1	CALIDAD (EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO, OLORES)	1 (AMD)		2 (AMD)	3 (BA)	4 (AA)	5 (BMD)	6 (BMD)	7 (BMD)	
		2	RUIDO	8 (AMD)		9 (AMD)		10 (AMD)				
	AGUA	3	ESCURRIMIENTOS	11 (AA)		12 (AMD)						
		4	RECARGA	13 (AA)		14 (AMD)						
		5	CALIDAD	15 (AA)		16 (AMD)	17 (BMD)	18 (AA)	19 (BMD)	20 (BA)	21 (BA)	
	SUELO	6	RELIEVE	22 AMD		23 (AMD)		24 (AA)				
		7	EROSIÓN	25 (AA)		26 (AMD)						
		8	USO ACTUAL	27 (AA)		28 (AMD)		29 (AA)				
		9	CALIDAD	30 (AA)		31 (AMD)	32 (BMD)	33 (AA)	34 (BMD)	35 (BA)	36 (BA)	
MEDIO BIÓTICO	FLORA	10	COBERTURA VEGETAL	37 (AA)						38 (BMD)	39 (BA)	
		11	ESPECIES PROTEGIDAS NOM 059	40 (AMD)	41 BMD							
	FAUNA	12	FAUNA SILVESTRE	42 (AA)								
13		FAUNA NOCIVA	43 (AA)				44 (AA)		45 (BA)	46 (BA)		
MEDIO SOCIOECONÓMICO	ESTÉTICO Y DE INTERÉS	14	PAISAJE	47 (AA)		48 (AA)		49 (AA)		50 (BA)	51 (BA)	
	SOCIAL	15	CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN				52 (BMA)	53 (BMA)	54 (BMD)	55 (BA)	56 (BA)	
		16	SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RSU Y MANEJO ESPECIAL					57 (BMA)				
	ECONÓMICO	17	EMPLEO	58 (BA)	59 (BA)	60 (BA)	61 (BMA)	62 (BMD)				
		18	COMERCIOS Y SERVICIOS	63 (BMA)		64 (BMA)	65 (BMA)	66 (BMA)	67 (BMD)	68 (BMD)	69 (BMD)	
		19	INDUSTRIAL					70 (BMA)				

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Tabla LXVII. Resumen de la matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados y su significancia, derivada de las relaciones entre los factores ambientales del sitio y las acciones a realizar en las distintas etapas del proyecto.

MEDIOS	COMPONENTES	FACTORES	IMPACTOS												Totales	
			ADVERSOS				BENÉFICOS				TOTALES					
			ABj	AMD	AA	AMA	BBj	BMD	BA	BMA	Bj	MD	A	MA		
MEDIO FÍSICO	ATMÓSFERA	1	CALIDAD (EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO, OLORES)	0	2	1	0	0	3	1	0	0	5	2	0	7
		2	RUIDO	0	3		0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
	AGUA	3	ESCURRIMIENTOS	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
		4	RECARGA	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
		5	CALIDAD	0	1	2	0	0	2	2	0	0	3	4	0	7
	SUELO	6	RELIEVE	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
		7	EROSIÓN	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
		8	USO ACTUAL	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
		9	CALIDAD	0	1	2	0	0	2	2	0	0	3	4	0	7
MEDIO BIÓTICO	FLORA	10	COBERTURA VEGETAL	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	2	0	3
		11	ESPECIES PROTEGIDAS NOM 059	0	1		0	0	1	0	0	0	2	0	0	2
	FAUNA	12	FAUNA SILVESTRE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		13	FAUNA NOCIVA	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	4	0	4
MEDIO SOCIOECONÓMICO	ESTÉTICO Y DE INTERÉS	14	PAISAJE	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	5	0	5
	SOCIAL	16	CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	2	2	5
	PÚBLICO	17	SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RSU Y MANEJO ESPECIAL	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	ECONÓMICO	18	EMPLEO	0	0	0	0	0	1	3	1	0	1	3	1	5
		19	COMERCIOS Y SERVICIOS	0	0	0	0	0	3	0	4	0	3	0	4	7
		20	INDUSTRIAL	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
TOTALES POR SIGNIFICANCIA				0	14	18	0	0	14	15	9	0	28	33	9	70
TOTALES POR NATURALEZA				32				38				70				

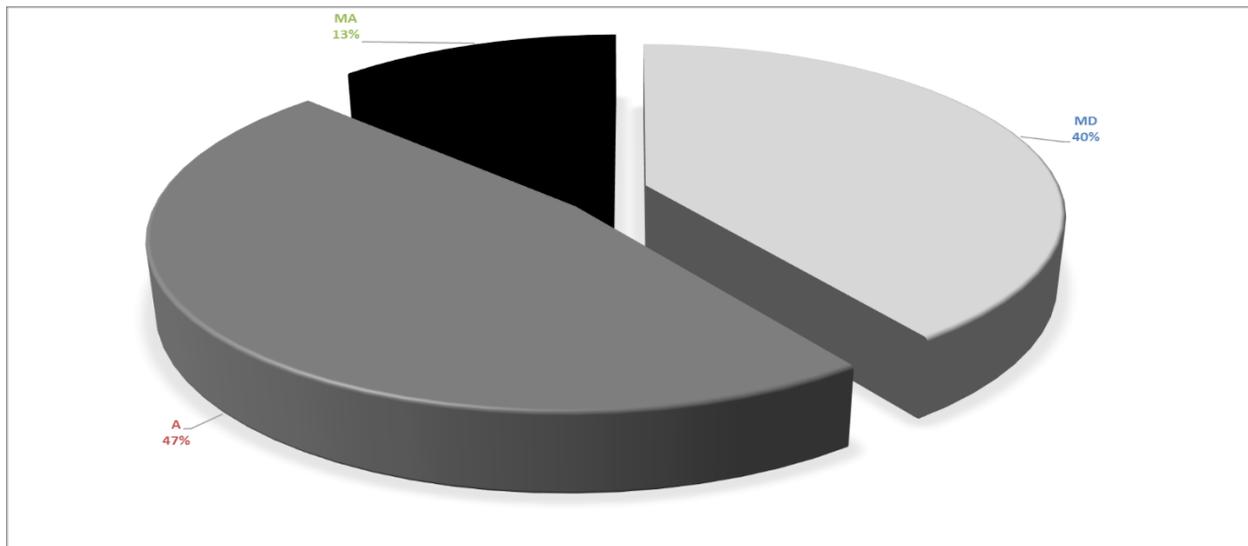


Figura 63. Impactos identificados de los componentes ambientales totales en el área de estudio para las acciones (MD=Media, A= Alta, MA= Muy Alta).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

De acuerdo a la naturaleza de los impactos (adversos o benéficos), en la **Figura 64** se muestra el porcentaje de los catalogados como adversos, encontrando que el 56% corresponde a impactos de Alta (AA) significancia, seguidos por los impactos catalogados como de Moderada (MD) significancia con el 44% del porcentaje. No se determinaron valores de Muy Alta (MA) significancia. Por su parte, la **Figura 65** muestra los impactos de naturaleza benéfica identificados. Del total de impactos identificados en esta categoría, el 39% correspondió a los impactos de Alta (A) significancia, 37% a los de Moderada (MD) significancia y 24% a los valores catalogados como de Muy Alta (MA) significancia.

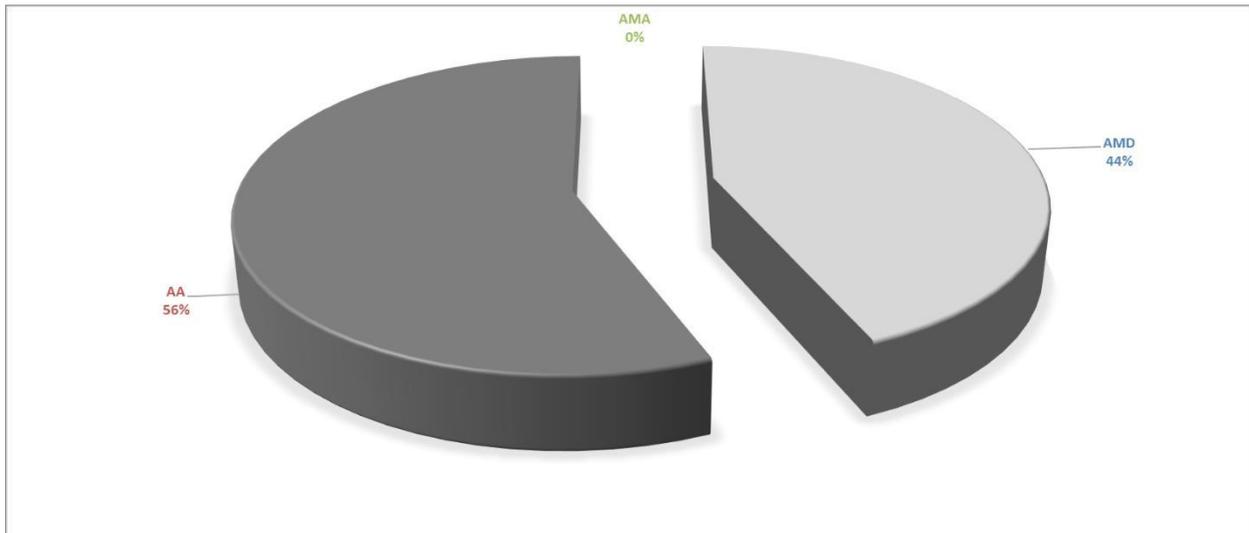


Figura 64. Impactos identificados por naturaleza adversa (MD=Media, A= Alta, MA= Muy Alta).

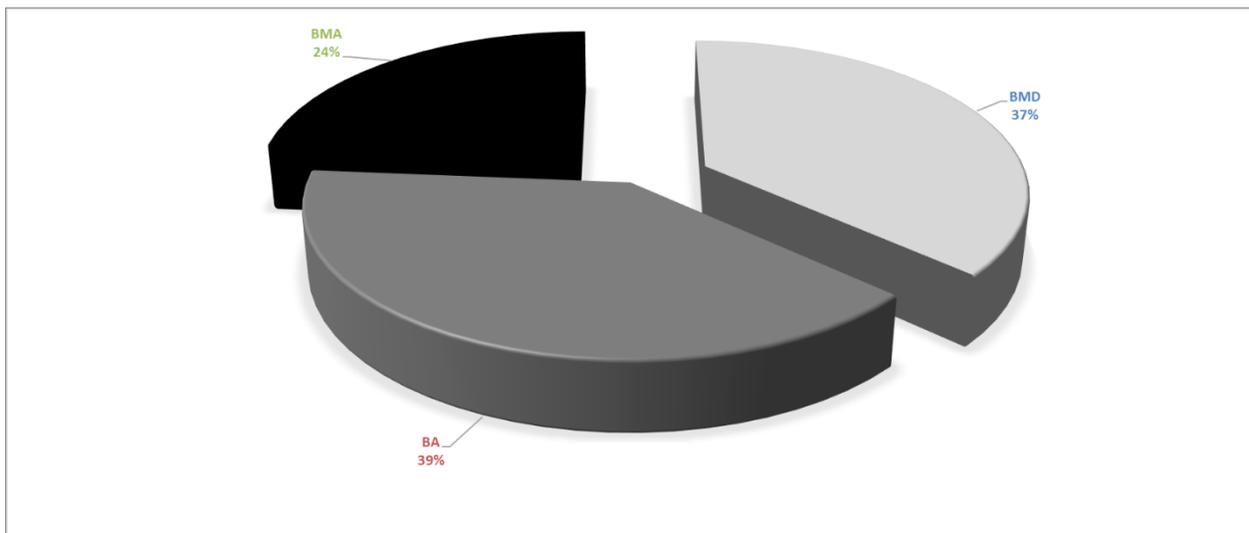


Figura 65. Impactos identificados por naturaleza benéfica (MD=Media, A= Alta, MA= Muy Alta).

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Los impactos totales identificados por factor ambiental y significancia se muestran en la **Figura 66** valores de mayor significancia se identificaron en los factores sociales y económicos, aunque el mayor número fue para los del medio físico y biótico.

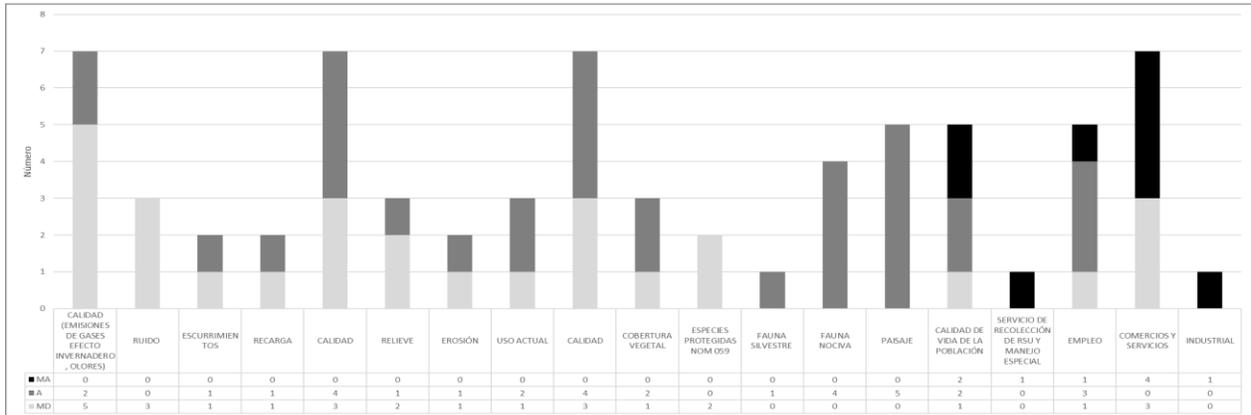


Figura 66. Impactos totales identificados por factor ambiental y significancia.

Los impactos identificados por naturaleza y significancia para cada uno de los factores ambientales involucrados se muestran en la **Figura 67** y **Figura 68** para los impactos adversos y benéficos, respectivamente. En el primer caso se observa que los impactos adversos se presentan predominantemente en una Moderada (MD) y Alta (A) significancia sobre los factores ambientales físicos y bióticos. En el segundo, los impactos benéficos presentan predominantemente valores de significancia, Alta (A), Moderada (MD) y Muy Alta (MA) significancia, incidiendo sobre mayores aspectos sociales y económicos del proyecto.

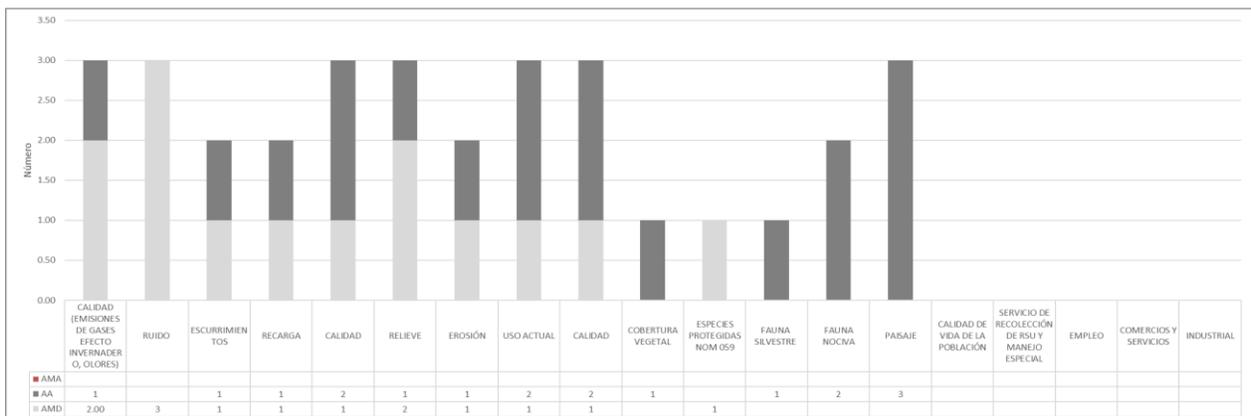


Figura 67. Impactos identificados por naturaleza adversa y significancia para cada uno de los factores ambientales involucrados.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

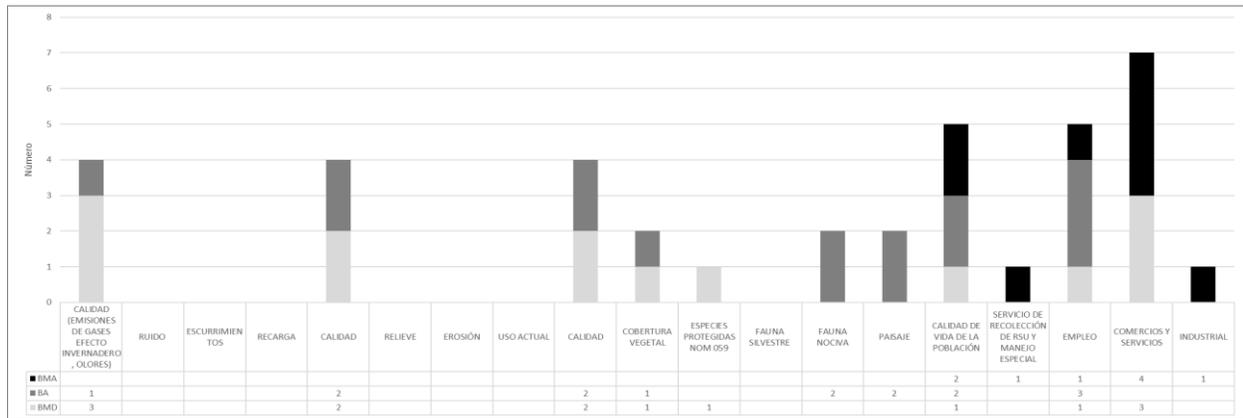


Figura 68. Impactos identificados por naturaleza benéfica y significancia para cada uno de los factores ambientales involucrados.

Los impactos identificados por su naturaleza y significancia para cada etapa del proyecto se pueden consultar en la **Tabla LXVIII**. Como se observa, los impactos se encuentran muy distribuidos a lo largo de las etapas, aunque entre la preparación del sitio y construcción se identificaron 36 de los 70 impactos, predominantemente de significancia Alta (A) y Moderada (MD). Para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación se determinaron 18 impactos, y 16 para la de abandono.

Tabla LXVIII. Resumen de la matriz de cribado de acuerdo con la naturaleza de los impactos identificados, en relación con la etapa del proyecto.

ETAPA DEL PROYECTO	IMPACTOS													TOTALES
	ADVERSOS				BENÉFICOS				TOTALES					
	ABJ	AMD	AA	AMA	BBJ	BMD	BA	BMA	BJ	MD	A	MA		
PREPARACIÓN DEL SITIO	0	4	10	0	0	1	2	1	0	5	12	1	18	
CONSTRUCCIÓN	0	9	1	0	0	2	2	4	0	11	3	4	18	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	0	1	7	0	0	6	0	4	0	7	7	4	18	
ABANDONO	0	0	0	0	0	5	11	0	0	5	11	0	16	
<b>TOTALES POR SIGNIFICANCIA</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>70</b>	
<b>TOTALES POR NATURALEZA</b>	<b>32</b>				<b>38</b>				<b>70</b>					

En el balance de impactos adversos contra benéficos, se observó que 18/32 impactos adversos se encuentran en la categoría de Alta (A) significancia, 14/32 son Moderadamente (MD) significantes, y no existen de Muy Alta (MA) significancia. Los impactos benéficos incluyen a 33/38 de Alta (A) significancia, 28/38 de Moderada (MD) significancia y 9/38 de Muy Alta (MA) significancia.

Si se suman los valores de Alta y Muy Alta significancia por naturaleza del impacto, tenemos que los de naturaleza adversa suman 18/70 en tanto que los de naturaleza benéfica alcanza la cifra de 42/70 impactos; mostrándose una clara tendencia positiva.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

La sumatoria de valores de significancia final de los impactos ( $G_{ij}$ ) estandarizada (incluidos los valores de significancia moderada) para los impactos de naturaleza adversa alcanzaron el acumulado de -17.12 contra 20.58 correspondiente a la sumatoria de los impactos de naturaleza benéfica; una diferencia de 3.5 a favor de los últimos. En términos de porcentaje, la significancia de los impactos resulta un 20.6% a favor de los de naturaleza benéfica con relación a los de naturaleza adversa.

**Se concluye que las acciones del proyecto resultan con una viabilidad positiva desde el punto de vista ambiental, que dejará mayores beneficios que desventajas en el desarrollo de este.**

Los impactos que se identificaron en la categoría de Alta y Muy Alta (MA) significancia se resumen en la **Tabla LXIX**. De los 70 impactos identificados, se registraron 42 con una significancia importante o de Muy Alta y Alta significancia, 18 de naturaleza adversa contra 24 de naturaleza benéfica.

Tabla LXIX. Impactos ambientales identificados en la categoría de Alta y Muy Alta significancia.

	COMPONENTES		FACTORES	ETAPA DEL PROYECTO	NUMERO DE IMPACTO
MEDIO FISICO	ATMÓSFERA	1	CALIDAD (EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO, OLORES)	Construcción y Operación	3, 4
		2	RUIDO		
	AGUA	3	ESCURRIMIENTOS		11
		4	RECARGA		13
		5	CALIDAD		15, 18, 20, 21
	SUELO	6	RELIEVE		24
		7	EROSIÓN		25
		8	USO ACTUAL		27, 29
		9	CALIDAD		30, 33, 35, 36
MEDIO BIOTICO	FLORA	10	COBERTURA VEGETAL		37, 39
		11	ESPECIES PROTEGIDAS NOM 059		
	FAUNA	12	FAUNA SILVESTRE		42
13		FAUNA NOCIVA		43, 44, 45, 46	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	ESTÉTICO Y DE INTERÉS	14	PAISAJE		47, 48, 49, 50, 51
	SOCIAL	16	CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN		52, 53, 55, 56
	PÚBLICO	17	SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RSU Y MANEJO ESPECIAL		57
	ECONÓMICO	18	EMPLEO		58, 59, 60, 61
		19	COMERCIOS Y SERVICIOS		63, 64, 65, 66
		20	INDUSTRIAL		70

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**8. Fichas de descripción de los impactos identificados.**

En este apartado se presenta una descripción a detalle de cada uno de los impactos ambientales ocasionados por la ejecución del proyecto.

<b>Componente:</b> Atmósfera. <b>Factor Ambiental:</b> Calidad del aire / Nivel de Ruido.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción, Operación.	<b>Naturaleza del impacto:</b>  Adverso.
<b>Actividad:</b> CUSTF, excavaciones y taludes de celdas, impermeabilización de piso y sistemas colectores de lixiviados y biogás, sellado de celda y abandono de sitio.	<b>Número de impacto:</b>  1, 2, 4, 8, 9, 10
<b>Magnitud:</b> Mínima a media.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b>  Impacto Moderado (1, 2, 8, 9, 10), Alto (4)
Extensión espacial: Puntual a regional.	<b>Descripción:</b> La generación de emisiones al aire será principalmente por la generación de gases de combustión interna (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , etc.), polvos y ruido; pero principalmente la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente metano (CH <sub>4</sub> ) y bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), producidos por la descomposición del material orgánico contenido en los RSU.  Durante las etapas de preparación del sitio que involucra el CUSTF y de la etapa de construcción (excavaciones), las actividades involucran maquinarias pesada que emanan gases de la combustión interna de sus plantas motrices. Este es un impacto gradual dado que el trabajo se realizará por etapas (una celda a la vez, en el momento que la demanda de espacio para confinamiento lo requiera).  Las emisiones más importantes resultarán de la etapa de operativa, por una parte, el uso de maquinaria en el frente de trabajo para acomodar y compactar los RSU, el movimiento de autotransportes de acarreo de materiales terrígenos para cubrir con capas de tierra los RSU y los que ingresan con RSU para su disposición; por otra, los gases de efecto invernadero, principalmente CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> producido por la descomposición del material orgánico contenido en los RSU y que emanarán por las chimeneas que se instalarán expreso para ese propósito.  Los impactos asociados a emisiones de gases de combustión interna y ruido emanado de los escapes vehiculares se previenen con el apego a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes. Un mantenimiento adecuado de los vehículos y maquinarias mitigan a niveles de norma las emisiones a la atmosfera.
Duración: Baja a alta.	
Sinergia: Nula a poca.	
Acumulación: Nula a poca.	
Controversia: No existe.	
Mitigación: Baja a media.	

<b>Componente:</b> Atmósfera <b>Factor Ambiental:</b> Calidad del aire / Nivel de Ruido.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Operación y Abandono.	<b>Naturaleza del impacto:</b>  Benéfico.
<b>Actividad:</b> impermeabilización de piso y sistemas colectores de lixiviados y biogás, monitoreo de emisiones, sellado de celda y abandono de sitio.	<b>Número de impacto:</b>  3, 5, 6, 7
<b>Magnitud:</b> Mínima a media.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b>  Impacto Moderado (5, 6, 7), Alto (3)
Extensión espacial: Puntual a regional.	<b>Descripción:</b> Las actividades son consideradas medidas de prevención y mitigación de impacto ambiental.
Duración: Baja a alta.	
Acumulación: Nula a poca.	

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

Controversia: No existe. Mitigación: Baja a media.	El monitoreo de las emisiones representa una medida preventiva que permitirá tomar acciones correctivas, en su caso, para el manejo de los RSU.  Por su parte, las chimeneas permitirán desalojar los gases de metano producto de la descomposición del contenido orgánico de los RSU. Esta acción es muy importante para prevenir que este gas se acumule, aumentando del riesgo de incendios espontáneos.
---	---

<b>Componente:</b> Agua. <b>Factor Ambiental:</b> Escurrimientos, recarga y calidad.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio y Construcción.	<b>Naturaleza del impacto:</b> Adverso.
<b>Actividad:</b> Cambio de uso de suelo de terrenos forestales, excavaciones y taludes de celdas de confinamiento.	<b>Número de impacto:</b> 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18
<b>Magnitud:</b> Baja a media.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b> Impactos Moderados (12, 14, 16), Alto (11, 13, 15, 18)
Extensión espacial: Puntual. Duración: Alta. Sinergia: Nula a poca. Acumulación: Poca. Controversia: Nula. Mitigación: Baja.	<b>Descripción:</b> La remoción de la vegetación del CUSTF impactará directamente en el escurrimiento de precipitaciones pluviales y la recarga del acuífero al facilitar el desplazamiento del agua sobre el suelo desnudo.  Por su parte, la operación del relleno sanitario puede ocasionar la contaminación del suelo y los acuíferos si no se maneja adecuadamente.

<b>Componente:</b> Agua. <b>Factor Ambiental:</b> Calidad.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Construcción.	<b>Naturaleza del impacto:</b> Benéfico.
<b>Actividad:</b> Impermeabilización de piso y sistemas colectores de lixiviados y de biogás, Manejo, confinamiento y compactación de RSU.	<b>Número de impacto:</b> 17, 19, 20, 21
<b>Magnitud:</b> Baja a media.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b> Impactos Moderados (17, 19), Alto (20, 21)
Extensión espacial: Puntual. Duración: Alta. Sinergia: Nula a poca. Acumulación: Poca. Controversia: Nula. Mitigación: Baja.	<b>Descripción:</b> La impermeabilización de la celda de confinamiento de RSU permitirá crear una barrera que impedirá que los líquidos lixiviados producto de la descomposición bacteriana sean transferidos al suelo y al acuífero, contaminando a ambos.  Las actividades de sellado de celdas y abandono de sitio impedirán que los RSU se dispersen por el entorno ambiental y se proveerán condiciones para que las celdas selladas se deterioren por hundimientos y erosión.

<b>Componente:</b> Suelo. <b>Factor Ambiental:</b> Relieve, erosión, uso actual y calidad.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Construcción y Operación.	<b>Naturaleza del impacto:</b> Adverso.
<b>Actividad:</b> CUSTF, excavaciones y taludes de celdas, Manejo, confinamiento y compactación de RSU.	<b>Número de impacto:</b> 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33
<b>Magnitud:</b> Baja a media.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b> Impactos Moderados (22, 23, 26, 28, 31); Altos (24, 25, 27, 29, 30, 33)

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

<b>Extensión espacial:</b> Puntual.	<b>Descripción:</b> El CUSTF dejará el suelo desnudo de vegetación, lo cual implica la susceptibilidad a la erosión. Las actividades de construcción de celda y relleno con RSU provocará la modificación del relieve. Posible contaminación del suelo.
<b>Duración:</b> Media a alta	
<b>Sinergia:</b> Poca.	
<b>Acumulación:</b> Poca.	
<b>Controversia:</b> No existe.	
<b>Mitigación:</b> Baja	<p>Los impactos de la remoción de la vegetación de la superficie del terreno son de carácter permanente. La estrategia será avanzar en el CUSTF de manera gradual conforme la demanda de espacios de confinamiento sean requeridos y se programe una siguiente celda en el relleno sanitario. De esta manera, la superficie del terreno que no aún no se requiere usar se mantiene con su cobertura vegetal, evitando problemas de erosión y pérdida de suelo.</p> <p>Por su parte, la calidad del suelo se mitiga con la impermeabilización del suelo, sin embargo, si el manejo de los RSU no es adecuado, el suelo fuera de la celda de confinamiento podría contaminarse. En este sentido, las técnicas de manejo de los RSU serán los más recomendados para estos sitios, como el recubrimiento temporal de los materiales terrígenos durante la noche en el frente de trabajo para evitar la dispersión, entre otros.</p> <p>El mantenimiento de maquinaria pesada en el sitio del proyecto para las tareas constructivas y operativas, producirá residuos peligrosos (lubricantes usados y materiales impregnados), los cuales deberán ser confinados en recipientes sellados y almacenados temporalmente en un sitio adecuado para ello. Las tareas de mantenimiento deberán realizarse en un mismo sitio destinado para tal propósito.</p>

<b>Componente:</b> Suelo. <b>Factor Ambiental:</b> Calidad.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Construcción y Operación.	<b>Naturaleza del impacto:</b> Benéfico.
<b>Actividad:</b> Impermeabilización de piso y sistemas colectores de lixiviados y de biogás, Manejo, confinamiento y compactación de RSU.	<b>Número de impacto:</b> 32, 34, 35, 36
<b>Magnitud:</b> Baja a media.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b> Impactos Moderados (32, 34); Altos (33, 35, 36)
<b>Extensión espacial:</b> Puntual. <b>Duración:</b> Media a alta <b>Sinergia:</b> Poca. <b>Acumulación:</b> Poca. <b>Controversia:</b> No existe. <b>Mitigación:</b> Baja	<p><b>Descripción:</b> Las actividades permitirán mitigar la contaminación del suelo.</p> <p>El recubrimiento de la celda de confinamiento de RSU con un geotextil a base de polietileno de alta densidad, permite crear una barrera que impedirá que los líquidos lixiviados se trasminen en el suelo contaminando los mantos freáticos. La red de tubería permitirá coleccionar estos lixiviados y ser bombeados hacia una laguna para su concentración.</p> <p>El sellado y abandono de las celdas evitará que los RSU se dispersen y contaminen áreas ajenas al relleno sanitario.</p>

<b>Componente:</b> Biota (flora y fauna). <b>Factor Ambiental:</b> cobertura vegetal, especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, fauna silvestre y nociva.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio y operación.	<b>Naturaleza del impacto:</b> Adverso.
<b>Actividad:</b> CUSTF, Manejo, confinamiento y compactación de RSU.	<b>Número de impacto:</b> 37, 40, 42, 43
<b>Magnitud:</b> Baja.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b> Impactos Moderados (40), Altos (37, 42, 43)
<b>Extensión espacial:</b> Puntual. <b>Duración:</b> Alta.	<b>Descripción.</b> El CUSTF tendrá un impacto permanente sobre la superficie de terreno destinadas como celdas de confinamiento de RSU.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

<b>Sinergia:</b> Poca.	La cobertura vegetal será removida permanentemente en los sitios proyectados como celdas de confinamiento de RSU; con evidente impacto en la fauna silvestre asociada que verá mermado su hábitat.
<b>Acumulación:</b> Baja.	
<b>Controversia:</b> Nula.	
<b>Mitigación:</b> Baja.	
	El CUSTF será ejecutado de manera gradual a lo largo del tiempo, conforme se requiera habilitar nuevas celdas de confinamiento.
	El lugar del proyecto es hábitat potencial de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se tomarán las medidas necesarias para rescatarlas.

<b>Componente: Biota (flora y fauna).</b>	
<b>Factor Ambiental: bentónica, fauna pelágica, NOM-059-SEMARNAT-2010</b>	
<b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio, abandono.	<b>Naturaleza del impacto:</b> Benéficos.
<b>Actividad:</b> Programa de rescate de flora y fauna, sellado de celda y abandono de sitio	<b>Número de impacto:</b> 38, 39, 41, 45, 46
<b>Magnitud:</b> Baja.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b> Impactos Moderados (38, 41), Altos (39, 45, 46)
<b>Extensión espacial:</b> Puntual.	<b>Descripción:</b> Actividades que ayudarán a mitigar los impactos sobre el medio biótico.  El programa de rescate de flora y fauna permitirá reubicar individuos del área de impacto directo para su conservación. En el caso de la fauna, la intención será el ahuyentamiento del lugar previo a la introducción de maquinaria, o bien la captura y liberación hacia sitios de reserva dentro del mismo predio.
<b>Duración:</b> Baja.	
<b>Sinergia:</b> Nula.	
<b>Acumulación:</b> Nula.	
<b>Controversia:</b> Nula.	
<b>Mitigación:</b> No.	

<b>Estético y de Interés</b>	
<b>Factor Ambiental: Paisaje.</b>	
<b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción, operación.	<b>Naturaleza del impacto:</b> Adverso
<b>Actividad:</b> CUSTF, excavaciones y taludes de celdas, Manejo, confinamiento y compactación de RSU.	<b>Número de impacto:</b> 47, 48, 49
<b>Magnitud:</b> Baja.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b> Alta (47, 48, 49)
<b>Extensión espacial:</b> Puntual a local	<b>Descripción:</b> La vista panorámica o paisaje será impactada de manera permanente en lugar del relleno sanitario.  El CUSTF modificará permanentemente el paisaje de la zona, así como las construcciones asociadas. Sin embargo, la mayor afectación puede ser la operación misma del relleno sanitario, toda vez que la pila de RSU que se manejará no es agradable en el entorno ambiental.
<b>Duración:</b> Media a alta.	
<b>Sinergia:</b> Nula.	
<b>Acumulación:</b> Nula.	
<b>Controversia:</b> No existe.	
<b>Mitigación:</b> No.	

<b>Estético y de Interés</b>	
<b>Factor Ambiental: Paisaje.</b>	
<b>Etapas del proyecto:</b> Abandono	<b>Naturaleza del impacto:</b> Benéfico

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

<b>Actividad:</b> Sellado de celdas y abandono del sitio	<b>Número de impacto:</b>  50, 51
<b>Magnitud:</b> Baja.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b>  Alta (50, 51)
<b>Extensión espacial:</b> Puntual a local	<b>Descripción:</b> Retiro de las actividades de relleno sanitario.  Al concluir su vida útil, las celdas de confinamiento de RSU serán selladas con una capa de material terrígeno para evitar se dispersen. De igual manera, al concluir con la totalidad de celdas de confinamiento proyectadas, se abandonará el sitio, por lo que se realizarán actividades de mantenimiento de celdas como son la nivelación del terreno, reparación de hundimiento y reforestación con pastos sobre su superficie para dar estabilidad al suelo y evitar la erosión.
<b>Duración:</b> Media a alta.	
<b>Sinergia:</b> Nula.	
<b>Acumulación:</b> Nula.	
<b>Controversia:</b> No existe.	
<b>Mitigación:</b> No.	

<b>Componente:</b> Social. <b>Factor Ambiental:</b> Calidad de vida.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Construcción, Operación y Abandono.	<b>Naturaleza del impacto:</b>  Benéfico
<b>Actividad:</b> Impermeabilización de piso y sistemas colectores de lixiviados y de biogás, Manejo, confinamiento y compactación de RSU, monitoreo de emisiones, sellado de celdas y abandono de sitio	<b>Número de impacto:</b>  51, 52, 53, 54, 55, 56
<b>Magnitud:</b> Media a Alta.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b>  De Moderada (54), Alta (55, 56) y Muy Alta (52, 53)
<b>Extensión espacial:</b> Local a regional.	<b>Descripción:</b> El modelo de construcción y operación del relleno sanitario de Cd. Obregón, Son., ofrece una alternativa responsable de manejo de los RSU para la ciudad y el municipio, que impactará positivamente en un entorno limpio y sin contaminación, donde los residuos sólidos urbanos tengan un destino confiable y cuyo manejo se realice de manera responsable. Lo anterior en beneficio de la calidad de vida de los ciudadanos.
<b>Duración:</b> Alta.	
<b>Sinergia:</b> Media.	
<b>Acumulación:</b> Poca.	
<b>Controversia:</b> No existe.	
<b>Mitigación:</b> No.	

<b>Componente:</b> Sector Público <b>Factor Ambiental:</b> Servicio de recolección de RSU.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Operación	<b>Naturaleza del impacto:</b>  Benéfico
<b>Actividad:</b> Manejo, confinamiento y compactación de RSU	<b>Número de impacto:</b>  57
<b>Magnitud:</b> Alta.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b>  Muy Alta (57)
<b>Extensión espacial:</b> Regional.	<b>Descripción:</b> Los servicios públicos municipales se ven beneficiados al contar con un relleno sanitario bajo un modelo constructivo y operacional bajo los estándares más modernos. Asimismo, la población será beneficiada dado que el servicio de recolección residuos sólidos urbano no se torna un cuello de botella que impida el desarrollo y ponga en riesgo la salud de los habitantes de la localidad.
<b>Duración:</b> Alta.	
<b>Sinergia:</b> Nula.	
<b>Acumulación:</b> Poca.	
<b>Controversia:</b> No existe.	
<b>Mitigación:</b> No.	

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

<b>Componente: Sector Económico</b>	
<b>Factor Ambiental:</b> Empleo, comercio y servicio, e industria.	
<b>Etapas del proyecto:</b> Preparación del sitio, Construcción, Operación, y Abandono.	<b>Naturaleza del impacto:</b>  Benéfico
<b>Actividad:</b> CUSTF, Excavaciones y taludes de celdas de confinamiento, Impermeabilización de piso y sistemas colectores de lixiviados y de biogás, Manejo, confinamiento y compactación de RSU, monitoreo de emisiones, sellado de celdas y abandono de sitio	<b>Número de impacto:</b>  58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70
<b>Magnitud:</b> Alta.	<b>Categoría obtenida en el índice de Significancia.</b>  Moderada Significancia (62, 67, 68, 69), Alta (58, 59, 60), Muy Alta (61, 63, 64, 65, 66, 70)
<b>Extensión espacial:</b> Regional.	<b>Descripción:</b> Los sectores de comercio y servicios se verán beneficiados de manera directa por la venta de insumos diversos para la construcción y manejo del relleno sanitario.  De manera indirecta, la industria, el comercio y los servicios también se benefician con la posibilidad de disponer de sus residuos de manejo especial y RSU que generan. Por lo que se pueden desarrollar sin inconvenientes.
<b>Duración:</b> Alta.	
<b>Sinergia:</b> Nula.	
<b>Acumulación:</b> Poca.	
<b>Controversia:</b> No existe.	
<b>Mitigación:</b> No.	

#### V.4 CONCLUSIONES DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

El proyecto de “Cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora” presento un balance positivo entre los impactos benéficos contra los impactos adversos identificados. Si bien la diferencia entre ambos (38 vs 32, respectivamente) no fue muy notoria, al establecer los criterios de evaluación, los indicadores en categorías de Muy Alta y Alta significancia fueron de 24 vs 18 según su naturaleza benéfica y adversa, de manera respectiva; por lo que se mantuvo una tendencia hacia los impactos de naturaleza benéfica.

Era esperado que, por el tipo de proyecto, con un impacto residual importante, la diferencia entre los impactos benéficos y adversos no fuera sobresaliente. Sin embargo, el impacto en la sociedad por la ejecución del proyecto es muy importante dado que tiene incidencia en la calidad de vida, salud y bienestar de la población. Un adecuado manejo de los RSU favorecerá el desarrollo económico y un ambiente ordenado de la localidad.

**Se concluye que las acciones del proyecto resultan con una viabilidad positiva desde el punto de vista ambiental, que dejará mayores beneficios que desventajas en el desarrollo de este.**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

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

**VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.**

Las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Asimismo, incluye la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y terminación).

En este capítulo se identifican y describen las medidas de prevención, mitigación y control que pueden aplicarse a los impactos adversos identificados en las diferentes etapas y acciones del proyecto, las cuales contribuyen a mejorar la compatibilidad del proyecto con el ambiente.

**Medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales.**

<b>Componente Ambiental: Atmósfera</b>			
<b>Factor</b>	<b>Impacto</b>	<b>Etapas</b>	<b>Medida preventiva o de mitigación</b>
Calidad del aire	Emisión de gases de combustión (maquinaria y equipo de transporte)	Preparación del sitio, Construcción, Operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Vigilar que la maquinaria y autotransporte cumpla con la normatividad ambiental a través del adecuado mantenimiento.</li> <li><b>Normas Oficiales Mexicanas involucradas:</b></li> <li>· NOM-045- SEMARNAT -1996</li> </ul>
	Gases de efecto invernadero (CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> )	Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación y monitoreo de chimeneas de venteo de gases de efecto invernadero para evitar su acumulación en la celda de confinamiento y posible incendio espontáneo.</li> </ul>
Ruido	Ruido de escape de maquinaria y equipo de transporte	Preparación del sitio, Construcción, Operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Vigilar que la maquinaria y autotransporte cumpla con la normatividad ambiental a través del adecuado mantenimiento.</li> <li>· Normas Oficiales Mexicanas involucradas:</li> <li>· NOM-080-SEMARNAT-1994</li> </ul>
<b>Componente Ambiental: Agua</b>			
Calidad	Contaminación por residuos peligrosos	Construcción, Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la contaminación con sustancia y residuos peligrosos en el sitio de las obras.</li> <li>- Prohibir realizar actividades de mantenimiento de maquinaria fuera del patio de maquinaria o las áreas autorizadas para ello.</li> <li>- Seguir buenas prácticas para el manejo de residuos peligrosos.</li> <li>- Hacer una correcta disposición de residuos peligrosos, a través de empresas especializadas.</li> </ul>
	Contaminación de aguas residuales	Construcción Operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dado que las actividades del proyecto, incluyendo las constructivas son realizadas por personal del relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora, la instalación deberá contar con sanitarios fijos para el personal administrativo y móviles en los frentes de trabajo.</li> <li>- En caso de empresas subcontratadas para la prestación de e algún servicio o construcción, se deben habilitar uno o dos sanitarios portátiles por cada 15 trabajadores en obra. El mantenimiento y retiro de aguas residuales deberá ser suficiente para evitar que los depósitos se rebosen y contaminen el suelo y el agua.</li> </ul>

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

<b>Componente Ambiental: Suelo</b>			
Características fisicoquímicas	Contaminación por sustancias o residuos (peligrosos o de manejo especial).	Preparación del sitio, Construcción, operación y abandono.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el caso de almacenar temporalmente los residuos peligrosos, se deberá disponer de recipientes específicos para este tipo de residuos, plásticos de sellado hermético, debidamente rotulados y alejados del agua. Se pondrán a disposición de empresa especializada y autorizada en el transporte y correcta disposición final o reciclaje de estos residuos. La disposición se realizará al menos una vez por semana.</li> <li>Los residuos de manejo especial deberán ser acumulados en un sitio determinado previamente y retirados conforme se vayan produciendo y acorde a las necesidades. La periodicidad de disposición final dependerá de las necesidades.</li> </ul>
<b>Componente Ambiental: Biota (flora y fauna marina)</b>			
Cobertura	Afectación directa de superficies fuera del polígono autorizado	Preparación del sitio, construcción, operación, abandono.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se evitará realizar maniobras de vehículos pesados fuera de los caminos existentes y polígonos autorizados.</li> <li>Se realizará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</li> </ul>
<b>Componente Ambiental: Paisaje</b>			
Calidad escénica	Mala imagen por manejo de RSU	Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se establecerán programas de buenas prácticas de manejo que reduzcan la dispersión de RSU fuera de las celdas de confinamiento, a fin de evitar una mala imagen.</li> <li>Las celdas selladas serán monitoreadas para dar mantenimiento mediante la nivelación del terreno, reparación de hundimientos y la reforestación con pastos sobre taludes y superficie con el propósito de reducir la erosión y mejorar la imagen del entorno.</li> </ul>
<b>Componente Ambiental: Social, Público y Económico</b>			
Ninguno			- No se busca mitigar, sino maximizar los beneficios sociales.

### VI.1.1 Impactos residuales.

El cambio de uso de suelo de terrenos forestales y la modificación del relieve del lugar para construir celdas de confinamiento de RSU en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora, son impactos residuales que perdurarán en el tiempo después de su abandono; y por la naturaleza del proyecto no podrán ser revertidos.

Las emisiones de gases de efecto invernadero producto de la descomposición de los componentes orgánicos de los RSU son otro impacto residual que perdurará por muchos años.

### VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

El Programa de Vigilancia Ambiental tendrá el propósito de dar seguimiento a las medidas planteadas para prevenir y mitigar los impactos ambientales identificados por el promovente en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, así como cualquier otro que proponga la autoridad a través de los Términos y Condicionantes en la resolución ambiental correspondiente. Se propone desarrollar el presente programa como un sistema que agrupe las medidas propuestas en planes de seguimiento ambiental de tal manera que, a través de su implementación, se alcance en los siguientes objetivos:

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

- Verificar la ejecución de las medidas preventivas y buenas prácticas ambientales que eviten la ocurrencia de impactos adversos producidos por aspectos vinculados a errores u omisiones operativos.
- Verificar la ejecución de las medidas preventivas y de mitigación por cada impacto identificado que permitan reducir al mínimo las expresiones de los impactos adversos identificados tanto como sea posible.
- Implementar un plan de seguimiento de impactos residuales que son inevitables y que no podrán ser reducidos en el futuro. Para el presente proyecto se incluye un plan de seguimiento o monitoreo ambiental que garantice mantener las condiciones ambientales encontradas en el sitio antes, durante y posterior a la implementación del proyecto.
- Generar información de gabinete, requerida para informar con oportunidad a las autoridades ambientales los resultados de la implementación del proyecto en sus distintas etapas.

La Tabla LXX presenta un esquema con los principales componentes, impactos y medidas identificadas a los cuales se les aplicará medidas de prevención, buenas prácticas de manejo, mitigación y monitoreo ambiental, según el Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto “Cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora”. Adicionalmente, el Programa de Vigilancia Ambiental realizará las actividades que resulten convenientes para dar cumplimiento a los Términos y Condicionantes que sean establecidos en la resolución ambiental correspondiente.

Tabla LXX. Principales componentes, impactos y medidas identificadas a los que se les aplicará medidas de prevención, mitigación y monitoreo, según el programa de vigilancia ambiental del proyecto.

Componente	Impacto Ambiental	Medida Identificada	Prevención y buenas prácticas	Mitigación	Monitoreo
Atmósfera	- Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	Monitoreo de emisiones			* Anual
	- Emisiones de gases de combustión interna de maquinaria y autotransporte	- Cumplimiento con un programa de mantenimiento de maquinaria y vehículos operativos de la empresa. - Control de la dirección del tránsito vehicular al interior del relleno sanitario.	* Anual		
	- Ruido	- Verificar que escapes de automotores y maquinaria en buen estado.	*	* Anual	
Agua	- Calidad	- Calidad de agua del acuífero (pozos aguas arriba y aguas abajo) - Monitoreo de lixiviados			* Anual
Suelo	- Calidad	- Buenas prácticas de manejo de residuos peligrosos - Buenas prácticas de operación del relleno sanitario	* Anual		
Biota	- Biota	- Programa de rescate de flora y fauna		* (ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO)	
Estético y de interés	- Paisaje	- Cumplimiento de buenas prácticas de construcción acorde al programa de obra (Limpieza y orden).	* Anual	* Anual	
Social	- Empleo y bienestar	- Seguridad y salud en el trabajo	* Anual		

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

**VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).**

La Tabla LXXI muestra el Programa de Monitoreo Ambiental con los componentes y factores ambientales considerados, así como la etapa del proyecto que corresponda, los puntos de muestreo y la periodicidad de este. La información resultante de ambos programas será analizada de manera integral, generándose un diagnóstico con los elementos recabados. De identificarse nuevos impactos no considerados o vectores de contaminación no previstos para el procedimiento constructivo, se desarrollará un plan de respuesta de aplicación inmediata a fin de prevenir, mitigar o compensar los nuevos impactos.

Tabla LXXI. El Programa de Monitoreo muestra los componentes y factores ambientales que serán monitoreados por etapa del proyecto, los puntos de muestreo a considerar y la periodicidad de este.

Componente	Factor Ambiental	Monitoreo	Etapa del proyecto	Estaciones de muestreo	Periodicidad
Atmósfera	- Calidad del aire (emisiones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de metano (CH<sub>4</sub>), bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y compuestos orgánicos volátiles (VOC's) en los gases que fluyen en un pozo de biogás</li> </ul>	- Operación y abandono	1	Anual
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de Flujo, Gases de combustión (CO, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>) y Humedad en los gases que fluyen en un pozo de biogás</li> </ul>	- Operación y abandono	1	Anual
Agua	- Calidad de agua del acuífero	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de agua para consumo humano.</li> <li>- NOM-127-SSA1-1994</li> </ul>	- Operación y abandono	2	Anual

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

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

**VII.1 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS CON PROYECTO, SIN PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

El Capítulo presenta los pronósticos ambientales sobre los factores ambientales considerando los impactos de las obras y actividades del proyecto Cambio de uso de suelo para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora. En este apartado se describe la proyección de dos escenarios, con el propósito de lograr una perspectiva de la situación referente a los aspectos ambientales y técnicos:

- Pronóstico del escenario actual, sin el proyecto. Es la descripción de la situación actual del medio sin el establecimiento del proyecto.
- Pronóstico del escenario futuro con proyecto, pero si aplicar medidas de mitigación.
- Pronóstico del escenario futuro con proyecto y medidas ambientales. Este escenario incluye la descripción de las alteraciones sobre los factores y componentes ambientales después de construir la obra al aplicar medidas ambientales que se proponen en el estudio, estimando el escenario futuro, considerando la correcta aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensatorias sugeridas en el Capítulo VI de la presente manifestación.

COMPONENTE	ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL SIN PROYECTO	ESCENARIO AMBIENTAL CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO CON PROYECTO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La operación implica el uso de maquinaria para el acomodo de los RSU, la compactación y el entierro con una capa de materiales de banco de préstamo ubicado al interior de esta.</li> <li>· Las emisiones a la atmósfera son producto de la maquinaria de operación (3 cargadores frontales, excavadora, equipo de transporte de carga y moto conformadora).</li> <li>· También se suman los autotransportes de carga que llegan a descargar sus RSU procedentes de la planta de transferencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La maquinaria pesada y autotransporte de carga que operan en el relleno sanitario no cuentan con el mantenimiento adecuado de sus plantas motrices, por lo que su carburación se torna ineficiente, quemando mayor combustible y con más subproductos que son emitidos al ambiente.</li> <li>· No se toman medidas al respecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Los autotransportes de maquinaria, equipo y materiales deberán tener un óptimo funcionamiento a fin de que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en la materia de emisiones de vehículos propulsados por motores de combustibles diésel. Para ello, se asegurará que los autotransportes se apeguen a un estricto programa de mantenimiento y cuenten con las verificaciones correspondientes en la materia.</li> <li>· En el mismo sentido, la maquinaria pesada deberá estar sujeta a un programa de mantenimiento preventivo que calibre sus emisiones a los valores de fábrica.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La celda dos en operación y la celda 01 sellada cuentan con chimeneas de venteo que permiten desalojar los Gases de Efecto Invernadero (GEI) (CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>) que se producen por efectos de la descomposición de los componentes orgánicos de los RSU.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Por su parte, el relleno sanitario no cuenta con chimeneas de venteo para liberar los GEI que se acumula en los RSU en descomposición, en las capas internas de la celda de confinamiento. Las reacciones químicas producidas por la descomposición de los materiales orgánicos en descomposición producen reacciones exotérmicas que pueden provocar incendios espontáneos.</li> <li>· El riesgo de incendio se incrementa, en su caso, se liberaría una cantidad incontrolable de CO<sub>2</sub> y otros compuestos nocivos a la atmósfera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Las celdas de confinamiento del relleno sanitario cuentan con chimeneas de venteo para liberar los GEI que se acumulan; por lo que se reduce el riesgo de incendios espontáneos.</li> <li>· A mediano plazo, cuando la inversión sea rentable (incorporación de más celdas de confinamiento), se habilitará una instalación para la quema o recuperación del biogás para evitar ser enviado a la atmósfera directamente, reduciendo aún más las emisiones.</li> </ul>

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

		Además, los incendios en rellenos sanitarios son difíciles de controlar y pueden durar semanas.	
<b>Agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El terreno natural donde se ubicará cada una de las celdas proyectadas no se encuentra perturbado y mantiene una capa de vegetación natural.</li> <li>- Los escurrimientos de las precipitaciones pluviales y la recarga del acuífero se pueden considerar con una calidad fisicoquímica regular a lo que se puede encontrar en un predio natural con características similares, dado que no existen evidencias de suelos contaminados en el lugar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De tenerse un proyecto que no considere medidas de mitigación, el proyecto solo sería un tiradero a cielo abierto o un relleno que no tuviera impermeabilizado el suelo, sin la red de drenaje para los lixiviados.</li> <li>- En este escenario, se promovería la contaminación del suelo y el acuífero natural.</li> <li>- Por la concentración de contaminantes contenidos en los lixiviados, los acuíferos contaminados no podrían ser usados para el consumo humano, pecuario o agrícola por la concentración contenida de contaminantes altamente acumulables en los organismos vivos por el riesgo a contraer enfermedades patológicas, cancerígenas, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las celdas de confinamiento de RSU serán impermeabilizadas en su superficie total con el propósito de contener los lixiviados producto de la degradación de los compuestos orgánicos contenidos en los RSU a lo largo de su disposición final.</li> <li>- También se incluirá una serie de trincheras con una red de drenaje para encauzar estos lixiviados a una laguna exterior de lixiviados para su concentración y tratamiento.</li> <li>- Bajo este escenario y con un manejo adecuado de las operaciones del relleno sanitario se evitará que se contamine el suelo y el agua que recarga los acuíferos de la región.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existen problemas de contaminación del agua por sustancias o residuos peligrosos.</li> <li>- La calidad del agua que recarga el acuífero debe ser buena, toda vez que la condición del suelo también lo es.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La maquinaria pesada está sujeta a averías mecánicas que pueden tener como resultado el derrame de fluidos (combustibles, lubricantes, refrigerantes, hidráulicos, etc.) que contaminen suelo y agua (escurrimiento y/o acuífero).</li> <li>- En el mismo tenor, el mantenimiento de la maquinaria pesada en el transcurso de la obra generará residuos peligrosos que si no se almacenan en un sitio adecuado y en recipientes que cumplan con ciertas características de contención es posible que estos terminen contaminando suelo y agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En un escenario donde se consideren medidas preventivas, las tareas de mantenimiento de maquinaria se realizarán en el patio de maquinaria ubicado en un sitio específico dentro del área administrativa del relleno sanitario. Los residuos peligrosos serán contenidos en recipientes adecuados y de cierre hermético que impida derrames. La intención es tomar todas las medidas de buenas prácticas necesarias a fin de evitar el derrame de residuos peligrosos y brindar a estos un confinamiento y disposición oportuna, a cargo de empresas especializadas y autorizadas para el transporte y disposición final.</li> <li>- Bajo este escenario no se prevé la contaminación del suelo y agua por el mal manejo de residuos peligrosos.</li> </ul>
<b>Suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En general, para el área del proyecto el relieve del suelo es plano con una ligera pendiente natural del terreno, a excepción del área oriente ubicada sobre una fracción de una pequeña cordillera de cerros de baja altura.</li> <li>- Las celdas 01 y 02 (sellada y en operación de manera respectiva) han provocado un diferencial del relieve por el confinamiento de RSU en ese sitio en particular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se consideran medidas de mitigación respecto al relieve del terreno, toda vez que eso impactaría en la necesidad de mayor superficie de terreno natural para confinar el mismo volumen de RSU.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La lógica de no considerar medida de mitigación al respecto se mantiene.</li> <li>- Se considera un impacto residual.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aunque el uso de suelo en el sitio es considerado como no forestal por el Inventario Estatal Forestal (2015), en campo, se estimó que existen áreas forestales dentro del predio para los sitios que fueron proyectados como celdas de confinamiento de RSU.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En este escenario, el CUSTF se realizaría en la superficie total de las celdas de confinamiento proyectadas, por lo que el suelo desnudo de vegetación permanecería así por muchos años antes de realizar las obras, dado que la construcción de una celda se inicia justo antes de que la celda en operación alcance su vida útil.</li> <li>- Los suelos sin vegetación facilitarían el desplazamiento de las corrientes de agua de las precipitaciones pluviales hacia zonas más bajas de la microcuenca de drenaje.</li> <li>- Lo anterior facilitaría la erosión del suelo y una menor recarga del acuífero.</li> <li>- También promovería la desertificación en la parte alta de la microcuenca por escasez de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La deforestación por el CUSTF se programa en el plazo que será requerido, evitando dejar expuesto el terreno sin vegetación por mucho tiempo. Con ello se evita un acelerado proceso de pérdida de suelos originado por la exposición a la intemperie y permitiendo conservar los servicios ambientales que prestan las áreas con la cobertura vegetal natural.</li> <li>- Se destinarán además 25 ha del predio en el área oriente del terreno como áreas de conservación natural, donde la topografía del terreno es elevada y mantiene áreas forestales de vegetación con matorral subtropical (Inventario Estatal Forestal, 2015); a fin de mantener los servicios ambientales.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El suelo en el sitio donde se proyecta la construcción de nuevas celdas de confinamiento de RSU presenta características</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De no contarse con medidas de mitigación de impactos ambientales, como ya se explicó para el factor de agua; las obras de impermeabilización del suelo y red de desalajo de lixiviados no se construirían por</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con medidas de mitigación, los beneficios de impermeabilizar el suelo y proveer de un sistema para tratar los lixiviados fueron ampliamente discutidos previamente en el apartado de los impactos sobre el agua.</li> </ul>

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

	<p>fisicoquímicas similares a cualquier área natural de los alrededores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay evidencias de contaminación del suelo.</li> </ul>	<p>lo que todas estas sustancias se infiltrarían en el suelo, contaminándolo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La contaminación del suelo afectaría la calidad del agua del acuífero, con repercusiones importantes en materia de salud pública.</li> </ul>	
<b>Biota</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La cobertura vegetal en el sitio donde se proyectan las celdas de confinamiento de RSU del relleno sanitario se encuentra en buena condición.</li> <li>- Existe fauna silvestre asociada que se encuentra asociada al sitio del proyecto.</li> <li>- El lugar no se encuentra perturbado en la mayor parte de la superficie.</li> <li>- El lugar es sitio potencial de distribución de especies de flora que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin acciones de mitigación, el CUSTF se tendría que realizar de cualquier manera para el desarrollo del proyecto.</li> <li>- Como ya se mencionó, en este escenario, el CUSTF podría hacerse sobre la superficie total proyectada, por lo que la afectación sería inmediata a la aprobación de la solicitud, en su caso, para la totalidad de la cobertura y los servicios ambientales prestados.</li> <li>- Los impactos se multiplicarían para la fauna, toda vez que el alejamiento natural de las especies silvestres ante la presencia humana no podría darse de manera gradual como sería en CUSTF programado por etapas.</li> <li>- En el caso de especies protegidas, no se considerarían actividades de rescate de flora y fauna, por lo que estas se eliminarían, poniendo en riesgo el patrimonio natural de la región.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como ya se mencionó para el presente escenario, el retiro de la vegetación por el CUSTF será programa en el plazo que será requerido, evitando dejar expuesto el terreno sin vegetación por un período prolongado de tiempo. Con ello se evita un acelerado proceso de pérdida de suelos originado por la exposición a la intemperie y permitiendo conservar los servicios ambientales que prestan las áreas con la cobertura vegetal natural.</li> <li>- Además, se destinarán 25 ha del predio en el área oriente del terreno para conservación natural, consideradas áreas forestales de matorral subtropical (Inventario Estatal Forestal, 2015).</li> <li>- Para el caso de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se implementará un programa de rescate de flora y fauna que permitirá reubicar especies en categoría especial de cuidado.</li> </ul>
<b>Estético y de interés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El paisaje en el sitio del proyecto se encuentra alterado por la presencia de las celdas 1 y 2 del relleno sanitario.</li> <li>- El resto del predio mantiene un paisaje poco disturbado, con vegetación natural que lo hace atractivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el escenario de no realizar medidas de mitigación de impactos, no se cubrirían los RSU con materiales terrígenos, por lo que proliferarían aún más la fauna nociva, mal aspecto y malos olores.</li> <li>- Además, al concluida su vida útil, las celdas se mantendrían a cielo abierto, con los RSU a la vista, favoreciendo su dispersión por el entorno ambiental aledaño</li> <li>- Esta sería una imagen muy desagradable y desafortunada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el escenario con medidas de mitigación, las celdas tienen un proceso donde los RSU se apilan, se compactan y se cubren con materiales de relleno en una capa de 15 cm para continuar el proceso. Esto entre otras cosas, mejora la vista del lugar, reduce la fauna nociva y la dispersión de los RSU fuera de la celda de confinamiento.</li> <li>- Al final de la vida útil de la celda de confinamiento, los RSU se cubren con una capa final de material terrígeno (50 cm) para sellar el depósito. Con esto, el espacio se transforma en una superficie plana, nivelada y libre de basura que puede ser destinada a un uso de actividades al aire libre.</li> <li>- Se puede reforestar con pastos sobre su superficie para mejorar su aspecto, además de cumplir con una función para evitar la erosión del suelo.</li> </ul>
<b>Socioeconómico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El servicio de recolección de RSU y su posterior confinamiento en el relleno sanitario tiene una función social que impacta en la calidad de vida de la población, el empleo y los sectores de industria, comercios y servicios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Este es un escenario modificado donde el proyecto para ampliar la capacidad del relleno sanitario de RSU se viera cancelado, el servicio público de recolección domiciliar se vería afectado ante la imposibilidad de liberar espacio para disponer la totalidad de los RSU.</li> <li>- Si los RSU se empiezan a acumular en los hogares de la población se genera malestar en esta.</li> <li>- La descomposición de los residuos generará mal olor y la proliferación de fauna nociva, vectores de enfermedades; en detrimento de la calidad de vida de las personas.</li> <li>- Esta problemática afectaría a los sectores de industria, comercios y servicios, representando un cuello de botella para disponer adecuadamente de los RSU y de manejo especial, deprimiendo futuras inversiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el escenario previsto del proyecto de CUSTF para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora, los RSU podrán seguir depositándose adecuadamente, evitando un cuello de botella en los hogares de los habitantes de la localidad; así como de los sectores industrial, comercio y servicios de la localidad.</li> <li>- Este es un efecto multiplicador que impactara directa o indirectamente en la economía regional con la atracción de inversiones y empleo.</li> </ul>

## **VII.2 PRONÓSTICO AMBIENTAL.**

En el contexto del Sistema Ambiental delimitado, las actividades del proyecto analizadas no representan un impacto sustancial que ponga en riesgo el equilibrio ecológico. Sin embargo, su impacto social y económico generará condiciones de calidad de vida y bienestar social, así como un respaldo para el desarrollo de actividades productivas como la industria, el comercio y servicios a través de la adecuada disposición de los RSU. El impacto del proyecto en este sentido es de escala regional; aunque por ser una localidad de importancia en los sectores agroalimentarios y de manufactura en el ámbito nacional e internacional, sus efectos se magnifican.

Una correcta disposición de los RSU aunado a una cultura ecológica de las personas tiene un potencial efecto en la calidad del medio ambiente, con ecosistemas sanos y libres de basura y contaminantes.

En una escala más restringida, el pronóstico para el área de influencia del proyecto, indica que el cambio de uso de suelo de terrenos forestales será un impacto permanente, así como el relieve del terreno donde se construirán las celdas de confinamiento de RSU con una altura que sobresaldrá de manera importante sobre el terreno natural. En lo que se refiere a otros factores como la calidad fisicoquímica del suelo y el agua, no deben tener una alteración importante si se toman las medidas de buenas prácticas de manejo en la operación del relleno sanitario.

En lo que se refiere a la emisión de gases de efecto invernadero, la emisión de metano y bióxido de carbono será un pasivo ambiental que durará muchos años después de que el proyecto alcance su vida útil. Sin embargo, existen alternativas para quemar ese biogás o para aprovecharlo en la producción de energía. Sin embargo, esto requiere un tiempo de maduración del proceso de descomposición del material orgánico contenido en los RSU y se produzca un volumen importante que pueda ser aprovechado. En este sentido, el relleno sanitario de Cd. Obregón solo ha sellado una celda y mantiene en operación una segunda, por lo que estas alternativas aún no pueden ser consideradas.

Otras actividades asociadas a los RSU son las relacionadas al fomento del reciclaje y la separación de la basura orgánica de la inorgánica, a fin de reducir las emisiones. Este tipo de acciones empiezan a introducirse en los organismos operadores del servicio público de recolección de RSU municipales. En Sonora, el municipio de Hermosillo inició un programa piloto con la idea de hacerlo extensivo a toda la población del municipio. En este sentido, posiblemente se extienda a otras localidades de la Entidad, entre ellas Cd. Obregón, donde cuentan con el segundo relleno sanitario más grande del estado.

## **VII.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

No se evaluaron alternativas para ubicar el proyecto en otros sitios, toda vez que se trata de un proyecto previamente evaluado por el H. Ayuntamiento de Cajeme para reubicar un antiguo tiradero a cielo abierto que no ofrecía condiciones de sustentabilidad. El sitio fue seleccionado por sus características particulares de hidrología, tipos de suelos, y

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

además de no tratarse de un terreno rústico natural ya que fue impactado como predio agrícola abandonado provisto de vegetación secundaria; además de la disponibilidad legal del terreno, tener distancia suficiente del núcleo urbano para no tener problemas de controversia con vecinos por la emisión de olores u otros inconvenientes propios de las actividades que se desarrollan en un relleno urbano.

El lugar ha sido habilitado con un camino de terracería que puede transitarse todo el año, una planta de transferencia ubicada en el parque industrial en ruta estratégica al relleno sanitario, así como instalaciones administrativas en la propia instalación. En este sentido, no se consideraron alternativas de ubicación.

En cuanto al modelo, este fue propuesto desde el proyecto inicial y ha dado buenos resultados. Si bien es posible modernizar algunos aspectos que tienen que ver con la captación o quema de los GEI, son instalaciones que se pueden sumar a las existentes, sin menoscabo en resultados.

#### **VII.4 CONCLUSIONES.**

En la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular se conjuntaron y analizaron los principales componentes jurídicos, ecológicos y socioeconómicos que se verán involucrados en las obras y actividades del “Cambio de uso de suelo de terrenos forestales para la construcción de celdas de confinamiento en el relleno sanitario de Cd. Obregón, Sonora”. El documento proporciona elementos que permiten establecer una viabilidad positiva de este en materia ambiental.

En la etapa de preparación del sitio y construcción, los componentes ambientales del medio físico y biótico estarán mayormente expuestos a impactos negativos de moderada a alta significancia. Sin embargo, se trata principalmente de eventos de escasa magnitud, extensión y duración. Los factores ambientales involucrados serán: aire, agua, suelo, flora y fauna, paisaje y socioeconómico. Los impactos que tendrán carácter permanente estarán relacionados con el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en 35.14 ha de superficie, así como del relieve el terreno donde se erigirán las celdas de confinamiento de RSU. A largo plazo, los procesos de descomposición del contenido orgánico en los RSU emitirán gases de efecto invernadero a la atmósfera; por lo que serán tomadas medidas que mitiguen sus efectos.

El impacto en el beneficio social de calidad de vida y el económico es sumamente importante ya que ofrece viabilidad a la operación de muchas empresas que tienen la oportunidad de disponer adecuadamente sus RSU, por lo que se propicia un ambiente sano y libre de contaminación.

En resumen, los efectos sobre el medio ambiente tendrán un efecto permanente en algunos casos, sin afectar el equilibrio ecológico de alguna manera, y con beneficios para la sociedad tan importantes que superen ampliamente sus efectos adversos.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR**

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

La información de soporte de la presente Manifestación de Impacto Ambiental está constituida por información documental de fuentes oficiales, así como del acervo de estudios realizados por el promovente para este y otros proyectos específicos. La información cartográfica desplegada proviene de fuentes como INEGI, CONAGUA, COANBIO, etc. Los archivos en formato *shape* es información pública descargada de diversas fuentes oficiales como la página de INEGI y del geo portal de información de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>), que fueron desplegados y procesados con ayuda de Sistemas de Información Geográficos.

Las escalas de la información procesada es el siguiente:

- Datos vectoriales con mapas nacionales de CONABIO: 1:1,000,000
- Datos vectoriales de uso de suelo forestal INEGI serie 4: 1:50,000
- Cartas topográficas de INEGI escala 1:250,000
- Cartas topográficas de INEGI escala 1:10,000
- Ortofotos escala 1:10,000
- Modelos de elevación digital LIDAR escala 1:10,000

El reporte fotográfico se desarrolló de manera digital en el transcurso de la ejecución de trabajos y estudios que sustentan el presente documento. Otra información básica y metodológica ha sido tomada de fuentes bibliográficas que se citan al final del documento.

**VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN**

- Documento de Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.
- Resumen Ejecutivo.
- Anexo I. Planos del proyecto.
- Anexo II. Expediente legal del promovente y representante legal.
- Anexo III. Memoria Fotográfica.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

### VIII.1.1 Referencias

- Álvarez-Castañeda, S.T. y J.L. Patton (1999). Mamíferos del Noroeste de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B.C.S. México. 873 p.
- Arita, H.T. y G. Ceballos. 2006. Los mamíferos de México: Distribución y estado de conservación. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.researchgate.net/publication/266883275>
- Berlanga, R.C.A., L.A. González y H. Franco. 1992. Metodología para la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico No. 1. C.E. La Saucedá. Saltillo. INIFAP. SARH. Coahuila. 22 p.
- Bojórquez-Tapia, L.A., E. Ezcurra, and O. García. 1998. Appraisal of environmental impacts through mathematical matrices. Journal of Environmental Management 53: 91-99.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO. Fondo de Cultura Económica. México. 981p.
- Ceruti, M. 2018. Trigo y revolución verde en el noroeste de México (1930-1970). Mundo Agrario. Revista de Estudios Rurales. Universidad Nacional de la Plata. <https://doi.org/10.24215/15155994e103>; <https://www.redalyc.org/jatsRepo/845/84557997006/html/index.html>
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 1998. Cuencas Hidrológicas. Escala 1:250,000. México.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Subdirección General Técnica. 2007a. Regiones Hidrológicas. Escala 1:250,000. República Mexicana. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Subdirección General Técnica. 2007b. Sub regiones Hidrológicas. Escala 1:250,000. República Mexicana. México, D.F.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Sub-cuencas Hidrológicas. Extraído del Boletín Hidrológico (1970). Sub cuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas. Escala más común 1:1,000,000. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y Control de Ríos. Dirección de Hidrología. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. Capital Natural de México: Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 620 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020. 16. Río Yaqui – Basaseachi. Ficha técnica. En: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_016.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_016.html)
- Elzinga, C.L., D.W. Salzer and J.W. Willoughby. 1998. Measuring and Monitoring Plant Populations. BLM Technical Reference 1730-1. U.S. Department of the Interior. Bureau of Land Management. National Applied Resource Sciences Center. Denver, CO. USA.
- Enderson, E.F., A. Quijada-Mascareñas, D.S. Turner, P.C. Rosen and R.L. Bezy. 2009. The herpetofauna of Sonora, Mexico, with comparisons to adjoining states. Check List 5(3): 632–672. Drylands Institute. Tucson, AZ.USA.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

- Escalante-Pliego, P., A.G. Navarro-Singueza y A.T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. Pp. 279-304. En: *Diversidad Biológica de México, Orígenes y Distribución*. Ramamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Instituto de Biología, UNAM. 792 p.
- Fa, J.E. y L.M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-354. En: *Diversidad Biológica de México, Orígenes y Distribución*. Ramamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Instituto de Biología, UNAM. 792 p.
- Flores-Villela, O. 1993. *Herpetofauna of Mexico: Distribution and Endemism*. In Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (editors). 1993. *Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York. 812 p.
- Flores-Villela, O. 1993. *Herpetofauna mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies*. Special Publication No. 17, Carnegie Museum of Natural History: 1-73 p.
- Flores-Villela, O. 1998. *Herpetofauna de México: su distribución y endemismo*. Pp. 279-304. En: *Diversidad Biológica de México, Orígenes y Distribución*. Ramamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Instituto de Biología, UNAM. 792 p.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, vol. 20, núm. 2, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. pp. 115-144.
- Frith, M. y F. Ubiera. 2001. *Normas Técnicas para Planes de Manejo Forestal*. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo. República Dominicana. 48 p.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía. UNAM. México. 252 pp.
- García, E., 1988, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México*, Offset Larios, 217 p.
- Gaillard, C. y M.G. Pece. 2011. *Muestreo y Técnicas de Evaluación en Vegetación y Fauna*. Serie didáctica N° 27. Facultad de Ciencias Forestales Ingeniero Néstor René Ledesma. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 77p.
- INEGI. 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010*. En portal de internet: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).
- Launchbaugh, K. 2009. *Principles of Vegetation Measurement & Assessment and Ecological Monitoring & Analysis*. University of Idaho.
- Leopold, A.S. (2000). *Fauna Silvestre de México*. Editorial Pax México. México. 671 p.
- Leopold, L.B. et. al., 1971. *A procedure for Evaluating Environmental Impact*. Geology Survey Circular, U.S.A. Department of Interior, Washington D.C.
- Mellink, E. y A. Orozco-Meyer. 2001. *Anfibios y reptiles del noroeste de México*. Comunicaciones Académicas, Serie Ecología CTECT20014, CICESE. Ensenada, B.C. 62 p.
- Morán-Zenteno, D.J., 1984. *Geología de la República Mexicana*. INEGI - Fac. de Ingeniería Univ. Nal. Autón. México. México: 88 p.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD PARTICULAR**

- Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). Santa Cruz. Bolivia. 92 p.
- NOAA, Historical Hurricane Tracks Home Page, 21 Oct 2004, <http://hurricane.csc.noaa.gov/hurricanes/>
- Ortega-Gutiérrez, F., L.M. Mitre-Salazar, J. Roldán-Quintana, J.J. Aranda-Gómez, D. Morán-Zenteno, S.A. Alaníz-Álvarez y Á.F. Nieto-Samaniego, 1992. Texto explicativo de la Quinta Edición de la Carta Geológica de la República Mexicana a escala 1:2,000,000. Inst. de Geol. Univ. Nal. Autón. México y Consejo de Recursos Minerales SEMIP. México: 74 p.
- PED, 2016-2021. Plan Estatal de Desarrollo. Gobierno del Estado de Sonora. En internet: <https://www.sonora.gob.mx/gobierno/sonora-trabaja.html>
- POTMC. Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cajeme. 2016. En: <http://seiot.sonora.gob.mx/SistemaEstatalDePlaneacion/Municipales#>
- PND, 2019-2024. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. En internet: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019)
- Raiz, E. 1964. Cartografía. Ed. Omega. Madrid. España. 430 p.
- Ramos-Balderas, G.E. 2015. Análisis de la viabilidad del aprovechamiento de especies forestales no maderables en el ejido San Miguel, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 90p.
- Rivas-Torres, D. 2001. Sistemas de Producción Forestal: Evaluación de los Recursos Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 26 p.
- Ruiz-Campos, G. *et. al* 2009. Manual de procedimientos para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en baja california. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 306 p.
- Russell, S.M. and G. Monson. 1998. The Birds of Sonora. The University of Arizona Press. 360 p.
- Rzedowski, J., 1978. La Vegetación de México. Editorial LIMUSA. México. 431 p.
- Sánchez, O. 2009. Evaluación y monitoreo de poblaciones silvestres de reptiles. En: Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México, por Óscar Sánchez, Pablo Zamorano, Eduardo Peters y Héctor Moya (editores). SEMARNAT. Pp. 83-120.
- Shreve, F., 1937. Lowland vegetation in Sinaloa. Bull. Torr. Bot. Club. 64: 605-613 p.
- Shreve, F. 1951. Vegetation of the Sonora Desert. Carnegic Institute of Washington Publ. 591-192 p.
- Shreve F. 1964. Vegetation of the Sonora Desert. Part. I. In: Shreve, F. & I. L. Wiggins. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford Univ. Press. 840.
- SMN, 1971-2000. Servicio Meteorológico Nacional.