PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO

“PUNTA PENINSULA KINO, ETAPA III”

QUE SE PRESENTA A CONSIDERACIÓN DE:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

(SEMARNAT)

Hermosillo, Sonora, octubre del 2026.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1
I.1.1. Nombre del proyecto 1
I.1.2. Ubicación del proyecto 1
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto 4
I.1.4. Duración total del proyecto 4
I.1.5. Justificación de la construcción del proyecto 4
I.1.6. Presentación de la documentación legal 5
I.2. PROMOVENTE 5
I.2.1. Nombre o razón social 5
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 5
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 6
I.2.4. Dirección del promovente o del representante legal 6
I.3. RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 6
I.3.1. Nombre o razón social 6
I.3.2. RFC del responsable del estudio de impacto ambiental 6
I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 6
I.3.4. Dirección del responsable del estudio 6
I.3.5. Declaración de protesta de decir verdad 7
I.4. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 8
I.4.1. Naturaleza del proyecto 8
I.4.2. Mecánica de suelos 17
I.4.3. Selección del sitio 18
I.4.4. Ubicación física del proyecto y planos de localización 19
I.4.5. Inversión requerida 20
I.4.6. Dimensiones del proyecto 24
I.4.7. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 24

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.4.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 26
I.5. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 27
I.5.1. Obras contempladas 28
I.5.2. Desarrollo de las obras 28
I.5.3. Programa General de Trabajo 29
I.5.4. Preparación del sitio 30
I.5.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 31
I.5.6. Etapa de construcción 33
I.5.7. Operación y Mantenimiento 35
I.5.8. Descripción de obras complementarias al proyecto 36
I.5.9. Etapa de abandono del sitio 36
I.5.10. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 37
I.5.11. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos 38
II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 40
II.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) 40
II.2. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 41
II.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 42
II.4. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 45
II.5. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETES) 46
II.6. PLANES DE DESARROLLO 46
II.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 46
II.6.2. Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2021-2027 48
II.6.3. Plan Municipal de Desarrollo de Hermosillo 2025-2027 49
II.7. DECRETO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA O ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN 53
II.7.1. Áreas Naturales Protegidas 53

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

II.7.2. Regiones y Áreas prioritarias 54
II.7.2.1. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) 55
II.7.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) 57
II.7.2.3. Regiones hidrológicas Prioritarias (RHP) 60
II.7.2.4. Regiones Marinas Prioritarias (RMP) 61
II.7.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 65
II.7.4. LOCALIDADES CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LA ZONA DE INFLUENCIA 70
III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 71
III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA, ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREA DEL PROYECTO 71
III.1.1. Delimitación de la Región ecológica (RE) 71
III.1.2. Delimitación del Área de Influencia (AI) 80
III.1.3. Delimitación del Área del Proyecto (AP) 86
III.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGION ECOLÓGICA 88
III.2.1. Componente abiótico 88
III.2.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos 88
III.2.1.2. Geología y geomorfología 99
III.2.1.3. Suelos 107
III.2.1.3.1. Caracterización edafológica 107
III.2.1.3.2. Análisis de la pérdida de suelo 113
III.2.1.3.2.1. Erosión hídrica 114
III.2.1.3.2.2. Erosión Eólica 132
III.2.1.3.2.3. Análisis integrado de los escenarios de erosión hídrica y eólica 143
III.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea 149
III.2.2. Componente biótico 176
III.2.2.1. Vegetación 178
III.2.2.1.1. Caracterización de la vegetación de la región ecológica (RE) 183
III.2.2.1.2. Caracterización de la vegetación del área de influencia (AI) 210
III.2.2.1.3. Caracterización de la vegetación del área del proyecto (AP) 225

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.2.2.1.4. Comparación florística entre la RE, AI y AP 232
III.2.2.2. Fauna 235
III.2.2.2.1. Caracterización de la fauna silvestre de la región ecológica (RE) 247
III.2.2.2.2. Caracterización de la fauna silvestre del área de influencia (AI) 260
III.2.2.2.3. Caracterización de la fauna silvestre del área del proyecto (AP) 271
III.2.3. Componente socioeconómico 279
III.2.3.1. Características demográficas 279
III.2.3.2. Educación 283
III.2.3.3. Características económicas 290
III.2.4. Paisaje 292
III.2.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 298
IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 309
IV.1. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS 309
IV.1.1. Indicadores de impacto 311
IV.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto 314
IV.1.3. Criterios y metodologías de evaluación 316
IV.2. Caracterización de los impactos. 321
IV.2.1. Indicadores de impacto identificados en las interacciones. 321
IV.2.2. Valoración de los impactos. 325
IV.3. Descripción de la Medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 357
IV.3.1.Atmósfera 358
IV.3.2. Residuos sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos 359
IV.3.3. Geología y geomorfología 360
IV.3.4. Agua superficial y subterránea 361
IV.3.5. Suelo 362
IV.3.6. Calidad del agua terrestre: sólidos suspendidos (SST) y grasas/aceites 363
IV.3.7. Flora y fauna terrestre 364

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV.3.8.Paisaje y componente antropogénico: señalización, prevención de accidentes e integración visual 365
Iv.3.9. Cumplimiento normativo y control interno 366
IV.4. Impactos residuales y acumulativos 372
IV.5. Pronóstico del escenario 380
IV.5.1. Escenarios ambientales 380
IV.5.1.1. Escenario Ambiental tendencial sin considerar el proyecto. 381
IV.5.1.2. Escenario ambiental con el Proyecto sin medidas de mitigación 384
IV.5.1.3. Escenario ambiental con el proyecto y medidas de mitigación de impactos. 388
IV.6. Programa de vigilancia ambiental 391
ANEXOS. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL 417
BIBLIOGRAFIA. 418

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Macrolocalización del sitio del proyecto. 1
Figura I. 2. Microlocalización del sitio del proyecto, sobre la barra de la Laguna La Cruz. 2
Figura I. 3 Distribución de los cuatro macrolotes que conforman el proyecto. 2
Figura I. 4 . Polígono del área del proyecto y sus vértices. 3
Figura I. 5. Conceptos potenciales que se consideran en el proyecto. 13
Figura I. 6. Mapa de Zonificación Primaria (Bahía de Kino), clave 06_PMDU_EP_02c del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Hermosillo 2023. 13
Figura I. 7. Distribución de los lotes en el Polígono del proyecto. 14
Figura I. 8. Plan Maestro propuesto 15
Figura I. 9. Construcciones tipo, en armonía con el paisaje. 16
Figura I. 10. Localización del área del proyecto y su relación con las vialidades y elementos del entorno inmediato. 20
Figura I. 11. Mapa de Zonificación Secundaria (Bahía de Kino) donde se indica que el área del proyecto se localiza dentro de área urbanizada. (Mapa clave: 06_PMDU_EP_03c; tomado del PMDUH) 27

Figura II. 1. Mapa de localización de la UGA P00-0/01 Playa/Barra. 43
Figura II. 2 Áreas Naturales Protegidas Federales en el Estado de Sonora cercanas al área del proyecto 53
Figura II. 3 Áreas Naturales Protegidas Estatales en el Estado de Sonora cercanas al área del proyecto 54
Figura II. 4 AICA´s en el Estado de Sonora cercanas al sitio del proyecto. 56
Figura II. 5 Localización del AICA Estero La Cruz cercanas al sitio del proyecto. 56
Figura II. 6 Regiones Prioritarias Terrestres propuestas por CONABIO. 58
Figura II. 7 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) en Sonora. 59
Figura II. 8 Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas a la zona del Proyecto. 61
Figura II. 9 Regiones Marinas Prioritarias en México. 63
Figura II. 10 Regiones Marinas Prioritarias en la zona del proyecto. 64

Figura III. 1. Rasgos fisiográficos de la Región de estudio. 73
Figura III. 2. Desarrollo urbano, infraestructura carretera e hidrología 1:50,000 de INEGI en la región de estudio. 74
Figura III. 3. Delimitación de la Región Ecológica. 75
Figura III. 4. Mapa de ubicación de la Región Ecológica y sus vértices. 76
Figura III. 5. Rasgos topográficos y altura de acuerdo con el Modelo de Elevación Digital de INEGI, escala 1:20,000 en el Área de Influencia. 81

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Figura III. 6. Desarrollo urbano, infraestructura en el Áreas de Influencia. 82
Figura III. 7. Mapa de ubicación y delimitación del Área de Influencia 84
Figura III. 8. Mapa de ubicación del Área de Influencia y sus vértices 85
Figura III. 9. Ubicación del Área del proyecto y sus vértices..... 87
Figura III. 10. Mapa de Climas en la región de interés..... 89
Figura III. 11. Régimen térmico mensual. Estación climatológica 26082 San Isidro, Normal Climatológica 1991–2020. 91
Figura III. 12. Régimen mensual de precipitación. Estación climatológica 26082 San Isidro, Normal Climatológica 1991–2020..... 92
Figura III. 13. Frecuencia mensual de días con lluvia. Estación climatológica 26082 San Isidro, Normal Climatológica 1991–2020..... 93
Figura III. 14. Mapa de trayectoria e intensidad de ciclones (1940 – 2007). 94
Figura III. 15. Mapa de geología en el área de estudio. 101
Figura III. 16. Mapa de topoformas en el área de estudio. 104
Figura III. 17 Mapa de edafología en el área de estudio. 109
Figura III. 18 Mapa que muestra la Regionalización nacional de factor R de acuerdo a Montes-León y otros (2002). 115
Figura III. 19 Triangulo textural de la USDA..... 117
Figura III. 20 Nomograma creado por Wischmeier & Smith (1978) para estimar el factor K... 118
Figura III. 21 Distribución de los conglomerados para la distribución mensual del factor C. ... 135
Figura III. 22 Localización de la cuenca del Rio Bacoachi con respecto las regiones hidrológicas que cubren el Estado. 150
Figura III. 23 Localización de la cuenca del Rio Bacoachi con respecto a las cuencas que se registran en la región. 151
Figura III. 24 Distribución de subcuencas en la zona de estudio. Se indican los principales escurrimientos en color azul. 152
Figura III. 25 Modelo de elevación digital en el AI y AP. 154
Figura III. 26 Modelo de acumulación de flujos (escurrimientos) en el AI. 155
Figura III. 27 Modelo de acumulación de flujos (escurrimientos) en el AP..... 156
Figura III. 28 Regiones o zonas biogeográficas de México..... 176
Figura III. 29 Provincias biogeográficas de México (Morrone, 2005). 1, California; 2, Baja California; 3, Sonora; 4, Altiplano Mexicano; 5, Tamaulipas; 6, Península de Yucatán; 7, Sierra Madre Occidental; 8, Sierra Madre Oriental; 9, Eje Volcánico Transmexicano. 177
Figura III. 30 Ubicación de la Región ecológica del proyecto en relación a las provincias florísticas del país. 178
Figura III. 31 Tipos de vegetación y uso de suelo identificados en la RE del proyecto. 181
Figura III. 32 Ejemplificación básica del proceso para establecer el área mínima de muestreo. 189
Figura III. 33 Expresión gráfica de la curva área de muestreo vs número de especies. 190
Figura III. 34 Estaciones de muestreo de vegetación en la RE..... 197

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Figura III. 35 Mapa de los tipos de vegetación y uso de suelo en el AI. 210
Figura III. 36 Estaciones de muestreo de vegetación en el área de influencia del proyecto. 215
Figura III. 37 Distribución espacial de los sitios de muestreo en el área del proyecto. 228
Figura III. 38 Ubicación de la Cuenca Hidrográfica del proyecto en relación a las provincias herpetofaunísticas del país. 237
Figura III. 39 Ubicación de la cuenca hidrográfica del proyecto en relación a las provincias mastofaunísticas del país 240
Figura III. 40 Imágenes de los reptiles identificados en la RE. 257
Figura III. 41 Imágenes de los mamíferos identificados en la RE. 258
Figura III. 42 Imágenes de las aves identificados en la RE. 260
Figura III. 43 Imágenes de los reptiles encontrados en el área de influencia. 269
Figura III. 44 Imágenes de los mamíferos encontrados en el área de influencia. 270
Figura III. 45 Imágenes de las aves encontradas en el área de influencia. 271
Figura III. 46 Imágenes de los reptiles identificados en el AP. 277
Figura III. 47 Imágenes de las aves identificadas en el AP. 278
Figura III. 48 Distribución de la población por sexo en Bahía de Kino, 2020 280
Figura III. 49 Estructura de la población por grandes grupos de edad en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020 282
Figura III. 50 Asistencia escolar por grupos de edad, 2020 285
Figura III. 51 Analfabetismo de la población de 15 años y más, 2020 286
Figura III. 52 Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más, 2020 287
Figura III. 53 Población de 18 años y más con educación posbásica, 2020 288
Figura III. 54 Grado promedio de escolaridad por sexo, 2020 289

Figura IV. 1 Diagrama metodológico propuesto para la identificación y evaluación de los impactos ambientales derivado de las interacciones entre los factores involucrados y las obras y actividades del Proyecto. 310
Figura IV. 2 Ejemplificación de las redes de interacción entre obras y actividades del Proyecto para sus diferentes etapas y los componentes y factores ambientales. 314
Figura IV. 3 Representación gráfica de la proporción por naturaleza y nivel de los impactos ambientales del Proyecto. 337
Figura IV. 4 Representación gráfica de la proporción de los impactos totales, benéficos y adversos según su nivel de significancia estimado. 337

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Cuadro de construcción del área del proyecto en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84. 4
Tabla I. 2 Costos estimados para la aplicación de medidas ambientales 22
Tabla I. 3 Cronograma de actividades etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del proyecto. 29

Tabla II. 1. Matriz de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la UGA P00-0/01 Playa/Barra. 44
Tabla II. 2 Vinculación de los Ejes del PND 2025-2030 con el proyecto. 48

Tabla III. 1. Coordenadas del polígono de la Región Ecológica. 76
Tabla III. 2. Coordenadas del polígono del Área de Influencia. 85
Tabla III. 3. Coordenadas del polígono del área de proyecto. 87
Tabla III. 4. Distribución del clima en la RE. 95
Tabla III. 5. Distribución del clima en el AI. 96
Tabla III. 6. Distribución del clima en el AP. 96
Tabla III. 7. Análisis comparativo entre RE, AI y AP 97
Tabla III. 8. Resumen comparativo entre RE, AI y AP. 97
Tabla III. 9. Vinculación del proyecto con el clima y fenómenos meteorológicos. 99
Tabla III. 10. Distribución de las unidades geológicas en la RE. 101
Tabla III. 11. Distribución de las unidades geológicas en el AI. 102
Tabla III. 12. Distribución de las unidades geológicas en el AP. 102
Tabla III. 13. Distribución fisiográfica de la RE. 104
Tabla III. 14. Distribución fisiográfica del AI. 105
Tabla III. 15. Distribución fisiográfica del AP. 105
Tabla III. 16. Análisis comparativo de RE, AI y AP. 106
Tabla III. 17. Vinculación del proyecto con la geología y geomorfología. 106
Tabla III. 18 Distribución de las unidades edafológicas en la RE 109
Tabla III. 19 Distribución de las unidades edafológicas en el AI 110
Tabla III. 20 Distribución de las unidades edafológicas en el AP 110
Tabla III. 21 Análisis comparativo de tipos de suelos en la RE, AI y AP 111
Tabla III. 22 Proporción ocupada por tipo de suelo identificado en el AP con respecto a RE... 111
Tabla III. 23 Vinculación del proyecto con las características edafológicas 112
Tabla III. 24 Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país. 115

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 25 Valor de erosionabilidad (K) estimado en la unidad de suelo y su textura (ton.ha.hr/ha.MJ.mm). 119
Tabla III. 26 K por tipo de suelo y textura..... 121
Tabla III. 27 K ponderado por área de estudio 121
Tabla III. 28 Valores que toma m en función del grado de pendiente. 122
Tabla III. 29 Factor C para el tipo de vegetación y/o uso de suelo..... 124
Tabla III. 30 Tasa de erosión hídrica para cada área de estudio y tipo de cubierta de suelo 125
Tabla III. 31 Valores de erosión hídrica en el AP por tipos de vegetación en condiciones actuales. 125
Tabla III. 32 Valores de erosión hídrica en el AI por tipos de vegetación en condiciones actuales. 126
Tabla III. 33 Valores de erosión hídrica en la RE por tipos de vegetación en condiciones actuales. 126
Tabla III. 34 Valores de erosión hídrica por tipos de vegetación en condiciones de acondicionamiento. 127
Tabla III. 35 Comparación de tasas de erosión del escenario 1 y 2 y erosión a compensar. 127
Tabla III. 36 Valores de erosión hídrica por tipos de vegetación en condiciones de operación y con medidas de mitigación y compensación. 128
Tabla III. 37 Valores de erosión hídrica actual y esperada (con reforestación) en polígono a reforestar. 129
Tabla III. 38 Análisis de escenario de erosión hídrica en el AP, AI y RE. 130
Tabla III. 39 Descripción de los grupos de erosionabilidad eólica (GEE) y sus valores de I. 133
Tabla III. 40 Porcentaje mensual del factor climático anual C para los 12 conglomerados. 135
Tabla III. 41 Cálculo de la distancia desprotegida a lo largo de la dirección prevaleciente del viento..... 136
Tabla III. 42 Valor de V por tipo de cobertura de suelo. 136
Tabla III. 43 Tasa de erosión por tipo de cobertura de suelo. 137
Tabla III. 44 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en el AP..... 137
Tabla III. 45 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en el AI. 137
Tabla III. 46 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en la RE..... 138
Tabla III. 47 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en las áreas del proyecto después del acondicionamiento del terreno. 138
Tabla III. 48 Comparación de los escenarios 1 y 2 y erosión eólica a compensar. 139
Tabla III. 49 Erosión eólica con proyecto. 139
Tabla III. 50 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en el área del polígono de compensación después de la deforestación. 140
Tabla III. 51 Análisis de escenario de erosión eólica en el AP, AI y RE. 141
Tabla III. 52 Comparación de los escenarios de erosión hídrica y eólica en el AP 144

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 53 Comparación espacial de la condición actual y del escenario temporal de mayor exposición 145
Tabla III. 54 Efecto estimado de la reforestación sobre los procesos erosivos 146
Tabla III. 55 Síntesis del comportamiento de los escenarios 147
Tabla III. 56 Vinculación del proyecto con la hidrología superficial 158
Tabla III. 57 Balance y disponibilidad del acuífero 160
Tabla III. 58 Distribución del acuífero en las unidades de análisis 161
Tabla III. 59 Vinculación del proyecto con la hidrología subterránea 162
Tabla III. 60 Valores de referencia del Coeficiente de escurrimiento en función de la cobertura vegetal. 166
Tabla III. 61 ES en porcentaje por nivel de cobertura de la vegetación halófila en suelos arenosos 166
Tabla III. 62 ES en mm/año por nivel de cobertura de la vegetación halófila en suelos arenosos. 166
Tabla III. 63 Estimación de la infiltración en el AP en condiciones actuales. 167
Tabla III. 64 Estimación de la infiltración en el AI en condiciones actuales. 167
Tabla III. 65 Estimación de la infiltración en la RE en condiciones actuales. 168
Tabla III. 66 Comparación de la infiltración bajo el escenario actual y acondicionado para la construcción. 168
Tabla III. 67 Estimación de la infiltración en la AP en condiciones con proyecto y medidas de mitigación y compensación 170
Tabla III. 68 Proyección de la tasa de infiltración por año con la siembra de vegetación halófila en el polígono a reforestar 170
Tabla III. 69 Comparación entre la condición de infiltración del AP y la infiltración potencial estimada en el polígono de reforestación dentro del AI. 171
Tabla III. 70 Vinculación de la infiltración y el escurrimiento superficial con el proyecto 175
Tabla III. 71 Tipos de vegetación y uso de suelo y su cobertura en la RE del proyecto. 181
Tabla III. 72 Tipos de vegetación y su cobertura en la RE del proyecto (Ajustado). 182
Tabla III. 73 Especies vegetales presentes en los ecosistemas de la RE que podrían ser afectados por el desarrollo del proyecto. 184
Tabla III. 74 Categorías taxonómicas de las especies vegetales presentes en el área de estudio. 185
Tabla III. 75 Formas de vida de las especies vegetales presentes en la RE del proyecto. 186
Tabla III. 76 Ventajas y desventajas de las diferentes formas geométricas de parcelas. 187
Tabla III. 77 Estimación de las unidades de muestreo en la RE 193
Tabla III. 78 Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo de vegetación en la RE. 197
Tabla III. 79 Listado taxonómico de las especies identificadas en la RE y su estatus de protección. 199
Tabla III. 80 Formas de vida vegetales presentes en la RE. 200

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 81 Listado de especies vegetales identificadas en la VHX. 202
Tabla III. 82 Valores de los atributos ecológicos de las especies presentes en la vegetación halófila xerófila. 203
Tabla III. 83 Valores del índice de diversidad de especies vegetales presentes en la vegetación halófila xerófila. 205
Tabla III. 84 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbóreo presentes en la vegetación halófila xerófila. 206
Tabla III. 85 Valores del índice de diversidad de especies del estrato arbóreo para la vegetación halófila xerófila. 206
Tabla III. 86 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo presentes en la vegetación halófila xerófila. 206
Tabla III. 87 Valores del índice de diversidad de especies del estrato arbustivo para el ecosistema de votación halófila xerófila. 207
Tabla III. 88 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo presentes en la vegetación halófila xerófila. 208
Tabla III. 89 Valores del índice de diversidad de especies del estrato herbáceo para la vegetación halófila xerófila. 208
Tabla III. 90 Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas presentes en la vegetación halófila xerófila. 209
Tabla III. 91 Valores del índice de diversidad de especies del estrato de cactáceas para la vegetación halófila xerófila. 209
Tabla III. 92 Tipos de vegetación y uso de suelo en el área de influencia del proyecto. 211
Tabla III. 93 Estimación del número de unidades de muestreo en la AI 213
Tabla III. 94 Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo de vegetación en el AI. 215
Tabla III. 95 Listado taxonómico de las especies identificadas en el AI y su estatus de protección. 216
Tabla III. 96 Formas de vida vegetales presentes en el AI. 217
Tabla III. 97 Listado de especies vegetales identificadas en el Vhx. 218
Tabla III. 98 Valores de los atributos ecológicos de las especies presentes en el ecosistema de votación halófila xerófila. 219
Tabla III. 99 Valores de los atributos ecológicos de las especies presentes en el ecosistema de votación halófila xerófila. 220
Tabla III. 100 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbóreo presentes en la vegetación halófila xerófila. 221
Tabla III. 101 Valores del índice de diversidad de especies del estrato arbóreo para la vegetación halófila xerófila. 222
Tabla III. 102 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo presentes en la vegetación halófila xerófila. 222

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 103 Valores del índice de diversidad de especies del estrato arbustivo para la vegetación halófila xerófila..... 223
Tabla III. 104 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo presentes en la vegetación halófila xerófila. 224
Tabla III. 105 Valores del índice de diversidad de especies del estrato herbáceo para la vegetación halófila xerófila..... 224
Tabla III. 106 Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas presentes en la vegetación halófila xerófila..... 225
Tabla III. 107 Valores de los índices de diversidad para las cactáceas del VHX del AI. 225
Tabla III. 108 Estimación del número de unidades de muestreo en el AP. 227
Tabla III. 109 Coordenadas UTM de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto. 228
Tabla III. 110 Especies vegetales presentes en el área del proyecto. 229
Tabla III. 111 Formas de vida de las especies vegetales presentes en los ecosistemas del área del proyecto..... 229
Tabla III. 112 Listado de especies vegetales encontradas en el Sitio 1. 230
Tabla III. 113 Valores de los atributos ecológicos de la especie herbácea que habitan en el área del proyecto. 231
Tabla III. 114 Comparación de presencia ausencia de especies entre los sistemas ambientales analizados. 232
Tabla III. 115 Comparación de valores estadísticos de la flora analizada, calculados para los ecosistemas de la RE, el AI y el AP..... 234
Tabla III. 116 Anfibios que pueden desarrollarse en el área de la cuenca hidrográfica del proyecto y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 238
Tabla III. 117 Reptiles que ocurren en el área de la RE y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 238
Tabla III. 118 Mamíferos en el área de la cuenca de estudio según registros bibliográficos y entrevistas con habitantes de la región..... 241
Tabla III. 119 Especies de aves que pueden presentarse en el área de la cuenca de estudio. 243
Tabla III. 120 Especies de reptiles observadas la región ecológica del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales. 248
Tabla III. 121 Abundancias de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro de la región ecológica del proyecto. 249
Tabla III. 122 Caracterización ecológica de la Herpetofauna identificada en la RE. 249
Tabla III. 123 Listado taxonómico de las especies de mastofauna en la RE. 250
Tabla III. 124 Densidades de las especies de mamíferos encontrados en la región ecológica del proyecto..... 250
Tabla III. 125 Atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en la región ecológica del proyecto. 251
Tabla III. 126 Listado de especies de aves encontradas en la RE..... 252

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 127 Especies aves encontradas en la región ecológica del proyecto. 253
Tabla III. 128 Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves en la RE. 253
Tabla III. 129 Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en la RE del proyecto..... 255
Tabla III. 130 Valor del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en la RE. 255
Tabla III. 131 Valores de los índices de diversidad para las especies de aves identificadas en la RE. 256
Tabla III. 132 Datos taxonómicos e imágenes de los reptiles identificados en la RE. 256
Tabla III. 133 Datos taxonómicos e imágenes de los mamíferos identificados en la RE. 257
Tabla III. 134 Datos taxonómicos e imágenes de aves identificadas en la RE. 258
Tabla III. 135 Especies de reptiles observadas en el área de influencia del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales. 261
Tabla III. 136 Densidades de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del área de influencia del proyecto. 261
Tabla III. 137 Caracterización ecológica de la Herpetofauna identificada en el AI. 261
Tabla III. 138 Especies del grupo de mastofauna dentro de alguna categoría de conservación en el AI. 262
Tabla III. 139 Densidades de las especies de mamíferos encontrados en el área de influencia. 263
Tabla III. 140 Atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el área de influencia del proyecto. 263
Tabla III. 141 Listado de especies de aves encontradas en el AI. 264
Tabla III. 142 Especies aves encontradas en el AI. 265
Tabla III. 143 Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves en el AI. 265
Tabla III. 144 Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados el AI del proyecto..... 267
Tabla III. 145 Valor del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el AI. 267
Tabla III. 146 Valores de los índices de diversidad para las especies de aves identificadas en el AI. 268
Tabla III. 147 Datos taxonómicos e imágenes de los reptiles encontrados en el área de influencia. 269
Tabla III. 148 Datos taxonómicos e imágenes de los mamíferos encontrados en el área de influencia..... 269
Tabla III. 149 Datos taxonómicos e imágenes de las aves encontrados en el área de influencia. 270
Tabla III. 150 Especies de reptiles observadas el área del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales. 272

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 151 Densidades de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del área del proyecto. 272
Tabla III. 152 Caracterización ecológica de la Herpetofauna identificada en el AP. 272
Tabla III. 153 Listado de especies de aves encontradas en el área del proyecto. 274
Tabla III. 154 Especies aves encontradas en el área del proyecto. 275
Tabla III. 155 Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves en el área del proyecto..... 275
Tabla III. 156 Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el área del proyecto..... 276
Tabla III. 157 Valores de los índices de diversidad para las especies de aves identificadas en el área del proyecto. 276
Tabla III. 158 Datos taxonómicos e imágenes de los reptiles identificados en el AP. 277
Tabla III. 159 Datos taxonómicos e imágenes de aves identificadas en el AP..... 277
Tabla III. 160 Población total y distribución por sexo en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 280
Tabla III. 161 Estructura de la población por grandes grupos de edad en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 281
Tabla III. 162 Razón de dependencia demográfica en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 282
Tabla III. 163 Asistencia escolar por grupos de edad en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 284
Tabla III. 164 Analfabetismo de la población de 15 años y más en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 286
Tabla III. 165 Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 287
Tabla III. 166 Población de 18 años y más con educación posbásica en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 288
Tabla III. 167 Grado promedio de escolaridad por sexo en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 289
Tabla III. 168 Indicadores de actividad económica de Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020..... 291
Tabla III. 169 Vinculación del proyecto con el paisaje 296
Tabla III. 170 Síntesis del diagnóstico ambiental por unidad espacial..... 305

Tabla IV. 1 Listado de actividades del proyecto por etapas. 311
Tabla IV. 2 Componentes del sistema ambiental del proyecto y lista de indicadores susceptibles de impacto. 315
Tabla IV. 3 Matriz de identificación de interacciones donde se determinaron las relaciones Proyecto-entrono para las etapas de preparación del sitio y construcción..... 318

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 4 Matriz de identificación de interacciones donde se determinaron las relaciones Proyecto-entrono para las etapas de operación y mantenimiento y, abandono. 319
Tabla IV. 5 Resumen de la matriz de identificación de interacciones donde se determinaron las relaciones Proyecto-entrono para las etapas del Proyecto. 320
Tabla IV. 6 Impactos identificados 321
Tabla IV. 7 Criterios de magnitud en la valoración de impactos ambientales. 325
Tabla IV. 8 Criterios de extensión en la valoración de impactos ambientales. 326
Tabla IV. 9 Criterios de duración en la valoración de impactos ambientales..... 327
Tabla IV. 10 Criterios de continuidad en la valoración de impactos ambientales..... 327
Tabla IV. 11 Criterios de intensidad en la valoración de impactos ambientales. 328
Tabla IV. 12 Criterios de acumulación y sinergia en la valoración de impactos ambientales. .. 328
Tabla IV. 13 Criterios de importancia en la valoración de impactos ambientales 329
Tabla IV. 14 Resumen de valoración de magnitud e importancia del proyecto 331
Tabla IV. 15 Matriz de valoración de significancia que adiciona la Importancia y Magnitud de los impactos ambientales del proyecto. 332
Tabla IV. 16 Resumen de valoración de magnitud e importancia del proyecto 334
Tabla IV. 17 Matriz de nivel de significancia de impactos ambientales. 335
Tabla IV. 18 Resumen de significancia de impactos ambientales..... 336
Tabla IV. 19 Cribado de matriz de impactos ambientales significativos adversos del Proyecto. 345
Tabla IV. 20 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre calidad del aire 346
Tabla IV. 21 Ficha descriptiva de impactos adversos por ruido y vibraciones 346
Tabla IV. 22 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre el relieve 346
Tabla IV. 23 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre escurrimientos superficiales 347
Tabla IV. 24 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre la infiltración local 347
Tabla IV. 25 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre el patrón de drenaje 348
Tabla IV. 26 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre la calidad del suelo 348
Tabla IV. 27 Ficha descriptiva de impactos adversos por erosión 349
Tabla IV. 28 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre captura de carbono 349
Tabla IV. 29 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre el uso actual del suelo..... 349
Tabla IV. 30 Ficha descriptiva de impactos adversos por compactación 350
Tabla IV. 31 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre distribución y abundancia de flora 350
Tabla IV. 32 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre biodiversidad de flora..... 351
Tabla IV. 33 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre especies de fauna protegidas o de interés especial 351
Tabla IV. 34 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre visibilidad 352
Tabla IV. 35 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre calidad paisajística..... 352
Tabla IV. 36 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre fragilidad visual 353
Tabla IV. 37 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre servicios e infraestructura..... 353

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 38 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre vialidades y acceso 354
Tabla IV. 39 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre la interacción de las comunidades 354
Tabla IV. 40 Medidas de prevención, mitigación y/o compensación. 367
Tabla IV. 41 Impactos residuales del proyecto 372
Tabla IV. 42 Impactos acumulativos del proyecto 376
Tabla IV. 43 1Escenario de las tendencias ambientales sin proyecto. 382
Tabla IV. 44 Escenario de las tendencias ambientales con Proyecto y sin medidas de mitigación. 385
Tabla IV. 45 Descripción del escenario ambiental del proyecto sin aplicación de las medidas de mitigación propuestas. 386
Tabla IV. 46 Escenario de las tendencias ambientales con Proyecto y con medidas de mitigación 388
Tabla IV. 47 Escenario ambiental con proyecto y con medidas de mitigación. 389
Tabla IV. 48 Programa de vigilancia ambiental para las etapas de preparación del sitio y construcción 393
Tabla IV. 49 Programa de vigilancia ambiental para las etapas de Operación y mantenimiento y Abandono 401
Tabla IV. 50 Tabla de seguimiento y control del proyecto 409

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

"PUNTA PENINSULA KINO, ETAPA III"

I.1.2. Ubicación del proyecto

El Desarrollo del proyecto "**PUNTA PENINSULA KINO, ETAPA III**", se localiza en la Avenida Del Paraíso, que corre a lo largo la barra del estero la Cruz, en Bahía Kino, en la zona costera del centro del estado de Sonora, en el municipio de Hermosillo. Se llega a través de la Carretera Estatal SON 100 Hermosillo Bahía Kino. Antes de llegar a Bahía de Kino en el Km 108, se toma desviación a la izquierda, en la intersección con la Ave. Del Paraíso, se continúa hasta la intersección de la Ave. Miramar y C. Eduardo Ochoa y recorriendo 634 metros sobre la misma Ave. Del Paraíso, se llega al sitio. En las figuras inferiores se muestran la macrolocalización y microlocalización del sitio del proyecto.

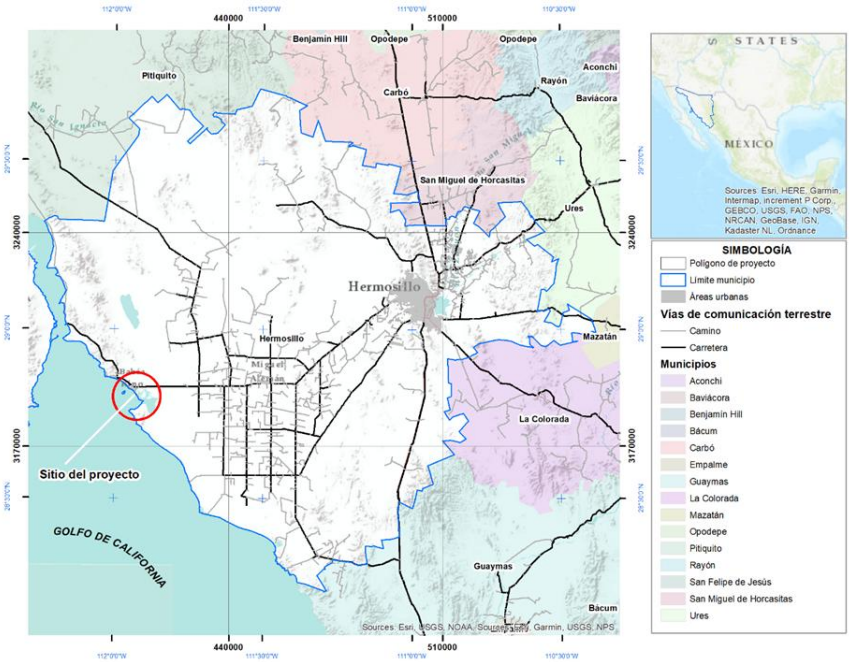


Figura I. 1. Macrolocalización del sitio del proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Figura I. 2. Microlocalización del sitio del proyecto, sobre la barra de la Laguna La Cruz.



Figura I. 3 Distribución de los cuatro macrolotes que conforman el proyecto.

Desde el punto de vista geomorfológico, el predio se localiza sobre una barra litoral arenosa asociada con Laguna La Cruz y el frente costero de Bahía de Kino. En las figuras siguientes se presenta la macrolocalización y microlocalización del sitio.

El predio donde se localiza el Proyecto cuenta con una superficie total de **4,927.50 m²**, integrada por dos lotes urbanos ubicados sobre Avenida del Paraíso, en Bahía de Kino. El **Lote 09** presenta una superficie de **2,437.50 m²**, mientras que el **Lote 10** cuenta con **2,490.00 m²**; ambos forman parte de la propiedad acreditada mediante la escritura correspondiente.

Dentro del predio, el **Área del Proyecto (AP)** comprende **3,216.617 m²**, correspondiente exclusivamente a la porción donde se desarrollarán las obras y actividades previstas. La superficie restante forma parte del predio, pero incluye la franja correspondiente a la **Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT)**, la cual no será intervenida por el Proyecto.

Dentro del AP se encuentran definidos cuatro macrolotes destinados a la distribución de las edificaciones habitacionales, áreas comunes y demás obras complementarias contempladas.

En la figura y tabla siguientes se presenta la delimitación del AP y su cuadro de construcción en coordenadas UTM, Zona 12, Datum WGS84.



Figura I. 4 . Polígono del área del proyecto y sus vértices.

Tabla I. 1 Cuadro de construcción del área del proyecto en coordenadas UTM Zona 12, Datum WGS84.

VERTICE	UTM X	UTM Y
1	409630.48	3186949.78
2	409650.52	3186927.45
3	409670.55	3186905.11
4	409626.87	3186870.98
5	409612.25	3186889.64
6	409608.26	3186894.48
7	409597.36	3186907.70
8	409589.31	3186917.71

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima que la vida útil del Proyecto será **indefinida, superior a 100 años**, considerando que las edificaciones, instalaciones y obras de infraestructura recibirán mantenimiento preventivo y correctivo de manera periódica, así como las rehabilitaciones que resulten necesarias para conservar su funcionalidad, seguridad y condiciones de operación a lo largo del tiempo.

I.1.4. Duración total del proyecto

Se estima que la preparación del sitio y construcción del Proyecto tendrán una duración de hasta **36 meses**. Las obras se ejecutarán de manera gradual y conforme al programa general de trabajo, pudiendo desarrollarse algunas actividades de forma sucesiva o parcialmente simultánea de acuerdo con las necesidades constructivas.

Este periodo comprenderá las actividades de preparación del sitio, adecuación del terreno, urbanización, construcción de edificaciones, instalaciones, áreas comunes, obras complementarias, acabados y puesta en operación.

I.1.5. Justificación de la construcción del proyecto

El sitio seleccionado para el desarrollo del Proyecto presenta condiciones favorables para el uso habitacional previsto, derivadas de su localización en Bahía de Kino, su relación con el paisaje costero y su integración con un sector que presenta infraestructura vial y antecedentes de urbanización.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La proximidad al Golfo de California y las visuales hacia el entorno costero constituyen atributos relevantes para la concepción arquitectónica y paisajística del Proyecto. Asimismo, la demanda de espacios habitacionales y de uso turístico-residencial en Bahía de Kino favorece el desarrollo de proyectos de estas características.

El predio se localiza dentro de un sector incorporado a la dinámica urbana de la localidad y cuenta con acceso mediante la Avenida del Paraíso. Esta condición permite aprovechar infraestructura y vialidades existentes y concentrar las obras en una superficie con compatibilidad para el uso habitacional proyectado.

Desde el punto de vista ambiental, el diseño concentra las obras y actividades dentro del **AP de 3,216.617 m²**, manteniendo fuera de intervención la superficie correspondiente a la Zona Federal Marítimo Terrestre. Asimismo, las características ambientales del sitio y de su entorno serán consideradas mediante la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en la presente MIA-P.

I.1.6. Presentación de la documentación legal

En los anexos correspondientes se integra la documentación legal que acredita la constitución de PROTEGIDO POR LA LFTAIPG la personalidad jurídica de su representante legal y la propiedad de los lotes donde se desarrollará el Proyecto.

La propiedad del predio se acredita mediante la **Escritura Pública** PROTEGIDO POR LA LFTAIPG **283**, correspondiente a los lotes 09 y 10, cuyas superficies son de **2,437.50 m² y 2,490.00 m²**, respectivamente, para una superficie total de **4,927.50 m²**.

I.2. PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La documentación constitutiva correspondiente se integra en el Anexo 1.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Ver Copia del Alta en SAT en anexo 3.

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.2.4. Dirección del promovente o del representante legal

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3. RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1. Nombre o razón social

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.2. RFC del responsable del estudio de impacto ambiental

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.4. Dirección del responsable del estudio

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.5. Declaración de protesta de decir verdad

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.4. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

I.4.1. Naturaleza del proyecto

El Proyecto se caracteriza por orientarse al mercado inmobiliario residencial y turístico de Bahía de Kino, atendiendo principalmente la demanda de vivienda de descanso de usuarios provenientes del estado de Sonora y de entidades vecinas, así como de visitantes nacionales y extranjeros interesados en adquirir inmuebles en una zona costera del Golfo de California.

Por sus características, el Proyecto se integra a la vocación habitacional y turística de este sector de Bahía de Kino. La oferta inmobiliaria se dirige tanto al mercado local y regional como a usuarios procedentes de otras regiones del país y del extranjero, particularmente aquellos interesados en desarrollos residenciales próximos al litoral.

El Proyecto **Punta Península Kino, Etapa III** se desarrolla en una zona donde existen otras construcciones asociadas al desarrollo inmobiliario Punta Península Kino, el cual cuenta con una **Manifestación de Impacto Ambiental previamente autorizada** para obras correspondientes a etapas anteriores del desarrollo. Este antecedente forma parte del contexto territorial y urbano inmediato del sitio; sin embargo, para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la evaluación corresponde exclusivamente a las obras y actividades comprendidas dentro del Área del Proyecto definida para **Punta Península Kino, Etapa III**, sin integrar las superficies, obras o impactos correspondientes a los desarrollos previamente autorizados.

El Área del Proyecto comprende una superficie de **3,216.617 m²**, dentro de la cual se encuentran definidos cuatro macrolotes destinados al desarrollo habitacional y a las obras complementarias. Se contempla la construcción de aproximadamente **47 unidades condominales**, distribuidas en tres edificaciones habitacionales, además de un restaurante y áreas comunes. Las unidades presentarán diferentes superficies de construcción de acuerdo con su tipología arquitectónica.

Las edificaciones se desarrollarán con una altura máxima de **cuatro niveles y 16 m**, de conformidad con los parámetros establecidos en el Informativo de Uso de Suelo correspondiente, el cual reconoce para el predio un uso habitacional plurifamiliar, vertical y horizontal, compatible con la zonificación aplicable.

Las características de la cimentación serán definidas mediante el proyecto estructural, considerando las recomendaciones establecidas en el Estudio de Mecánica de Suelos. Dicho estudio analiza alternativas de cimentación superficial mediante zapatas corridas, zapatas aisladas y losas de cimentación, por lo que la solución definitiva dependerá de las cargas y características estructurales de cada edificación. Asimismo, podrán realizarse terraceos y movimientos de tierra localizados para aprovechar y adecuar los desniveles existentes en el terreno.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

El concepto general del desarrollo se basa en principios asociados al Nuevo Urbanismo, mediante una organización espacial que favorece la integración de edificaciones, andadores, áreas comunes, espacios de convivencia y circulaciones peatonales, procurando mantener una escala adecuada para los usuarios y una relación funcional entre los diferentes componentes del Proyecto.

Entre los aspectos principales que distinguen al Proyecto se encuentran:

1. Integración del diseño arquitectónico con las condiciones topográficas y ambientales del sitio, procurando concentrar las obras dentro del Área del Proyecto y evitando cualquier intervención sobre la Zona Federal Marítimo Terrestre.

2. Desarrollo de edificaciones mediante sistemas de cimentación superficial, conforme a las recomendaciones del Estudio de Mecánica de Suelos y a las especificaciones del proyecto estructural.

3. Integración paisajística del desarrollo con el entorno costero, mediante diseños arquitectónicos, áreas verdes, andadores y espacios comunes compatibles con las características ambientales y escénicas del sitio.

4. Incorporación de criterios de eficiencia en el uso de recursos, incluyendo el tratamiento de aguas residuales mediante biodigestores y el aprovechamiento del agua tratada para el riego de las áreas verdes del Proyecto.

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Hermosillo 2023, el sitio donde se desarrollará el Proyecto se localiza dentro de los Límites de Centro de Población y presenta una Zonificación Primaria de Área Urbanizada, correspondiente a sectores ocupados por asentamientos humanos con infraestructura, equipamiento, servicios y edificaciones.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG













PROTEGIDO POR LA LFTAIPG







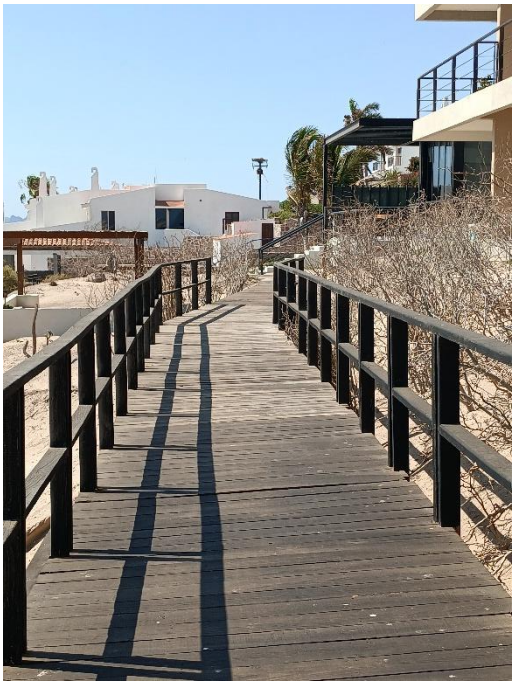


PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG









PROTEGIDO POR LA LFTAIPG





Figura I. 5. Conceptos potenciales que se consideran en el proyecto.

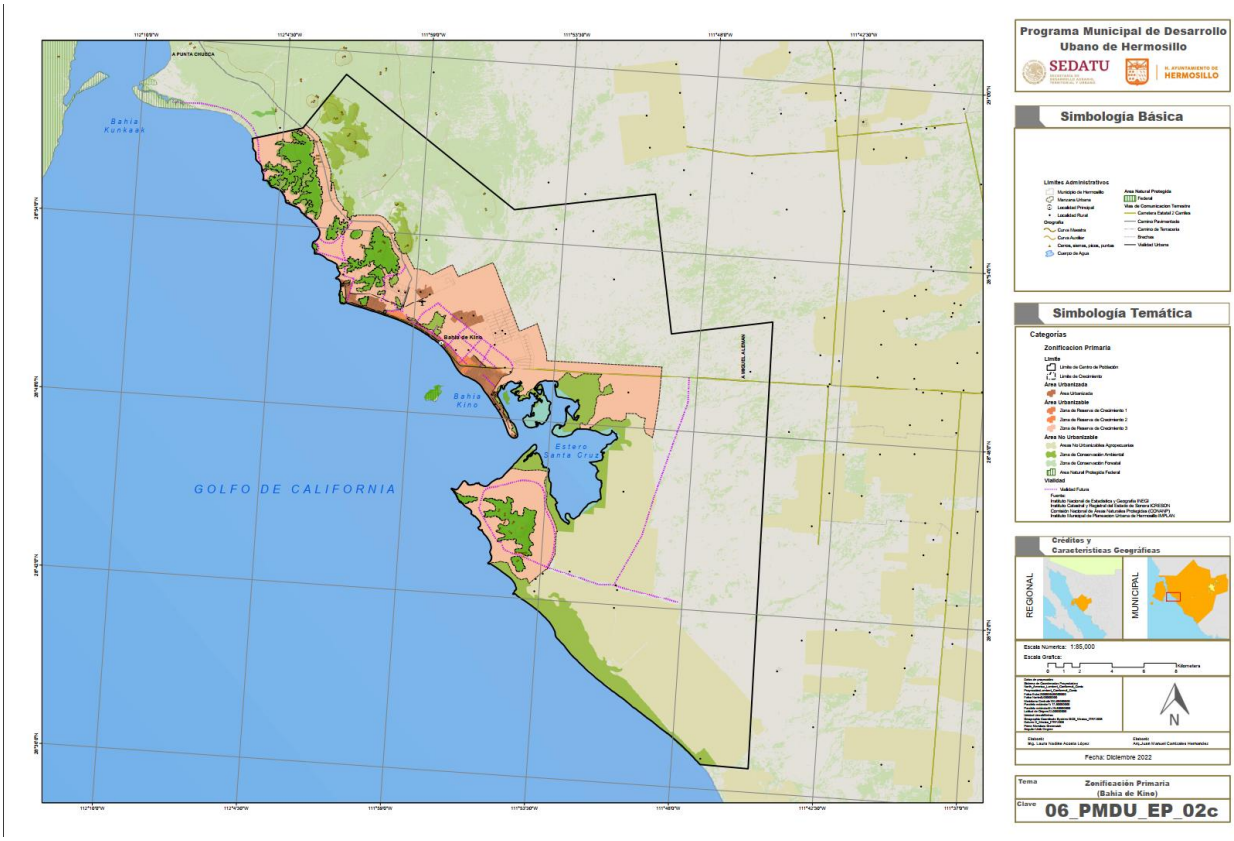


Figura I. 6. Mapa de Zonificación Primaria (Bahía de Kino), clave 06_PMDU_EP_02c del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Hermosillo 2023.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Figura I. 7. Distribución de los lotes en el Polígono del proyecto.

El Plan Maestro diseñado para este proyecto se puede ver en la siguiente figura, así como una imagen de como quedarían las construcciones en el proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Figura I. 8. Plan Maestro propuesto

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG







Figura I. 9. Construcciones tipo, en armonía con el paisaje.

Debido a la falta de un sistema pluvial integral, se han considerado las condiciones ambientales prevalecientes del sitio y de la región, por tal motivo, se propuso un sistema

pluvial; que, de acuerdo con el estudio hidrológico, se localizan en una cuenca hidrológica cerrada, donde NO se tienen aportaciones pluviales externas. Sin embargo, el agua pluvial que se capte en el sitio por cuenta propia será dispuesta en la misma cuenca, es decir se manejará como una cuenca totalmente cerrada.

I.4.2. Mecánica de suelos

El Estudio de Mecánica de Suelos realizado específicamente para el Proyecto comprendió trabajos de exploración superficial y profunda, mediante un sondeo con máquina rotaria denominado SMR-1, con una profundidad de 8.60 m, y tres sondeos mediante Pozo a Cielo Abierto (PCA-1, PCA-2 y PCA-3), con profundidades de hasta 3.00 m.

Los resultados de la exploración y de los ensayes de laboratorio indican que el subsuelo está constituido predominantemente por materiales granulares, clasificados mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos como arenas mal graduadas (SP) y arenas limosas mal graduadas (SP-SM). En el sondeo profundo se identificaron estratos en condición suelta en los primeros metros y materiales de compacidad media a mayor profundidad.

Durante los trabajos de exploración no se encontró nivel freático dentro de las profundidades investigadas, tanto en el sondeo SMR-1 como en los tres PCA realizados. Esta condición deberá considerarse conjuntamente con las características hidrológicas del sitio y con las variaciones estacionales propias de su ubicación costera.

El estudio analiza diferentes alternativas de cimentación superficial, incluyendo zapatas corridas, zapatas aisladas y losas de cimentación, cuya selección definitiva deberá realizarse conforme al proyecto estructural y a las cargas de cada edificación. Asimismo, recomienda realizar un despalme superficial de aproximadamente 15 a 20 cm en la porción sur del área de construcción, seguido de los trabajos de excavación, mejoramiento y compactación requeridos para las cimentaciones y obras asociadas.

Para los rellenos asociados a las cimentaciones, el EMS establece que el material deberá colocarse en capas compactadas, de acuerdo con las especificaciones indicadas en el propio estudio y en los planos estructurales correspondientes.

De manera adicional, el estudio realizó un análisis de estabilidad para una configuración particular de talud en condiciones pseudoestáticas. Para la sección evaluada se obtuvo un factor de seguridad de 0.58, inferior a la unidad, por lo que dicha configuración deberá ser modificada o estabilizada en el diseño definitivo antes de su construcción. Este resultado corresponde específicamente a la sección de talud analizada y no implica una condición general de inestabilidad de todo el predio.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos servirán como base para el diseño estructural, definición de cimentaciones, excavaciones, rellenos, compactaciones y adecuaciones del terreno requeridas para las obras del Proyecto.

I.4.3. Selección del sitio

La selección del sitio para el desarrollo del Proyecto responde a las condiciones urbanas, de accesibilidad y de infraestructura existentes en el entorno inmediato. El predio se localiza en un sector incorporado a la dinámica urbana de la localidad y con vocación habitacional y turística.

Entre los principales criterios considerados se encuentra su ubicación dentro de una zona con antecedentes de urbanización. El Informativo de Uso de Suelo identifica el predio dentro de Área Urbanizada, con zonificación secundaria de Reserva de Crecimiento, y establece como compatible el uso habitacional plurifamiliar, vertical y horizontal, condición que favorece su integración con el desarrollo urbano previsto para este sector de Bahía de Kino.

Asimismo, el sitio presenta condiciones favorables de accesibilidad debido a su conexión directa con la Avenida del Paraíso y con la red vial existente de Bahía de Kino. Esta condición permitirá el ingreso de materiales, maquinaria y personal durante la construcción, así como la movilidad de residentes, visitantes y prestadores de servicios durante la operación.

Desde el punto de vista físico, el terreno presenta características propias de un ambiente costero arenoso, con una topografía irregular y pendientes locales que deberán ser consideradas en el diseño de las edificaciones y obras complementarias. El Estudio de Mecánica de Suelos identificó materiales predominantemente arenosos clasificados como SP y SP-SM, por lo que las cimentaciones, nivelaciones, terraceos y demás adecuaciones del terreno deberán ejecutarse conforme a las recomendaciones geotécnicas y al proyecto estructural correspondiente.

En cuanto a los servicios, el área cuenta con infraestructura de energía eléctrica y acceso vial. Para el abastecimiento de agua del Proyecto se contempla el suministro mediante agua desalada, mientras que las aguas residuales serán manejadas mediante biodigestores, con aprovechamiento del agua tratada para el riego de las áreas verdes y retiro de los lodos generados mediante empresas autorizadas.

La selección del sitio también considera su relación directa con el paisaje costero y con la vocación turística y residencial de Bahía de Kino. En este sentido, el diseño del Proyecto incorpora criterios de integración arquitectónica y paisajística, conservación de superficies permeables, manejo de escurrimientos pluviales, establecimiento de vegetación adaptada a las condiciones regionales y control de los impactos asociados con las etapas de construcción y operación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Desde el punto de vista ambiental, la selección del sitio no implica la ausencia de funciones ambientales. Su ubicación en un ambiente costero requiere considerar específicamente las características del suelo, infiltración, microescurrimientos, fauna asociada y calidad paisajística. Asimismo, la superficie correspondiente a la Zona Federal Marítimo Terrestre no será intervenida por el Proyecto, manteniéndose fuera de las áreas destinadas a obras y actividades.

En conjunto, la selección del sitio se sustenta en su integración con el desarrollo urbano existente, accesibilidad, compatibilidad territorial con el uso habitacional previsto y posibilidad de incorporar criterios de manejo ambiental desde la etapa de diseño, permitiendo desarrollar el Proyecto en un espacio territorialmente vinculado con Bahía de Kino y facilitando la aplicación y seguimiento de las medidas ambientales establecidas en la presente MIA.

I.4.4. Ubicación física del proyecto y planos de localización

Físicamente, el Proyecto se localiza en terrenos propiedad de la empresa desarrolladora PROTEGIDO POR LA LFTAIPG, en Bahía de Kino, municipio de Hermosillo, Sonora. La propiedad comprende los lotes urbanos ubicados sobre la Avenida del Paraíso, cuya posesión se acredita mediante la escritura correspondiente.

La ubicación específica del predio, así como la delimitación del Área del Proyecto y su relación con las vialidades, colindancias y elementos del entorno, se presenta en los planos y figuras de localización incluidos en este apartado.



Figura I. 10. Localización del área del proyecto y su relación con las vialidades y elementos del entorno inmediato.

I.4.5. Inversión requerida

El proyecto contempla una inversión estimada de **$107,000,000.00 (Ciento siete millones de pesos 00/100 M.N.)**, destinada al desarrollo de las diferentes etapas que integran el proyecto, incluyendo obras de construcción, urbanización, infraestructura, instalaciones, equipamiento y demás acciones necesarias para su adecuada ejecución y puesta en operación.

La magnitud de esta inversión representa una importante derrama económica para la zona, al generar demanda de bienes, servicios, materiales, mano de obra y servicios profesionales relacionados con las diferentes etapas del proyecto. Asimismo, contribuirá a la generación de empleos directos e indirectos, tanto durante la etapa de construcción como durante la operación y mantenimiento de las instalaciones.

Un aspecto favorable del Proyecto es que **el diseño busca limitar los movimientos de tierra a aquellos estrictamente necesarios para la ejecución de las obras**, considerando las condiciones y características del terreno y la estrategia de diseño adoptada. Esto permitirá reducir los recursos destinados a excavaciones, cortes, rellenos, acarreos y disposición de materiales, además de disminuir las afectaciones asociadas con la modificación de la configuración natural del predio.

La inversión prevista también contribuirá al fortalecimiento y consolidación del desarrollo urbano de la zona, mediante la incorporación y, en su caso, mejoramiento de infraestructura y servicios necesarios para atender las necesidades del proyecto. De manera indirecta, su ejecución puede favorecer la valorización y aprovechamiento ordenado de los predios colindantes y contribuir a la consolidación de la zona como un área con mayor actividad económica y urbana.

Entre los principales beneficios económicos y sociales asociados a la inversión se consideran:

- **Generación de empleos directos** durante las etapas de preparación, construcción, instalaciones, urbanización y ejecución de las obras.
- **Generación de empleos indirectos**, derivados de la contratación de proveedores, transportistas, prestadores de servicios, profesionistas, contratistas y comercios relacionados con la actividad constructiva.
- **Derrama económica local y regional**, mediante la adquisición de materiales, equipos, servicios, insumos y contratación de mano de obra.
- **Impulso a las actividades comerciales y de servicios** de la zona, al incrementar la demanda de bienes y servicios asociados al desarrollo.
- **Fortalecimiento de la infraestructura y servicios urbanos**, de acuerdo con las necesidades y características del proyecto y con las disposiciones aplicables.
- **Aprovechamiento eficiente del suelo**, promoviendo el desarrollo ordenado de un predio destinado a integrarse a la dinámica urbana de la zona.
- **Incremento en la actividad económica local**, derivado de la inversión y de las actividades que se desarrollarán durante las diferentes etapas del proyecto.
- **Contribución a la consolidación urbana de la zona**, al incorporar un proyecto que genere actividad, inversión y demanda de servicios de manera ordenada.

En este sentido, la inversión estimada de **$107,000,000.00** no representa únicamente el capital destinado a la ejecución de las obras, sino que constituye un factor de **impulso económico y de generación de valor para la zona**, al propiciar empleo, actividad comercial, contratación de servicios, aprovechamiento de infraestructura y una mayor dinámica económica durante las distintas etapas del proyecto.

Asimismo, la optimización de los movimientos de tierra permitirá reducir los recursos económicos destinados a excavaciones y acarreos y favorecer una intervención más

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

eficiente del terreno, manteniendo como criterio la adecuada integración del Proyecto con las condiciones existentes del sitio.

Costos de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración

La estimación de los costos asociados a la implementación de los programas ambientales propuestos para el proyecto, se establece una referencia económica de los recursos necesarios para ejecutar, supervisar y documentar las acciones ambientales previstas durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

La estimación de costos se integró a partir de los programas específicos vinculados con el control de impactos ambientales del proyecto.

Para efectos presupuestales, los conceptos de inversión se agruparon en los siguientes componentes ambientales: supervisión y vigilancia ambiental; control de emisiones y ruido; reforestación y restauración vegetal; rescate y reubicación de fauna; manejo integral de residuos; conservación de suelos y agua; y capacitación ambiental. Esta agrupación permite relacionar cada costo con el programa o medida ambiental correspondiente, evitar duplicidades y facilitar su seguimiento durante la ejecución de la obra.

Tabla I. 2 Costos estimados para la aplicación de medidas ambientales

Programa o componente ambiental	Subtotal sin IVA	IVA	Total con IVA
Supervisión y Vigilancia Ambiental	$224,250.00	$35,880.00	$260,130.00
Control de Emisiones y Ruido	$214,475.00	$34,316.00	$248,791.00
Reforestación	$747,500.00	$119,600.00	$867,100.00
Rescate y Reubicación de Fauna	$129,950.00	$20,792.00	$150,742.00
Manejo Integral de Residuos	$220,225.00	$35,236.00	$255,461.00
Conservación de Suelos y Agua	$140,587.50	$22,494.00	$163,081.50
Capacitación Ambiental	$108,675.00	$17,388.00	$126,063.00
Equipamiento y Reportes	$190,325.00	$30,452.00	$220,777.00
Total	**$1,975,987.50**	**$316,158.00**	**$2,292,145.50**

El monto total estimado para la aplicación de las medidas ambientales asciende a $2,292,145.50 M.N. incluyendo IVA.

Descripción general de los conceptos de inversión por programa.

Supervisión y Vigilancia Ambiental. Considera los recursos necesarios para la coordinación técnica de los programas, la participación de personal ambiental de campo, el uso de vehículo, combustible, equipo básico de medición, equipo de protección personal, levantamiento de evidencias, integración de bitácoras y elaboración de informes de cumplimiento. Este componente es transversal, ya que permite verificar que las actividades constructivas se desarrollen conforme a lo previsto en la MIA, los programas ambientales y, en su caso, las condicionantes que establezca la autoridad ambiental.

Control de Emisiones y Ruido. Incluye las acciones destinadas a reducir la emisión de partículas suspendidas, gases de combustión, ruido y vibraciones durante las actividades de excavaciones, transporte de materiales, construcción y operación de maquinaria. Se consideran conceptos como riego con pipa en frentes activos y superficies expuestas; señalización y control de velocidad en zonas de tránsito de maquinaria; verificación ambiental operativa de equipos; y control de ruido mediante revisión de horarios de trabajo, silenciadores y uso de equipo de protección auditiva.

Reforestación y Restauración Vegetal. Integra la adquisición o producción de planta nativa, su traslado al sitio, apertura de cepas, aplicación de promotor de raíz, plantación, primer riego, riegos de auxilio, mantenimiento, reposición de marras, monitoreo de supervivencia e informes de seguimiento. Este componente corresponde a las acciones de compensación y restauración vegetal previstas para recuperar cobertura, favorecer la estabilización de suelos y contribuir a la restitución funcional de áreas destinadas a reforestación.

Rescate y Reubicación de Fauna. Incluye recorridos previos a la construcción, ahuyentamiento, captura, manejo temporal, traslado y liberación de ejemplares, así como el equipo necesario para su manejo. También considera bitácoras, evidencia fotográfica y seguimiento durante las actividades de preparación del sitio. Estas acciones se vinculan con el objetivo de reducir riesgos para la fauna silvestre mediante procedimientos de ahuyentamiento, captura y liberación controlada en áreas compatibles.

Manejo Integral de Residuos. Considera la instalación y operación de contenedores, señalización, áreas de acopio temporal, manejo de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, así como kits antiderrames, sanitarios portátiles, capacitación específica y seguimiento documental mediante bitácoras y comprobantes de disposición. Este programa establece medidas de prevención y minimización, segregación en origen, almacenamiento temporal, disposición final conforme a la normativa vigente y mecanismos de monitoreo y supervisión.

Conservación de Suelos y Agua. Incluye la construcción y mantenimiento de vegetación y terrazas individuales asociadas a plantas reforestadas. Estas acciones tienen como objetivo prevenir, mitigar y compensar los procesos de erosión y alteración

del régimen hidrológico superficial derivados de las actividades del proyecto, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Capacitación Ambiental. Considera la inducción ambiental general al personal de obra y la formación específica en temas de protección de flora, fauna, manejo de residuos, control de emisiones, prevención de derrames, respeto a áreas autorizadas y cumplimiento de medidas ambientales. Esta capacitación se integra como medida preventiva, ya que permite reducir riesgos derivados de prácticas inadecuadas del personal durante la ejecución del proyecto.

En conjunto, los costos estimados permiten prever los recursos necesarios para la implementación de las medidas ambientales propuestas en la MIA y para su seguimiento.

I.4.6. Dimensiones del proyecto

El Proyecto se desarrollará dentro de un predio con una superficie total de **4,927.50 m²**, integrado por los lotes que conforman la propiedad. Dentro de este predio, el polígono destinado a las obras y actividades del Proyecto comprende una superficie de **3,216.617 m²**, en la cual se encuentran definidos **cuatro macrolotes**.

Las dimensiones, distribución y configuración de las obras se presentan en los planos del proyecto ejecutivo incluidos en el **Anexo 4**.

I.4.7. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El proyecto contempla el desarrollo de un proyecto de uso mixto, integrado principalmente por condominios habitacionales y áreas destinadas a servicios y atención al público, localizado sobre la Avenida del Paraíso, vialidad existente con un ancho aproximado de 20.00 metros.

El área correspondiente al proyecto comprende una superficie total de 3,216.617 m², dentro de la cual se encuentran definidos cuatro macrolotes urbanizados, sobre los que se plantea el desarrollo de las diferentes edificaciones y áreas complementarias del proyecto.

De acuerdo con el planteamiento arquitectónico, se contempla la construcción de aproximadamente 47 unidades condominales, con superficies de construcción que van desde aproximadamente 45.00 m² hasta 250.00 m², dependiendo de la tipología y características de cada unidad. Las edificaciones tendrán una altura máxima de cuatro niveles y 16 m, de conformidad con los parámetros establecidos en el Informativo de Uso de Suelo correspondiente, bajo el régimen de propiedad en condominio.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Actualmente, el sitio presenta condiciones de cobertura vegetal escasa y alterada, asociada principalmente a vegetación característica de ambientes costeros y de dunas, con presencia de especies de tipo halófito, condición relacionada con la influencia del ambiente de la Laguna Costera La Cruz, ubicada en las inmediaciones del proyecto.

Es importante señalar que el predio y su entorno inmediato presentan evidencias de perturbación y transformación previa, derivadas principalmente de la presencia de caminos, brechas y tránsito vehicular que se han desarrollado con anterioridad en el área. Estas condiciones han generado modificaciones en la cobertura vegetal y en la superficie natural del terreno, por lo que el sitio no conserva sus condiciones originales.

De acuerdo con la Serie VII de INEGI, la vegetación corresponde al tipo halófila xerófila, sin embargo, en la visita a campo se identificó únicamente la presencia de zacate buffel como se muestra en el apartado de caracterización del componente biológico.

En cuanto a los cuerpos de agua y elementos hidrológicos presentes en el entorno, destaca la proximidad de Laguna La Cruz. El estudio hidrológico establece que el sitio se comporta como una cuenca cerrada, sin aportaciones pluviales externas, por lo que el manejo de la precipitación generada directamente dentro del AP deberá realizarse dentro de esta misma unidad, evitando afectaciones a las superficies colindantes y a los cuerpos de agua del entorno.

La ejecución del proyecto implicará la remoción de la cobertura vegetal existente tipo zacate buffel dentro del área del proyecto. No obstante, considerando las condiciones actuales del predio, la superficie relativamente reducida del proyecto, la existencia previa de vialidades, caminos y brechas, así como el grado de intervención observado en el sitio, se considera que el desarrollo deberá orientarse a concentrar las áreas de desplante y las obras permanentes en los polígonos previamente definidos, procurando conservar, en la medida técnicamente viable, los elementos naturales que no interfieran con la ejecución del proyecto.

Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción deberán implementarse las medidas de manejo ambiental correspondientes para evitar afectaciones innecesarias a la vegetación colindante, prevenir la dispersión de residuos, controlar la generación de polvo y materiales, evitar contaminación del suelo y cuerpos de agua, y reducir las alteraciones sobre la fauna y los procesos naturales del entorno.

Por las características del proyecto y su localización dentro de una zona con antecedentes de urbanización y tránsito vehicular, se busca que el desarrollo del proyecto se integre de manera ordenada a la estructura urbana existente, aprovechando la infraestructura vial disponible y procurando que las nuevas obras se desarrollen de acuerdo con los instrumentos de planeación urbana, las autorizaciones correspondientes y las disposiciones ambientales aplicables.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La condición actual de la cobertura vegetal, los usos existentes y las características del entorno inmediato se encuentran documentados mediante la Memoria Fotográfica que se integra como Anexo 8, en la cual se muestran las condiciones observadas en el sitio y sus áreas colindantes.

I.4.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La zona donde se localiza el Proyecto presenta antecedentes de urbanización y de desarrollo habitacional y turístico. De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Hermosillo 2023, el predio se encuentra dentro de los Límites de Centro de Población y en una Zonificación Primaria de Área Urbanizada. Asimismo, el Informativo de Uso de Suelo correspondiente identifica una zonificación secundaria de Reserva de Crecimiento y establece como uso compatible el Habitacional Plurifamiliar, vertical y horizontal, asociado al desarrollo de departamentos habitacionales.

El entorno inmediato del Proyecto forma parte de un sector de Bahía de Kino con vocación predominantemente habitacional y turística, en el que se han desarrollado proyectos residenciales vinculados con el aprovechamiento recreativo y paisajístico de la zona costera. La localización del predio permite su integración con la estructura urbana existente y con la red vial del sector, particularmente mediante la Avenida del Paraíso.

En cuanto a los servicios requeridos, el Proyecto contará con suministro de energía eléctrica mediante la infraestructura existente y las obras de conexión que correspondan. El abastecimiento de agua del Proyecto se realizará mediante agua desalada, mientras que el manejo de las aguas residuales se efectuará mediante biodigestores, cuyo efluente tratado podrá aprovecharse para el riego de las áreas verdes. Los lodos generados durante su operación y mantenimiento serán retirados por empresas autorizadas para su manejo y disposición final.

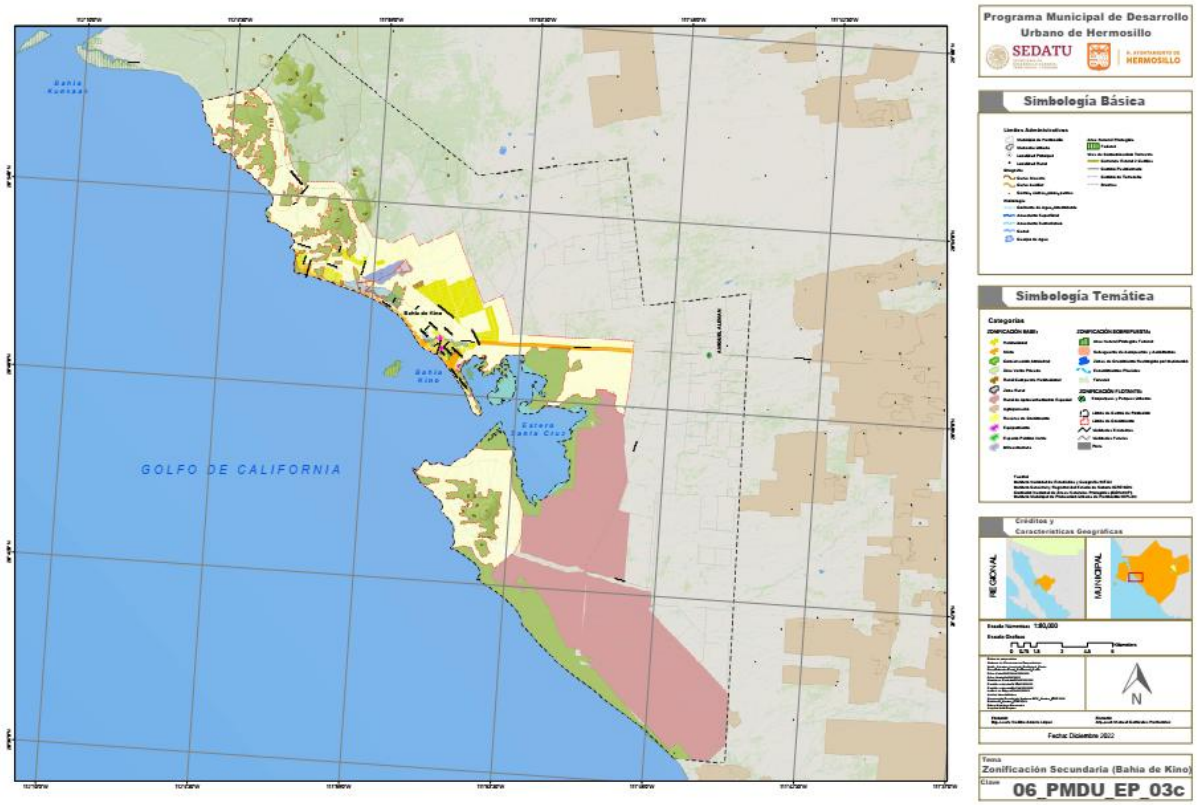


Figura I. 11. Mapa de Zonificación Secundaria (Bahía de Kino) donde se indica que el área del proyecto se localiza dentro de área urbanizada. (Mapa clave: 06_PMDU_EP_03c; tomado del PMDUH)

I.5. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El Proyecto fue concebido bajo un esquema de desarrollo asociado al concepto de Nuevo Urbanismo, orientado a integrar edificaciones habitacionales, áreas de servicio, espacios comunes, andadores y circulaciones peatonales dentro de una organización urbana a escala humana. El diseño busca favorecer la convivencia, accesibilidad y relación funcional entre los diferentes componentes del desarrollo.

Las obras previstas comprenden urbanización, infraestructura de servicios, áreas comunes, accesos, estacionamientos, andadores y circulaciones peatonales, además de las edificaciones, procurando su integración con las condiciones naturales y paisajísticas del sitio.

I.5.1. Obras contempladas

El Proyecto será desarrollado en una sola etapa general de construcción, conforme al programa de trabajo establecido para un periodo de hasta 36 meses. A la fecha de elaboración de la presente MIA no se han iniciado obras de preparación del sitio ni de construcción dentro del Área del Proyecto.

Las obras contempladas incluyen la adecuación del terreno, excavaciones, nivelaciones y conformación de superficies; obras de urbanización; construcción de edificaciones habitacionales; restaurante; áreas comunes; instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias; biodigestores; andadores, banquetas y circulaciones peatonales; estacionamientos; alberca; alumbrado exterior; paisajismo y establecimiento de áreas verdes.

Las obras se ejecutarán de manera gradual y coordinada, de acuerdo con el programa general de trabajo, permitiendo que las actividades de urbanización, construcción, instalaciones y acabados se desarrollen de forma sucesiva y, cuando técnicamente resulte conveniente, parcialmente simultánea.

I.5.2. Desarrollo de las obras

El desarrollo del Proyecto contempla principalmente:

1. Adecuación del terreno y ejecución de las obras de urbanización necesarias.
2. Construcción gradual de las edificaciones habitacionales.
3. Construcción del restaurante, alberca y demás áreas comunes.
4. Instalación de las redes eléctricas, hidráulicas y sanitarias, incluyendo los sistemas de biodigestores.
5. Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y demás superficies exteriores.
6. Instalación de alumbrado, equipamiento, paisajismo y establecimiento de áreas verdes.
7. Ejecución de acabados, pruebas y ajustes necesarios para la puesta en operación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.5.3. Programa General de Trabajo

En el cronograma de actividades que se presenta en la siguiente tabla se resumen las principales actividades previstas para el desarrollo del Proyecto durante un periodo de **36 meses**. El programa considera, de manera integrada, la gestión y realización de estudios técnicos, ajustes al proyecto arquitectónico y proyectos ejecutivos, preparación del sitio, obras de urbanización, construcción de edificaciones, instalaciones, áreas comunes, paisajismo, acabados y puesta en operación.

Las diferentes actividades podrán desarrollarse de manera sucesiva o parcialmente simultánea, de acuerdo con las necesidades constructivas y con la programación específica de las obras, manteniendo en todo momento la secuencia general establecida en el programa.

En cuanto a la operación y mantenimiento, se contempla la realización periódica de actividades preventivas y correctivas sobre edificaciones, instalaciones, áreas comunes y equipamiento, con la finalidad de conservar sus condiciones de funcionamiento durante la vida útil del Proyecto.

Aunque por las características del desarrollo no se prevé de manera programada una etapa de abandono durante su vida útil, para efectos de la evaluación ambiental se considerará en el Capítulo IV un escenario hipotético de abandono, en el cual se analizará el retiro total de las instalaciones, estructuras y elementos asociados al Proyecto, así como las actividades necesarias para la limpieza, manejo de residuos y rehabilitación del sitio. Este escenario se incorpora únicamente con fines de evaluación de impactos y definición de medidas ambientales aplicables en caso de que eventualmente se presentara el cese definitivo de operaciones.

Tabla I. 3 Cronograma de actividades etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del proyecto.

Actividad	TRIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gestión y trámites	●	●										
Estudios y trabajos técnicos complementarios	●	●										
Ajustes al proyecto arquitectónico y proyectos ejecutivos	●	●	●									
Trazo y delimitación de áreas de obra	●	●										
Adecuación del terreno		●	●									
Excavaciones, nivelaciones y conformación del terreno		●	●	●	●							
Obras de urbanización			●	●	●	●	●					
Construcción de edificaciones habitacionales			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Construcción del restaurante				●	●	●	●					
Construcción de áreas comunes				●	●	●	●	●				
Instalaciones eléctricas					●	●	●	●	●	●		
Instalaciones hidráulicas					●	●	●	●	●	●		

Instalaciones sanitarias y biodigestores					•	•	•	•	•	•		
Andadores, banquetas y circulaciones peatonales						•	•	•	•	•		
Estacionamientos y superficies exteriores						•	•	•	•	•		
Construcción y equipamiento de alberca							•	•	•			
Alumbrado exterior							•	•	•	•		
Paisajismo y establecimiento de áreas verdes								•	•	•	•	
Acabados y equipamiento final									•	•	•	•
Pruebas, ajustes y puesta en operación											•	•
Inicio gradual de operación										•	•	•

I.5.4. Preparación del sitio

a) Acondicionamiento del terreno

Las actividades de preparación del sitio iniciarán con la delimitación de las áreas de trabajo, trazo de las obras y acondicionamiento gradual de las superficies donde se desarrollarán las edificaciones e infraestructura prevista.

El acondicionamiento comprenderá la limpieza de las superficies estrictamente necesarias para las obras, así como el retiro selectivo de vegetación y material superficial cuando interfieran con los trabajos de construcción. Estas actividades se realizarán de manera progresiva, con el propósito de limitar la intervención a las áreas requeridas y favorecer el desplazamiento de la fauna que eventualmente pudiera encontrarse en el sitio, previa aplicación de las medidas de ahuyentamiento, rescate y reubicación que correspondan.

Con base en las recomendaciones del Estudio de Mecánica de Suelos, se contempla además un despalme superficial de aproximadamente 15 a 20 cm en la porción sur del área de construcción, así como la preparación de las superficies necesarias para cimentaciones, rellenos y conformación del terreno.

Durante estas actividades podrán generarse emisiones de polvo, ruido y residuos vegetales, por lo que se implementarán medidas de control como humectación de superficies, delimitación de frentes de trabajo, mantenimiento adecuado de maquinaria y retiro periódico de materiales.

b) Apilamiento, carga y disposición de residuos

Los materiales resultantes de las actividades de limpieza y acondicionamiento serán separados de acuerdo con sus características. Los materiales resultantes de las actividades de limpieza y acondicionamiento serán separados de acuerdo con sus características. El material vegetal será manejado de manera que se evite la dispersión de semillas o propágulos de especies invasoras. Únicamente podrá aprovecharse como

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

aporte de materia orgánica aquel material cuya reutilización no represente riesgo de propagación de este tipo de especies; el resto será retirado y dispuesto de manera adecuada.

Los materiales que no puedan ser aprovechados serán acopiados temporalmente en sitios previamente definidos dentro del área de obra y posteriormente retirados para su disposición en instalaciones autorizadas. El almacenamiento temporal se realizará evitando la dispersión por viento, arrastre por escurrimientos o afectación de superficies no destinadas a las obras.

c) Trazo, excavaciones, relleno, compactación y nivelación del terreno

Posteriormente al acondicionamiento se realizarán las actividades de trazo, excavación, relleno, compactación y nivelación requeridas para las edificaciones, instalaciones y obras de urbanización.

El Estudio de Mecánica de Suelos establece que el subsuelo está constituido principalmente por arenas mal graduadas y arenas limosas mal graduadas, clasificadas como SP y SP-SM, y contempla diferentes alternativas de cimentación superficial, incluyendo zapatas corridas, zapatas aisladas y losas de cimentación.

Las excavaciones estarán asociadas principalmente con las cimentaciones, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, así como con las obras necesarias para la conformación de superficies. Los rellenos deberán realizarse con materiales que cumplan las características establecidas en el proyecto estructural y el Estudio de Mecánica de Suelos, colocándose y compactándose conforme a las especificaciones técnicas correspondientes.

Durante estas actividades los principales efectos potenciales estarán relacionados con la generación de polvo, emisiones de maquinaria, ruido, movimiento de materiales y modificación localizada de la superficie del terreno. Para su control se realizarán riegos periódicos, mantenimiento preventivo de maquinaria, delimitación de áreas de trabajo y ejecución de las actividades dentro de horarios apropiados.

I.5.5. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para apoyar las actividades de preparación del sitio y construcción se instalarán obras provisionales de carácter temporal, las cuales serán retiradas una vez concluidos los trabajos para los que fueron requeridas.

a) Almacén general

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Se instalará un almacén temporal destinado al resguardo de materiales, herramientas y equipo de construcción, tales como tuberías, conexiones, válvulas, materiales eléctricos y demás insumos necesarios para las obras.

Se contempla una instalación de aproximadamente 8 m de ancho por 12 m de largo y 3 m de altura, construida con materiales ligeros y desmontables. Su permanencia estará limitada al periodo de construcción del Proyecto.

Los residuos derivados de su instalación y posterior retiro serán recolectados y manejados conforme al sistema general de manejo de residuos de la obra.

b) Taller de mantenimiento

No se contempla la instalación de un taller para mantenimiento mayor de maquinaria o vehículos dentro del predio. Las reparaciones y servicios especializados se realizarán preferentemente en establecimientos ubicados fuera del sitio.

Las actividades menores indispensables para la operación cotidiana de los equipos deberán realizarse adoptando las medidas necesarias para evitar derrames de combustibles, aceites o lubricantes.

c) Almacenamiento de combustibles

No se contempla el establecimiento de un almacén permanente de combustibles dentro del Proyecto. El abastecimiento de maquinaria y vehículos se realizará preferentemente en estaciones de servicio ubicadas en la región.

d) Oficinas temporales

Durante la construcción se dispondrá de oficinas temporales para las actividades administrativas, supervisión de obra, control de personal, manejo documental y seguimiento de las actividades constructivas y ambientales.

e) Comedor

Se instalará un comedor provisional para atender las necesidades del personal que participe en la construcción. Esta instalación será de carácter temporal y contará con un depósito de agua para las actividades de limpieza y aseo.

Se contempla un tanque con capacidad aproximada de 5,000 litros, además de las instalaciones básicas necesarias para el funcionamiento del área.

f) Sanitarios

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Durante la construcción se instalarán sanitarios portátiles en proporción aproximada de un sanitario por cada 15 trabajadores. Su limpieza y mantenimiento se realizará periódicamente mediante una empresa especializada, evitando cualquier descarga de aguas residuales directamente al terreno.

I.5.6. Etapa de construcción

La construcción comprenderá las obras de cimentación, edificación, infraestructura de servicios, urbanización, áreas comunes y equipamiento contemplados en el proyecto ejecutivo. Las distintas actividades se desarrollarán de manera gradual conforme al programa general de trabajo.

a) Cimentaciones y bases

Las cimentaciones serán de tipo superficial y se definirán de manera definitiva mediante el proyecto estructural, considerando los resultados y recomendaciones del Estudio de Mecánica de Suelos. Entre las alternativas analizadas se encuentran las zapatas corridas, zapatas aisladas y losas de cimentación.

Las obras comprenderán el trazo de las estructuras, excavación de las áreas de cimentación, preparación de las superficies de desplante, colocación de elementos estructurales y relleno posterior de las excavaciones.

Para las zapatas, el estudio recomienda realizar excavaciones a cielo abierto y posteriormente colocar los elementos de cimentación conforme a las dimensiones y especificaciones definidas en los planos estructurales.

Las actividades de excavación y manejo de materiales podrán generar temporalmente polvo, ruido y emisiones de maquinaria, por lo que se aplicarán medidas de humectación y mantenimiento preventivo de los equipos.

b) Construcción de estructuras, muros y cubiertas

Las edificaciones se construirán mediante sistemas convencionales definidos por el proyecto arquitectónico y estructural. Se contempla el empleo de materiales como ladrillo térmico, block de concreto, concreto reforzado y otros materiales apropiados para las condiciones ambientales del sitio.

Las losas, entrepisos y cubiertas se ejecutarán conforme a las especificaciones estructurales correspondientes, pudiendo incorporar losas macizas y sistemas de vigueta y bovedilla, de acuerdo con las características particulares de cada edificio.

c) Construcción de edificaciones y áreas interiores

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La construcción de las edificaciones habitacionales, restaurante y áreas comunes comprenderá levantamiento de muros, elementos estructurales, divisiones interiores, acabados, cancelería, carpintería y demás componentes previstos en los proyectos arquitectónicos.

Durante estos trabajos se generarán residuos de construcción como fragmentos de block, concreto, madera, empaques, cartón, vidrio, metales y otros materiales. Se realizarán actividades periódicas de limpieza y separación para evitar su dispersión y facilitar su aprovechamiento o disposición adecuada.

d) Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas comprenderán la colocación de canalizaciones, cableado, tableros, sistemas de tierra, contactos, apagadores, luminarias y demás elementos necesarios para la operación de las edificaciones.

La incorporación del Proyecto al sistema de suministro eléctrico se realizará mediante las gestiones y obras correspondientes ante la Comisión Federal de Electricidad. La infraestructura de distribución interna se instalará preferentemente de manera subterránea.

En áreas exteriores se incorporarán luminarias de bajo consumo y, cuando resulte técnicamente conveniente, sistemas de iluminación mediante energía solar.

e) Instalaciones hidráulicas y sanitarias

Las instalaciones hidráulicas comprenderán las redes internas necesarias para la distribución de agua hacia las unidades habitacionales, restaurante, áreas comunes y servicios.

Para el manejo de las aguas residuales se instalarán biodigestores, dimensionados de acuerdo con las necesidades del Proyecto. Estos sistemas proporcionarán tratamiento mediante procesos anaerobios. El efluente tratado podrá destinarse al riego de las áreas verdes, siempre que cumpla con las condiciones de calidad aplicables para dicho aprovechamiento; en caso contrario, deberá recibir el tratamiento complementario o manejo que corresponda. Los lodos generados durante la operación y mantenimiento de los biodigestores serán retirados por empresas autorizadas para su manejo y disposición final.

f) Andadores, estacionamientos y áreas exteriores

Se construirán andadores, banquetas, circulaciones peatonales, estacionamientos y demás superficies exteriores contempladas en el diseño.

En determinadas áreas podrán emplearse materiales y soluciones que permitan mantener cierto grado de permeabilidad del terreno. Para los andadores se contempla,

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

entre otras alternativas, el uso de madera tratada y materiales compatibles con las características paisajísticas del sitio.

Los estacionamientos podrán incorporar superficies permeables mediante bases estabilizadas, gravilla u otros materiales adecuados, procurando reducir la superficie completamente impermeabilizada.

g) Áreas comunes, restaurante y alberca

El Proyecto contempla la construcción de un restaurante, áreas comunes destinadas a convivencia y recreación, así como una alberca y espacios exteriores asociados.

La alberca contará con sistemas de alimentación, recirculación y tratamiento de agua definidos conforme al proyecto ejecutivo correspondiente.

h) Paisajismo y áreas verdes

Las áreas destinadas a jardinería serán conformadas preferentemente con especies nativas o adaptadas a las condiciones ambientales de la región, procurando reducir las necesidades de riego y mantenimiento.

Para su mantenimiento podrá utilizarse el agua previamente tratada mediante los biodigestores, siempre que cumpla con las condiciones de calidad aplicables para su aprovechamiento en riego, disminuyendo así los requerimientos de agua destinada específicamente a esta actividad.

I.5.7. Operación y Mantenimiento

Una vez concluidas las obras, la operación estará asociada principalmente con el uso habitacional de las edificaciones, funcionamiento del restaurante, utilización de áreas comunes, estacionamientos, alberca, espacios exteriores y demás infraestructura del Proyecto.

Durante esta etapa se realizarán actividades periódicas de mantenimiento preventivo y correctivo en edificaciones, instalaciones eléctricas e hidráulicas, biodigestores, áreas comunes, alumbrado, alberca, áreas verdes y demás equipamiento.

El mantenimiento tendrá como finalidad conservar las instalaciones en condiciones adecuadas de seguridad, funcionalidad y desempeño durante la vida útil del Proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Las actividades de mantenimiento de los biodigestores incluirán la purga y retiro periódico de los lodos generados, los cuales serán entregados a empresas autorizadas para su manejo y disposición final.

I.5.8. Descripción de obras complementarias al proyecto

Las obras complementarias corresponden principalmente a los componentes necesarios para el funcionamiento integral del desarrollo, entre ellos las redes hidráulicas, sanitarias y eléctricas, alumbrado exterior, andadores, banquetas, estacionamientos, áreas verdes, biodigestores, alberca y equipamiento de áreas comunes.

Estas obras forman parte funcional del Proyecto y serán desarrolladas de manera coordinada con las edificaciones principales, por lo que sus efectos ambientales serán considerados conjuntamente dentro de la presente MIA.

I.5.9. Etapa de abandono del sitio

Debido a la naturaleza habitacional del Proyecto y a la vida útil estimada para sus edificaciones e infraestructura, no se contempla actualmente una fecha programada para su abandono definitivo. Durante la operación se prevé realizar actividades de mantenimiento, rehabilitación y sustitución de componentes que permitan prolongar su funcionamiento.

No obstante, para efectos de la evaluación de impacto ambiental se considerará un escenario hipotético de abandono. Bajo este supuesto se contemplará el cese definitivo de las actividades, retiro de instalaciones y estructuras, desmontaje de infraestructura y equipamiento, manejo y disposición de los residuos generados, limpieza del sitio y ejecución de las acciones necesarias para su estabilización y rehabilitación.

Los impactos correspondientes a este escenario serán considerados en el Capítulo IV, aun cuando su ocurrencia no se encuentre programada dentro de la vida útil actualmente prevista para el Proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.5.10. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

a) Residuos sólidos

Durante la preparación del sitio y construcción se generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial asociados principalmente con las actividades del personal, acondicionamiento del terreno, excavaciones y ejecución de las obras.

Entre los residuos esperados se encuentran restos de materiales de construcción, empaques, cartón, madera, plásticos, metales, fragmentos de concreto, block y otros materiales derivados de la obra.

Los residuos serán separados y almacenados temporalmente en contenedores o áreas específicamente acondicionadas para este propósito. Los materiales susceptibles de reutilización o valorización serán separados cuando resulte técnicamente viable, mientras que los restantes serán retirados mediante prestadores de servicios y enviados a sitios autorizados.

Durante la operación se generarán principalmente residuos sólidos urbanos asociados con las unidades habitacionales, restaurante, áreas comunes y actividades de mantenimiento. Estos residuos serán almacenados temporalmente en sitios destinados para tal efecto y entregados al servicio de recolección correspondiente.

b) Residuos líquidos y aguas residuales

Durante la construcción, las aguas residuales sanitarias generadas por los trabajadores serán manejadas mediante sanitarios portátiles, cuyo mantenimiento y retiro será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio.

Durante la operación, las aguas residuales generadas por las unidades habitacionales, restaurante y áreas de servicio serán conducidas hacia biodigestores para recibir tratamiento primario mediante procesos anaerobios.

El efluente tratado podrá aprovecharse para el riego de las áreas verdes del Proyecto, siempre que cumpla con las condiciones de calidad aplicables para dicho uso. En caso de requerirse, se implementará el tratamiento complementario necesario. Su manejo deberá evitar escurrimientos hacia superficies externas o hacia la Zona Federal Marítimo Terrestre.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Los lodos resultantes del proceso de tratamiento serán extraídos periódicamente y entregados a empresas autorizadas para su transporte, manejo y disposición final.

c) Emisiones a la atmósfera

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se generarán temporalmente emisiones provenientes de la operación de maquinaria, vehículos de carga y equipo de construcción, así como partículas suspendidas derivadas del movimiento de suelo y materiales.

Para reducir estas emisiones se mantendrá la maquinaria en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento, se evitará mantener equipos encendidos cuando no estén en uso y se realizará la humectación de las superficies susceptibles de generar polvo.

Durante la etapa de operación las emisiones directas serán considerablemente menores y estarán asociadas principalmente con el tránsito vehicular, actividades de mantenimiento y funcionamiento cotidiano de las instalaciones.

I.5.11. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Durante la preparación del sitio y construcción se establecerán áreas específicas para el almacenamiento temporal de residuos, diferenciando los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y, en caso de generarse, aquellos que por sus características requieran manejo particular.

Las áreas de almacenamiento deberán mantenerse ordenadas, señalizadas y acondicionadas de manera que se evite la dispersión de materiales, generación de lixiviados o contaminación del suelo.

Los residuos serán retirados periódicamente mediante servicios de recolección o empresas autorizadas, según corresponda a su clasificación, y enviados a instalaciones legalmente autorizadas para su aprovechamiento, tratamiento o disposición final.

Durante la operación se contará con espacios destinados al almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos generados por las viviendas, restaurante y áreas comunes, desde donde serán retirados mediante el sistema de recolección correspondiente.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Asimismo, los lodos procedentes del mantenimiento de los biodigestores serán retirados por empresas autorizadas y manejados conforme a las disposiciones aplicables, evitando su disposición directa dentro del predio o en áreas circundantes.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

El sector turístico y de descanso en Bahía Kino, en los últimos años ha tenido un crecimiento importante hacia la zona de Kino Nuevo, derivado de la infraestructura ya instalada de servicios y urbanización. Sin embargo, la zona sur de Bahía Kino hacia la barra del estero La Cruz, ha sido muy lenta la ocupación fundamentalmente por la falta justamente de infraestructura de agua potable y drenaje. Además de los cuidados que deben de tenerse para el manejo de las aguas residuales y los efectos que pueden tener en el ambiente, si no se hacen las cosas bajo un estricto control, manejo y disposición de los elementos productos de la construcción. Por otro lado, las amenidades que ofrece el medio ambiente, son propiamente los elementos que le dan atractivo al área para motivar la adquisición de sus condominios, por tanto, es preponderante que las cosas se realicen con el más estricto apego a la normatividad y cuidando justamente el medio que lo rodea.

La demanda de este tipo de servicios en Bahía Kino, sobre todo en esta área tan tranquila fuera de todo el movimiento que genera el aglomeramiento de gente en las zonas más habitadas, le da por supuesto un plus a estas áreas, sobre todo para aquellos clientes, nacionales o extranjeros que buscan el descanso y el relax que un sitio de playa puede ofrecer.

Adicionalmente, el tener un frente de playa tranquilo donde para la mayoría de la gente, curiosamente no tiene atractivo justamente por su tranquilidad y poca afluencia, le da a este sitio características muy particulares, que para otro tipo de personas ven en esa condición su principal amenidad.

II.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y cuya última reforma fue publicada el 19 de enero de 2026. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente constituye en este caso el principal instrumento legal para evaluar un desarrollo inmobiliario bajo régimen de condominio, con fines habitacionales y turísticos, ubicado en zona costera. Por tratarse de un desarrollo inmobiliario que puede afectar ecosistemas costeros, el Proyecto se encuentra sujeto a evaluación de impacto ambiental de competencia federal, conforme al artículo 28, fracción IX, de la propia Ley.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

El espíritu de una manifestación de impacto ambiental es contemplar y prevenir los impactos al ambiente desde la etapa de planeación del proyecto. Para el caso del presente proyecto se utilizaron los puntos de la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, del sector Turismo.

Este instrumento tiene aplicación en el desarrollo del presente proyecto, principalmente por las siguientes disposiciones:

• Art. 28, fracc. IX. Establece que los desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros deberán contar previamente con autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

• Art. 30. Establece la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental para obtener la autorización correspondiente, en la que deberán describirse los posibles efectos de la obra o actividad sobre los ecosistemas y señalarse las medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias para reducir los efectos ambientales negativos.

Los reglamentos de la LGEEPA que caben en la regulación de este proyecto son:

II.2. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000 y su última reforma del 31 de octubre de 2014. Este reglamento reglamenta la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal y establece el procedimiento y requisitos para la presentación, evaluación y autorización de obras y actividades que requieren manifestación de impacto ambiental. Para un desarrollo inmobiliario ubicado en zona costera con fines de turismo recreativo, la aplicación de este reglamento es determinante en la estructura y contenido de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, así como en el procedimiento administrativo ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En particular, el Proyecto se vincula con el artículo 5, inciso Q), del Reglamento, relativo a los desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros, dentro del cual se incluyen expresamente la construcción y operación de condominios, desarrollos habitacionales, restaurantes e infraestructura turística o urbana. En consecuencia, la realización del Proyecto requiere previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

II.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

El **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora**, fue propuesto por la Secretaría de Infraestructura urbana y Ecología del Gobierno del Estado de Sonora y elaborado en 1996 por el Centro de Investigación y Desarrollo de Sonora (CIDESON), posteriormente Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable en el Estado de Sonora (IMADES) y hoy Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES); presentado ante el Instituto Nacional de Ecología (INE) para su revisión, aceptación y decreto: Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora; Tomo CXCV; Número 41, Secc. III de fecha 21 de mayo de 2015.

El Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora se concibe como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el óptimo uso y manejo de los recursos naturales en el territorio estatal. Dentro de sus objetivos y metas están:

- Regular e inducir el uso del suelo a partir de la aptitud del terreno.
- Analizar la influencia de las actividades productivas y el desarrollo sobre el ambiente y los recursos naturales.
- Establecer una estrategia que garantice la seguridad del entorno y la población.

El área del proyecto se encuentra dentro de **la UGA P00-0/01 PLAYA/BARRA**, la playa corresponde a una topoforma formada por material arenoso, desarrollada a lo largo de la costa, mientras que la barra de es un banco de arena que se forma en el mar, por loque esta UGA está relacionada con ambos porque es difícil separarlas a la escala de trabajo del POET de Sonora. Este es un sistema de topoformas asociado a casi toda la costa del estado, pues coexiste en las tres subprovincias costeras: **Subprovincia 06 Desierto de Altar**, con 17,451 ha, la **Subprovincia 08 Sierras y llanuras sonorenses**, con 45,528 ha, de la **Provincia II Llanura Sonorense**, hasta la **Subprovincia 32 Llanura costera y deltas de Sonora y Sinaloa** de la **Provincia VII Llanura costera del Pacífico**, con 15,585 ha, sumando en total 78,564 ha. Son terrenos con pendientes suaves en el caso de las playas, suelos con textura gruesa. El clima es caliente y seco.

Entre los elementos biológicos asociados predominan la vegetación de dunas costeras y aves migratorias. En esta UGA no se tiene reserva porque son adyacentes a los humedales costeros.

Entre las actividades posibles dentro de la UGA están el **turismo tradicional o de sol y playa**, por lo que, en el caso del Proyecto, las actividades posibles son compatible, además que se están cuidando todas las disposiciones que en la materia apliquen, para que los propios recursos del medio ambiente se sigan manteniendo como parte de las amenidades que se ofrecen, lo que atrae a potenciales clientes con interés en este tipo de proyectos sustentables.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

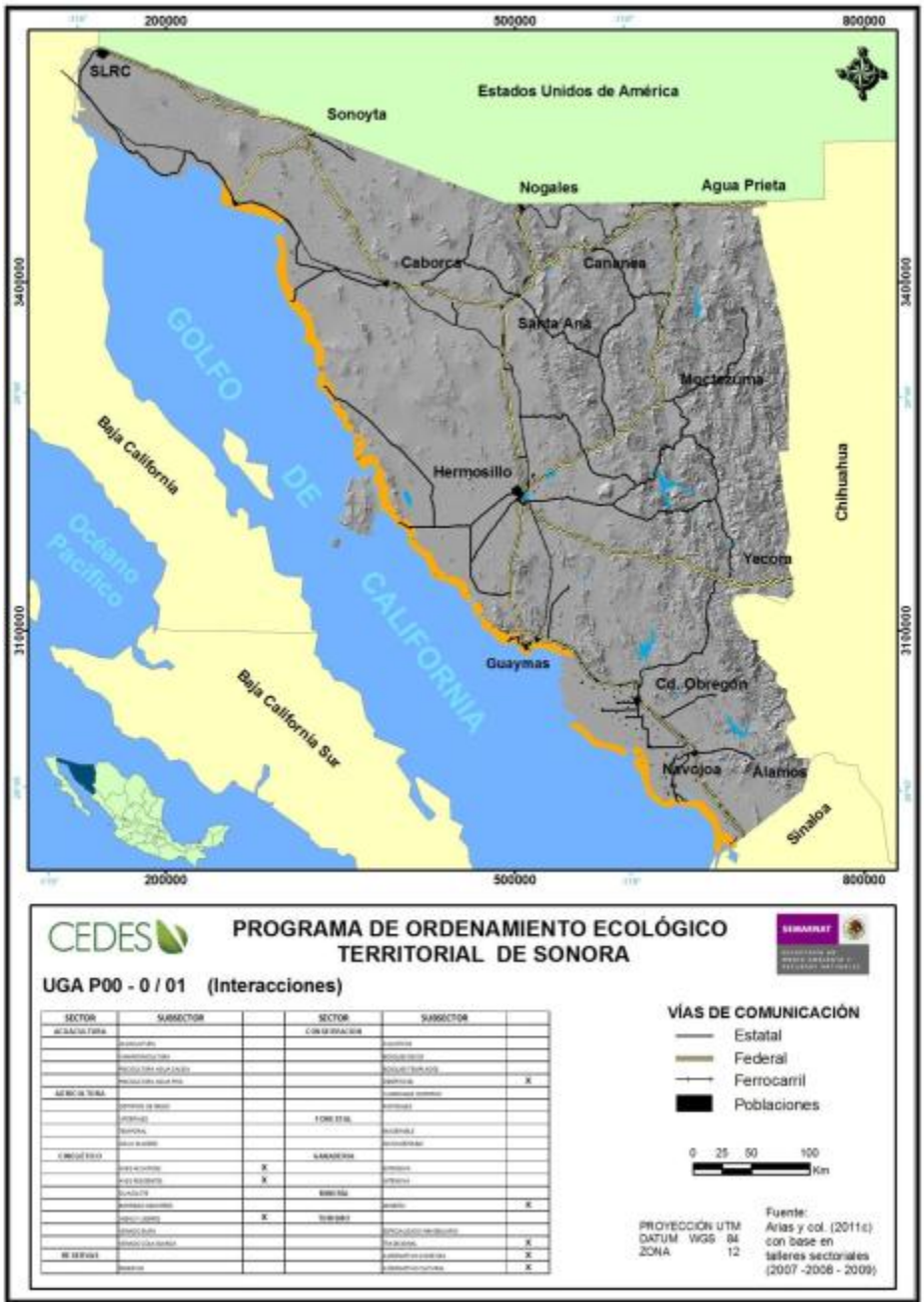


Figura II. 1. Mapa de localización de la UGA P00-0/01 Playa/Barra.

En la siguiente tabla, se presenta los lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la UGA P00-0/01 Playa/Barra que aplica al proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla II. 1. Matriz de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la UGA P00-0/01 Playa/Barra.

UGA	Aptitud	Lineamiento ecológico	Criterio de Regulación Ecológica	Estrategia Ecológica.
P00-0/01	T2.- Turismo tradicional.	Aprovechamiento sustentable de la cacería y el turismo sustentable.	CRE-08.- Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente. CRE-22.- Evitar la contaminación visual, los impactos sobre la calidad escénica o la degradación de atractivos naturales por el desarrollo de infraestructura. CRE-46.- Cumplir con la normatividad vigente en materia de turismo. CRE-47.- El diseño de los proyectos turísticos debe asegurar un consumo eficiente del recurso agua para no rebasar la capacidad de recarga de los acuíferos de la región. CRE-52.- Cumplimiento con los requisitos mínimos de calidad en servicios e infraestructura turística.	T2.- Mejoramiento de los estándares de construcción e imagen urbana en los sitios aptos para turismo tradicional e inmobiliario para el 2030.

Como ya se mencionó, el concepto del proyecto, fue concebido como un desarrollo innovador que se basa en el concepto Nuevo Urbanismo, considerado un enfoque de planificación y desarrollo, basado en los principios de cómo se habían construido los pueblos y ciudades en los siglos pasados: andadores y calles transitables, viviendas y lugares de compras cercanas y espacios públicos accesibles. En otras palabras: Es un nuevo urbanismo que se centra en el diseño urbano a escala humana.

Entre los aspectos más importantes que distinguen este proyecto se pueden mencionar:

- Uso eficiente del agua y manejo de las aguas residuales mediante biodigestores, considerando el posible aprovechamiento del efluente tratado para el riego de áreas verdes siempre que cumpla con las condiciones de calidad aplicables.
- Planteamiento del proyecto arquitectónico procurando limitar la intervención del terreno a las superficies requeridas para las obras y utilizando sistemas de cimentación superficial de acuerdo con las recomendaciones del Estudio de Mecánica de Suelos.
- Integración del proyecto con la belleza escénica considerando diseños novedosos y adaptados para el tipo de ecosistemas presentes.

Por lo anterior, se puede observar que las actividades del proyecto corresponden a turismo tradicional o se sol, que corresponde a las actividades posibles dentro la UGA P00-0/01 Playa/Barra, además se ajusta a los lineamientos, criterios de regulación y estrategias ecológicas aplicables a un proyecto de esta naturaleza.

II.4. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Ordenamiento Ecológico es uno de los principales instrumentos de la política ambiental mexicana que propone sentar las bases para planificar el uso del suelo en el territorio nacional.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), tiene como objetivo llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El programa de ordenamiento ecológico está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales aplicables a esta regionalización.

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental.

El área del proyecto se encuentra dentro de la **UAB 8 Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales**, dentro de la **región ecológica 15.33**, donde aplica una **política ambiental de Aprovechamiento Sustentable y Restauración con Nivel de Atención Prioritaria Baja, con Rectores de Desarrollo de preservación de flora y fauna y turismo**.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

El Proyecto incorpora medidas orientadas a reducir sus efectos ambientales y contempla acciones de reforestación con especies regionales, por lo que mantiene congruencia con la política de Aprovechamiento Sustentable y Restauración establecida para la UAB correspondiente.

II.5. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETES)

Este programa fue ABROGADO mediante el Decreto publicado en el Número 41 Secc. III del Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora, de fecha 21 de mayo de 2015 por el que se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETES).

El TRANSITORIO del citado Decreto establece textualmente, lo siguiente:

> ***ARTÍCULO SEGUNDO. -*** *El presente Decreto abroga el Decreto que Aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora, publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora Número 15, Sección III, de fecha 20 de agosto de 2009.*

II.6. PLANES DE DESARROLLO

II.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

La Constitución ordena que el Estado mexicano debe dirigir el desarrollo nacional y ser garante de la sustentabilidad. El artículo 26 establece que debe de organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional, esa planeación será democrática y deliberativa. Así, el desarrollo nacional es tarea de todos. En el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 convergen ideas y visiones, así como propuestas y líneas de acción para llevar a México a su máximo potencial.

El Plan Nacional de Desarrollo es, primero, un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse con congruencia al Plan Nacional de Desarrollo.

En resumen, el Plan Nacional de Desarrollo considera que la tarea del desarrollo y del crecimiento corresponde a todos los actores, todos los sectores y todas las personas del país. El desarrollo no es deber de un solo actor, ni siquiera de uno tan central como lo es el Estado. El crecimiento y el desarrollo surgen de abajo hacia arriba, cuando cada

persona, cada empresa y cada actor de nuestra sociedad son capaces de lograr su mayor contribución.

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 está vinculado con los compromisos del actual gobierno mediante 4 ejes principales:

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana
2. Desarrollo con bienestar y humanismo
3. Economía moral y trabajo
4. Desarrollo sustentable

Los 4 ejes generales integran las 14 Repúblicas que contienen los 100 compromisos del Gobierno:



El *Eje 4: Desarrollo sustentable, es el más relevante para la presente MIA, ya que establece como principios rectores:*

- Promover el ordenamiento ecológico del territorio, garantizando el aprovechamiento racional de los recursos naturales.
- Conservar ecosistemas estratégicos como humedales y zonas costeras, reconociendo su valor ecológico y de servicios ambientales.
- Fomentar un turismo responsable, que genere desarrollo económico local sin comprometer la integridad ambiental.
- Impulsar la transición energética y la economía circular para reducir la huella ecológica de las actividades productivas.
- Fortalecer la gestión y participación comunitaria en la protección del ambiente.

Vinculación del proyecto con el PND 2025-2030

El Proyecto, un desarrollo inmobiliario turístico de playa ubicado en la barra arenosa entre el Estero La Cruz y la Bahía de Kino, en Hermosillo, Sonora, guarda estrecha relación con los lineamientos del PND 2025–2030, particularmente en el eje de

Desarrollo sustentable, en la siguiente tabla de muestra los Ejes del PND 2025-2030 y como se relaciona con el proyecto.

Tabla II. 2 Vinculación de los Ejes del PND 2025-2030 con el proyecto.

Eje del PND 2025–2030	Vinculación con el Proyecto
Eje 3. Economía moral y trabajo digno	Se contempla la contratación de mano de obra local bajo condiciones de seguridad y legalidad, fomentando la economía regional a través de la demanda de bienes y servicios locales (materiales, transporte, comercio y turismo).
Eje 4. Desarrollo sustentable	La MIA incorpora medidas de ordenamiento territorial sustentable, conservación de ecosistemas costeros, manejo integral de residuos y uso eficiente de recursos hídricos. Además, el proyecto impulsa un modelo de turismo responsable, integra prácticas de economía circular y establece programas de educación y sensibilización ambiental.

II.6.2. Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2021-2027

El PED Sonora 2021–2027, publicado por el Gobierno del Estado de Sonora, constituye el instrumento rector de planeación estatal, elaborado en congruencia con el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Contabilidad Gubernamental, Ley de Planeación, Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios, Constitución Política del Estado de Sonora, Reglamento de la Ley de Planeación y en congruencia con los principios de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Dando como resultado un documento que integra la participación ciudadana y define las políticas públicas prioritarias para garantizar un desarrollo integral, equitativo y sustentable en la entidad.

El PED se estructura en cuatro ejes rectores:

1. **Un Gobierno para todas y todos.**
2. **El presupuesto social más grande de la historia.**
3. **La igualdad efectiva de los derechos.**
4. **Una coordinación histórica entre desarrollo y seguridad.**

Asimismo, incorpora **ejes transversales** como la igualdad de género, la sustentabilidad y la innovación, y establece **políticas prioritarias** en materia de reactivación económica, protección ambiental, fortalecimiento institucional, inclusión de pueblos originarios y ordenamiento territorial.

Vinculación con el Proyecto

El Proyecto se vincula con el Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2021–2027 principalmente a través de los objetivos asociados con la sostenibilidad del desarrollo regional, la reactivación económica y el desarrollo de infraestructura.

Su ejecución representa una inversión privada dentro de Bahía de Kino que generará demanda de mano de obra, materiales y servicios durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Asimismo, el desarrollo se realizará dentro de un sector incorporado a la dinámica urbana de la localidad y estará sujeto a las disposiciones de planeación territorial y ambiental aplicables.

Desde la perspectiva ambiental, el Proyecto incorpora medidas de prevención, mitigación y compensación relacionadas con el uso eficiente del agua, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos, conservación del suelo, protección de fauna, reforestación y seguimiento ambiental, contribuyendo a compatibilizar el desarrollo de la actividad inmobiliaria con los criterios de sustentabilidad aplicables al territorio.

II.6.3. Plan Municipal de Desarrollo de Hermosillo 2025-2027

El Plan Municipal de Desarrollo de Hermosillo 2025-2027 (PMD 2025-2027) consta de cinco frentes estratégicos rectores:

- Frente 1: Hermosillo en paz y conectado.
- Frente 2: Hermosillo sostenible e innovador.
- Frente 3: Hermosillo activo y competitivo.
- Frente 4: Hermosillo vivo e incluyente.
- Frente 5: Hermosillo ciudadano y transparente.

Este PMD se encuentra apegado al marco normativo aplicable en materia de planeación, presupuesto y evaluación municipal que comprende leyes y reglamentos de orden federal, estatal y municipal:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Sonora.
- Ley General de Contabilidad Gubernamental.
- Ley de Planeación del Estado de Sonora.
- Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- Ley de Acceso a la Información Pública y de Protección de Datos Personales del Estado de Sonora.
- Ley de Participación Ciudadana del Estado de Sonora.
- Ley de Gobierno y Administración Municipal.
- Reglamento Interior de la Administración Pública Municipal Directa del H. Ayuntamiento de Hermosillo.
- Reglamento de Planeación Municipal de Hermosillo.
- Ley General de Responsabilidades Administrativas.
- Ley Estatal de Responsabilidades.
- Ley de Hacienda Municipal.
- Ley de Fiscalización Superior para el Estado de Sonora.

Así mismo, este se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que contribuye al cumplimiento de metas cruciales como la sostenibilidad ambiental, la inclusión social y el desarrollo económico. Entre los ODS más relevantes se destacan el ODS 1 (Fin de la pobreza), el ODS 3 (Salud y bienestar), el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y el ODS 13 (Acción por el clima), entre otros. El gobierno municipal tiene la oportunidad de incidir de manera significativa, mediante políticas públicas que favorezcan la adaptación al cambio climático, la protección de los ecosistemas locales y la transición hacia fuentes de energía renovable. Esto se logra promoviendo el desarrollo de ciudades sostenibles a través de un diseño urbano inteligente, la mejora de la movilidad, la promoción de la eficiencia energética y otras acciones que contribuyan a un entorno más sustentable y resiliente. Este enfoque integral permite al municipio avanzar de manera coherente y efectiva hacia el cumplimiento de sus compromisos, generando un impacto positivo en la calidad de vida de sus habitantes y en el bienestar global.

El Proyecto se vincula con diversos objetivos del Plan Municipal de Desarrollo de Hermosillo 2025–2027, particularmente con aquellos relacionados con el desarrollo urbano sostenible, ordenamiento territorial, infraestructura verde y promoción de la actividad económica. En la siguiente tabla se presentan los retos, estrategias y líneas de acción del Frente 3: Hermosillo Activo y Competitivo que presentan una relación directa con el Proyecto.

Tabla II. 5. Vinculación del Proyecto con los retos del Frente 3 del PMD 2025-2027.

Reto	Estrategia	Líneas de acción.
3.1. Promover la competitividad económica de acuerdo con la vocación de las	3.1.2. Fomentar y supervisar el cumplimiento del Programa Municipal de Desarrollo	3.1.2.2. Otorgar licencias de uso de suelo que cumplan con los requisitos establecidos en la

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

localidades urbanas y rurales del municipio de Hermosillo, respetando el medio ambiente para generar bienestar social.	Urbano del Municipio de Hermosillo mediante la implementación de políticas, directrices y normativas que impulsen la sostenibilidad y la mejora de la competitividad.	normativa vigente y contribuyan al bien estar social y al desarrollo económico del municipio de Hermosillo. 3.1.2.3. Emitir permisos, autorizaciones y licencias de construcción conforme a los programas y normativa vigente. 3.1.2.4. Emitir autorizaciones de desarrollos inmobiliarios y licencias de urbanización de acuerdo con los programas, estudios y normativa vigente. 3.1.2.6. Vigilar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Reglamento de Publicidad Exterior. 3.1.2.7. Emitir los dictámenes de congruencia, impacto vial e infraestructura verde, alineados con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Hermosillo.
3.3. Promover el ordenamiento y la planeación territorial como articuladores del bienestar de las personas y del uso eficiente del suelo, facilitando un crecimiento sostenido y sustentable.	3.3.1. Fomentar el desarrollo sostenible mediante la promoción del uso racional y eficiente de los recursos y el aprovechamiento de tecnologías de vanguardia en favor del medio ambiente.	3.3.1.2. Promover la aplicación de infraestructura verde en los desarrollos inmobiliarios del municipio de Hermosillo. 3.3.1.3. Elaborar guías técnicas para edificaciones públicas y privadas enfocadas en la reducción de emisiones y el uso de energías limpias y renovables.
3.6. Promover y facilitar la inversión nacional y extranjera hacia el municipio que contribuya a la creación de empleos, y al desarrollo de una nueva economía basada en el conocimiento, vinculando las vocaciones de la ciudad de Hermosillo para su integración a redes de	3.6.1. Desarrollar programas de promoción económica y atención a inversionistas, identificando sectores estratégicos que maximicen las oportunidades de creación de clústeres en los que participe la industria local.	3.6.1.1. Generar condiciones propicias para que las empresas nacionales e internacionales puedan instalarse en el municipio de Hermosillo.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

proveeduría local, nacional e internacional.		
3.8. Detonar el desarrollo económico y turístico de Hermosillo para posicionarlo nacional e internacionalmente como la mejor ciudad para visitar, vivir y trabajar del noroeste del país.	3.8.1. Promover las atracciones turísticas del municipio de Hermosillo y el turismo de negocios y de la salud para potenciar el impacto económico del sector.	3.8.1.2. Realizar y difundir eventos turísticos para la atracción de visitantes, nacionales y extranjeros. 3.8.1.3. Participar en eventos nacionales e internacionales de promoción del municipio de Hermosillo como destino turístico y de negocios para visitantes e inversionistas. 3.8.1.4. Promover y otorgar capacitación en materia de desarrollo turístico, a los prestadores de servicios, a organismos e instituciones públicas y privadas, y a servidores públicos, incluidos los elementos de la Policía Turística

Como se puede apreciar, el Proyecto se vincula con los objetivos y estrategias del **Plan Municipal de Desarrollo de Hermosillo 2025–2027**, principalmente dentro del **Frente 3: Hermosillo Activo y Competitivo**, orientado a fortalecer la economía municipal mediante el desarrollo ordenado, la inversión y el respeto al entorno ambiental.

El proyecto contribuye al cumplimiento de las líneas de acción del plan al promover un **modelo de desarrollo inmobiliario y turístico que incorpora los criterios del Programa Municipal de Desarrollo Urbano**, asegurando congruencia con los instrumentos de planeación territorial. Asimismo, se ajusta a las disposiciones municipales al requerir y gestionar licencias, dictámenes y permisos conforme a la normatividad vigente, favoreciendo la planeación urbana y el uso eficiente del suelo.

El desarrollo turístico del proyecto genera **sinergia con las estrategias municipales de atracción de inversión y diversificación económica**, al detonar actividades vinculadas con el turismo, la construcción, los servicios y la movilidad. También se alinea con la política local de fomentar infraestructura verde, uso racional de los recursos naturales y aplicación de tecnologías orientadas a la sostenibilidad.

En conjunto, el proyecto contribuye al propósito del **PMD 2025–2027** de consolidar a Hermosillo como un municipio competitivo, sostenible y con capacidad para atraer inversión turística responsable, integrando las acciones de ordenamiento, planeación urbana y desarrollo económico bajo un enfoque de gestión ambiental y cumplimiento normativo.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

II.7. DECRETO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA O ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN

II.7.1. Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la cartografía consultada, el sitio del Proyecto se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas. El Área Natural Protegida federal más próxima corresponde al Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, dentro de la cual se encuentra Isla Alcatraz, localizada en Bahía de Kino aproximadamente a 3.7 km del sitio del Proyecto. El Proyecto no contempla obras o actividades dentro de dicha área protegida

.

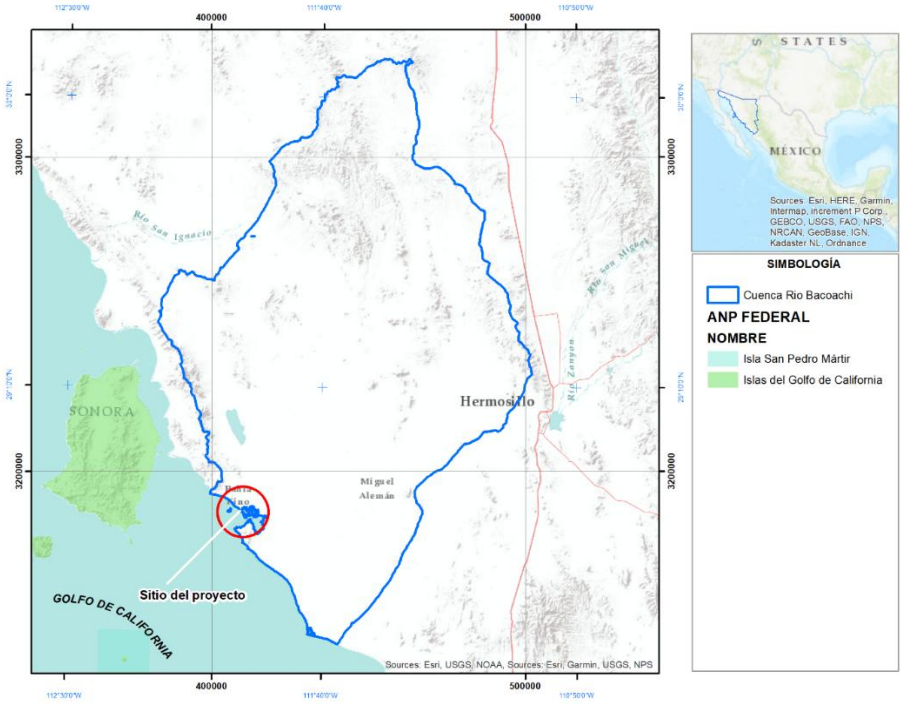


Figura II. 2 Áreas Naturales Protegidas Federales en el Estado de Sonora cercanas al área del proyecto.

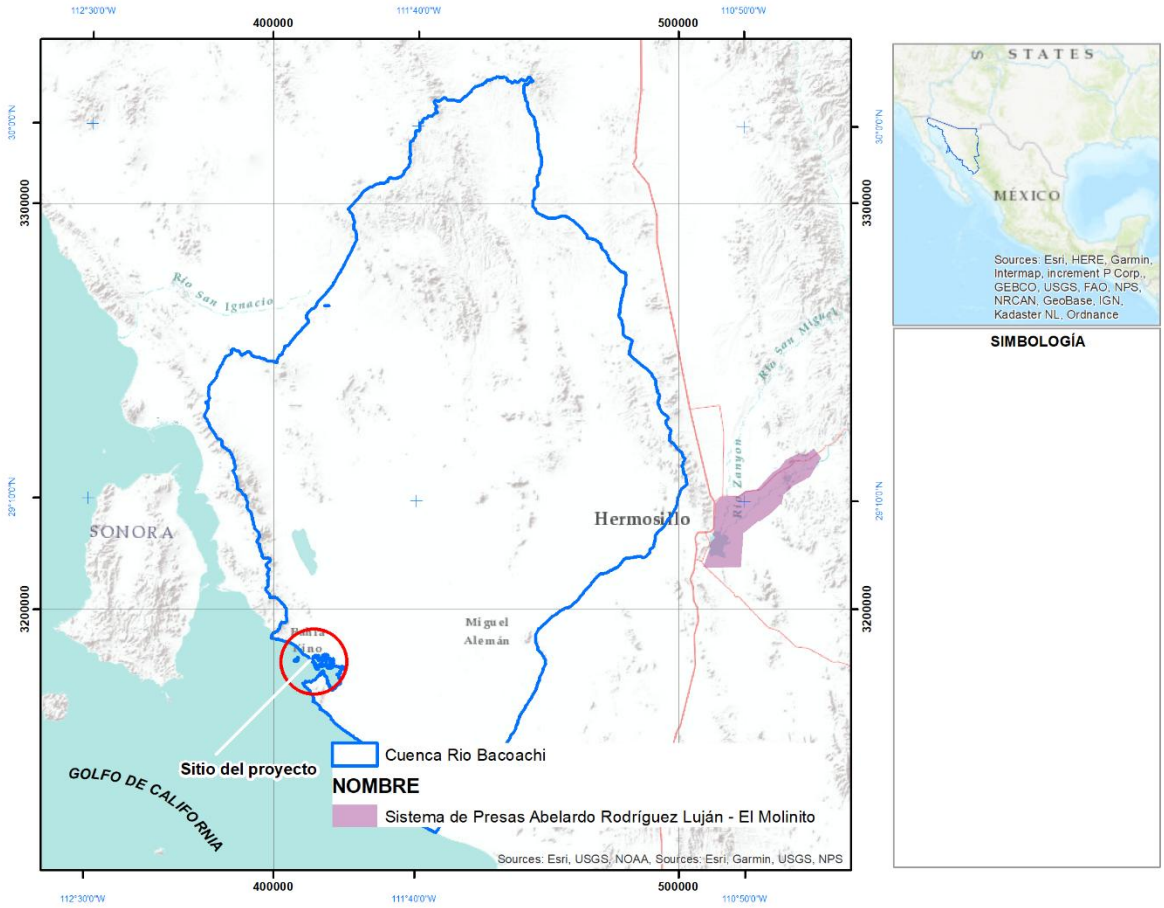


Figura II. 3 Áreas Naturales Protegidas Estatales en el Estado de Sonora cercanas al área del proyecto.

II.7.2. Regiones y Áreas prioritarias

Aun cuando las regiones prioritarias para la conservación identificadas por CONABIO no constituyen por sí mismas instrumentos jurídicos de regulación directa del uso del suelo, representan referencias relevantes para reconocer elementos ambientales de importancia regional que deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental.

El sitio del Proyecto se encuentra fuera del Área de Importancia para la Conservación de las Aves asociada con Estero La Cruz, aunque próximo a sus límites. En consecuencia, se consideran dentro de la evaluación los elementos de importancia ecológica asociados con esta área. Asimismo, Isla Alcatraz, también identificada como área de importancia para la conservación de aves, se localiza aproximadamente a 3.7 km del sitio del Proyecto.

.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

II.7.2.1. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)

AICA. Estero La Cruz.

Estero El Estero Santa Cruz es un estero negativo con una superficie aproximada de **3,622 ha**, localizado sobre la costa oriental del Golfo de California, inmediatamente al sur de Bahía de Kino. Su boca presenta aproximadamente 1.1 km de ancho y se orienta hacia el oeste-suroeste, comunicándose con Bahía de Kino. La laguna presenta una profundidad media cercana a 1 m, mientras que sus canales pueden alcanzar profundidades superiores a 5 m. El sistema se encuentra sujeto a un régimen de mareas mixtas semidiurnas, con una amplitud aproximada de 1 m.

El estero presenta una diversidad de ambientes costeros que incluyen extensas planicies lodosas y arenosas sujetas a inundación mareal, áreas de manglar dominadas por *Avicennia germinans* y, en menor proporción, *Rhizophora mangle*, así como sectores con vegetación característica del Desierto Sonorense. También se presentan marismas con especies como *Allenrolfea* spp., *Salicornia* spp., *Frankenia palmeri*, *Sporobolus virginicus* y *Distichlis palmeri*.

El Área del Proyecto se localiza **fuera de la delimitación del AICA Estero Santa Cruz**, aunque próxima a sus límites. En consecuencia, las obras y actividades de Punta Península Kino, Etapa III no implican intervención directa de los ambientes de manglar, marisma, planicies intermareales o cuerpos de agua que caracterizan esta área de importancia para la conservación de las aves.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

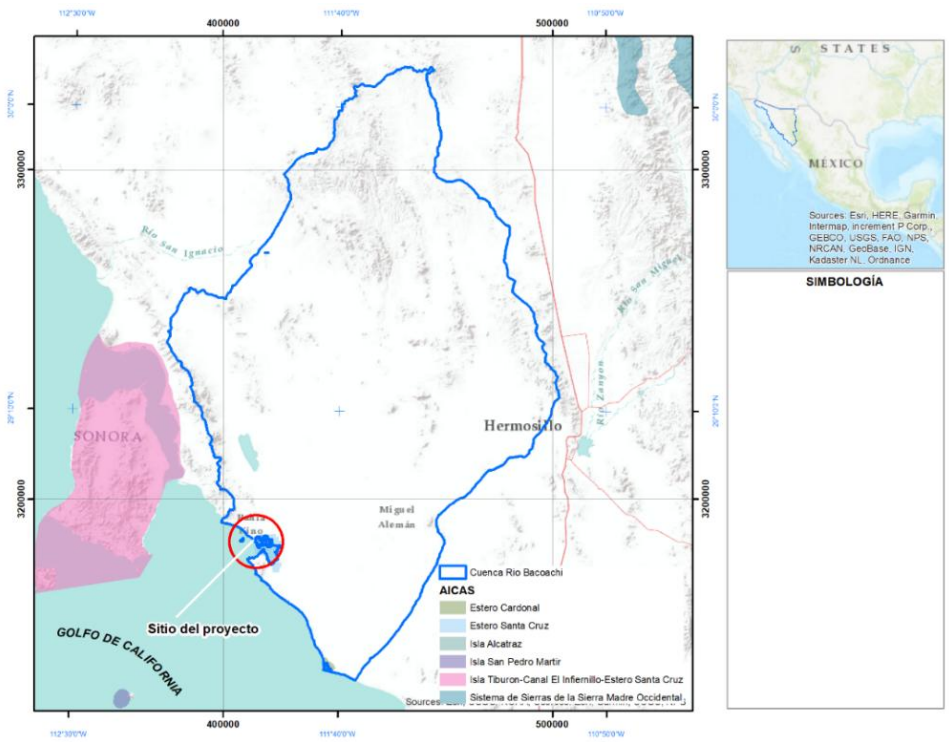


Figura II. 4 AICA´s en el Estado de Sonora cercanas al sitio del proyecto.

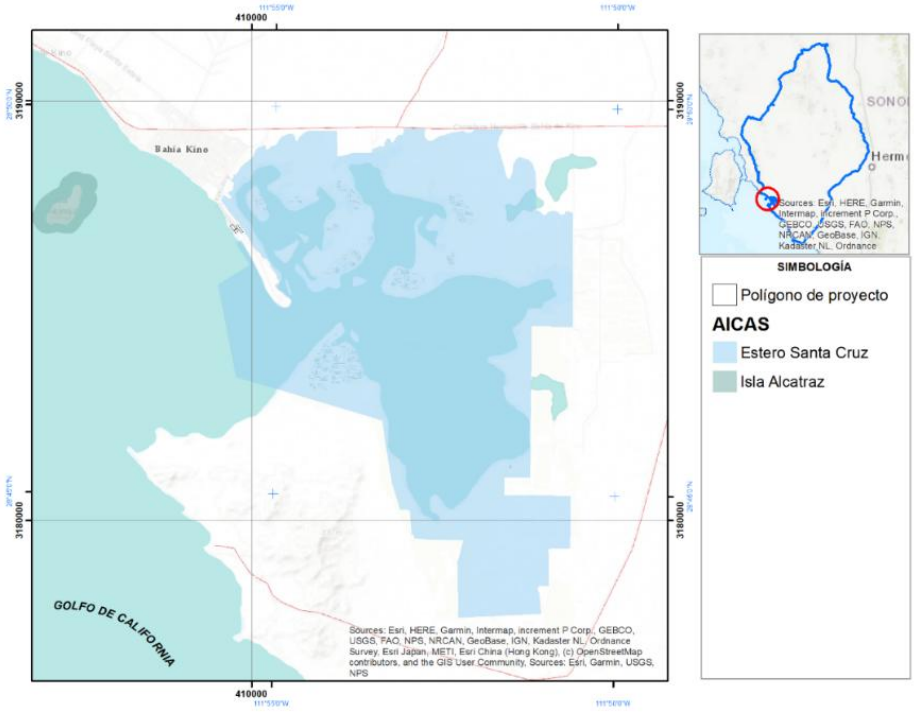


Figura II. 5 Localización del AICA Estero La Cruz cercanas al sitio del proyecto.

Tabla II. 6. Características de la AICA Estero La Cruz.

Especies:152	Categoría Birdlife 2007 A1, A3, A4i
Superficie: 6135.5 ha	
Categoría 1999…. sin categoría	

AICA Isla Alcatraz:

Isla Alcatraz es una isla de aproximadamente **59.5 ha**, localizada a 1.4 km de la costa dentro de Bahía de Kino, en el Golfo de California. El AICA comprende la superficie de la isla y una franja marina de aproximadamente **250 m alrededor de su línea de costa**.

Aproximadamente 4 km al sureste de Isla Alcatraz se localiza el Estero Santa Cruz, un sistema estuarino de más de 36 km² que presenta extensas planicies lodosas y constituye un hábitat relevante para numerosas especies de peces e invertebrados, los cuales representan una fuente importante de alimento para la avifauna de la región.

Los principales ambientes presentes en Isla Alcatraz incluyen matorral desértico, vegetación halófila, playa arenosa, zonas con cantos rodados y acantilados costeros.

El sitio del Proyecto se localiza fuera del polígono correspondiente al AICA Isla Alcatraz, por lo que las obras y actividades de Punta Península Kino, Etapa III no implican intervención directa sobre la isla ni sobre los ambientes terrestres y marinos comprendidos dentro de esta área de importancia para la conservación de las aves.

Tabla II. 7. Características de la AICA Isla Alcatraz.

Especies:85	Categoría Birdlife 2007 A1, A3, A4i
Superficie: 166.47 ha	
Categoría 1999…. sin categoría	

II.7.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Además, se analizó la localización del sitio del proyecto con respecto a la propuesta de CONABIO de Regiones Prioritarias Terrestre identificando 2 principalmente. El área de la Sierra Seri a 10 km y Cajón del Diablo a 80 km.

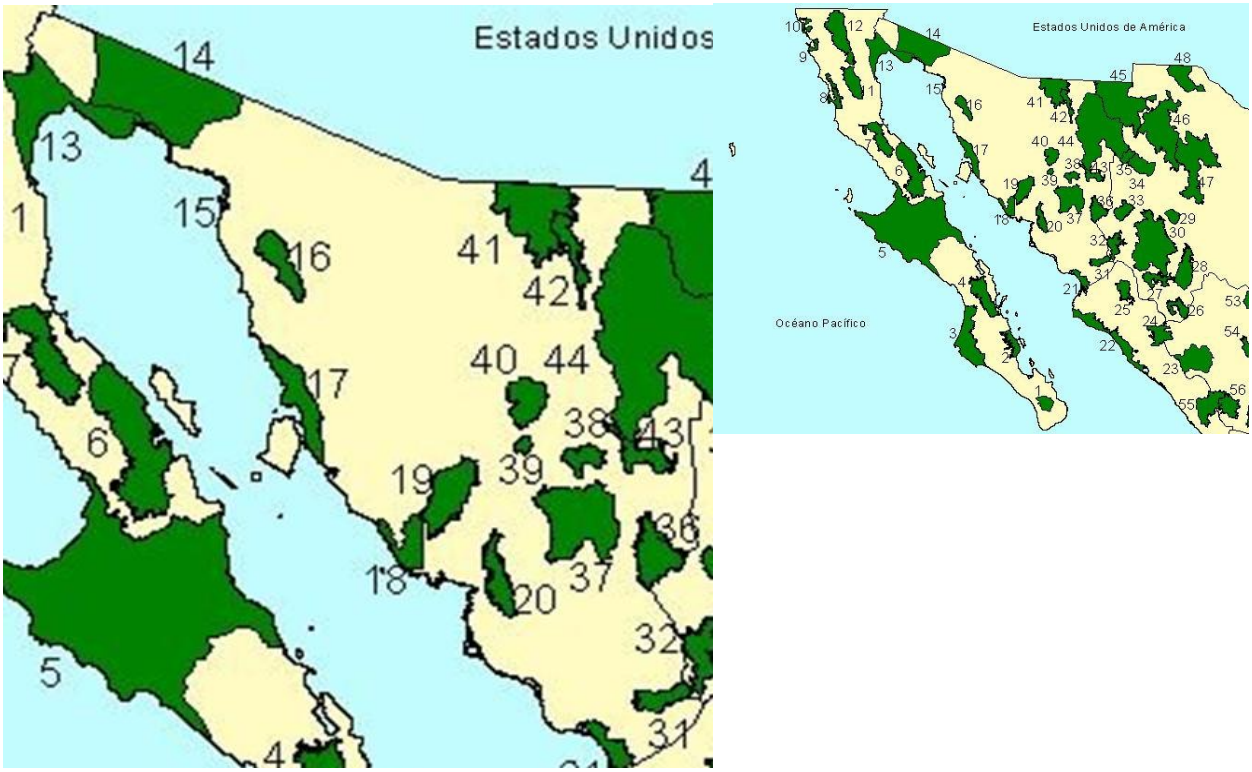


Figura II. 6 Regiones Prioritarias Terrestres propuestas por CONABIO.

RTP 17. Sierra Seri.

Características Generales:

La sierra Seri (17), pertenece a la provincia florística de la planicie costera del noroeste, que abarca las costas de los estados de Sonora, Sinaloa y una fracción de Baja California. Esta sierra granítica es baja en su mayor parte, aunque tiene un gran desnivel desde la línea de costa hasta elevaciones de más de 1,000 msnm. Incluye varios biomas con representación muy importante del desierto sonorense (costa central del Golfo California) matorrales, vegetación costera y ambientes marinos asociados. En las partes bajas cerca del mar, hay evidencia de antiguas líneas de costa y dunas fósiles con abundantes restos de organismos marinos. Al extremo norte hay varios paleodeltas con gravas de granitos en forma esferoidal. La región tiene una bajísima precipitación y altas temperaturas veraniegas. Los tipos de vegetación mayormente representados son el matorral sarcocaule, el matorral desértico micrófilo y la vegetación halófila. Hay presencia de especies endémicas del Golfo de California, incluyendo especies como *Fouquieria columnaris* (cirio) y *Ovis canadensis* (borrego cimarrón) y se reconoce la importancia que tiene como aportadora de germoplasma a las islas cercanas, particularmente isla Tiburón.

RTP 18. Cajón del Diablo.

Características Generales:

Esta región corresponde, en parte, al ANP del mismo nombre, decretada en 1937. El tipo de vegetación predominante es el de matorral sarcocaule, incluso en la parte serrana, presentándose también el matorral desértico micrófilo como segundo tipo en cuanto a área de distribución. La diversidad de sus ecosistemas le confiere una gran belleza escénica y una alta diversidad específica en relación a su entorno árido. Se presentan diversos ambientes como zonas montañosas, pequeños valles y zonas ribereñas. Esta diversidad de ambientes alberga gran riqueza y diversidad de especies, muchas de ellas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, lo que convierte a la zona en un área con características únicas y de gran atractivo científico. En esta región existe una de las pocas colonias de anidación en México de la golondrina marina (*Sterna antillarum*).

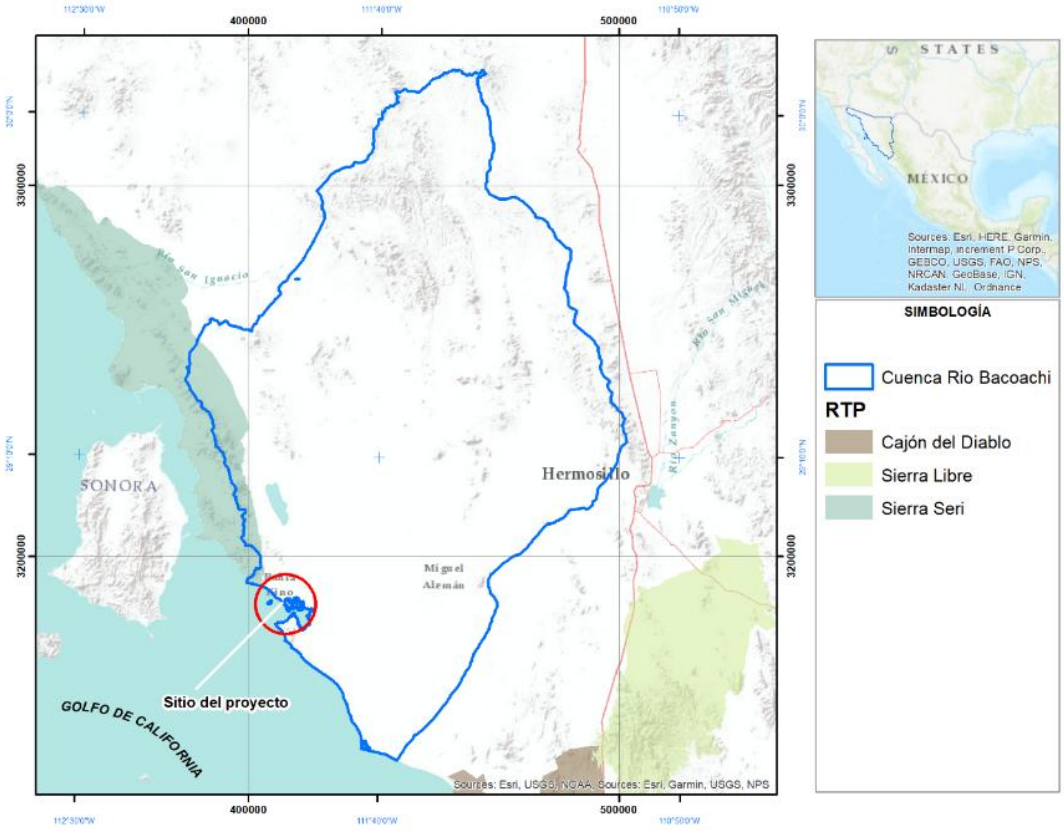


Figura II. 7 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) en Sonora.

II.7.2.3. Regiones hidrológicas Prioritarias (RHP)

Adicionalmente por la cercanía al sitio de estudio se analizaron las regiones hidrológicas prioritarias en el Estado de Sonora y se localizaron las 2 (dos) regiones hidrológicas (RHP), con cercanía al sitio del proyecto.

RHP 14. Isla Tiburón - Río Bacuachí.

Esta región engloba una extensa área que incluye la totalidad de Bahía de Kino Nuevo. Se localiza a 4 km del sitio del proyecto y tiene una extensión de más de 10,000 km2.

Las características distintivas de esta región desde el punto de vista económico es que se desarrollan actividades de agricultura de riego, porcicultura, pesca y turismo potencial. Sin embargo, se detecta una problemática asociada donde se identifica una modificación del entorno, ocasionado por el crecimiento demográfico y desarrollo turístico no controlado y los cambios de uso de suelo para agricultura. Se describe que hay una contaminación: por agroquímicos y descargas domésticas y en algunas áreas puntuales descargas de granjas porcícolas.

Se identifica también una demanda alta por el uso de los recursos naturales con la introducción de especies exóticas a la isla Tiburón, sobreexplotación pesquera. Sobreexplotación de palo fierro y mezquite para la producción de carbón y actividades cinegética no regulada.

En el tema de la Conservación, preocupa el abatimiento de acuíferos y el mal manejo del agua. Faltan conocimientos limnológicos en la región. Isla Tiburón está considerada Reserva Especial de la Biosfera desde 1963.

En cuanto a Biodiversidad, registra diversos tipos de vegetación: manglares, marismas, selva baja caducifolia, matorral sarcocaule, mezquital, matorral desértico micrófilo y halófitas. Diversidad de hábitats: lagunas, ríos, acantilados, humedales y playas

RHP 15 Cajón del Diablo.

Al Este del proyecto se encuentra la RHP Cajón del Diablo, con una superficie de 2,784 Km2, que inicia en los límites del Estero Tastiota y se encuentra a 60 km del sitio del proyecto. Las principales actividades económicas que se desarrollan en esa región son: pesca ribereña o artesanal, camaronicultura, agricultura, ganadería extensiva y ecoturismo.

La problemática que se identifica en la región es

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

- Modificación del entorno con actividades de sobrepastoreo, daño por embarcaciones camaroneras y por turismo.
- Contaminación por agroquímicos y descargas domésticas.
- Uso de recursos como extracción de leña, pesquerías y camaronicultura.

Presenta varios tipos de vegetación: manglares, vegetación halófila, matorral xerófilo, matorral sarcocaule (cubre un 60% del área), mezquital, matorral desértico micrófilo.

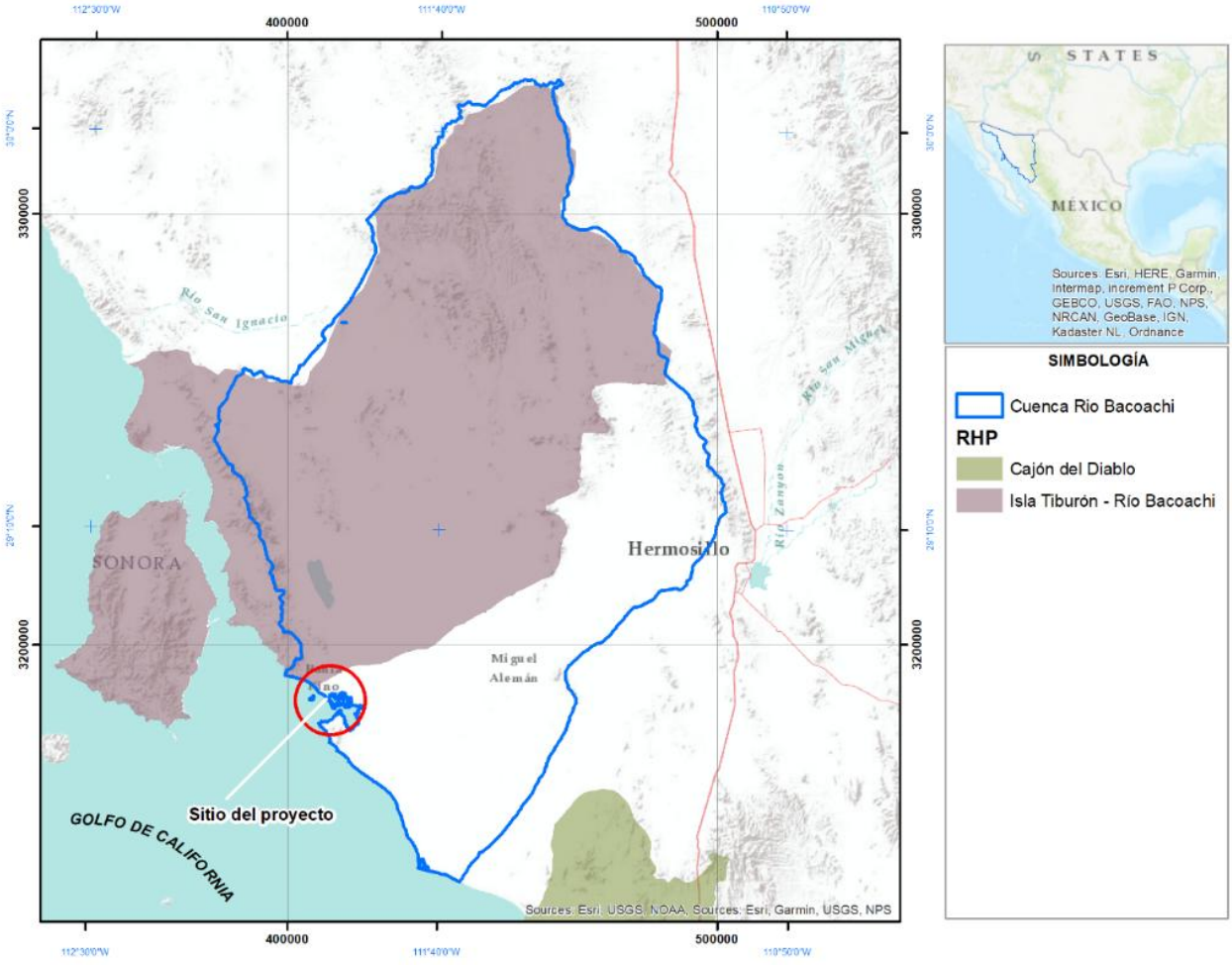


Figura II. 8 Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas a la zona del Proyecto.

II.7.2.4. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation

(PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

Este Programa, por medio de talleres multidisciplinarios, reunió a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. En estos talleres, con base en la información y conocimiento compartido de los participantes, se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta biodiversidad, por la diversidad en el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento Sobrebiodiversidad.

De la misma forma, se identificaron las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares, de acuerdo con las cuales se hicieron recomendaciones para su prevención, mitigación, control o cancelación. Se elaboraron las fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como el consenso generado por los participantes al taller respecto de la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso.

De acuerdo con la delimitación de las Regiones Marinas Prioritarias de CONABIO, el sitio del Proyecto se encuentra dentro de la RMP 15 Canal del Infiernillo. No obstante, las obras y actividades se desarrollarán exclusivamente dentro del Área del Proyecto definida para la presente MIA, sin intervención directa de la Zona Federal Marítimo Terrestre ni del medio marino.

La RMP 15 presenta ambientes de importancia ecológica, entre ellos playas, marismas, lagunas e islas, así como ambientes pelágicos, litorales e infralitorales. En consecuencia, la evaluación ambiental considera medidas para prevenir que las actividades de preparación, construcción y operación generen afectaciones indirectas sobre el entorno costero y marino, particularmente mediante el control de residuos, aguas residuales, escurrimientos, materiales y emisiones asociadas a las obras.

RMP 15. Canal del Infiernillo.

Esta región tiene una extensión de 1532 km2 y de acuerdo al polígono el proyecto queda dentro de dicha región. Sin embargo, los criterios bajo los cuales esta región se define no son impactados por las acciones que el proyecto va a desarrollar.

Esta región se caracteriza por contar con la presencia de diversos ambientes como acantilados, playas, marismas, lagunas e islas. Tiene un grado de eutroficación baja, lo cual quiere decir que no hay descargas importantes que modifiquen la columna de agua.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Se identifican diferentes ambientes marinos pelágico, litoral e infralitoral con alta integridad ecológica.

Los procesos oceanográficos de surgencias están presentes y se da un proceso de mezcla por acción de las mareas, que su característica es que son semidiurna (dos mareas altas y dos mareas bajas durante el día). El oleaje es medio, sin embargo, en la zona hay presencia de turbulencias y mezcla vertical.

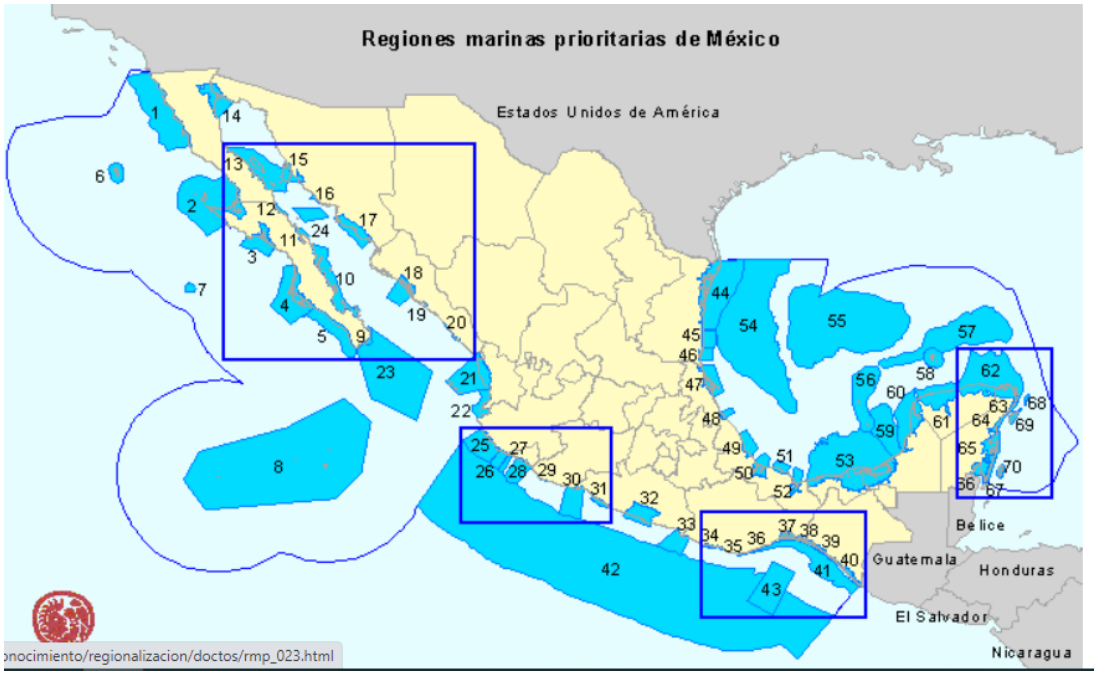


Figura II. 9 Regiones Marinas Prioritarias en México.

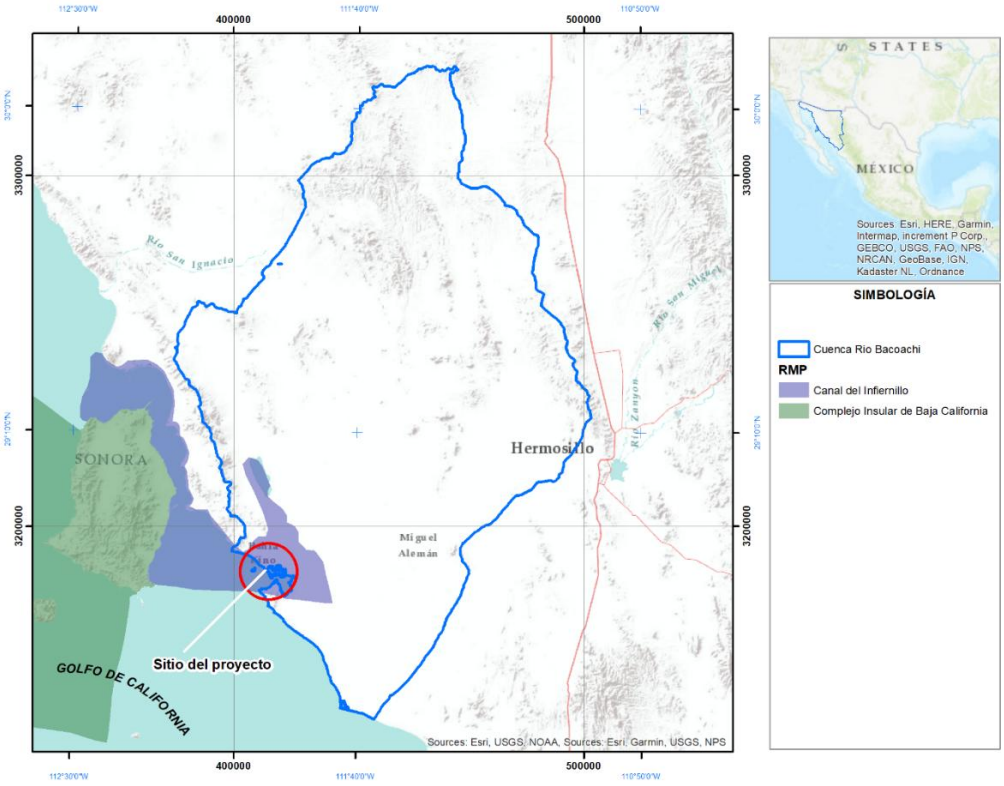


Figura II. 10 Regiones Marinas Prioritarias en la zona del proyecto.

Se tienen una biodiversidad importante, destacando moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, aves migratorias, xerófitas, halófitas y no se conocen endemismos.

RMP 16. Cajón del Diablo.

Es una región con cobertura de 294 km2. Que como ya hemos dicho en otras categorías que tienen considerada esta zona, se encuentra a más de 60 Km del sitio del proyecto. Posee acantilados, playas, islas y ambientes pelágicos, litoral e infralitoral con alta integridad ecológica, marea semidiurna, oleaje medio y eutroficación baja.

Es una zona de alta biodiversidad, ya que se tienen algunas especies de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, xerófitas. No se conocen endemismos y se considera una zona de reproducción y crecimiento de sardina y lobo marino y de alimentación de ballenas.

En cuanto aspectos económicos, se tienen algunas especies de importancia comercial como el camarón y se identifica como una zona pesquera de mediana importancia por la presencia de cooperativas y pesca artesanal. Se reconoce consenso en la población a favor de la conservación, ya que la zona es Reserva Especial de la Biosfera.

II.7.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que resultan aplicables o que constituyen referencias técnicas para las diferentes etapas del Proyecto, de acuerdo con las obras y actividades previstas durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Control de la contaminación atmosférica

NOM-045-SEMARNAT-2006. 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.

Durante la preparación del sitio y construcción se utilizarán vehículos de carga y transporte que podrán emplear diésel como combustible. Los vehículos en circulación sujetos al campo de aplicación de esta Norma deberán mantenerse en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento, con la finalidad de controlar las emisiones provenientes de sus sistemas de escape.

Las medidas preventivas contempladas por el Proyecto incluyen mantenimiento periódico de los vehículos, revisión de sus condiciones de operación y evitar mantener los motores encendidos cuando no resulte necesario.

NOM-047-SEMARNAT-2014. Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

Durante las diferentes etapas del Proyecto se utilizarán vehículos para el transporte de personal, materiales, insumos y servicios. Los vehículos sujetos al campo de aplicación de esta Norma deberán cumplir con las disposiciones correspondientes en materia de verificación y control de emisiones.

El Proyecto considera como medida preventiva mantener los vehículos utilizados en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento.

NOM-025-SSA1-2021. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Las actividades de excavación, nivelación, relleno, compactación, movimiento de materiales y tránsito de vehículos podrán generar temporalmente partículas suspendidas. La Norma constituye una referencia para la protección de la calidad del aire ambiente.

Para reducir la generación y dispersión de partículas durante la construcción se realizarán riegos periódicos en las superficies expuestas cuando resulte necesario, se controlará la velocidad de circulación de los vehículos y se mantendrán delimitadas las áreas de trabajo.

Control de emisiones de ruido

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Durante la preparación del sitio y construcción se utilizarán vehículos automotores para el transporte de materiales, insumos y personal. Los vehículos sujetos al campo de aplicación de esta Norma deberán mantenerse en condiciones adecuadas de operación y cumplir con los límites de emisión de ruido establecidos.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, considerando las modificaciones publicadas a la Norma.

Durante la construcción, las principales fuentes de ruido estarán asociadas con maquinaria, equipo y actividades propias de la obra. Durante la operación podrán existir fuentes relacionadas con instalaciones y equipamiento del Proyecto.

Las actividades se realizarán procurando evitar niveles de ruido que excedan los límites aplicables, mediante el mantenimiento adecuado del equipo, control de horarios de trabajo y aplicación de medidas preventivas cuando resulten necesarias.

Protección de flora y fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental.- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres.- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.- Lista de especies en riesgo, considerando la modificación de su Anexo Normativo III publicada en 2019.

La Norma resulta aplicable como referencia para identificar la presencia potencial o registrada de especies de flora y fauna silvestres incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de la Región Ecológica, Área de Influencia y Área del Proyecto.

La caracterización biológica realizada permite identificar las especies presentes en cada una de estas unidades espaciales y determinar su condición respecto de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante la preparación del sitio se implementarán medidas preventivas para evitar afectaciones innecesarias a la fauna, incluyendo recorridos previos, ahuyentamiento y,

cuando resulte necesario, rescate y reubicación de ejemplares hacia sitios adecuados fuera de las superficies de intervención.

Manejo y calidad del agua

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación.

El Proyecto no contempla la descarga directa de aguas residuales hacia Laguna La Cruz, el medio marino, la Zona Federal Marítimo Terrestre ni otros cuerpos receptores propiedad de la Nación. Durante la construcción, las aguas residuales sanitarias serán manejadas mediante sanitarios portátiles, cuyo mantenimiento y retiro estará a cargo de empresas especializadas.

Durante la operación, las aguas residuales serán conducidas a biodigestores para su tratamiento. En caso de que en alguna etapa futura se planteara una descarga hacia un cuerpo receptor propiedad de la Nación, deberá verificarse previamente el cumplimiento de las disposiciones y límites establecidos en esta Norma y obtenerse las autorizaciones correspondientes.

NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

El Proyecto contempla la posibilidad de aprovechar el efluente tratado proveniente de los biodigestores para el riego de áreas verdes. Cuando dicho reúso se encuentre dentro del campo de aplicación de esta Norma, deberá verificarse previamente que la calidad del agua tratada cumpla con los límites y condiciones aplicables.

En caso de que el tratamiento proporcionado por los biodigestores no permita alcanzar la calidad requerida para el reúso previsto, deberán implementarse las etapas complementarias de tratamiento necesarias o establecerse una alternativa autorizada para el manejo del efluente.

NOM-127-SSA1-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

El abastecimiento de agua del Proyecto se realizará mediante agua desalada. El agua destinada al uso y consumo humano deberá cumplir con las especificaciones de calidad establecidas en la normatividad sanitaria aplicable antes de su distribución y utilización dentro de las unidades habitacionales, restaurante y demás instalaciones del Proyecto.

NOM-006-CONAGUA-1997. Fosas sépticas prefabricadas. - Especificaciones y métodos de prueba.

En caso de que los biodigestores utilizados correspondan por sus características técnicas a sistemas prefabricados comprendidos dentro del campo de aplicación de esta Norma, deberán atenderse las especificaciones y requisitos aplicables para garantizar condiciones adecuadas de funcionamiento y evitar infiltraciones o descargas no controladas al suelo.

Manejo de lodos

NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección ambiental. - Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Durante la operación de los biodigestores se generarán lodos como resultado del tratamiento de las aguas residuales. Estos materiales serán extraídos periódicamente y entregados a empresas autorizadas para su transporte, manejo y disposición.

Cuando por las características o destino de los lodos resulte aplicable, deberán atenderse las especificaciones establecidas en esta Norma, evitando en todos los casos su disposición directa dentro del Área del Proyecto, Zona Federal Marítimo Terrestre o terrenos colindantes.

Residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Durante la preparación del sitio, construcción y mantenimiento podrán generarse residuos que por sus características requieran determinar si corresponden a residuos peligrosos, particularmente aquellos asociados con aceites, lubricantes, solventes, pinturas, materiales contaminados o actividades de mantenimiento.

La identificación y clasificación de estos residuos se realizará conforme a los criterios establecidos en esta Norma y, cuando corresponda, serán almacenados temporalmente y entregados a empresas autorizadas para su manejo.

NOM-053-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Cuando resulte necesario determinar la peligrosidad de un residuo por su característica de toxicidad, se aplicarán los procedimientos establecidos en esta Norma.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT correspondiente.

En caso de generarse diferentes tipos de residuos peligrosos, su manejo y almacenamiento temporal deberán considerar las condiciones de compatibilidad entre los materiales, evitando la mezcla de residuos que puedan generar reacciones peligrosas.

Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados durante la construcción y operación serán separados, almacenados temporalmente y retirados mediante los servicios o prestadores autorizados que correspondan de acuerdo con su clasificación.

Protección del suelo

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Durante la preparación del sitio y construcción se utilizarán vehículos, maquinaria y equipos que contienen combustibles, aceites y lubricantes. El mantenimiento preventivo y las medidas para prevenir derrames constituyen las principales acciones para evitar la contaminación del suelo.

En caso de presentarse un derrame accidental de hidrocarburos, se realizarán las acciones inmediatas de contención, recuperación del material y limpieza del área afectada. Cuando las características o magnitud del evento lo requieran, la caracterización y, en su caso, remediación del suelo se realizarán conforme a las especificaciones aplicables establecidas en esta Norma.

NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

Esta Norma será considerada en caso de que durante las diferentes etapas del Proyecto se identificara contaminación del suelo asociada con alguno de los elementos comprendidos dentro de su campo de aplicación y fuera necesario determinar concentraciones de remediación.

En conjunto, el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así como de las medidas preventivas, de mitigación y control establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, permitirá reducir los efectos asociados con la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.

II.7.4. LOCALIDADES CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LA ZONA DE INFLUENCIA

Con el objeto de identificar la presencia de pueblos y comunidades indígenas dentro del Área de Influencia del Proyecto, se consultó el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), expedido mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de agosto de 2024 y actualizado mediante Acuerdo publicado el 21 de febrero de 2025.

De acuerdo con este instrumento, en el estado de Sonora se reconoce la presencia de diversos pueblos y comunidades indígenas. Para el municipio de Hermosillo resulta particularmente relevante el Pueblo Seri, autodenominado Comca'ac, cuyos principales asentamientos se localizan en Punta Chueca, municipio de Hermosillo, y El Desemboque, municipio de Pitiquito.

El Área de Influencia definida para el Proyecto corresponde al entorno inmediato de Bahía de Kino y no comprende las localidades de Punta Chueca ni El Desemboque. Asimismo, las obras y actividades previstas se desarrollarán exclusivamente dentro del Área del Proyecto y no implican ocupación, aprovechamiento o intervención de tierras, territorios o recursos pertenecientes a comunidades indígenas.

En consecuencia, no se identifican comunidades indígenas asentadas dentro del Área de Influencia ni afectaciones directas derivadas del Proyecto sobre tierras, territorios, recursos naturales o formas de organización de comunidades indígenas reconocidas en el Catálogo del INPI.

Resultado de la identificación de localidades con población indígena en el Área de Influencia del Proyecto:

Estado	Municipio	Resultado
Sonora	Hermosillo	No se identificaron localidades indígenas dentro del Área de Influencia del Proyecto.

Con base en la delimitación espacial del Proyecto y en las características de las obras y actividades previstas, no se identifican elementos que indiquen una afectación directa a derechos, tierras, territorios o recursos de pueblos o comunidades indígenas. En caso de que durante el procedimiento de evaluación ambiental la autoridad competente determine la existencia de algún supuesto adicional relacionado con derechos colectivos de pueblos o comunidades indígenas, se atenderán las disposiciones y procedimientos que resulten aplicables.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA, ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREA DEL PROYECTO

Para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el análisis espacial del proyecto se estructura a partir de tres unidades complementarias: **Región Ecológica (RE), Área del Proyecto (AP) y Área de Influencia (AI)**. Estas unidades responden a funciones diferentes dentro del proceso de caracterización, identificación y evaluación de los impactos ambientales.

La **Región Ecológica (RE)** constituye la unidad territorial de mayor extensión y proporciona el contexto ambiental dentro del cual se analizan las características y procesos del medio físico, biótico y socioeconómico relacionados con el proyecto. Dentro de sus límites se localizan tanto el Área del Proyecto como el Área de Influencia.

El **Área del Proyecto (AP)** corresponde al espacio físico en el cual se desarrollarán las obras y actividades sometidas a evaluación y, consecuentemente, constituye el ámbito territorial donde se manifiestan los **impactos ambientales directos** asociados con la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

El **Área de Influencia (AI)** corresponde al espacio territorial en el cual pueden manifestarse los **impactos ambientales indirectos** derivados de las obras y actividades desarrolladas en el AP. Su delimitación considera los mecanismos mediante los cuales los efectos generados por el proyecto pueden propagarse o manifestarse fuera de las superficies directamente intervenidas.

En términos espaciales, el AP y el AI constituyen **unidades diferenciadas y no subordinadas entre sí**. El AP no se encuentra contenido dentro del AI; ambas unidades se encuentran comprendidas dentro de la Región Ecológica y cumplen funciones complementarias para la evaluación de los efectos ambientales del proyecto.

III.1.1. Delimitación de la Región ecológica (RE)

La delimitación de la **Región Ecológica (RE)** del proyecto se realizó mediante un enfoque territorial integrado, considerando elementos físicos y antrópicos reconocibles en el territorio que permiten establecer una unidad espacial congruente con las características ambientales del entorno y con la escala de las obras y actividades sometidas a evaluación. La delimitación no corresponde a la aplicación de un radio o distancia arbitraria alrededor del Área del Proyecto (AP), sino que se sustenta en la integración de **criterios hidrológicos, fisiográficos y territoriales**, considerando principalmente la hidrología superficial local, la fisiografía del área, la configuración de la zona urbana y la presencia de caminos y vialidades existentes.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La RE delimitada comprende una superficie aproximada de **324.36 ha** y constituye la unidad espacial de referencia para la caracterización y diagnóstico de las condiciones ambientales del territorio en el cual se insertan las obras y actividades correspondientes al polígono del proyecto. Su extensión permite analizar el AP y el Área de Influencia (AI) dentro de un contexto territorial suficientemente amplio para reconocer las relaciones existentes entre los componentes físicos, bióticos y antrópicos que caracterizan esta porción de Bahía de Kino.

Hidrología superficial local. La configuración del drenaje superficial constituyó uno de los criterios ambientales utilizados para definir la RE. Para ello se consideraron las condiciones topográficas del entorno y la dirección de los escurrimientos superficiales, buscando mantener dentro de la unidad de análisis superficies que presentan continuidad hidrológica local. Este criterio resulta particularmente relevante en un ambiente costero de pendientes reducidas, donde las variaciones del relieve condicionan la dirección de los escurrimientos y la presencia de zonas de acumulación temporal.

Fisiografía del área. Las características fisiográficas y las formas del terreno se utilizaron para reconocer la continuidad y las principales discontinuidades físicas del territorio. Este criterio permite establecer una unidad espacial congruente con las condiciones naturales del área y proporciona una referencia para la posterior caracterización integrada de componentes como geomorfología, suelo, hidrología y vegetación.

Configuración de la zona urbana. La RE incorpora dentro de sus límites una porción de la **localidad de Bahía de Kino**, debido a que el proyecto se encuentra territorialmente integrado a este asentamiento y a que la urbanización constituye una de las condiciones actuales del entorno. Su inclusión permite que la caracterización ambiental represente tanto los componentes naturales como las superficies transformadas, infraestructura y actividades humanas existentes en el contexto inmediato del proyecto.

En este sentido, la **Carretera Estatal Hermosillo–Bahía de Kino** constituye uno de los elementos territoriales empleados para establecer el límite de la RE respecto de otras superficies urbanizadas. Su presencia conforma una discontinuidad física claramente identificable y permanente en el territorio, asociada con la configuración espacial actual de la localidad y su infraestructura.

Caminos y vialidades existentes. La red de caminos y vialidades fue utilizada de manera complementaria para establecer determinados segmentos del límite de la RE, particularmente donde estos elementos coinciden con cambios en las características del territorio o permiten establecer límites claramente identificables y verificables cartográficamente. Su utilización no implica considerarlos por sí mismos como límites ecológicos, sino como **elementos territoriales de apoyo** que complementan los criterios ambientales empleados en la delimitación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

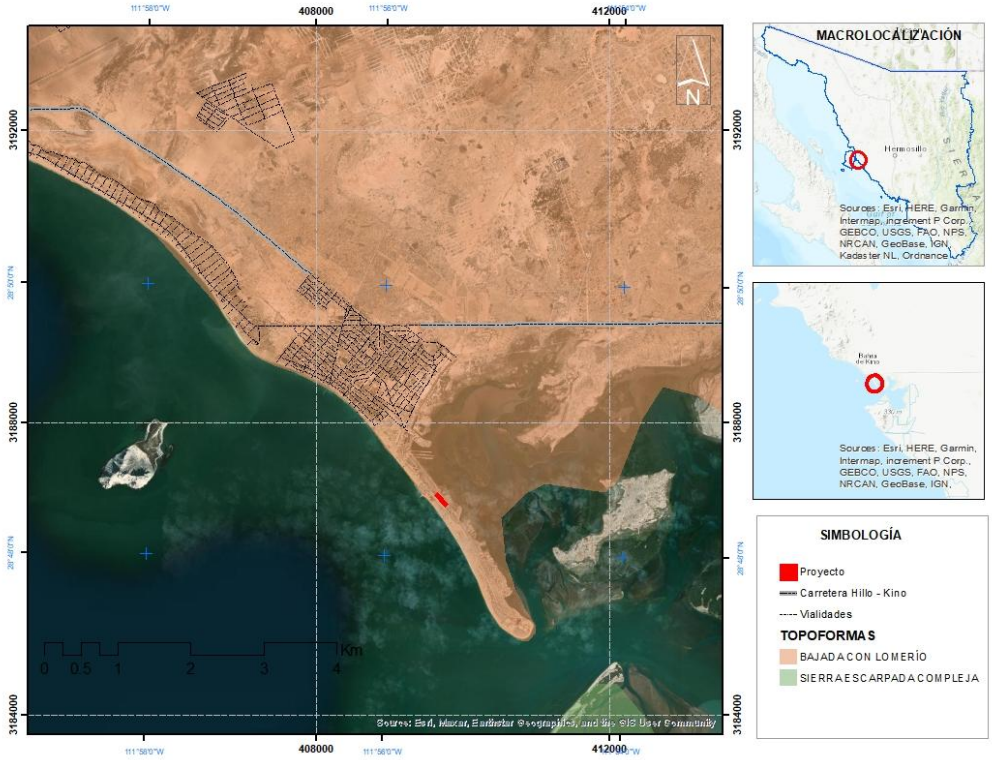


Figura III. 1. Rasgos fisiográficos de la Región de estudio.

La configuración final de la RE resulta, por tanto, de la **integración espacial de estos criterios y no de la aplicación independiente de alguno de ellos**. La hidrología superficial local y la fisiografía proporcionan los principales elementos físicos para reconocer la continuidad ambiental del territorio, mientras que la configuración urbana y la infraestructura vial permiten incorporar discontinuidades antrópicas claramente identificables que forman parte de la estructura territorial actual de Bahía de Kino.

La delimitación obtenida integra tanto superficies con componentes naturales como áreas que presentan distintos grados de transformación antrópica, condición congruente con el entorno en el que se inserta el proyecto. En consecuencia, la RE no pretende representar exclusivamente superficies conservadas, sino establecer una **unidad territorial ambientalmente coherente** dentro de la cual puedan caracterizarse las condiciones actuales del medio físico, biótico y socioeconómico y analizarse posteriormente las interacciones derivadas de las obras y actividades sometidas a evaluación.

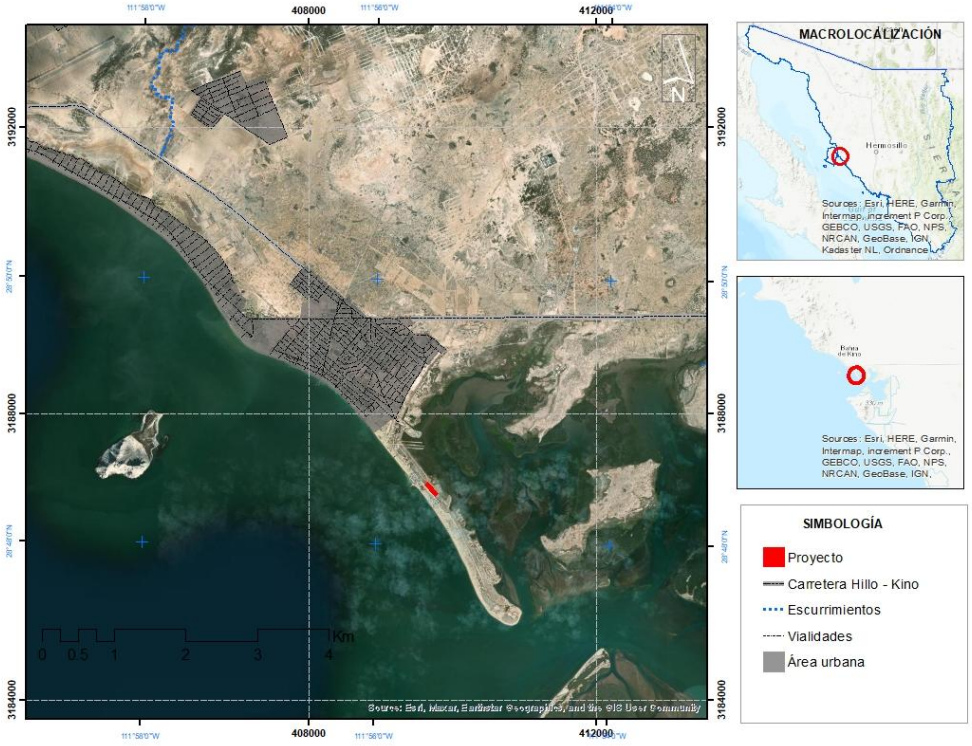


Figura III. 2. Desarrollo urbano, infraestructura carretera e hidrología 1:50,000 de INEGI en la región de estudio.

En conjunto, los criterios empleados permiten establecer una Región Ecológica **espacialmente continua, técnicamente reproducible y sustentada en elementos verificables del territorio**, evitando delimitaciones basadas exclusivamente en distancias prefijadas respecto del AP. La RE constituye así la referencia espacial para desarrollar la caracterización ambiental, integrar el diagnóstico del territorio y sustentar la posterior identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados con el polígono del proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

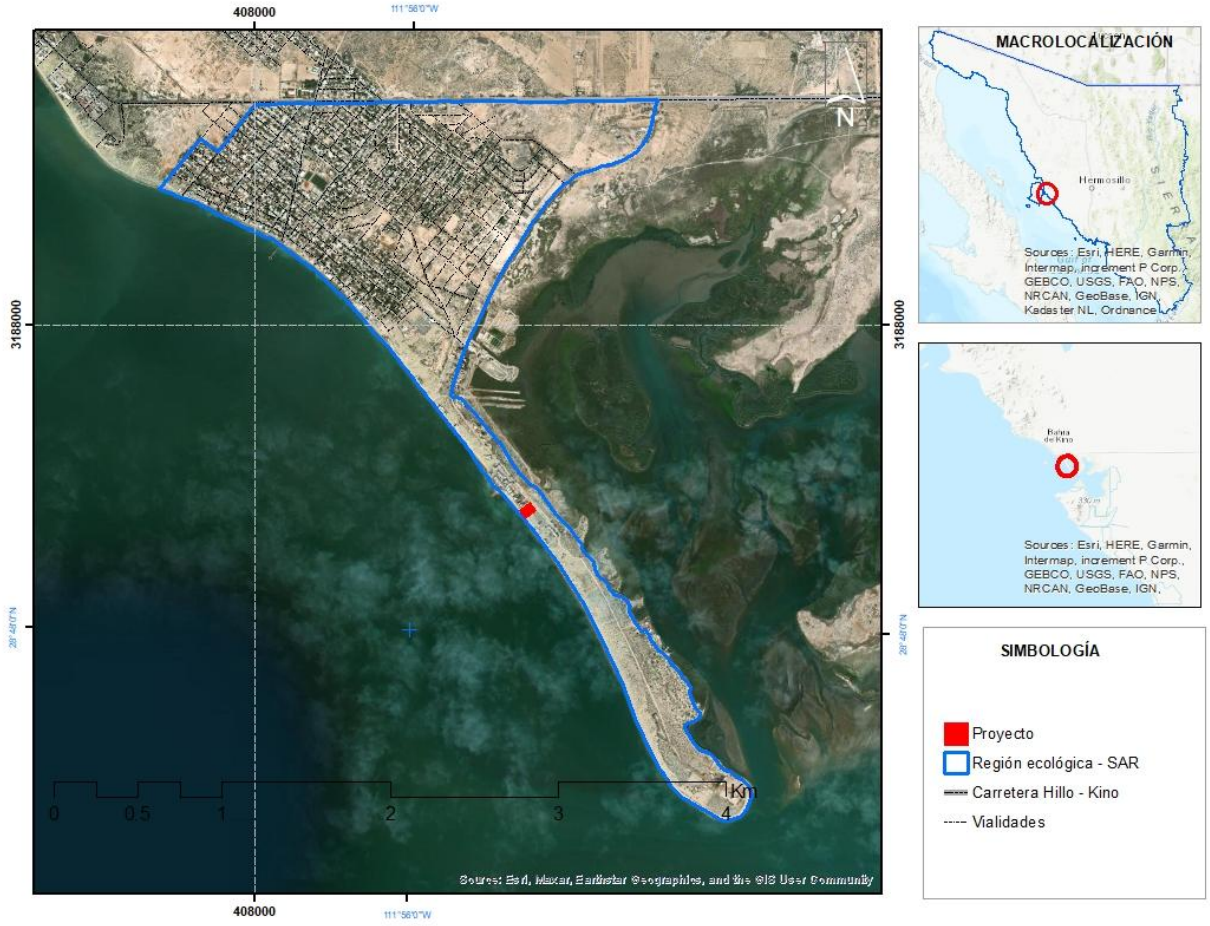


Figura III. 3. Delimitación de la Región Ecológica.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

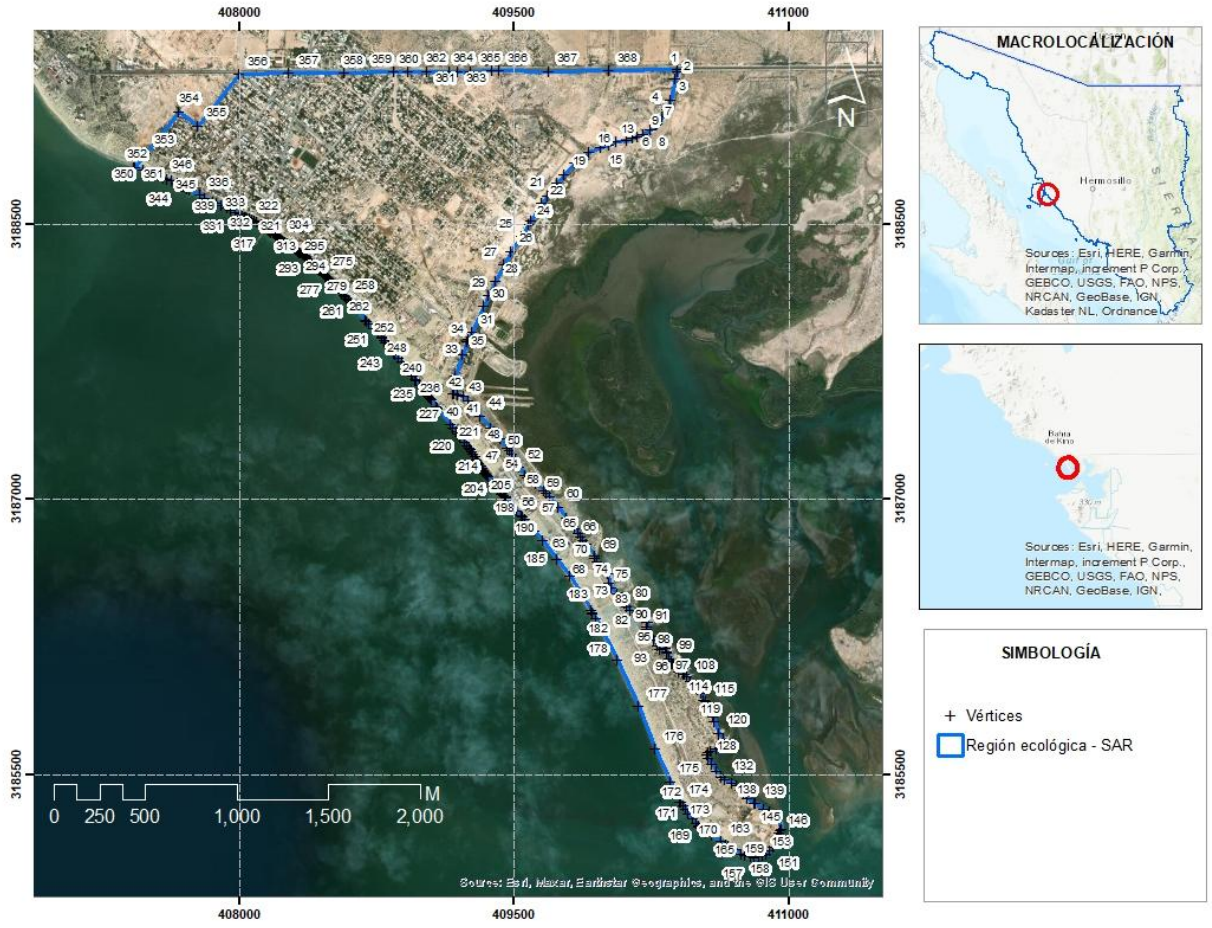


Figura III. 4. Mapa de ubicación de la Región Ecológica y sus vértices.

Tabla III. 1. Coordenadas del polígono de la Región Ecológica.

Vértices	UTM X	UTM Y	Vértices	UTM X	UTM Y	Vértices	UTM X	UTM Y
1	410394.43	3189335.86	124	410605.24	3185642.66	247	408778.74	3187888.70
2	410382.52	3189292.87	125	410573.49	3185632.34	248	408762.80	3187906.32
3	410352.10	3189179.76	126	410558.41	3185624.40	249	408738.46	3187930.13
4	410335.56	3189124.85	127	410555.23	3185609.32	250	408711.34	3187956.33
5	410312.41	3189087.15	128	410559.99	3185589.48	251	408700.23	3187969.03
6	410281.98	3189047.60	129	410580.63	3185556.93	252	408693.35	3187976.16
7	410278.94	3189045.04	130	410606.83	3185520.42	253	408632.76	3188053.97
8	410242.30	3189014.26	131	410631.43	3185487.08	254	408611.61	3188074.73
9	410205.78	3188990.98	132	410649.69	3185475.97	255	408610.53	3188076.58
10	410173.50	3188977.75	133	410690.17	3185458.51	256	408601.49	3188085.63
11	410147.74	3188970.35	134	410713.98	3185443.43	257	408600.61	3188086.50

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

12	410116.35	3188961.34	135	410736.21	3185419.62	258	408589.49	3188096.82
13	410060.26	3188949.17	136	410755.26	3185398.18	259	408582.35	3188105.95
14	410021.10	3188932.77	137	410775.89	3185370.40	260	408575.61	3188113.89
15	409971.89	3188919.01	138	410811.61	3185348.97	261	408560.67	3188127.94
16	409910.54	3188895.43	139	410818.85	3185343.69	262	408555.34	3188136.40
17	409857.59	3188856.57	140	410861.62	3185312.46	263	408543.77	3188150.55
18	409834.31	3188838.58	141	410894.16	3185298.97	264	408535.41	3188158.75
19	409775.04	3188773.49	142	410927.80	3185270.22	265	408529.24	3188166.62
20	409733.76	3188724.80	143	410937.82	3185261.66	266	408522.67	3188174.16
21	409684.55	3188658.66	144	410958.58	3185207.92	267	408517.65	3188179.19
22	409651.21	3188614.74	145	410956.64	3185201.61	268	408511.35	3188183.69
23	409595.65	3188523.19	146	410948.70	3185183.75	269	408507.32	3188187.86
24	409582.93	3188502.28	147	410942.75	3185166.55	270	408499.43	3188193.99
25	409542.21	3188435.35	148	410933.49	3185151.34	271	408492.58	3188201.28
26	409486.11	3188352.80	149	410925.55	3185131.49	272	408485.52	3188208.36
27	409444.31	3188279.24	150	410914.97	3185107.01	273	408478.66	3188215.64
28	409403.04	3188190.34	151	410897.77	3185087.17	274	408471.36	3188222.47
29	409364.69	3188112.14	152	410876.15	3185070.99	275	408464.61	3188228.18
30	409336.36	3188054.35	153	410858.16	3185064.11	276	408456.53	3188235.89
31	409270.21	3187911.47	154	410839.64	3185055.64	277	408449.07	3188242.54
32	409252.84	3187873.41	155	410812.65	3185051.94	278	408442.20	3188249.81
33	409247.99	3187862.79	156	410790.95	3185054.06	279	408434.88	3188256.62
34	409246.75	3187859.39	157	410762.91	3185061.46	280	408427.40	3188263.26
35	409222.06	3187791.88	158	410741.74	3185072.58	281	408420.32	3188270.33
36	409182.90	3187674.94	159	410706.69	3185092.57	282	408406.14	3188284.43
37	409176.39	3187648.90	160	410671.58	3185114.32	283	408398.61	3188291.01
38	409170.20	3187624.14	161	410661.00	3185120.39	284	408391.02	3188297.52
39	409167.03	3187579.16	162	410659.94	3185120.99	285	408385.42	3188305.81
40	409177.08	3187575.98	163	410629.50	3185138.44	286	408377.25	3188311.56
41	409194.67	3187573.11	164	410578.36	3185169.56	287	408370.17	3188318.63
42	409225.76	3187568.04	165	410545.42	3185187.41	288	408363.04	3188325.64
43	409251.16	3187540.53	166	410510.60	3185217.41	289	408354.78	3188331.28
44	409316.25	3187458.51	167	410507.59	3185221.55	290	408346.62	3188337.06
45	409376.05	3187389.71	168	410497.90	3185234.88	291	408338.57	3188342.99
46	409395.09	3187368.80	169	410474.09	3185265.56	292	408332.38	3188347.73
47	409424.73	3187336.27	170	410454.51	3185292.02	293	408322.90	3188355.42
48	409466.01	3187284.41	171	410438.11	3185315.83	294	408315.13	3188361.70
49	409477.12	3187271.71	172	410426.99	3185334.36	295	408307.25	3188367.87
50	409490.35	3187252.66	173	410412.18	3185352.35	296	408298.73	3188373.10
51	409509.40	3187217.21	174	410408.85	3185355.57	297	408290.34	3188378.55
52	409528.98	3187178.05	175	410353.83	3185463.02	298	408282.01	3188384.07

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

53	409563.90	3187131.48	176	410269.74	3185641.99	299	408273.41	3188389.18
54	409574.23	3187120.96	177	410182.83	3185875.07	300	408266.14	3188396.04
55	409586.62	3187115.41	178	410061.79	3186128.98	301	408250.83	3188405.49
56	409620.72	3187085.84	179	409949.80	3186349.98	302	408240.92	3188413.14
57	409661.78	3187052.43	180	409931.69	3186378.87	303	408234.10	3188417.30
58	409680.69	3187038.10	181	409928.65	3186383.71	304	408226.75	3188424.09
59	409695.51	3187018.53	182	409921.39	3186395.31	305	408219.05	3188430.47
60	409741.02	3186960.85	183	409803.72	3186583.05	306	408211.03	3188436.44
61	409787.05	3186900.52	184	409733.31	3186676.65	307	408202.25	3188441.23
62	409814.57	3186865.07	185	409657.03	3186778.07	308	408194.11	3188447.04
63	409834.68	3186842.31	186	409615.74	3186832.97	309	408185.74	3188452.51
64	409853.73	3186819.03	187	409559.31	3186893.53	310	408177.65	3188458.38
65	409863.49	3186800.24	188	409548.82	3186904.80	311	408169.91	3188464.72
66	409880.54	3186781.69	189	409542.41	3186912.69	312	408162.42	3188471.35
67	409894.93	3186759.74	190	409517.93	3186943.11	313	408154.52	3188477.47
68	409944.95	3186696.82	191	409459.57	3187010.19	314	408152.84	3188478.69
69	409941.66	3186684.06	192	409455.31	3187015.08	315	408146.41	3188483.32
70	409951.98	3186659.46	193	409449.47	3187020.02	316	408137.95	3188488.66
71	409973.41	3186632.47	194	409446.71	3187022.36	317	408129.58	3188494.13
72	409993.26	3186616.59	195	409435.13	3187033.27	318	408121.50	3188500.02
73	410012.31	3186600.72	196	409427.20	3187041.87	319	408100.38	3188513.51
74	410021.04	3186549.12	197	409412.65	3187054.44	320	408085.49	3188520.80
75	410035.32	3186523.72	198	409411.07	3187056.18	321	408074.16	3188526.34
76	410066.28	3186489.59	199	409388.27	3187086.52	322	408056.17	3188531.63
77	410089.80	3186469.75	200	409359.57	3187124.71	323	408042.94	3188535.87
78	410091.68	3186468.16	201	409354.95	3187131.54	324	408040.37	3188536.97
79	410104.38	3186436.41	202	409348.79	3187139.42	325	408031.83	3188540.63
80	410117.87	3186418.95	203	409344.13	3187148.27	326	408029.66	3188542.23
81	410132.96	3186399.90	204	409338.13	3187156.26	327	408021.78	3188548.04
82	410172.64	3186386.41	205	409329.60	3187171.28	328	408006.43	3188555.97
83	410174.50	3186385.33	206	409321.66	3187183.85	329	407982.82	3188565.23
84	410197.25	3186372.12	207	409312.07	3187196.09	330	407956.69	3188577.14
85	410201.89	3186368.11	208	409305.15	3187206.43	331	407933.94	3188588.25
86	410214.71	3186357.04	209	409299.86	3187218.07	332	407905.36	3188603.60
87	410228.21	3186333.79	210	409288.75	3187235.00	333	407880.49	3188616.83
88	410229.00	3186332.43	211	409280.29	3187246.64	334	407856.15	3188626.35
89	410225.82	3186310.20	212	409268.64	3187265.17	335	407815.93	3188644.88
90	410226.41	3186304.94	213	409262.26	3187273.46	336	407784.71	3188659.16
91	410227.41	3186295.92	214	409258.06	3187278.92	337	407729.59	3188689.21
92	410248.05	3186259.40	215	409245.36	3187296.92	338	407716.98	3188695.51
93	410263.13	3186234.00	216	409229.48	3187316.50	339	407708.88	3188700.01

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

94	410282.26	3186202.92	217	409205.14	3187346.13	340	407700.02	3188704.25
95	410294.88	3186182.41	218	409194.04	3187359.03	341	407691.52	3188709.52
96	410325.84	3186191.94	219	409185.98	3187369.93	342	407683.46	3188715.43
97	410333.19	3186173.55	220	409169.36	3187392.40	343	407666.20	3188725.53
98	410335.36	3186168.12	221	409157.82	3187407.99	344	407632.95	3188740.55
99	410351.24	3186135.58	222	409084.79	3187497.01	345	407608.76	3188748.80
100	410359.80	3186123.14	223	409083.31	3187498.83	346	407584.95	3188755.42
101	410369.14	3186109.58	224	409078.14	3187507.00	347	407561.14	3188762.04
102	410371.05	3186106.81	225	409051.50	3187546.56	348	407534.02	3188772.29
103	410384.58	3186087.16	226	409044.47	3187553.67	349	407509.54	3188783.86
104	410386.55	3186084.15	227	409037.83	3187561.16	350	407480.77	3188796.10
105	410399.66	3186064.14	228	409030.31	3187567.74	351	407434.47	3188810.32
106	410426.38	3186049.76	229	409024.18	3187575.63	352	407428.99	3188812.56
107	410430.61	3186047.47	230	409018.85	3187584.10	353	407489.26	3188890.83
108	410445.69	3186036.36	231	409001.18	3187609.81	354	407672.35	3189114.14
109	410463.16	3186010.17	232	408989.93	3187623.04	355	407777.12	3189037.94
110	410464.22	3186008.28	233	408969.43	3187646.19	356	408000.43	3189319.46
111	410480.62	3185979.21	234	408962.16	3187656.11	357	408274.54	3189323.69
112	410502.05	3185964.92	235	408949.59	3187673.97	358	408577.22	3189325.81
113	410521.10	3185946.67	236	408939.66	3187686.54	359	408847.48	3189330.25
114	410537.77	3185910.95	237	408890.17	3187753.61	360	408919.88	3189331.44
115	410551.26	3185901.42	238	408871.81	3187774.56	361	409027.54	3189334.41
116	410567.14	3185880.79	239	408854.35	3187791.49	362	409146.08	3189334.63
117	410587.78	3185849.04	240	408846.41	3187803.13	363	409191.91	3189334.46
118	410583.81	3185818.08	241	408836.88	3187817.42	364	409264.42	3189334.84
119	410591.74	3185789.50	242	408828.42	3187828.01	365	409383.67	3189336.16
120	410619.53	3185729.18	243	408817.84	3187838.59	366	409420.78	3189336.76
121	410644.13	3185694.25	244	408803.55	3187858.70	367	409689.18	3189333.74
122	410648.10	3185677.59	245	408795.12	3187869.07	368	410017.23	3189338.42
123	410628.26	3185652.18	246	408782.91	3187884.10	369	410394.43	3189343.80

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.1.2. Delimitación del Área de Influencia (AI)

El **AI** del proyecto se delimitó como el espacio geográfico ubicado fuera del Área del Proyecto (AP), en el cual pueden manifestarse los **impactos ambientales indirectos** derivados de las obras y actividades sometidas a evaluación. Su definición considera las características particulares del proyecto, la naturaleza y alcance espacial previsible de dichos impactos y las condiciones físicas y territoriales que pueden determinar su manifestación en el entorno inmediato.

El AI comprende una superficie aproximada de **19.39 ha** y se encuentra contenida dentro de la **Región Ecológica (RE)**. Constituye una unidad espacial diferenciada del AP: mientras que este último corresponde a las superficies donde se desarrollarán físicamente las obras y actividades y donde se manifestarán los impactos ambientales directos, el AI comprende las superficies del entorno en las que pueden manifestarse los impactos ambientales indirectos derivados de dichas acciones. En consecuencia, **el AP no forma parte del AI; ambas unidades se encuentran contenidas dentro de la RE** y cumplen funciones complementarias dentro de la evaluación ambiental.

La delimitación del AI no se estableció mediante la aplicación de una distancia uniforme o un área de amortiguamiento alrededor del AP. Para su definición se consideraron de manera integrada las características de las obras y actividades proyectadas, las condiciones físicas del entorno y los mecanismos mediante los cuales determinados efectos originados dentro del AP pueden manifestarse fuera de sus límites.

Para su delimitación se consideraron los siguientes criterios:

Características y distribución espacial de las obras y actividades. El punto de partida para establecer el AI corresponde a la configuración espacial del polígono y a las obras y actividades que serán desarrolladas dentro del AP. Las modificaciones producidas directamente por la ocupación o transformación física del terreno corresponden al AP y, por tanto, no forman parte del AI. Para delimitar esta última se consideraron aquellas interacciones ambientales que, aun cuando se originan por las actividades desarrolladas dentro del AP, pueden manifestarse fuera de sus límites y producir efectos indirectos sobre componentes ambientales del entorno.

Topografía e hidrología superficial local. Se consideraron las características del relieve y el comportamiento de los escurrimientos superficiales como factores que pueden determinar la dirección y el alcance de determinadas interacciones del proyecto con las superficies adyacentes. La configuración topográfica local permite reconocer las relaciones existentes entre las superficies donde se desarrollarán las obras y las áreas hacia las cuales pueden dirigirse los escurrimientos generados durante eventos de precipitación.

Este criterio resulta particularmente relevante por las características predominantemente planas del entorno costero, donde variaciones relativamente pequeñas del relieve pueden influir en la dirección del flujo superficial y en la presencia de áreas de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

acumulación temporal. En consecuencia, la delimitación considera la continuidad física del terreno y las posibles trayectorias de transferencia de efectos asociados con la dinámica superficial del agua, en lugar de utilizar una distancia uniforme alrededor del proyecto.

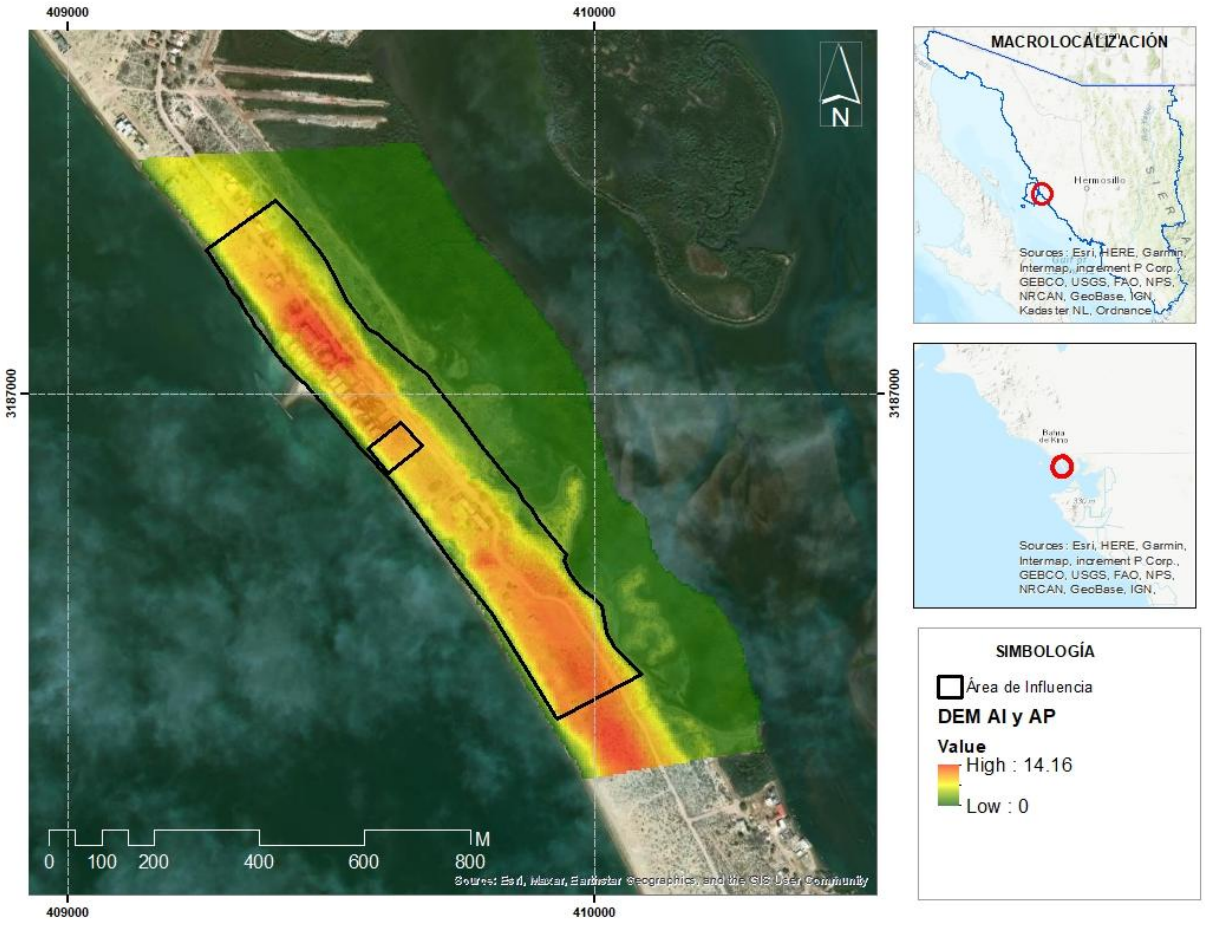


Figura III. 5. Rasgos topográficos y altura de acuerdo con el Modelo de Elevación Digital de INEGI, escala 1:20,000 en el Área de Influencia.

Características fisiográficas del entorno inmediato. La configuración fisiográfica del terreno fue considerada para reconocer la continuidad espacial y las principales discontinuidades físicas existentes alrededor del AP. Las formas del relieve pueden condicionar la dirección y extensión de determinados procesos ambientales y, por ello, constituyen un elemento para establecer hasta dónde resulta razonable considerar la manifestación de impactos indirectos asociados con las actividades del proyecto.

Uso actual del territorio y grado de transformación. Para la delimitación también se consideraron las condiciones actuales de ocupación y transformación del territorio. El proyecto se inserta en un espacio en el que coexisten superficies con diferentes grados

de modificación antrópica, infraestructura, vialidades y áreas asociadas con el desarrollo urbano de Bahía de Kino. Estas condiciones forman parte del escenario ambiental actual y pueden influir tanto en la sensibilidad de los componentes receptores como en la propagación o atenuación de determinados efectos generados por el proyecto.

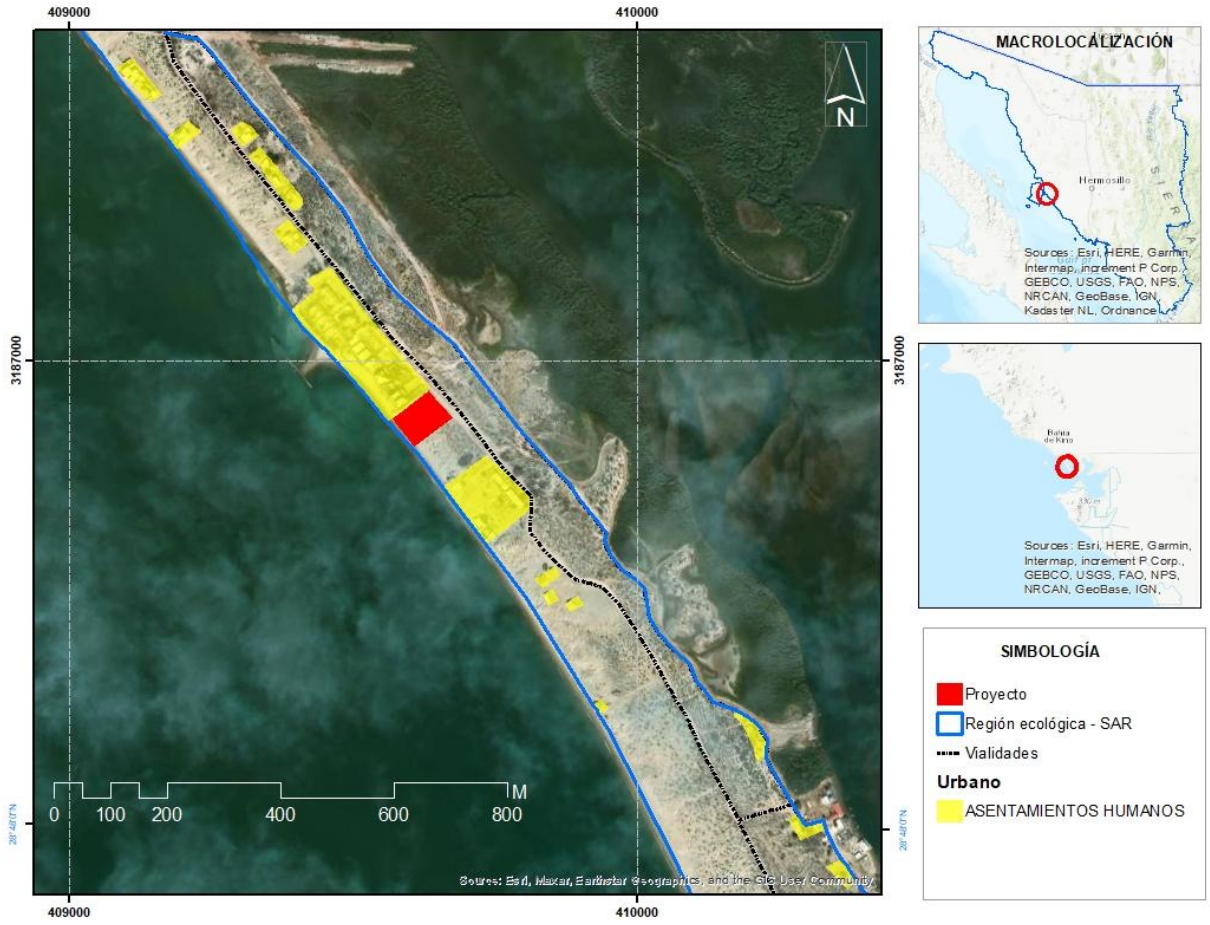


Figura III. 6. Desarrollo urbano, infraestructura en el Áreas de Influencia.

Caminos, vialidades e infraestructura existente. La infraestructura vial existente fue considerada como un elemento territorial complementario para establecer determinados segmentos del AI cuando constituye una discontinuidad física claramente reconocible o condiciona la continuidad del espacio inmediato. Estos elementos no se consideran por sí mismos límites ecológicos, sino referencias territoriales que, en conjunto con los criterios físicos y ambientales, permiten establecer una delimitación verificable y congruente con las condiciones actuales del área.

Alcance previsible de los impactos ambientales indirectos. Como criterio integrador se consideró la capacidad de los agentes de cambio asociados con las diferentes etapas del proyecto para trascender los límites físicos del AP. Las actividades de preparación

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

del sitio, construcción y operación pueden generar interacciones cuya manifestación no necesariamente queda restringida a las superficies directamente intervenidas. Por ello, la delimitación del AI considera las vías mediante las cuales determinados efectos pueden propagarse hacia el entorno y alcanzar componentes ambientales ubicados fuera del AP.

Entre los mecanismos que deberán considerarse durante la posterior identificación y evaluación de impactos se encuentran, según la etapa y actividad de que se trate, la dispersión de partículas y emisiones, propagación de ruido, iluminación, movimiento de vehículos y personas, escurrimientos superficiales y otros mecanismos de interacción que puedan extenderse fuera del área directamente intervenida. La inclusión de estos mecanismos como referencia para la delimitación **no presupone la existencia o significancia de cada uno de esos impactos**, ya que éstos serán identificados y evaluados específicamente en el apartado correspondiente de la MIA.

La consideración conjunta de estos criterios permite que el AI represente el espacio localizado fuera del AP en el cual razonablemente pueden manifestarse **impactos indirectos derivados de las obras y actividades del proyecto**. De esta manera, se diferencia espacialmente la superficie donde ocurrirá la intervención física directa de aquellas superficies del entorno que podrían actuar como receptoras de efectos secundarios asociados con las actividades desarrolladas en el polígono.

La delimitación obtenida tampoco implica que la totalidad del área presente impactos indirectos con la misma naturaleza, intensidad, extensión o magnitud. El AI constituye el ámbito espacial de referencia para analizar la manifestación de los impactos indirectos previsibles, reconociendo que cada interacción ambiental puede presentar un alcance diferente en función del agente causal, las características del componente receptor y las condiciones ambientales existentes.

Esta diferenciación es particularmente importante debido a que los componentes ambientales no responden necesariamente a una misma escala espacial. Mientras que las modificaciones derivadas de la ocupación y transformación física del terreno se manifiestan directamente dentro del AP, determinados agentes generados por las actividades del proyecto pueden trascender sus límites y producir efectos sobre componentes localizados en el entorno. La identificación y evaluación posterior de los impactos permitirá determinar cuáles de estos mecanismos efectivamente resultan aplicables y cuál es su importancia ambiental.

Asimismo, la delimitación del AI permite analizar las posibles relaciones del proyecto con **componentes ambientalmente sensibles presentes en su entorno**, aun cuando éstos no formen parte de las superficies directamente ocupadas por las obras. La existencia de proximidad o colindancia con un componente ambiental no implica por sí misma la generación de un impacto; su posible afectación deberá determinarse mediante la identificación de una relación causal entre las actividades desarrolladas dentro del AP, el mecanismo de transmisión del efecto y el componente receptor localizado en el AI o su entorno inmediato.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

En conjunto, la delimitación del Área de Influencia se sustenta en la integración de las **características y distribución espacial de las obras y actividades, topografía e hidrología superficial local, fisiografía, uso actual del territorio, infraestructura existente y alcance espacial previsible de los impactos indirectos**. La aplicación conjunta de estos criterios permite establecer una unidad espacial técnicamente justificable y proporcional a la naturaleza y escala del proyecto, sin recurrir exclusivamente al establecimiento de distancias arbitrarias alrededor de las obras.

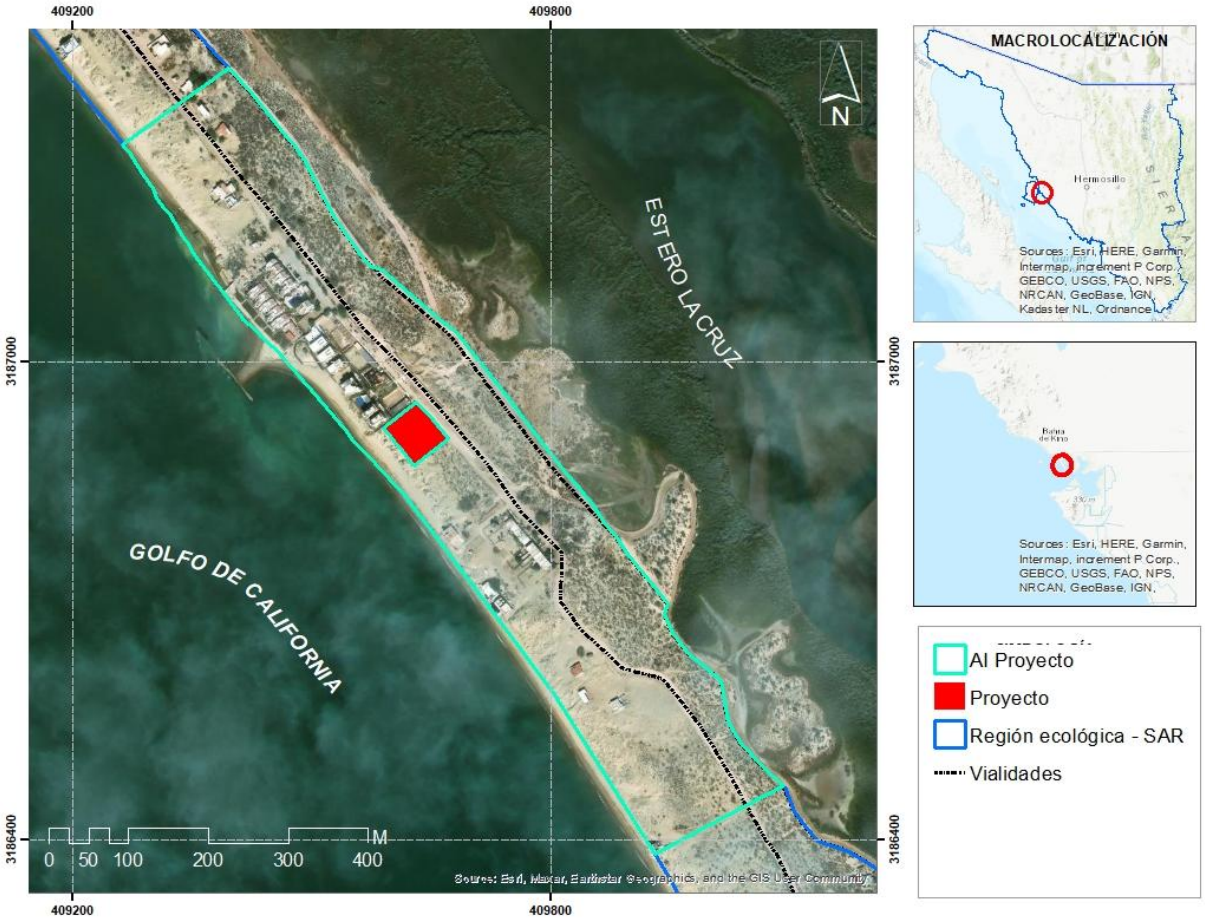


Figura III. 7. Mapa de ubicación y delimitación del Área de Influencia

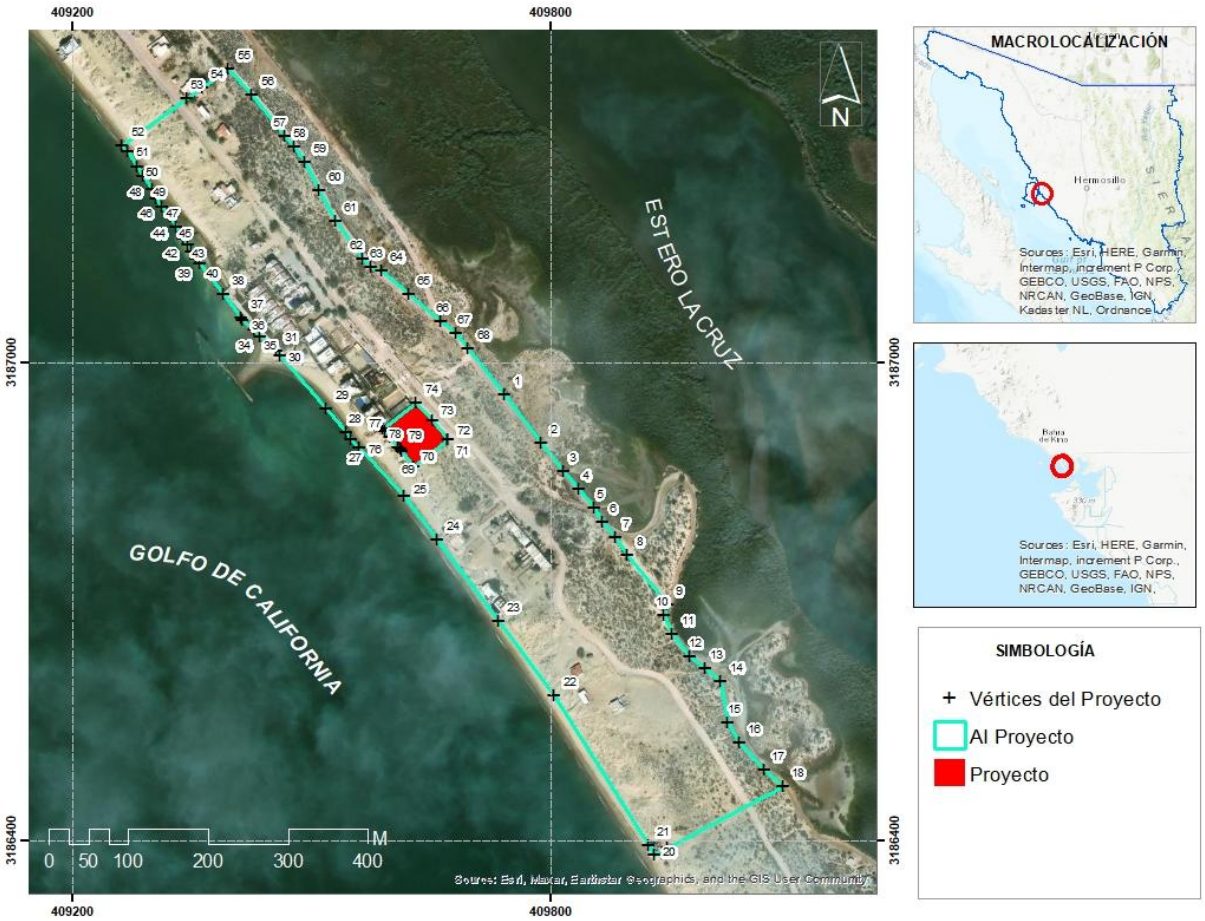


Figura III. 8. Mapa de ubicación del Área de Influencia y sus vértices

Tabla III. 2. Coordenadas del polígono del Área de Influencia.

Vértice	UTM X	UTM Y	Vertice	UTM X	UTM Y	Vertice	UTM X	UTM Y
1	409741.0	3186960.8	28	409542.4	3186912.7	55	409395.1	3187368.8
2	409787.1	3186900.5	29	409517.9	3186943.1	56	409424.7	3187336.3
3	409814.6	3186865.1	30	409459.6	3187010.2	57	409466.0	3187284.4
4	409834.7	3186842.3	31	409455.3	3187015.1	58	409477.1	3187271.7
5	409853.7	3186819.0	32	409449.5	3187020.0	59	409490.3	3187252.7
6	409863.5	3186800.2	33	409446.7	3187022.4	60	409509.4	3187217.2
7	409880.5	3186781.7	34	409435.1	3187033.3	61	409529.0	3187178.0
8	409894.9	3186759.7	35	409427.2	3187041.9	62	409563.9	3187131.5
9	409945.0	3186696.8	36	409412.6	3187054.4	63	409574.2	3187121.0
10	409941.7	3186684.1	37	409411.1	3187056.2	64	409586.6	3187115.4
11	409952.0	3186659.5	38	409388.3	3187086.5	65	409620.7	3187085.8

12	409973.4	3186632.5	39	409359.6	3187124.7	66	409661.8	3187052.4
13	409993.3	3186616.6	40	409354.9	3187131.5	67	409680.7	3187038.1
14	410012.3	3186600.7	41	409348.8	3187139.4	68	409695.5	3187018.5
15	410021.0	3186549.1	42	409344.1	3187148.3	69	409612.3	3186889.6
16	410035.3	3186523.7	43	409338.1	3187156.3	70	409626.9	3186871.0
17	410066.3	3186489.6	44	409329.6	3187171.3	71	409669.5	3186904.3
18	410089.8	3186469.7	45	409321.7	3187183.9	72	409670.6	3186905.1
19	409944.9	3186392.4	46	409312.1	3187196.1	73	409650.5	3186927.4
20	409928.7	3186383.7	47	409305.2	3187206.4	74	409630.5	3186949.8
21	409921.4	3186395.3	48	409299.9	3187218.1	75	409589.3	3186917.7
22	409803.7	3186583.0	49	409288.7	3187235.0	76	409591.6	3186914.9
23	409733.3	3186676.7	50	409280.3	3187246.6	77	409597.4	3186907.7
24	409657.0	3186778.1	51	409268.6	3187265.2	78	409608.3	3186894.5
25	409615.7	3186833.0	52	409262.3	3187273.5	79	409610.4	3186891.9
26	409559.3	3186893.5	53	409343.3	3187331.6			
27	409548.8	3186904.8	54	409362.0	3187345.1			

III.1.3. Delimitación del Área del Proyecto (AP)

El AP corresponde al espacio físico en el que se pretende desarrollar las obras y actividades sometidas a evaluación ambiental en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular. Su delimitación se estableció a partir de la configuración espacial del polígono del Proyecto, considerando exclusivamente las superficies que forman parte de la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.

El AP comprende una superficie de **0.3216617 ha (3,216.617 m²)**. Esta superficie constituye la unidad espacial de mayor detalle utilizada para identificar y caracterizar las obras y actividades que serán objeto de evaluación, así como para determinar las superficies de ocupación y, posteriormente, las afectaciones directas asociadas con su ejecución.

La delimitación del AP responde, por tanto, a un criterio fundamentalmente **físico y operativo**, determinado por la configuración actual del proyecto y por las superficies en las cuales se pretende ejecutar las obras y actividades que requieren autorización. A diferencia de la Región Ecológica (RE) y del Área de Influencia (AI), cuya delimitación responde a criterios ambientales y territoriales de diferente escala, el AP está directamente asociado con la **huella espacial de las obras sometidas a evaluación**.

La delimitación espacial que integra el proyecto se ilustra en la figura inferior, donde se muestran sus límites y vértices georreferenciados en coordenadas UTM Zona 12, DATUM WGS84. La descripción detallada de estos vértices se presenta en la tabla inferior, la cual define de manera precisa el área efectiva destinada al desarrollo.



Figura III. 9. Ubicación del Área del proyecto y sus vértices

Tabla III. 3. Coordenadas del polígono del área de proyecto.

Vértice	UTM X	UTM Y
1	409630.48	3186949.78
2	409650.52	3186927.45
3	409670.55	3186905.11
4	409626.87	3186870.98
5	409612.25	3186889.64
6	409608.26	3186894.48
7	409597.36	3186907.70
8	409589.31	3186917.71

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA REGION ECOLÓGICA

III.2.1. Componente abiótico

III.2.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos

El clima constituye uno de los componentes abióticos fundamentales para comprender el funcionamiento ambiental de un territorio, debido a que condiciona procesos como la disponibilidad de agua, evapotranspiración, formación y conservación de los suelos, distribución de la vegetación, dinámica de los escurrimientos superficiales y respuesta de los ecosistemas ante eventos meteorológicos extremos. En ambientes costeros áridos, como el correspondiente al área de estudio, la interacción entre las condiciones atmosféricas regionales y la influencia marítima adquiere particular importancia para explicar el régimen térmico, la elevada aridez y la marcada irregularidad de las precipitaciones.

A escala regional, la costa central de Sonora se encuentra influenciada por las condiciones atmosféricas características del noroeste de México, donde predominan condiciones áridas asociadas con la circulación atmosférica subtropical y la escasa disponibilidad de humedad durante buena parte del año. Durante el verano adquiere importancia el aporte de humedad asociado con la circulación monzónica del noroeste de México, favoreciendo la ocurrencia de tormentas convectivas y una concentración estacional de la precipitación. Durante otoño e invierno pueden presentarse sistemas frontales y perturbaciones provenientes de latitudes medias, mientras que durante la temporada de ciclones tropicales la región puede recibir los efectos directos o indirectos de sistemas originados en el Pacífico nororiental.

La proximidad al Golfo de California introduce además una influencia marítima sobre las condiciones atmosféricas locales, particularmente en la humedad ambiental y circulación local de vientos; sin embargo, dicha influencia no modifica el carácter predominantemente árido del territorio.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

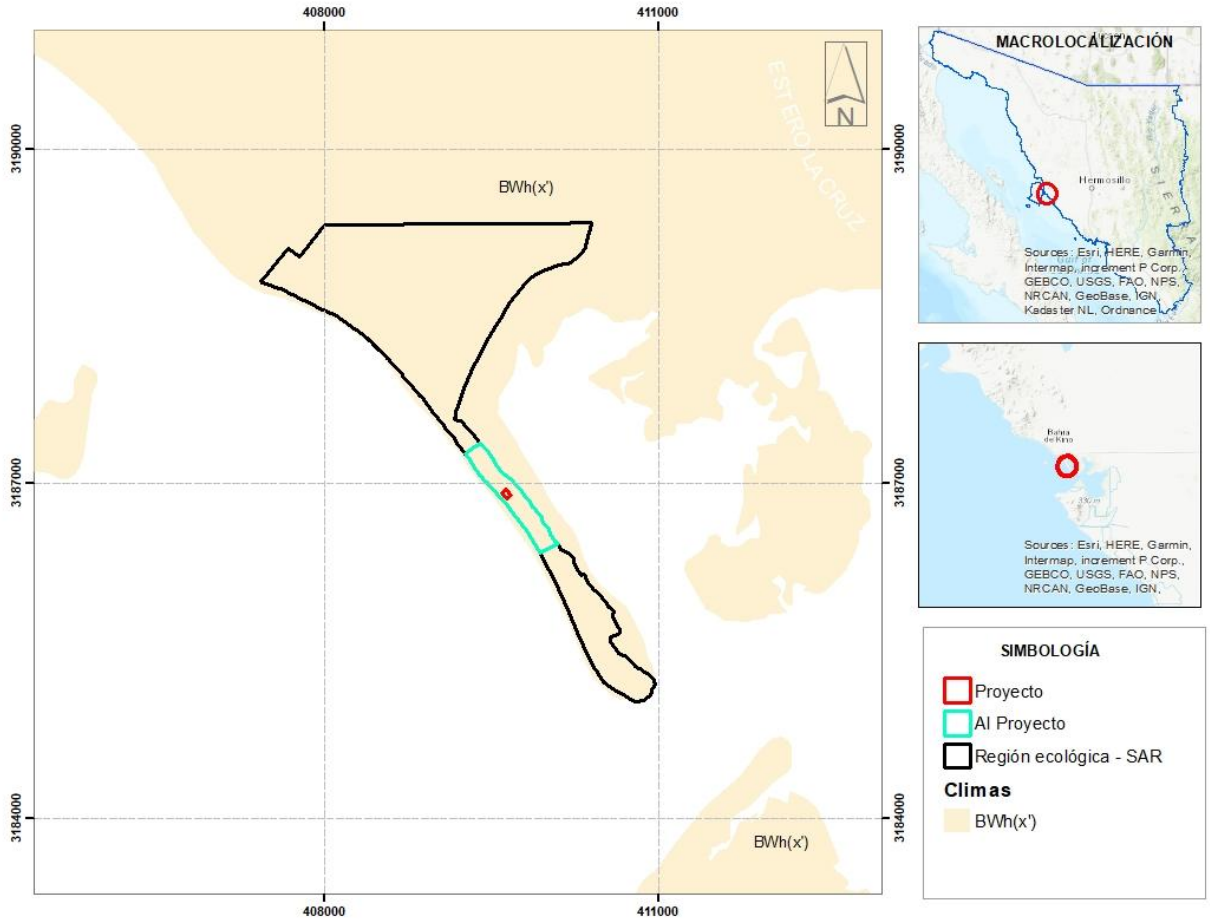


Figura III. 10. Mapa de Climas en la región de interés.

Caracterización climática de la RE

De acuerdo con la **cartografía climática de INEGI**, la totalidad de la RE se encuentra comprendida dentro del tipo climático **BWh(x')**, correspondiente a condiciones de clima **muy seco, semicálido**, conforme al sistema de clasificación climática utilizado en dicha cartografía. La distribución de esta unidad climática es homogénea dentro de la RE, por lo que no se identifican transiciones hacia otros tipos climáticos dentro de sus límites.

Para complementar la caracterización espacial proporcionada por INEGI con información cuantitativa de temperatura y precipitación, se utilizó la **Normal Climatológica 1991–2020 de la estación climatológica 26082 San Isidro**, perteneciente a la Base de Datos Climatológica Nacional de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua

La estación San Isidro se localiza en el municipio de Hermosillo, Sonora, en las coordenadas **28.82611111° N y 111.6588889° O**, a una altitud de **30 msnm**, y se

encuentra actualmente en operación. Su selección como estación de referencia obedece a su proximidad al área de estudio, similitud altitudinal y disponibilidad y continuidad de información climatológica, condiciones que permiten utilizar sus registros para representar el comportamiento térmico y pluviométrico general de la RE.

Régimen térmico

La Normal Climatológica 1991–2020 de la estación San Isidro registra una **temperatura media anual de 23.9 °C**, evidenciando un régimen térmico cálido con una marcada variación estacional entre invierno y verano.

Las temperaturas medias mensuales más bajas se presentan durante diciembre y enero, con **15.4 y 15.7 °C**, respectivamente. A partir de febrero se observa un incremento progresivo de la temperatura, alcanzándose 25.0 °C en mayo, 29.8 °C en junio, 32.6 °C en julio y el máximo de **32.7 °C en agosto**. En septiembre la temperatura media permanece elevada, con 31.1 °C, para posteriormente disminuir gradualmente durante otoño.

La **temperatura máxima normal anual es de 33.1 °C**. Durante el periodo más cálido las máximas normales alcanzan 39.3 °C en junio, **39.9 °C en julio** y 39.8 °C en agosto. Estos valores indican que las temperaturas máximas cercanas a 40 °C constituyen una condición normal durante el verano.

Los registros extremos muestran que pueden presentarse temperaturas considerablemente superiores. La **máxima diaria registrada alcanza 51 °C**, correspondiente al 22 de junio de 1998; asimismo, se han registrado máximas diarias de 50 °C en julio y de 48 °C en mayo, agosto y septiembre. Estos valores confirman la ocurrencia potencial de episodios de calor extremo.

En contraste, la **temperatura mínima normal anual es de 14.7 °C**. Las mínimas normales mensuales presentan sus valores más bajos en enero y diciembre, con 6.4 y 6.5 °C, respectivamente. Los registros extremos muestran una mínima diaria de **-3 °C en enero**, así como valores de -1 °C en febrero y diciembre. Estos eventos representan condiciones extremas y no el comportamiento térmico habitual.

En conjunto, el régimen térmico se caracteriza por **inviernos relativamente templados y veranos muy cálidos**, con una amplitud térmica estacional marcada y posibilidad de episodios de calor extremo principalmente durante finales de primavera y verano.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

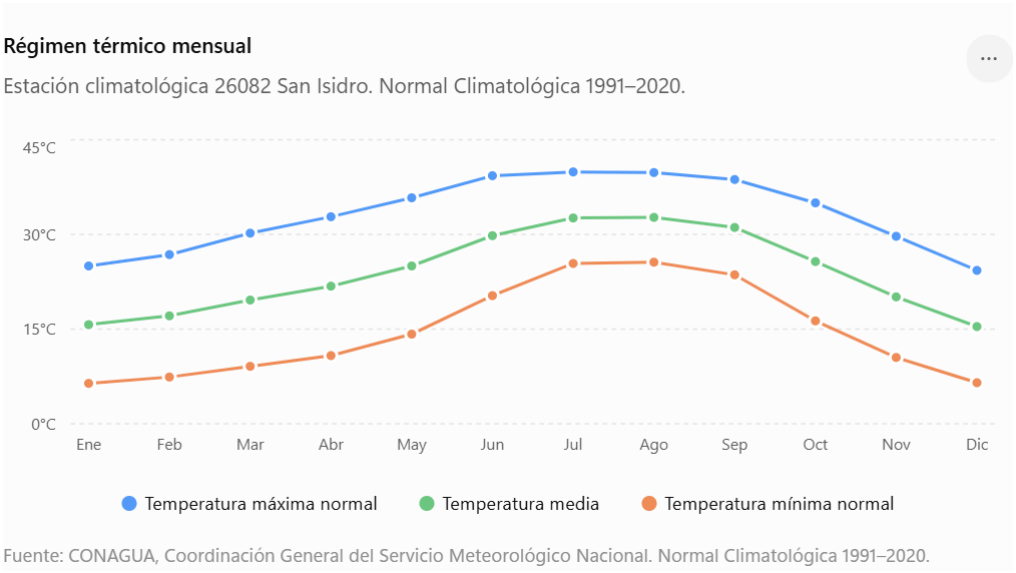


Figura III. 11. Régimen térmico mensual. Estación climatológica 26082 San Isidro, Normal Climatológica 1991–2020.

Régimen de precipitación

La precipitación constituye uno de los elementos que mejor expresa las condiciones de aridez características del clima **BWh(x')**. La estación San Isidro registra una **precipitación normal anual de 138.1 mm**, distribuida de manera marcadamente irregular a lo largo del año.

El principal periodo de precipitación corresponde al verano y principios del otoño. Julio registra una precipitación normal de 20.4 mm, agosto presenta el máximo mensual con **37.4 mm** y septiembre registra 29.3 mm. En conjunto, durante julio, agosto y septiembre se reciben **87.1 mm**, equivalentes aproximadamente al **63.1 % de la precipitación normal anual**.

En contraste, el periodo comprendido entre abril y junio presenta condiciones particularmente secas, con precipitaciones normales de 0.6 mm en abril, 0.4 mm en mayo y 3.1 mm en junio. En conjunto, estos tres meses aportan solamente **4.1 mm**, equivalentes aproximadamente al **3.0 % de la precipitación normal anual**.

Durante otoño e invierno se presenta un segundo periodo de aportación pluviométrica de menor magnitud. Noviembre registra una precipitación normal de 10.4 mm y diciembre de 13.5 mm, mientras que enero y febrero presentan 5.1 y 8.0 mm, respectivamente.

La irregularidad de las precipitaciones resulta más evidente al analizar los registros extremos. La precipitación máxima mensual registrada alcanza **151.0 mm en diciembre de 1994**, cantidad que por sí sola supera la precipitación normal anual de 138.1 mm. Asimismo, se han registrado máximos mensuales de 145.0 mm en julio de 2015, 142.5 mm en agosto de 1996 y 125.5 mm en septiembre de 2004.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La precipitación máxima diaria registrada alcanza **97.5 mm en diciembre**, 96.0 mm en julio, 93.9 mm en septiembre y 88.2 mm en agosto. Estos registros resultan ambientalmente relevantes debido a que demuestran que, aun dentro de un régimen muy seco, pueden presentarse eventos de precipitación intensa capaces de aportar en un solo día una proporción considerable de la precipitación que normalmente se recibe durante todo el año.

Esta condición es característica de los ambientes áridos, donde una precipitación anual reducida no necesariamente implica ausencia de procesos hidrológicos intensos, debido a que una parte importante del volumen anual puede concentrarse en pocos eventos de corta duración.

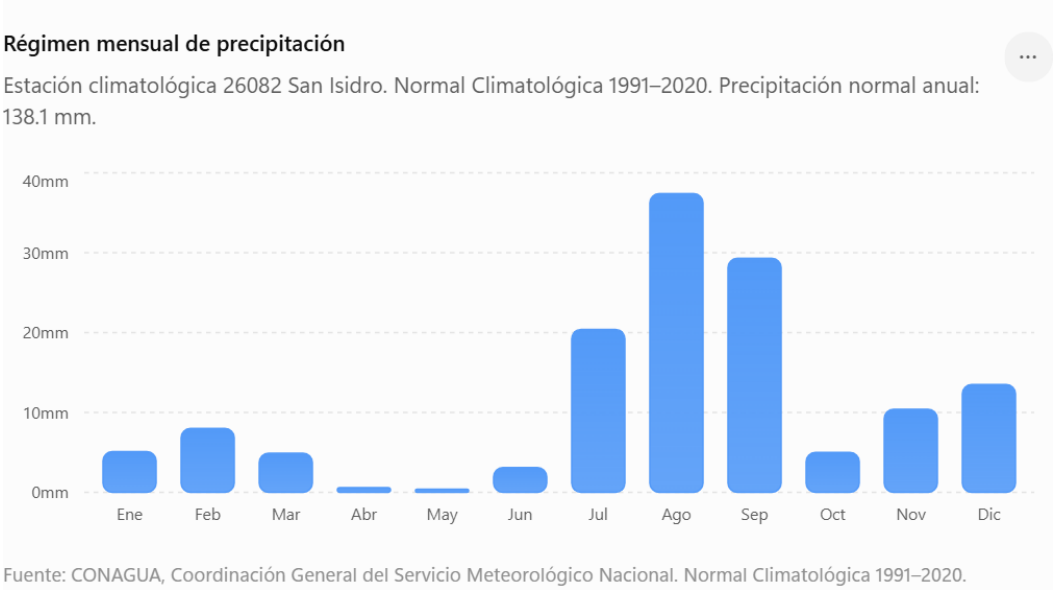


Figura III. 12. Régimen mensual de precipitación. Estación climatológica 26082 San Isidro, Normal Climatológica 1991–2020.

Frecuencia de días con lluvia

La aridez de la zona también se manifiesta en el reducido número de días con precipitación. La estación San Isidro registra solamente **14.8 días con lluvia al año** como valor normal.

Agosto presenta la mayor frecuencia, con 3.5 días con lluvia, seguido de julio con 2.6 y septiembre con 2.0 días. En contraste, mayo registra únicamente 0.1 días con lluvia, abril 0.3 y junio 0.4.

La combinación de **un reducido número de días con lluvia y la posibilidad de precipitaciones diarias intensas** constituye un aspecto importante para interpretar el funcionamiento hidrológico de la RE. Los periodos prolongados sin precipitación favorecen condiciones de baja humedad superficial, mientras que los eventos intensos

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

pueden generar escurrimientos de respuesta relativamente rápida dependiendo de la intensidad y duración de la precipitación, así como de las características topográficas, edáficas, de cobertura y de infiltración del terreno.

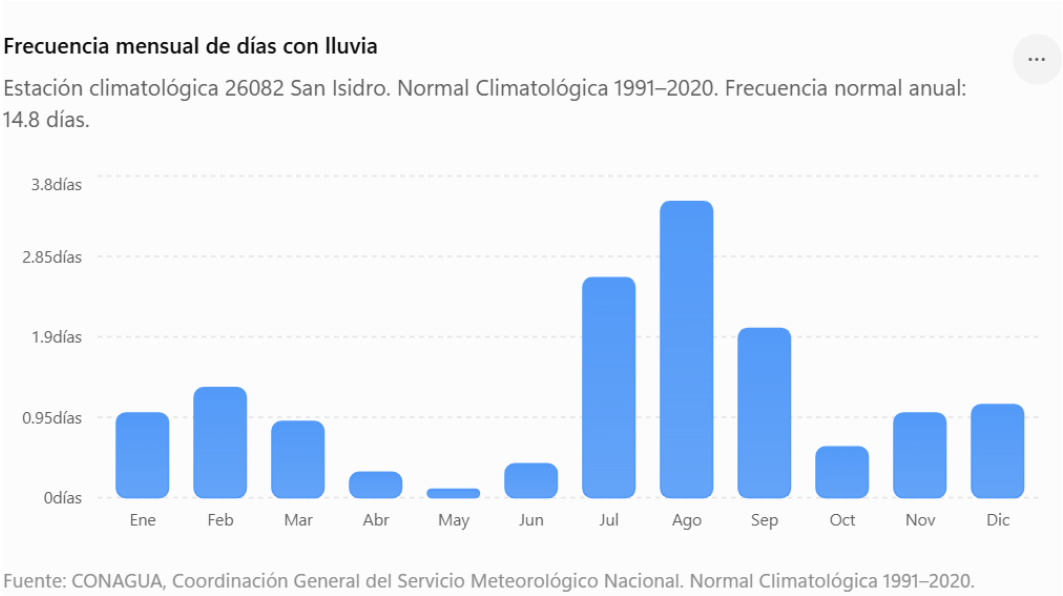


Figura III. 13. Frecuencia mensual de días con lluvia. Estación climatológica 26082 San Isidro, Normal Climatológica 1991–2020.

Fenómenos meteorológicos relevantes

Las características climáticas regionales determinan la exposición de la RE a diferentes fenómenos meteorológicos, entre los que destacan las **temperaturas extremas y ondas de calor, precipitaciones intensas asociadas con tormentas convectivas, periodos prolongados de sequía, frentes fríos y la influencia ocasional de ciclones tropicales o sus remanentes**.

Temperaturas extremas y ondas de calor. Los registros de la estación San Isidro muestran temperaturas máximas diarias de hasta 51 °C, por lo que los episodios de calor extremo constituyen una condición documentada para la región. Estos eventos incrementan la demanda evaporativa de la atmósfera, favorecen la pérdida de humedad superficial y pueden generar condiciones de estrés para la vegetación, fauna y población.

Precipitaciones intensas. Aunque la precipitación normal anual es reducida, los máximos diarios registrados demuestran la posibilidad de eventos pluviométricos de elevada intensidad. La ocurrencia histórica de 96.0 mm en un día durante julio, 88.2 mm en agosto, 93.9 mm en septiembre y 97.5 mm en diciembre evidencia que determinados eventos pueden aportar volúmenes importantes de agua en periodos relativamente

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

cortos. Esta condición adquiere especial relevancia para el comportamiento del escurrimiento superficial y deberá retomarse en el apartado correspondiente a hidrología.

Sequía. La precipitación normal anual de 138.1 mm, la ocurrencia promedio de solamente 14.8 días con lluvia y la existencia de periodos prolongados con precipitaciones mínimas son congruentes con la elevada aridez de la zona. En este contexto, la disponibilidad natural de humedad constituye un factor limitante para la productividad biológica y para el establecimiento y recuperación de la vegetación.

Ciclones tropicales y sus remanentes. La costa de Sonora puede recibir la influencia directa o indirecta de sistemas tropicales originados en el Pacífico nororiental. Su relevancia para el área de estudio se relaciona principalmente con la posibilidad de generar precipitaciones extraordinarias, vientos intensos y modificaciones temporales de las condiciones costeras. La ocurrencia de estos fenómenos representa una condición de exposición del territorio y no una característica generada por el proyecto.

Frentes fríos. Durante otoño e invierno pueden presentarse sistemas frontales capaces de ocasionar descensos temporales de temperatura y modificaciones en el régimen de viento. Los registros mínimos de la estación San Isidro evidencian que, aunque las temperaturas bajo cero son poco frecuentes, históricamente han ocurrido valores mínimos extremos de hasta -3 °C.

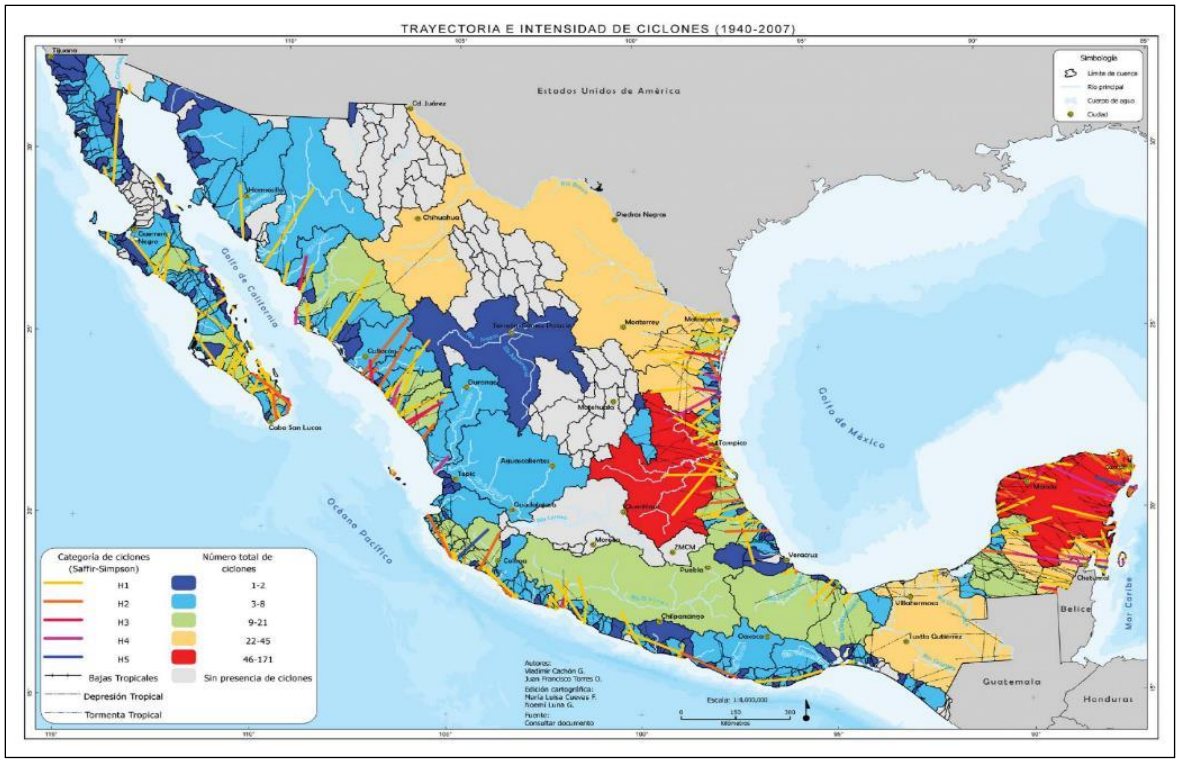


Figura III. 14. Mapa de trayectoria e intensidad de ciclones (1940 – 2007).

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Distribución del clima en la RE

La cartografía climática de INEGI muestra una condición homogénea dentro de la RE. El tipo climático **BWh(x')** ocupa la totalidad de su superficie.

Tabla III. 4. Distribución del clima en la RE.

Tipo climático	Cobertura (%)
BWh(x')	100.00
Total RE	**100.00**

La homogeneidad climática observada indica que las diferencias ambientales que puedan presentarse dentro de la RE no están determinadas por cambios en el tipo climático a esta escala, sino por la interacción con otros factores como geomorfología, suelos, hidrología, cobertura vegetal, proximidad al ambiente costero y grado de transformación antrópica.

Caracterización climática del AI

El AI se encuentra completamente comprendida dentro de la misma unidad climática **BWh(x')** identificada para la RE. No existen dentro de sus límites variaciones espaciales que impliquen la presencia de otro tipo climático.

En consecuencia, las condiciones cuantitativas registradas por la estación San Isidro resultan igualmente representativas para caracterizar el AI. Se considera una **temperatura media anual de 23.9 °C**, una temperatura máxima normal anual de 33.1 °C, una temperatura mínima normal anual de 14.7 °C y una precipitación normal anual de 138.1 mm.

El régimen estacional también es equivalente al observado en la RE, con temperaturas máximas durante el verano, concentración de la precipitación principalmente entre julio y septiembre y un periodo marcadamente seco durante primavera y principios del verano.

La ausencia de diferencias climáticas entre RE y AI es consistente con la reducida extensión territorial del AI y con la continuidad fisiográfica general del entorno. Por tanto, los procesos meteorológicos que operan sobre la RE actúan también sobre el AI sin que exista una transición climática identificable a esta escala.

Las condiciones de elevada temperatura, aridez y ocurrencia eventual de precipitaciones intensas son relevantes para el AI debido a que pueden intervenir en los mecanismos mediante los cuales determinados efectos originados en el AP se manifiesten indirectamente en las superficies circundantes. Entre éstos pueden encontrarse, dependiendo de las actividades desarrolladas, la dispersión atmosférica de partículas y el comportamiento de los escurrimientos superficiales.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 5. Distribución del clima en el AI.

Tipo climático	Cobertura (%)
BWh(x')	100.00
Total AI	**100.00**

La totalidad del AI presenta, por tanto, el mismo tipo climático identificado para la RE.

Caracterización climática del AP

El AP se localiza igualmente dentro de la unidad climática **BWh(x')**, por lo que no existe una diferenciación climática respecto de RE y AI. Las condiciones registradas por la estación San Isidro permiten caracterizar el AP bajo un régimen de temperaturas elevadas, precipitación escasa y altamente variable y periodos prolongados sin lluvia.

La temperatura media anual de referencia es de **23.9 °C**, mientras que durante julio y agosto las temperaturas medias mensuales alcanzan 32.6 y 32.7 °C, respectivamente. Las temperaturas máximas normales durante junio, julio y agosto se aproximan a 40 °C, y los registros históricos muestran que durante eventos extremos pueden alcanzarse o superarse los 50 °C.

La precipitación normal anual de **138.1 mm** evidencia una disponibilidad pluviométrica reducida; sin embargo, la ocurrencia histórica de precipitaciones máximas diarias próximas a 100 mm demuestra que el AP puede encontrarse expuesto ocasionalmente a lluvias de elevada intensidad.

La combinación de **aridez persistente y eventos pluviométricos concentrados** resulta relevante para el AP debido a que constituye el espacio donde se manifestarán los impactos directos. Las modificaciones de la cobertura y de las características físicas de la superficie pueden modificar localmente procesos como infiltración, escurrimiento, almacenamiento superficial de agua y susceptibilidad a erosión. Estas interacciones serán analizadas con mayor detalle en los apartados correspondientes a suelos e hidrología.

Tabla III. 6. Distribución del clima en el AP.

Tipo climático	Cobertura (%)
BWh(x')	100.00
Total AP	**100.00**

La totalidad del AP se encuentra comprendida dentro del tipo climático BWh(x'), por lo que las superficies donde se desarrollarán las obras no presentan una condición climática diferente respecto de las identificadas para RE y AI.

Análisis comparativo entre RE, AI y AP

El análisis comparativo muestra una **homogeneidad climática completa entre las tres unidades de análisis**. El tipo climático BWh(x') representa el 100 % de la superficie de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

RE, AI y AP, por lo que la reducción de escala territorial desde RE hasta AP no implica una transición hacia condiciones climáticas diferentes.

En términos de superficie, las 19.39 ha del AI representan aproximadamente **5.98 %** de la superficie total de la RE, mientras que las **0.3216617 ha** correspondientes al AP representan aproximadamente **0.10 %**. Estas proporciones expresan únicamente la relación espacial entre las unidades de análisis y no un porcentaje de afectación sobre el componente climático.

Tabla III. 7. Análisis comparativo entre RE, AI y AP

Unidad de análisis	Cobertura de BWh(x') (%)	Proporción respecto de la RE (%)
RE	100.00	100.00
AI	100.00	5.98
AP	100.00	0.1

La coincidencia del tipo BWh(x') en las tres escalas indica que el AP **no representa una unidad climática singular o diferenciada dentro de la RE**. Desde una perspectiva espacial, la intervención se realizará sobre una fracción de un tipo climático ampliamente representado dentro de la unidad territorial analizada.

Sin embargo, la comparación porcentual debe interpretarse con cautela para este componente. A diferencia de elementos territorialmente discretos como las unidades edafológicas, geológicas o de vegetación, el clima responde a procesos atmosféricos que operan a escalas considerablemente mayores que las dimensiones de RE, AI y AP. En consecuencia, el porcentaje superficial ocupado por el proyecto **no representa un porcentaje de afectación del tipo climático**, sino únicamente la proporción territorial de las unidades analizadas que se encuentra bajo las mismas condiciones climáticas.

La homogeneidad observada permite establecer que las condiciones térmicas, pluviométricas y meteorológicas descritas constituyen el escenario climático común bajo el cual se desarrollan los procesos ambientales de RE, AI y AP.

Tabla III. 8. Resumen comparativo entre RE, AI y AP.

Rasgo	RE	AI	AP
Tipo climático BWh(x')	100 %	100 %	100 %
Régimen térmico	Media anual de 23.9 °C	Misma condición	Misma condición
Régimen de precipitación	138.1 mm/año	Misma condición	Misma condición
Precipitaciones intensas	Eventos extremos documentados	Misma exposición	Misma exposición
Temperaturas extremas y ondas de calor	Presentes	Presentes	Presentes
Sequía	Condición asociada a la aridez regional	Misma condición	Misma condición
Frentes fríos	Influencia estacional	Misma condición	Misma condición
Ciclones tropicales y remanentes	Influencia potencial	Influencia potencial	Influencia potencial

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Vinculación del proyecto con el clima y fenómenos meteorológicos

La vinculación entre el proyecto y el clima debe analizarse en dos sentidos diferentes. Por una parte, corresponde determinar la capacidad de las obras y actividades para modificar las condiciones climáticas existentes y, por otra, reconocer la influencia que las condiciones climáticas y los fenómenos meteorológicos pueden ejercer sobre la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

En el primer caso, debido a la naturaleza y escala espacial de las obras, **no se prevé capacidad para modificar el tipo climático BWh(x'), el régimen regional de precipitación, las temperaturas atmosféricas regionales ni la frecuencia o intensidad de fenómenos como sequías, frentes fríos, ondas de calor o ciclones tropicales**.

Dentro del AP podrían presentarse modificaciones microambientales localizadas asociadas con cambios en la cobertura y características físicas de las superficies, principalmente en términos de absorción y almacenamiento de energía, temperatura superficial, infiltración y evapotranspiración. Sin embargo, estas modificaciones no representan un cambio en la clasificación climática ni tienen capacidad para alterar el funcionamiento atmosférico de RE o AI.

En sentido inverso, las condiciones climáticas constituyen un factor ambiental relevante para la ejecución y operación del proyecto. Las temperaturas elevadas y los periodos prolongados sin precipitación pueden favorecer condiciones de baja humedad superficial y, durante la etapa constructiva, facilitar la generación y dispersión de partículas cuando existan superficies expuestas. Asimismo, la ocurrencia eventual de lluvias intensas puede incrementar temporalmente los escurrimientos superficiales y la movilización de materiales.

Los fenómenos meteorológicos extremos deberán ser considerados principalmente como **condicionantes ambientales y de riesgo para el proyecto**, y no como impactos generados por éste. Esta distinción resulta fundamental para evitar atribuir al proyecto modificaciones sobre fenómenos atmosféricos cuya ocurrencia responde a procesos regionales y de mayor escala.

En términos generales, el **impacto del proyecto sobre el clima y los fenómenos meteorológicos se considera nulo en RE y AI y predominantemente nulo a escala climática en AP**. Únicamente pueden reconocerse modificaciones microambientales localizadas dentro del AP asociadas con la transformación física de determinadas superficies, cuyo alcance no presenta capacidad para modificar el tipo climático BWh(x') ni los procesos atmosféricos que caracterizan la región.

Por otra parte, las condiciones climáticas sí representan un factor condicionante para el proyecto. La combinación de una **temperatura media anual de 23.9 °C, máximas normales estivales cercanas a 40 °C, precipitación normal anual de 138.1 mm, solamente 14.8 días normales con lluvia al año y posibilidad de eventos pluviométricos intensos** deberá considerarse en la planeación de las actividades,

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

manejo de superficies expuestas, control de partículas y manejo de los escurrimientos pluviales.

Por tanto, la principal vinculación identificada corresponde a la **influencia del clima sobre el proyecto y no a una modificación significativa del clima por efecto del proyecto**. La homogeneidad del tipo BWh(x') en RE, AI y AP y la escala territorial de las obras permiten establecer que no se prevé una alteración significativa de este componente abiótico.

Tabla III. 9. Vinculación del proyecto con el clima y fenómenos meteorológicos.

Unidad de análisis	Características climáticas	Vinculación con el proyecto, medidas y cumplimiento
RE	La RE presenta en el **100 % de su superficie el clima BWh(x')**. La estación San Isidro (26082) registra una temperatura media anual de **23.9 °C** y precipitación normal anual de **138.1 mm**, concentrada principalmente entre julio y septiembre. Predominan condiciones de elevada aridez y temperaturas altas, con presencia potencial de ondas de calor, lluvias intensas, sequías, frentes fríos y efectos de ciclones tropicales o sus remanentes.	El proyecto no tiene capacidad para modificar el clima ni el régimen regional de temperatura y precipitación. Las condiciones de aridez y las lluvias intensas pueden favorecer la dispersión de partículas y los escurrimientos. Se aplicarán medidas de control de polvo, manejo de escurrimientos, estabilización de superficies y manejo adecuado de materiales y residuos.
AI	El AI presenta en el **100 % de su superficie el clima BWh(x')**, manteniendo las condiciones de aridez, altas temperaturas y baja precipitación identificadas para la RE. Las lluvias se concentran principalmente en verano y pueden presentarse eventos intensos de corta duración.	El proyecto no modificará las condiciones climáticas del AI. Los posibles efectos indirectos se relacionan principalmente con dispersión de partículas y movilización de materiales por escurrimientos. Se aplicarán medidas de control de polvo, manejo de escurrimientos y sedimentos y conservación del drenaje superficial.
AP	El AP presenta en el **100 % de su superficie el clima BWh(x')**. La temperatura media anual de referencia es de **23.9 °C** y la precipitación normal anual de **138.1 mm**, bajo condiciones de elevada aridez, altas temperaturas y lluvias concentradas principalmente durante el verano.	El proyecto no modificará el tipo climático ni el régimen de temperatura y precipitación. Durante las obras pueden presentarse efectos locales asociados con generación de polvo y escurrimientos sobre superficies expuestas. Se aplicarán medidas de control de partículas, manejo de escurrimientos y sedimentos, estabilización de superficies y manejo adecuado de materiales y residuos.

III.2.1.2. Geología y geomorfología

Las características geológicas y geomorfológicas constituyen elementos fundamentales para comprender la configuración física del territorio, debido a que condicionan el desarrollo de los suelos, la infiltración y circulación del agua, la dinámica de los

escurrimientos superficiales, la susceptibilidad a procesos erosivos y, en ambientes costeros, la evolución y estabilidad de las formas del relieve.

En el área de estudio, estos componentes adquieren especial relevancia debido a su ubicación en una planicie costera vinculada con el Golfo de California y a la presencia de formas de acumulación sedimentaria asociadas con procesos continentales y costeros. Particularmente, el AI y el AP se localizan sobre una barra litoral que constituye una separación física entre el Estero La Cruz y el ambiente marino abierto, condición geomorfológica que debe considerarse para interpretar adecuadamente la configuración y funcionamiento del territorio.

Geología

Caracterización geológica de la RE

De acuerdo con la cartografía geológica analizada, la RE se encuentra constituida por materiales superficiales del **Cenozoico, correspondientes al sistema Cuaternario**, representados por depósitos de origen aluvial, lacustre y litoral.

La ausencia de afloramientos rocosos dentro de la RE y el predominio de materiales no consolidados reflejan el carácter deposicional reciente del área. La configuración geológica actual es resultado de la acumulación y redistribución de sedimentos mediante procesos continentales y costeros que han actuado durante el Cuaternario.

La unidad de mayor extensión corresponde a **Q(al), suelo aluvial del Cuaternario**, que ocupa aproximadamente **256.2174 ha**, equivalentes al **78.67 % de la RE**. Esta unidad está asociada con materiales detríticos transportados y depositados por procesos de escurrimiento superficial, característicos de las superficies de acumulación localizadas en las partes bajas del relieve.

Los depósitos aluviales están constituidos generalmente por materiales de granulometría variable, cuya distribución responde a la energía de transporte, distancia respecto de las áreas fuente y condiciones topográficas de deposición. Su predominio dentro de la RE es congruente con las características fisiográficas de un territorio de pendientes reducidas en el que los procesos de acumulación han tenido una participación importante en la conformación de la superficie.

La segunda unidad por extensión corresponde a **Q(li), suelo litoral del Cuaternario**, con aproximadamente **65.4561 ha**, equivalentes al **20.10 % de la RE**. Esta unidad se relaciona con procesos de acumulación propios del ambiente costero, donde la redistribución de sedimentos está controlada por la interacción entre los aportes sedimentarios, oleaje, corrientes y otros procesos litorales.

Su presencia resulta particularmente importante para el análisis del proyecto, debido a que **la totalidad del AI y del AP se encuentra comprendida dentro de Q(li)**. Por tanto, aunque esta unidad representa aproximadamente una quinta parte de la superficie de la RE, constituye la unidad geológica directamente asociada con las obras y con su entorno inmediato.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Finalmente, se identifica la unidad **Q(la), suelo lacustre del Cuaternario**, con una superficie aproximada de **4.0191 ha**, equivalente al **1.23 % de la RE**. Su presencia es considerablemente menor y representa superficies de acumulación sedimentaria relacionadas con condiciones deposicionales de baja energía.

La coexistencia de depósitos aluviales, lacustres y litorales evidencia que la configuración geológica superficial de la RE responde principalmente a **procesos sedimentarios cuaternarios**, con una diferenciación espacial asociada con la transición entre superficies continentales y ambientes costeros.

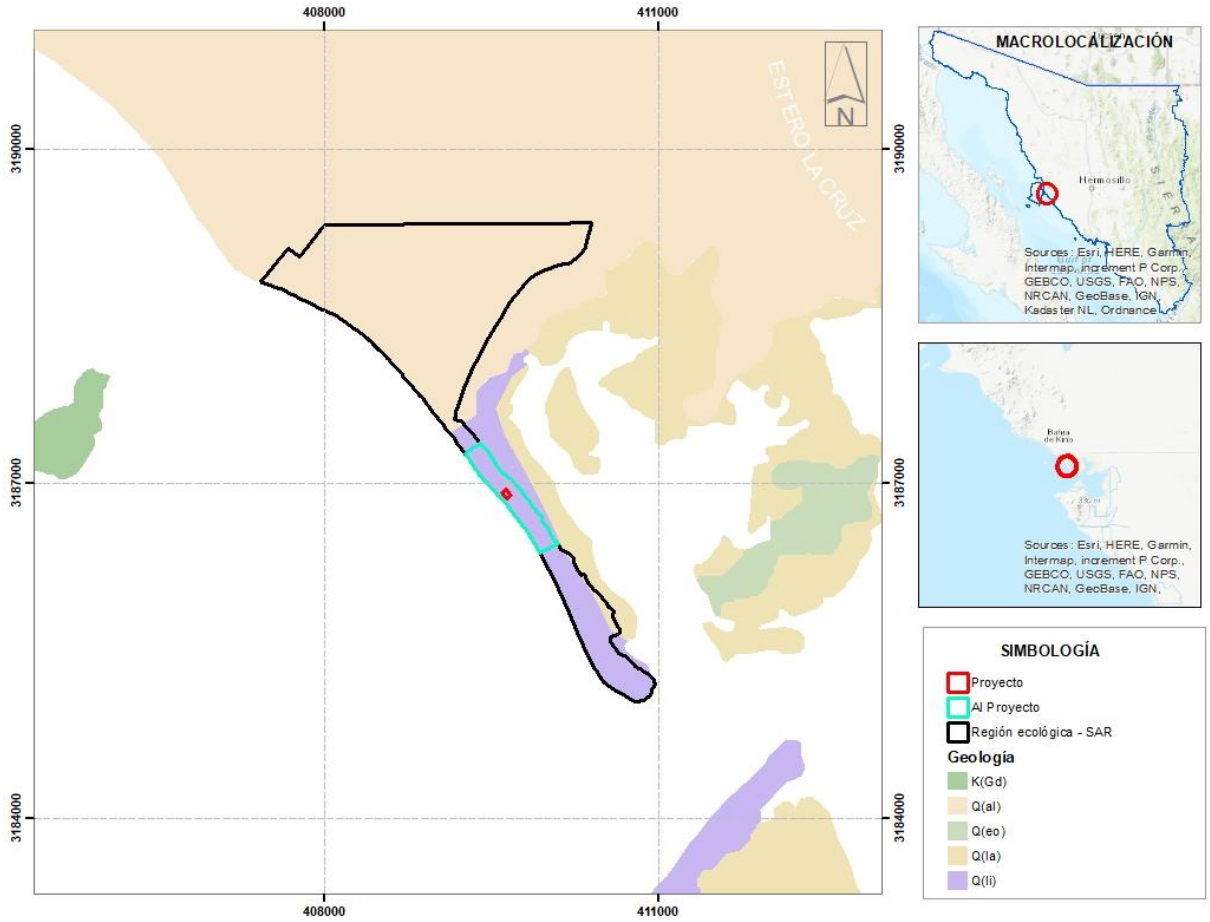


Figura III. 15. Mapa de geología en el área de estudio.

Tabla III. 10. Distribución de las unidades geológicas en la RE.

Clave	Unidad geológica	Sistema	Era	Área de cobertura (ha)	Cobertura (%)
Q(al)	Suelo aluvial	Cuaternario	Cenozoico	256.2174	78.67
Q(la)	Suelo lacustre	Cuaternario	Cenozoico	4.0191	1.23
Q(li)	Suelo litoral	Cuaternario	Cenozoico	65.4561	20.10

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Caracterización geológica del AI

El AI presenta una condición geológica homogénea y se encuentra en su totalidad sobre la unidad **Q(li), suelo litoral del Cuaternario, Cenozoico**.

A diferencia de la RE, donde predominan los depósitos aluviales, a escala del AI la unidad litoral adquiere una representatividad del 100 %. Esta condición refleja la posición del AI dentro del sector costero y su asociación con la barra litoral que separa físicamente el Estero La Cruz del ambiente marino abierto.

Los materiales de esta unidad corresponden a depósitos sedimentarios costeros relativamente recientes y no consolidados, cuya configuración está relacionada con procesos de acumulación y redistribución sedimentaria. Desde el punto de vista ambiental, esta característica implica que el comportamiento del terreno está asociado principalmente con materiales sedimentarios y no con un sustrato rocoso consolidado.

Tabla III. 11. Distribución de las unidades geológicas en el AI.

Clave	Unidad geológica	Sistema	Era	Cobertura (%)
Q(li)	Suelo litoral	Cuaternario	Cenozoico	100.00
Total				**100.00**

Caracterización geológica del AP

El AP presenta la misma condición geológica identificada para el AI y se encuentra en su totalidad sobre la unidad **Q(li), suelo litoral del Cuaternario, Cenozoico**.

Por tanto, la totalidad del AP corresponde a materiales sedimentarios de origen litoral. Esta condición resulta relevante para el proyecto debido a que las obras se desarrollarán directamente sobre una unidad constituida por materiales superficiales no consolidados asociados con la dinámica sedimentaria costera.

Desde el punto de vista de la evaluación ambiental, la condición geológica del AP deberá relacionarse principalmente con las modificaciones físicas producidas por excavaciones, nivelaciones, cimentaciones, compactación y ocupación permanente del terreno. No obstante, la intensidad efectiva de estas modificaciones dependerá de las características específicas de las obras y de las profundidades de intervención previstas.

Tabla III. 12. Distribución de las unidades geológicas en el AP.

Clave	Unidad geológica	Sistema	Era	Cobertura (%)
Q(li)	Suelo litoral	Cuaternario	Cenozoico	100.00
Total				**100.00**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Geomorfología

Caracterización geomorfológica de la RE

De acuerdo con la información fisiográfica de INEGI, la totalidad de la RE se encuentra dentro de la **Provincia Fisiográfica Llanura Sonorense**, en la **Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses**. Esta subprovincia constituye una de las unidades fisiográficas de mayor extensión en Sonora y se caracteriza regionalmente por la alternancia de sierras y superficies bajas de acumulación. INEGI señala que las unidades fisiográficas se establecen mediante la integración de características topográficas, geológicas, hidrológicas y edafológicas.

A nivel de sistema de topoformas, la totalidad de la RE se clasifica como **Bajada con lomerío**. Las bajadas corresponden, en términos geomorfológicos, a superficies inclinadas desarrolladas al pie de relieves elevados mediante la acumulación y coalescencia de depósitos transportados desde las áreas de mayor elevación. La incorporación de lomeríos refleja la presencia regional de relieves bajos que interrumpen o acompañan estas superficies de acumulación.

La clasificación fisiográfica debe interpretarse de acuerdo con la escala cartográfica de INEGI. En este sentido, que la RE se encuentre cartográficamente dentro del sistema de topoformas Bajada con lomerío **no implica que todas las superficies presenten localmente la misma morfología**. A escala de detalle se reconocen rasgos costeros específicos que no necesariamente quedan individualizados en la cartografía fisiográfica regional.

Esta consideración resulta particularmente relevante en el sector donde se localizan AI y AP, debido a que ambos se encuentran sobre una barra litoral asociada con el Estero La Cruz. Por tanto, dentro del marco fisiográfico regional de Bajada con lomerío existe una expresión geomorfológica local claramente relacionada con procesos de acumulación costera.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

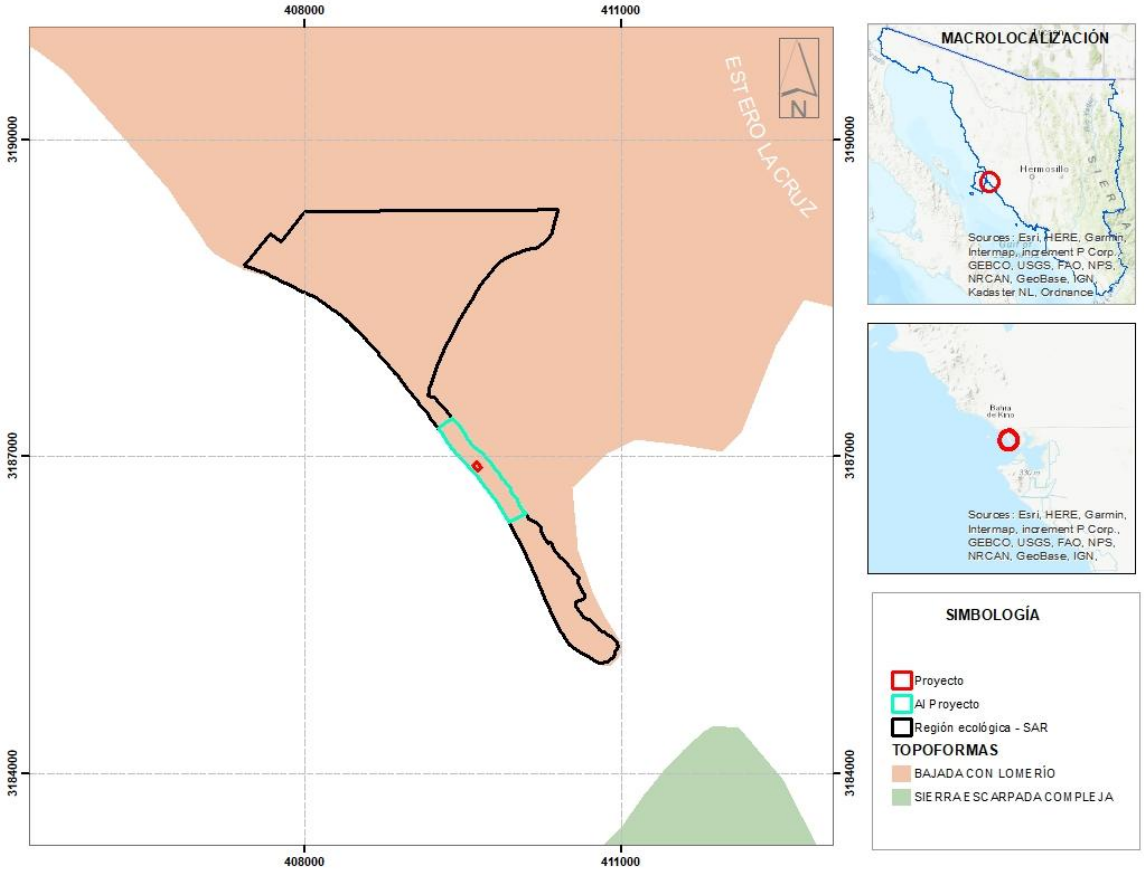


Figura III. 16. Mapa de topoformas en el área de estudio.

Tabla III. 13. Distribución fisiográfica de la RE.

Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	Cobertura (%)
Llanura Sonorense	Sierras y Llanuras Sonorenses	Bajada con lomerío	100.00
Total			**100.00**

Caracterización geomorfológica del AI

El AI se encuentra dentro de la misma Provincia Llanura Sonorense, Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses y sistema de topoformas Bajada con lomerío identificados para la RE. Sin embargo, a escala local presenta una característica geomorfológica más específica: se localiza sobre una barra litoral que separa el Estero La Cruz del ambiente marino abierto.

Esta barra constituye una forma de acumulación sedimentaria costera desarrollada mediante el transporte y redistribución de sedimentos. Su configuración genera una separación física entre el cuerpo lagunar-estuarino y las aguas marinas abiertas, por lo que constituye un elemento relevante dentro de la configuración geomorfológica local.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La identificación de este rasgo permite complementar la clasificación fisiográfica regional de INEGI. Mientras que ésta ubica al territorio dentro de una Bajada con lomerío, el análisis a mayor detalle permite reconocer que el AI se encuentra específicamente asociado con una forma costera de acumulación.

Esta condición geomorfológica adquiere relevancia ambiental debido a que las barras litorales forman parte de la configuración física de los sistemas costeros y su estabilidad depende de la interacción entre disponibilidad de sedimentos, viento, oleaje, corrientes y eventos meteorológicos de diferente intensidad.

Tabla III. 14. Distribución fisiográfica del AI.

Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	Rasgo geomorfológico local	Cobertura (%)
Llanura Sonorense	Sierras y Llanuras Sonorenses	Bajada con lomerío	Barra litoral	100.00
Total				**100.00**

Caracterización geomorfológica del AP

El AP comparte la misma clasificación fisiográfica del AI y se encuentra igualmente sobre la barra litoral asociada con el Estero La Cruz. En consecuencia, la totalidad del AP se localiza dentro de una superficie de acumulación sedimentaria costera.

Esta condición representa el rasgo geomorfológico de mayor relevancia para la evaluación directa del proyecto. Las actividades constructivas pueden modificar localmente la configuración superficial del terreno mediante nivelaciones, excavaciones, compactación y establecimiento de obras permanentes.

Sin embargo, debe diferenciarse entre una modificación local de la superficie geomorfológica dentro del AP y una modificación funcional de la barra litoral como unidad geomorfológica. Esta última solamente podría establecerse si las obras tuvieran capacidad para modificar procesos como transporte sedimentario, configuración topográfica, drenaje superficial o estabilidad física de la barra. Por ello, el análisis de impacto deberá considerar tanto la superficie directamente intervenida como la relación funcional de las obras con este rasgo costero.

Tabla III. 15. Distribución fisiográfica del AP.

Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	Rasgo geomorfológico local	Cobertura (%)
Llanura Sonorense	Sierras y Llanuras Sonorenses	Bajada con lomerío	Barra litoral	100.00
Total				**100.00**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Análisis comparativo de RE, AI y AP

El análisis geológico muestra una diferencia entre las tres escalas territoriales. La RE presenta tres unidades geológicas correspondientes a depósitos aluviales Q(al), lacustres Q(la) y litorales Q(li). En contraste, tanto el AI como el AP presentan una condición geológica homogénea, ya que la unidad Q(li) ocupa el 100 % de ambas superficies.

Esta relación permite establecer que el Proyecto se encuentra específicamente asociado con la unidad geológica litoral, aun cuando ésta no constituye la unidad de mayor extensión dentro de la RE.

Tabla III. 16. Análisis comparativo de RE, AI y AP.

Unidad geológica	RE (%)	AI (%)	AP (%)	AI respecto a la unidad en RE (%)	AP respecto a la unidad en RE (%)
Q(al) Aluvial	78.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Q(la) Lacustre	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00
Q(li) Litoral	20.10	100.00	100.00	29.73	0.49

Desde el punto de vista fisiográfico regional, la comparación muestra una condición homogénea: **RE, AI y AP se encuentran en la Provincia Llanura Sonorense, Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses y sistema de topoformas Bajada con lomerío**, por lo que no existe una diferenciación entre escalas conforme a la clasificación cartográfica de INEGI. La Provincia Llanura Sonorense y la Subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses están reconocidas por INEGI, y la Bajada con lomerío forma parte de los sistemas de topoformas de esta subprovincia.

No obstante, a escala geomorfológica local sí existe una condición de particular importancia: AI y AP se localizan sobre una barra litoral asociada con el Estero La Cruz. Esta característica debe tener mayor peso en la evaluación ambiental que la sola clasificación regional como Bajada con lomerío, debido a que representa la forma concreta del relieve sobre la cual se desarrollarán las obras.

En términos de representatividad espacial, el AP corresponde al **0.1 % de la RE** y al 0.49 **% de la superficie de Q(li) presente dentro de la RE**. Por tanto, la intervención directa representa una fracción reducida de la unidad geológica litoral identificada dentro de la RE.

Tabla III. 17. Vinculación del proyecto con la geología y geomorfología.

Unidad de análisis	Características geológicas y geomorfológicas	Vinculación con el proyecto, medidas y cumplimiento
RE	La RE presenta depósitos cuaternarios Q(al) **78.67 %**, Q(li) **20.10 %** y Q(la) **1.23 %**. Fisiográficamente, el 100 % corresponde a la Provincia Llanura Sonorense, Subprovincia Sierras y	El proyecto no modificará la configuración geológica o fisiográfica de la RE. Las modificaciones físicas se concentrarán en el AP. Se evitarán intervenciones fuera de las superficies autorizadas y se aplicará manejo

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	Llanuras Sonorenses y sistema de topoformas Bajada con lomerío.	adecuado de excavaciones, materiales y escurrimientos. El impacto a escala de la RE se considera **bajo**.
AI	El **100 % del AI corresponde a Q(li)** y se localiza sobre una barra litoral asociada con el Estero La Cruz. Mantiene la clasificación fisiográfica de Bajada con lomerío.	No se realizarán intervenciones directas en el AI. Los posibles efectos indirectos estarán asociados con procesos de escurrimiento o movilización de materiales originados en el AP. El control de sedimentos, residuos y escurrimientos permitirá mantener la configuración física del AI. El impacto indirecto se considera **bajo**.
AP	El **100 % del AP corresponde a Q(li)** y se localiza sobre la barra litoral. Las hectáreas totales del AP representan aproximadamente **0.49 % de Q(li) presente en la RE**.	Las obras producirán modificaciones directas y localizadas mediante excavación, nivelación, compactación y ocupación del terreno. Se limitará la intervención a las superficies autorizadas y se aplicarán medidas de estabilización, manejo de materiales y control de escurrimientos y sedimentos. Considerando la reducida representatividad espacial, pero también la condición de barra litoral, el impacto se considera **bajo y localizado**.

III.2.1.3. Suelos

La caracterización edafológica de la RE, AI y AP se realizó a partir de la cartografía edafológica disponible y de las unidades clasificadas conforme a la **Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB)**. Para el análisis se consideró tanto la distribución espacial de las asociaciones edáficas como su representatividad en cada unidad de análisis, debido a que las propiedades del suelo condicionan procesos relevantes para la evaluación ambiental, entre ellos infiltración, escurrimiento superficial, erosión, transporte de sedimentos, compactación y estabilidad de las superficies intervenidas.

Siguiendo el mismo criterio utilizado para los componentes anteriores, el análisis se desarrolla inicialmente para la RE, posteriormente para el AI y finalmente para el AP, diferenciando los impactos potenciales de acuerdo con la escala en que pueden manifestarse.

III.2.1.3.1. Caracterización edafológica

Caracterización edafológica de la RE

En la RE se identificaron tres asociaciones edáficas, además de las superficies clasificadas como zona urbana (ZU). La distribución muestra una marcada influencia de la urbanización existente, debido a que **224.3405 ha, equivalentes al 69.16 % de la RE**, corresponden a ZU. Esta condición es congruente con la delimitación de la RE, que integra dentro de sus límites la localidad de Bahía de Kino.

Entre las superficies que conservan una clasificación edafológica, la asociación **ARso+RGeuar/1** presenta la mayor extensión, con **60.0580 ha**, equivalentes al **18.52 %**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

de la RE. El grupo de suelo dominante corresponde a Arenosol (AR), asociado secundariamente con Regosol (RG), y presenta **clase textural 1**, correspondiente a textura gruesa.

Los Arenosoles son característicos de superficies dominadas por materiales arenosos y presentan, en términos generales, limitada diferenciación de horizontes y elevada proporción de partículas de tamaño arena. Estas características son particularmente relevantes en ambientes áridos y costeros, debido a que la escasa cohesión de los materiales superficiales puede favorecer su movilización por acción del viento cuando la superficie queda desprovista de cobertura.

La asociación **RGeuar+SCarso/1** ocupa **30.9364 ha**, equivalentes al **9.54 % de la RE**. En esta unidad domina el grupo Regosol (RG), acompañado por Solonchak (SC), igualmente con clase textural 1. Los Regosoles corresponden a suelos con desarrollo pedogenético limitado, generalmente asociados con materiales no consolidados. En ambientes áridos, su estabilidad superficial depende en buena medida de las características granulométricas, la cobertura existente y el grado de perturbación.

La tercera asociación corresponde a **SCglso+RGarsz/1**, con una superficie de **9.0272 ha**, equivalente al **2.78 % de la RE**. El grupo dominante corresponde a Solonchak (SC), acompañado por Regosol (RG), también con clase textural 1. La presencia de Solonchaks resulta ambientalmente relevante debido a que estos suelos están asociados con concentraciones elevadas de sales solubles y son frecuentes en ambientes áridos donde la evaporación favorece la acumulación de sales, particularmente en sectores costeros y superficies con drenaje restringido.

En conjunto, las superficies con clasificación edafológica representan aproximadamente **30.84 % de la RE**, mientras que el restante **69.16 % corresponde a ZU**. Entre las superficies edáficas no urbanizadas predominan claramente los Arenosoles y Regosoles, lo que refleja la presencia de materiales poco consolidados y predominantemente gruesos.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

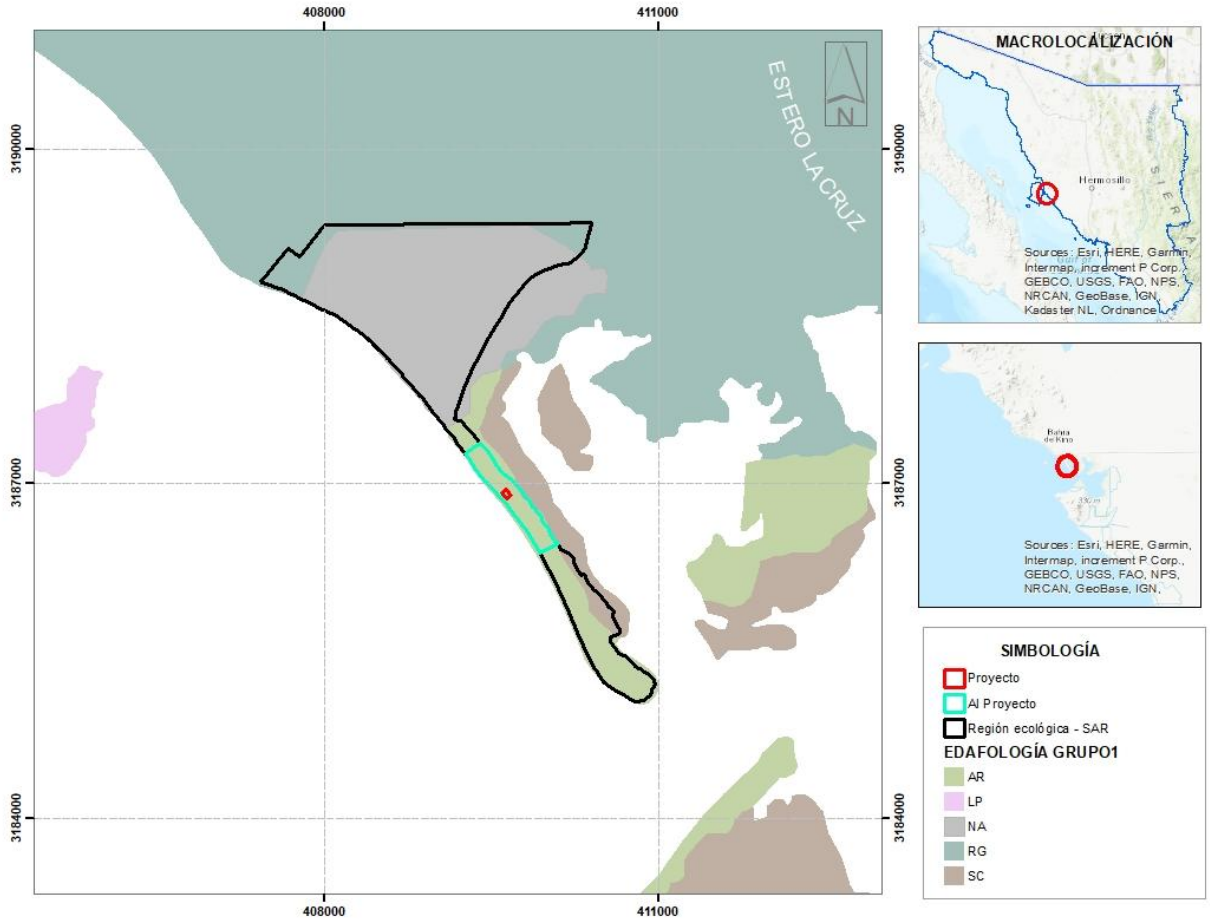


Figura III. 17 Mapa de edafología en el área de estudio.

Tabla III. 18 Distribución de las unidades edafológicas en la RE

Clave WRB	Grupo dominante	Clase textural	Cobertura de la RE (%)
ARso+RGeuar/1	Arenosol (AR)	1	18.52
RGeuar+SCarso/1	Regosol (RG)	1	9.54
SCglso+RGarsz/1	Solonchak (SC)	1	2.78
ZU	Zona urbana	NA	69.16
Total			**100.00**

Caracterización edafológica del AI

La composición edafológica del AI presenta una condición considerablemente más homogénea que la observada en la RE. En esta unidad de análisis únicamente se identificaron dos asociaciones edáficas: **ARso+RGeuar/1** y **SCglso+RGarsz/1**.

La asociación **ARso+RGeuar/1** domina ampliamente el AI, con una superficie de **18.9078 ha**, equivalente al **97.54 %**. En consecuencia, prácticamente la totalidad del AI

corresponde a superficies dominadas por Arenosol, con Regosol como suelo secundario y textura gruesa.

Esta condición es congruente con la ubicación geomorfológica del AI sobre una **barra litoral**, donde la acumulación de materiales predominantemente arenosos constituye un elemento fundamental de la configuración superficial. La elevada representación de Arenosoles permite reconocer que los efectos indirectos potenciales sobre el suelo estarán principalmente relacionados con la posible movilización de partículas, erosión eólica, transporte de sedimentos y alteraciones localizadas derivadas de escurrimientos generados o modificados dentro del AP.

La asociación **SCglso+RGarsz/1** ocupa únicamente **0.4781 ha**, equivalente al 2.46 **% del AI**. Aunque su representatividad espacial es reducida, su presencia indica una transición local hacia condiciones edáficas donde los Solonchaks adquieren importancia, característica compatible con ambientes costeros sujetos a condiciones de salinidad.

Tabla III. 19 Distribución de las unidades edafológicas en el AI

Clave WRB	Grupo dominante	Clase textural	Cobertura del AI (%)
ARso+RGeuar/1	Arenosol (AR)	1	97.54
SCglso+RGarsz/1	Solonchak (SC)	1	2.46
Total			**100.00**

Caracterización edafológica del AP

El AP presenta una sola asociación edafica, a diferencia de dos asociaciones edáficas identificadas en el AI. La asociación identificada es **ARso+RGeuar/1**, con una superficie de **0.3217 ha**, que representa aproximadamente **100 % del AP**.

Por tanto, la totalidad de la superficie donde se manifestarán los impactos directos del proyecto corresponde a Arenosol asociado con Regosol, bajo condiciones de textura gruesa. Esta característica resulta relevante para la ejecución de las obras debido a que las actividades de preparación del sitio, excavación, nivelación, compactación y construcción actuarán predominantemente sobre materiales arenosos y poco consolidados.

Tabla III. 20 Distribución de las unidades edafológicas en el AP

Clave WRB	Grupo dominante	Clase textural	Cobertura del AP (%)
ARso+RGeuar/1	Arenosol (AR)	1	100
Total			**100.00**

Análisis comparativo de RE, AI y AP

La comparación entre las tres unidades de análisis evidencia un cambio importante en la composición edafológica conforme se aproxima al AP. A escala de la RE existe una elevada participación de superficies clasificadas como ZU, que representan **69.16 %**, mientras que las asociaciones edáficas ocupan conjuntamente 30.84 %. Entre estas últimas, **ARso+RGeuar/1** es la de mayor cobertura, con 18.52 % de la RE.

En el AI esta asociación incrementa considerablemente su representatividad hasta alcanzar **97.54 %**, mientras que en el AP constituye **100%**. Lo anterior demuestra que tanto el entorno inmediato como la superficie de intervención directa se encuentran fundamentalmente sobre suelos dominados por Arenosoles.

La asociación **SCglso+RGarsz/1** presenta un comportamiento diferente: representa **2.78 % de la RE**, disminuye a **2.46 % del AI**, y desaparece totalmente en el **AP**.

Por su parte, la asociación **RGeuar+SCarso/1**, que representa 9.54 % de la RE, no se encuentra presente en AI ni AP. En consecuencia, el proyecto no generará una intervención directa sobre esta asociación.

Tabla III. 21 Análisis comparativo de tipos de suelos en la RE, AI y AP

Unidad edafológica	RE (%)	AI (%)	AP (%)
ARso+RGeuar/1	18.52	97.54	100.00
RGeuar+SCarso/1	9.54	0.00	0.00
SCglso+RGarsz/1	2.78	2.46	0.00
ZU	69.16	0.00	0.00
Total	**100.00**	**100.00**	**100.00**

Sin embargo, para evaluar correctamente la magnitud espacial del impacto no basta con comparar los porcentajes internos de cada unidad de análisis. Es necesario determinar **qué proporción de cada asociación existente en la RE será directamente ocupada por el AP**.

La asociación ARso+RGeuar/1 cuenta con **60.0580 ha dentro de la RE**, de las cuales el AP ocupa 1.0758 ha, equivalentes aproximadamente al **1.79 % de su disponibilidad en la RE**. Por tanto, aunque esta asociación representa 89.25 % del AP, la intervención no compromete su continuidad dentro de la RE.

Para **SCglso+RGarsz/1**, las 0.1296 ha presentes en el AP representan aproximadamente **1.44 % de las 9.0272 ha existentes en la RE**. En consecuencia, su mayor participación porcentual dentro del AP no implica una afectación significativa de su representación a escala de la RE.

Esta relación es importante para la valoración posterior del impacto edafológico:

Tabla III. 22 Proporción ocupada por tipo de suelo identificado en el AP con respecto a RE.

Unidad edafológica	Superficie en RE (ha)	Superficie en AP (ha)	Proporción de la unidad de la RE ocupada por el AP (%)
ARso+RGeuar/1	60.0580	0.3217	**0.54**
RGeuar+SCarso/1	30.9364	0.0000	0.00
SCglso+RGarsz/1	9.0272	0.000	0.00
Total AP	—	**0.3217**	—

En términos de impacto, la afectación directa se concentra sobre **ARso+RGeuar/1**, no sólo porque representa 100 % del AP, sino porque las características arenosas y de textura gruesa incrementan la importancia del control de superficies expuestas durante

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

la construcción. En las condiciones áridas y ventosas del área, la remoción o perturbación de la superficie puede favorecer temporalmente la erosión eólica y la generación de partículas.

En consecuencia, **el proyecto no compromete la distribución ni continuidad de las asociaciones edáficas a escala de la RE**. Los impactos sobre el suelo serán fundamentalmente directos y estarán concentrados en el AP, donde las actividades constructivas producirán modificaciones físicas por nivelación, compactación y ocupación permanente. En el AI podrían manifestarse efectos indirectos relacionados principalmente con dispersión de partículas o movilización de sedimentos procedentes del AP.

Vinculación del proyecto con las características edafológicas

La vinculación del componente suelo con el proyecto se establece considerando que la RE permite valorar la representatividad y continuidad de las asociaciones edáficas; el AI corresponde al espacio donde pueden manifestarse efectos indirectos derivados de la intervención; y el AP constituye la superficie donde ocurrirán las modificaciones directas sobre el suelo.

Tabla III. 23 Vinculación del proyecto con las características edafológicas

Unidad de análisis	Características edafológicas	Vinculación con el proyecto, medidas y cumplimiento
RE	La RE presenta **69.16 % de ZU** y 30.84 % de superficies con clasificación edafológica. Entre estas últimas predominan ARso+RGeuar/1 (**18.52 %**), RGeuar+SCarso/1 (**9.54 %**) y SCglso+RGarsz/1 (**2.78 %**), todas de textura gruesa.	El proyecto no comprometerá la distribución o continuidad de los suelos de la RE. Las modificaciones se concentrarán en el AP y se aplicarán medidas de control de erosión, sedimentos y dispersión de partículas para evitar la propagación de efectos hacia el entorno.
AI	El AI está dominado por **ARso+RGeuar/1 (97.54 %)**, mientras que SCglso+RGarsz/1 representa **2.46 %**. Predominan, por tanto, Arenosoles de textura gruesa asociados con la condición sedimentaria de la barra litoral.	No se prevé intervención directa sobre el AI. Los efectos indirectos potenciales corresponden principalmente a dispersión de partículas y movilización de sedimentos procedentes del AP. Se restringirán las actividades a las superficies autorizadas y se aplicarán medidas de control de polvo, escurrimientos y sedimentos.
AP	El AP presenta **100 % de ARso+RGeuar/1**. La superficie afectada representa sólo **0.54 %**, de esta asociación dentro de la RE.	En el AP se producirán modificaciones directas por excavación, nivelación, compactación y ocupación del terreno. Se limitará la intervención a las superficies autorizadas y se aplicará control de polvo y sedimentos, manejo adecuado de materiales y estabilización de superficies. El impacto será **localizado y mitigable**, sin comprometer la continuidad regional de las unidades edáficas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.2.1.3.2. Análisis de la pérdida de suelo

La palabra erosión proviene del latín *erosio* que significa: el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos como el viento y el agua y que son acelerados por la acción del hombre (INEGI, 2014a).

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014a). Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo escala 1:250 000, serie I.

Tipos de erosión

Erosión antrópica: Ocurre cuando el agente causal directo es el Hombre, al modificar el paisaje natural de manera abrupta e irreversible (mediante la construcción de carreteras, presas, asentamientos urbanos, líneas de transmisión, gasoductos, etc.). En tal sentido, 2,387.50 km^2 (0.12%) de la superficie nacional es la que se encuentra afectada por este tipo de erosión.

Erosión hídrica: Resulta cuando el agente causal de la erosión es el agua, en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego en terrenos agrícolas. El agua es un agente erosivo muy enérgico. A nivel nacional 1´027,611.50 km^2 (52.86%) de superficie territorial se encuentran afectados por este tipo de erosión.

Erosión eólica: Sucede cuando el agente causal de la erosión es el viento en diversas formas como remolino, tolvaneras o tornados. La superficie nacional afectada es de 46,779.32 km^2 (2.41%).

Las áreas del país donde no aplica el concepto de erosión del suelo son: Localidad 22,453.98 km^2 (1.16%); Cuerpo de agua 15,866.36 km^2 (0.82%); Sin erosión 799,279.59 km^2 (41.12%) y Zona arenosa 27,035.90 km^2 (1.39%). Cabe mencionar que en 2,576.07 km2 (0.13%), no fue posible captar información (N/D).

Fuente:
INEGI:http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/diccionario/dicc_erosion/dicc_erosion.pdf ; Diccionario de datos de erosión del suelo.

En el Área del Proyecto se presenta una cobertura vegetal reducida y alterada, con predominio de zacate buffel, sobre suelos de textura gruesa asociados principalmente con Arenosoles. Estas condiciones, junto con el carácter arenoso de los materiales superficiales y el régimen climático árido de la zona, determinan una susceptibilidad particular a los procesos de erosión, especialmente cuando el suelo queda temporalmente expuesto durante las actividades de preparación del sitio y construcción.

La magnitud de la pérdida de suelo asociada con los procesos de erosión hídrica y eólica se determina cuantitativamente en los apartados siguientes, mediante la comparación de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

las condiciones actuales, las condiciones durante la ejecución de las obras y el escenario con la aplicación de las medidas de prevención y compensación correspondientes.

III.2.1.3.2.1. Erosión hídrica

Para estimar la erosión hídrica de los suelos en la zona del proyecto se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo o EUPS (SAGARPA, 2005); a continuación se muestra la memoria de cálculo del fenómeno erosivo ocasionado por el agua:

$$A= R*K*LS*C*P$$

Dónde:

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

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

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

LS = factor topográfico longitud-pendiente.

C = factor de vegetación y cultivo.

P = factor de prácticas conservación.

Los parámetros de la ecuación para estimar la erosión hídrica anual se determinan como sigue:

Factor (R) Erosividad de la lluvia

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones (Montes-León y otros, 2002).

La erosividad (R) se estimó utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio. Se selecciona la región bajo estudio en el mapa de la República Mexicana donde existen 14 regiones.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

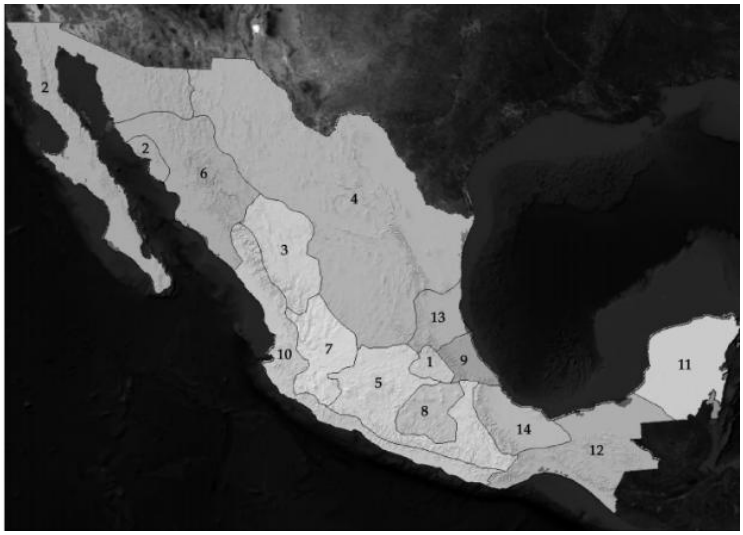


Figura III. 18 Mapa que muestra la Regionalización nacional de factor R de acuerdo a Montes-León y otros (2002).

Fuente: *Montes-León, M.A.L., E.M. Uribe-Alcántara y E. García-Celis. 2002. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Agroasemex, S.A. México. 17 p.*

La región bajo estudio se asocia a un número de la región, se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.

Tabla III. 24 Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país.

REGIÓN	ECUACIÓN	R^2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	**$R = 3.4555P + 0.006470P^2$**	**0.93**
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98

XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XVI	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

La región en donde se ubica el proyecto es la número VI, la cual nos propone la siguiente fórmula:

$$\mathbf{R = 6.6847P + 0.00168P^2}$$

- **Pérdida de suelo por erosión hídrica en condiciones actuales**

La región en donde se ubica el proyecto es el número VI, la cual nos propone la siguiente fórmula:

$$\mathbf{R = 6.6847P + 0.00168P^2}$$

La precipitación anual para la región es de 138.1 mm. Para estimar el valor de erosividad para la región se aplicó la ecuación de la Región VI quedando:

$$\mathbf{R = 6.6847(138.1) + 0.00168(138.1)^2}$$

$$\mathbf{R= 955.1973748\ Mj/ha\ mm/hr}$$

Factor (K) Erosionabilidad del suelo

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erodabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por: 1) el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia, 2) el flujo superficial o 3) por la acción de ambos fenómenos. Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erodabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (Montes-León y otros, op. cit.).

La erodabilidad representa un valor promedio integral anual de la pérdida de suelo en respuesta a procesos de erosión e hidrológicos, entre los que destaca lo siguiente: el desprendimiento y transporte por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial; la deposición localizada debida a la topografía natural e inducida por las operaciones de labranza, y la infiltración del agua en el perfil del suelo.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende de:

- Tamaño de las partículas del suelo
- Contenido de materia orgánica
- Estructura del suelo
- Permeabilidad

Aun cuando la erosionabilidad de un suelo depende de la combinación de muchos factores, es evidente que uno de los más importantes es la textura, por su estrecha relación con la cohesión del material así como con la permeabilidad del mismo. Experimentalmente se comprueba que los suelos más erosionables corresponden a texturas intermedias (fracción de limos más abundante) del tipo FrAr, Fr, FrLi y Li (Diez-Hernández, 2007).

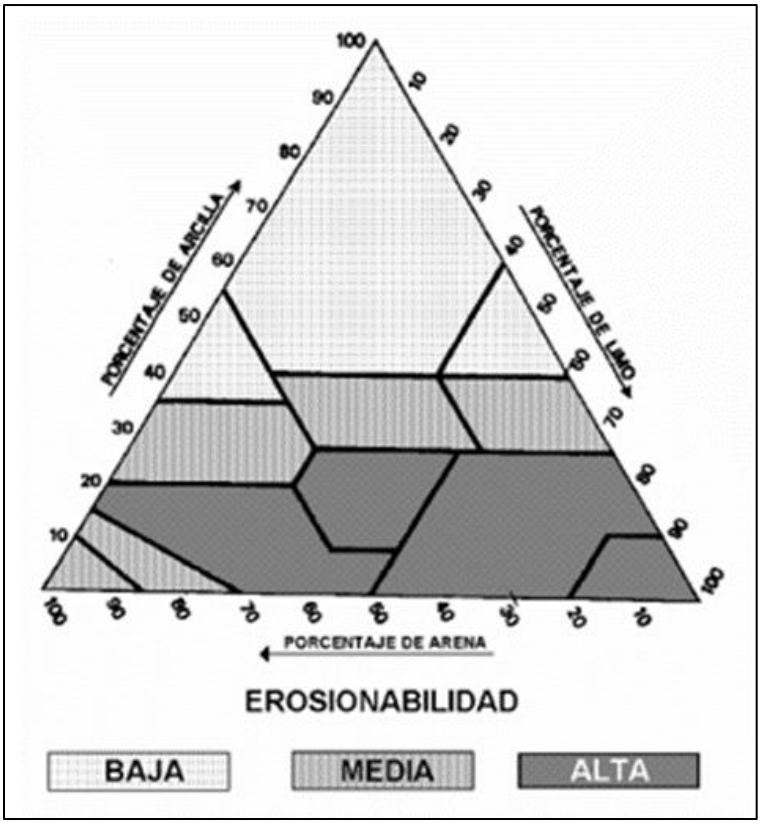


Figura III. 19 Triangulo textural de la USDA.

Diez-Hernández, J.M. 2007. Metodologías para la Evaluación de la Erosión Hídrica en Cuencas Vertientes. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. España. 15 p.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Con esta información, se puede obtener el valor de K usando el nomograma propuesto por Wischmeier & Smith (1978).

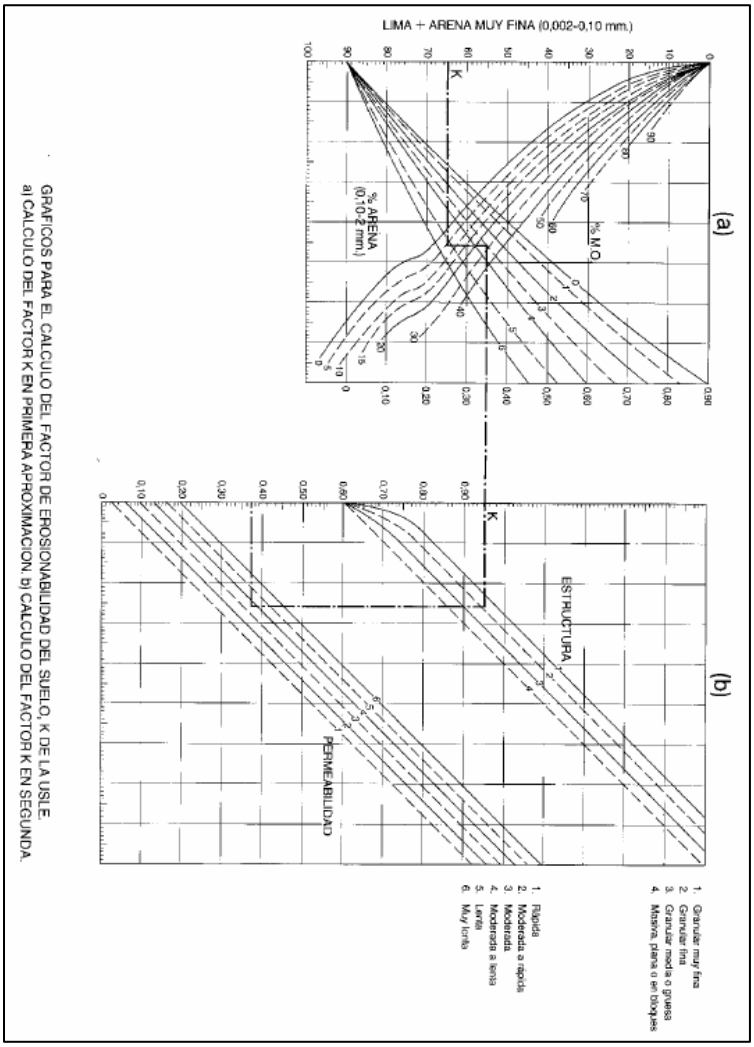


Figura III. 20 Nomograma creado por Wischmeier & Smith (1978) para estimar el factor K.

Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC. 67 p.

Flores-Islas (2016) recomienda que cuando no se disponga de datos necesarios para hacer uso del nomograma, se puede calcular el factor K mediante la metodología propuesta por FAO (1980). La FAO propone calcular el factor K a partir de la textura superficial (utilizando tres grupos texturales) y la unidad de suelo a que pertenece, según la clasificación FAO/UNESCO.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 25 Valor de erosionabilidad (K) estimado en la unidad de suelo y su textura (ton.ha.hr/ha.MJ.mm).

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol eútrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.040	0.013
N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.040	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V(c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X(k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y(h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico,takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

Flores-Islas, E. 2016. Estimación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica en Tres Cuencas de la República Mexicana, Utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería. UNAM. CDMX. 164 p.

Para obtener el factor K de cada area en este trabajo, se empleó el método de la FAO (1980).

Fuente:*Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO)*

http://www.fao.org/home/es/

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Para este estudio se calculó una K ponderada para cada área de estudio en función de la K de cada tipo de suelo presente en el AP, AI y RE.

Tabla III. 26 K por tipo de suelo y textura

Tipos de suelos	AP (ha)	AI (ha)	RE (ha)	Textura	K (t ha h/ha MJ mm)
Arenosol (Regosol)	0.3217	18.9078	60.058	Gruesa (1)	0.026
Regosol			30.936	Gruesa (1)	0.026
Solonchak		0.4781	9.027	Gruesa (1)	0.053
Área urbana			224.341		
Total	**0.3217**	**19.3859**	**324.3621**		

Tabla III. 27 K ponderado por área de estudio

Tipo de suelo	AP	AI	RE
	K ponderado	K ponderado	K ponderado
Arenosol (Regosol)	0.026	0.025358781	0.00481409
Regosol	0	0	0.00247978
Solonchak	0	0.001307099	0.00147502
Area urbana	0	0	0
K	0.026	0.0267	0.0088

Factor (LS) Longitud y Grado de pendiente

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (*L*) y grado de pendiente (*S*). La longitud *L* se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido (Loredo-Osti y otros, 2007).

Loredo-Osti, C., S. Beltrán-López, F. Moreno-Sánchez y M. Casiano-Domínguez. 2007. Predicción de Riesgo a la Erosión Hídrica a Nivel Microcuenca. Folleto Técnico No. 29. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 75 p.

La fórmula para estimar la longitud de la pendiente es:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^{m}$$

Donde:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

L = Factor longitud de la pendiente (adimensional)

λ = Longitud de la pendiente (metros)

m = Coeficiente que depende del grado de la pendiente (varía de 0.2 a 0.5), de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla III. 28 Valores que toma m en función del grado de pendiente.

Grado de pendiente (%)	Valor que toma *m*
< 1	0.2
1 - 3	0.3
3 - 5	0.4
>5	0.5

Fuente: *Diez-Hernández, J.M. 2007. Metodologías para la Evaluación de la Erosión Hídrica en Cuencas Vertientes. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. España. 15 p.*

Para el caso del presente estudio se consideró el valor de 0.4 para *m* para el área del proyecto, 0.5 para el área de influencia, y 0.2 para la región ecológica.

El factor de grado de pendiente (*S*) refleja la influencia del ángulo de la misma en la erosión. La pendiente puede ser determinada usando mapas topográficos con curvas a nivel equidistantes, si se tiene el cuidado adecuado, o en el mejor de los casos, utilizando un Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Este factor de grado de pendiente se estima por la siguiente formula:

$$S = 0.065 + 0.045s + 0.0065s^2$$

Donde:

S = Factor por grado de pendiente (adimensional)

s = Grado de pendiente promedio (%), el cual se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$s = \frac{H_a - H_b}{L}$$

s = Pendiente promedio general del área (%)

Ha = Altura de la parte alta del terreno (metros)

Hb = Altura de la parte baja del terreno (metros)

L = Longitud del terreno entre la parte más alta y la más baja del terreno (metros)

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Para determinar el factor LS se utiliza la siguiente formula:

$$LS = (\lambda/22.13)^{m} (0.065 + 0.045s + 0.0065s^{2})$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente

λ = Longitud de la pendiente

m = Parámetro cuyo valor es 0.4, 0.5 y 0.2 (como se señaló anteriormente)

s = Pendiente media del terreno

En base a la metodología anteriormente mencionada y desarrollada, el valor de LS para el área del proyecto es:

LS (AP) = 0.3550

LS (AI) = 1.3393

LS (RE) = 0.2111

Factor (C) Vegetación

El factor C se asigna con el objeto de reflejar el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en las tasas de erosión.

El coeficiente asociado con este factor fue asignado de acuerdo con diversas bibliografías y asociado con la información más reciente de INEGI de uso de suelo y vegetación, correspondiente a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie VII. Esta cartografía de recursos naturales muestra la ubicación, distribución y extensión de diferentes ecosistemas vegetales y sistemas agrícolas con sus respectivas variantes: tipos de vegetación, tipos de agricultura, e información ecológica relevante.

La erosión actual es el resultado de la erosión potencial por el gradiente de vegetación de la zona (t/ha por año), sin prácticas de conservación del suelo y de agua. El gradiente puede variar de 0–1, este valor disminuye a medida que aumenta la cobertura vegetal y adquiere el valor de 1 cuando el suelo carece de vegetación. En el siguiente cuadro se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 29 Factor C para el tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarin	0.01
Bosque de cedro	0.01
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino-pino	0.01
Bosque de galería	0.10
Bosque de oyamel	0.01
Bosque de pino	0.01
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de tascate	0.01
Bosque de mesofilo de montaña	0.01
Chaparral	0.65
Manglar	0.10
Matorral crasicaule	0.65
Matorral de coníferas	0.20
Matorral desértico microfilo	0.25
Matorral desértico roetofilo	0.25
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
Matorral rosetofilo costero	0.25
Matorral sarcocaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25
Matorral submontano	0.35
Matorral subtropical	0.12
Mezquital	0.65
Palmar inducido	0.75
Palmar natural	0.75

Vegetación y/o uso de suelo	C
Pastizal gipsofilo	0.25
Pastizal halofilo	0.25
Pastizal inducido	0.02
Pastizal natural	0.07
Popal	0.85
Pradera de alta montaña	0.05
Sabana	0.54
Sabanoide	0.54
Selva alta perennifolia	0.45
Selva alta subperennifolia	0.45
Selva baja caducifolia	0.50
Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Selva mediana caducifolia	0.45
Selva mediana perennifolia	0.45
Selva mediana subcaducifolia	0.45
Tular	0.10
Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Vegetación de dunas costeras	0.85
Vegetación de galería	0.85
Vegetación halófila	0.85
Zona urbana	0.005
Cuerpos de agua	1.0
Agricultura en riego	0.55
Agricultura de temporal	0.75
Agricultura de humedad	0.25

Fuente: *Montes-León, M.A.L., E.M. Uribe-Alcántara y E. García-Celis. 2002. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Agroasemex, S.A. México. 17 p.*

Como se aprecia en el cuadro anterior, para este estudio, se le asignó el valor de 0.85 para la vegetación halófila y 0.005 para la zona urbana.

Con el objetivo de no subestimar la erosión en la RE debido a la marcada diferencia entre las zonas de barra (con pendiente media como la del AI) y las zonas planas (relacionada a la zona urbana), se consideró la tasa de erosión calculada en el AI (para la zona de barra) y la calculada con pendientes baja como tasas que constituyen la totalidad de la RE.

Así pues, substituyendo valores en la ecuación universal de pérdida del suelo por erosión hídrica (E= R*K*LS*C) asignando un valor para C se tiene que:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 30 Tasa de erosión hídrica para cada área de estudio y tipo de cubierta de suelo

	AP	AI	RE	Unidades
E hal=	**7.493689439**	**28.99754899**	**1.503136159en zonas con baja pendiente 28.99754839 en zonas de barra**	ton/ha año
E zu=		**0.170573818**	**0.008841977**	ton/ha año

La erosión hídrica del suelo en las áreas de estudio con vegetación halófila y zona urbana se muestran en la tabla superior. Se observa que en el AP la tasa de erosión es intermedia a las identificadas en el AI y RE, esto deriva de la presencia de suelos arenosos, poca pendiente y una vegetación dispersa. Para el caso del AI, se observa una erosión superior a la AP debido a estar ubicada en la barra de arena con zonas con pendientes mayores a las identificadas en el AP. Para el caso de la RE se consideraron tres tasas de erosion, una correspondiente a las zonas planas, otra en zonas con pendiente alta y en la zona de barra con vegetación halófila y otra correspondiente a las zonas con uso urbano.

La erosión hídrica del suelo en el área del proyecto bajo condiciones actuales, se estima que es de 7.49 toneladas por hectárea al año; extrapolando los valores obtenidos al área total del proyecto, esto nos da un total de 2.411 toneladas de suelo en el área del proyecto al año, y 0.603 ton en 3 meses, tiempo durante el cual podría permanecer descubierto el suelo. La erosión estimada para el AI corresponde a un total de 433.803 ton anuales, mientras que para la RE corresponde a un total de 1919.331 ton.

Considerando los datos anteriores, la erosión hídrica anual presente en el AP corresponde al 0.13% de la erosión hídrica anual de la RE. Considerando el periodo de exposición del suelo en el AP (3 meses), la erosión hídrica del AP representa el 0.031% de la erosión presente en la RE. Así mismo, la erosión hídrica del AP representa el 0.556% del AI, y el la erosión hídrica de los 3 meses representa el 0.139% de la erosión hídrica del AI.

Tabla III. 31 Valores de erosión hídrica en el AP por tipos de vegetación en condiciones actuales.

EROSION ACTUAL EN EL AREA DEL PROYECTO				
Tipo de cobertura	**Índice de erosión hídrica (ton/ha/año)**	**Superficie (ha)**	**Erosión actual (ton/predio/año)**	**Erosión actual en tres meses**
Vegetación halófila	7.493689439	0.3217	2.411	0.603
Zona urbana	0.0000	0	0.000	0.000
		0.3217	**2.411**	**0.603**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 32 Valores de erosión hídrica en el AI por tipos de vegetación en condiciones actuales.

EROSION ACTUAL EN EL AI				
Tipo de cobertura	**Índice de erosión hídrica (ton/ha/año)**	**Superficie (ha)**	**Erosión actual (ton/AI/año)**	**Erosión actual en tres meses**
Vegetación halófila	28.9975	14.93380	433.04	108.26
Zona urbana	0.1706	4.45210	0.759	0.190
		19.385900	**433.803**	**108.451**

Tabla III. 33 Valores de erosión hídrica en la RE por tipos de vegetación en condiciones actuales.

EROSION ACTUAL EN EL RE				
Tipo de cobertura	**Índice de erosión hídrica (ton/ha/año)**	**Superficie (ha)**	**Erosión actual (ton/SAR/año)**	**Erosión actual en tres meses**
Vegetación halófila pendiente baja	1.5031	37.14	55.82	13.96
Vegetación halófila en zona de barra	28.9975	64.20	1861.54	465.38
Zona urbana	0.0088	223.029	1.972	0.493
		324.36	**1919.331**	**479.833**

- **Pérdida de suelo por erosión hídrica en condiciones de remoción de la vegetación en el área del proyecto**

En virtud de que, al realizarse actividades de acondicionamiento en el área del proyecto, el suelo quedará desprotegido de la poca cubierta vegetal (zacate buffel) en un 100% lo cual provocará un desprendimiento y arrastre de material edáfico por acción del viento o las lluvias. Así, en el área del proyecto, se puede considerar que el grado de erosión o pérdida natural de suelo presente se incrementará.

Desde el momento en que se lleven a cabo las acciones de acondicionamiento del área para establecer el proyecto, se iniciarán los procesos de construcción. Sin embargo, puede hacerse una estimación de los efectos del proceso de erosión que podría suceder en el suelo desnudo en un lapso de tiempo, mientras se completa el proceso de construcción.

Para calcular la erosión hídrica, todos los parámetros de la ecuación universal de pérdida del suelo por erosión hídrica conservan sus mismos valores con excepción del factor C, el cual tomará un valor de 1.0 debido a que es considerado un terreno desprovisto de vegetación de acuerdo a Montes-León et.al., (opt. cit.)

Así pues, substituyendo valores en la ecuación universal de pérdida del suelo por erosión hídrica (E= R*K*LS*C) para el caso del área del proyecto se tiene que:

E = 8.8161 ton/ha año

La erosión hídrica del suelo en las áreas del proyecto se estima que es de 8.8161 toneladas por hectárea al año; extrapolando los valores obtenidos al área total del proyecto, esto nos da un total de 2.8361 toneladas de suelo en el área del proyecto al año.

Tabla III. 34 Valores de erosión hídrica por tipos de vegetación en condiciones de acondicionamiento.

Tipo de cobertura	Índice de erosión hídrica (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión después del acondicionamiento (ton/predio/año)
Sin vegetación	8.8161	0.3217	**2.8361**

Tabla III. 35 Comparación de tasas de erosión del escenario 1 y 2 y erosión a compensar.

COMPARACION DE TASAS DE EROSION (ESCENARIO 1 vs ESCENARIO 2)	
Tipo de cobertura	**Erosión estimada (ton)**
Con vegetación (estado actual)	2.410719892
Sin vegetación (después del acondicionamiento)	2.8361
Incremento anual de perdida de suelo	**0.4254**
Incremento en 3 meses (erosión a compensar)	**0.106355289**

- **Pérdida de suelo por erosión hídrica bajo acciones de remediación**

Como se mencionó anteriormente, una vez concluidas las actividades de acondicionamiento y construcción, se considera que el AP presenta una condición de sellamiento prácticamente completo para efectos del análisis de erosión. Aunque el Proyecto contempla áreas verdes dentro del polígono, las superficies donde permanecerá suelo directamente expuesto corresponden principalmente a espacios

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

reducidos asociados con cajetes y áreas de establecimiento de vegetación, cuya participación respecto de la superficie total del AP es mínima.

Bajo este criterio, para efectos de la estimación se adopta una condición de sellamiento completo del AP, por lo que no se considera la permanencia de superficies significativas de suelo desnudo susceptibles al desprendimiento y transporte por acción de la lluvia. En consecuencia, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del AP se considera nula en el escenario E3.

Tabla III. 36 Valores de erosión hídrica por tipos de vegetación en condiciones de operación y con medidas de mitigación y compensación.

Tipo de cobertura	Tasa de erosión hídrica (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión del AP (ton/predio/año)
Sin vegetación (suelo desnudo)	8.8161	0	**0.0000**
Superficie con sellamiento	0.0000	0.3217	**0.0000**

Como parte de las medidas compensatorias asociadas con el incremento temporal de la erosión hídrica, se contempla la reforestación de un polígono de **1 ha localizado dentro del Área de Influencia**, seleccionando para ello una superficie que actualmente presente baja cobertura vegetal. Para estimar el efecto de esta medida sobre la pérdida de suelo se comparó la condición actual del polígono seleccionado con la condición esperada después del establecimiento de la cobertura vegetal, aplicando la misma metodología utilizada para el análisis de erosión hídrica del AP.

Los datos de entrada utilizados corresponde a los siguientes:

R = 955.1974

K = 0.02890

m = 0.2

LS = 0.5362

C actual = 1

C esperada = 0.85

Así pues, substituyendo valores en la ecuación universal de pérdida del suelo por erosión hídrica (E= R*K*LS*C*P) para el caso del polígono a reforestar se tiene que:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 37 Valores de erosión hídrica actual y esperada (con reforestación) en polígono a reforestar.

Tipo de cobertura	Tasa de erosión hídrica (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión en el polígono a reforestar (ton/predio/año)
Estado Actual (Sin vegetación)	13.2277	1.00	**13.2277**
Con reforestación (Vegetación halófila)	11.2435	1.00	**11.2435**

La erosión hídrica del suelo en el polígono a reforestar bajo condiciones actuales es de 13.2277 ton anuales y con reforestación se tiene una erosión de 11.2435 ton anuales. Se observa una disminución de 1.9841 ton anuales como compensación a la erosión generada durante el periodo de exposición del suelo en el AP.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el incremento de la erosión hídrica asociado con el retiro temporal de la cobertura vegetal dentro del AP corresponde aproximadamente a **0.1064 ton durante un periodo de tres meses**. Por su parte, la reforestación de 1 ha dentro del AI representa una reducción potencial estimada de **1.9841 ton/año** una vez establecido la cobertura vegetal considerada en el escenario de cálculo.

La reducción potencial asociada con esta medida resulta ampliamente superior al incremento temporal de pérdida de suelo estimado durante la etapa constructiva. Para efectos de implementación y seguimiento se considera un periodo inicial de aproximadamente **seis meses para el establecimiento y mantenimiento de la vegetación**, periodo que permite verificar la adaptación y permanencia de los ejemplares establecidos.

De esta manera, la medida de reforestación complementa las acciones de control de erosión implementadas dentro del AP y proporciona una compensación ambiental adicional mediante el incremento de la cobertura vegetal y la protección del suelo en una superficie localizada dentro del Área de Influencia.

- **Análisis comparativo de los escenarios de erosión hídrica**

La comparación de los escenarios permite identificar las variaciones en la pérdida potencial de suelo asociadas con las diferentes condiciones del AP y, particularmente, diferenciar la erosión que ocurre actualmente de aquella que puede atribuirse al retiro temporal de la cobertura vegetal durante las actividades de acondicionamiento y construcción.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

En el escenario E1, correspondiente a las condiciones actuales, la pérdida de suelo estimada para el AP es de 2.41 ton/año. Este valor representa la erosión potencial que ocurre bajo las condiciones actuales de suelo, topografía y cobertura vegetal, por lo que constituye la línea base para evaluar las modificaciones asociadas con el desarrollo del proyecto. Para el AI y la RE se estimaron pérdidas de 433.8 y 1,919.33 ton/año, respectivamente.

Tabla III. 38 Análisis de escenario de erosión hídrica en el AP, AI y RE.

	ESCENARIOS	AP	AI	RE
EROSIÓN HIDRICA	**E1**	2.41	433.80	1919.33
	E2	2.84	433.80	1919.44
	Incremento en 3 meses	0.11		0.11
	E3	0.00	431.82	1914.94
	Reducción por reforestación de 1 ha		-1.98	-1.98

El escenario E2 representa la condición temporal de mayor susceptibilidad a la erosión hídrica, asociada con el retiro de la poca cobertura vegetal y la consecuente exposición del suelo durante las actividades de acondicionamiento y construcción. Bajo el supuesto de que esta condición permaneciera durante un año completo, la pérdida potencial de suelo en el AP aumentaría de 2.41 a 2.84 ton/año, equivalente a un incremento anualizado de 0.4254 ton/año respecto de la condición actual.

Sin embargo, la condición de suelo descubierto no permanecerá durante un ciclo anual completo. Considerando un periodo de exposición de tres meses, el incremento de la pérdida de suelo atribuible al retiro temporal de la cobertura vegetal se estima en 0.1064 ton. Esta cantidad representa la pérdida adicional respecto de la condición actual durante la etapa crítica de exposición del suelo y constituye, por tanto, la magnitud directamente asociada con el efecto temporal del proyecto sobre el proceso de erosión hídrica.

La comparación espacial permite dimensionar este incremento respecto de las unidades ambientales analizadas. En el AI la pérdida estimada permanece en **433.80 ton/año**, debido a que las actividades de acondicionamiento y construcción se restringen al AP y no implican la remoción generalizada de la cobertura superficial del AI. En la RE, la pérdida estimada bajo las condiciones actuales es de **1,919.33 ton/año**; al incorporar las aproximadamente **0.11 ton** correspondientes al incremento temporal calculado para el AP, el escenario E2 alcanza aproximadamente **1,919.44 ton/año**. El incremento asociado con el Proyecto se concentra, por tanto, espacialmente en el AP y temporalmente en el periodo durante el cual el suelo permanezca expuesto.

El escenario E3 corresponde a la condición posterior a la construcción y al establecimiento de las medidas previstas. Para efectos del análisis de erosión se considera que el AP presenta una condición de sellamiento prácticamente completo, debido a que las superficies donde permanecerá suelo directamente expuesto serán

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

mínimas. En consecuencia, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del AP se considera nula en este escenario.

De manera complementaria, la reforestación de **1 ha dentro del AI** genera una reducción potencial estimada de **1.9841 ton/año** en la pérdida de suelo. Por efecto de esta medida, la erosión estimada para el AI disminuye de aproximadamente **433.80 a 431.82 ton/año**. A escala de la RE, al considerar tanto la condición posterior a la construcción dentro del AP como la reducción asociada con la reforestación, la pérdida estimada disminuye de aproximadamente **1,919.33 ton/año a 1,914.94 ton/año**.

Los resultados muestran que la principal modificación del proceso de erosión hídrica asociada con el Proyecto se concentra en el escenario E2. Se trata de una condición temporal vinculada con el intervalo comprendido entre el retiro de la cobertura vegetal y el avance de las obras que conduce a la estabilización o sellamiento de las superficies intervenidas. Durante este periodo, la pérdida adicional estimada respecto de la condición actual es de **0.1064 ton en tres meses**, por lo que las medidas de control deberán concentrarse principalmente en limitar el tiempo y la superficie de exposición simultánea del suelo y evitar la concentración de escurrimientos capaces de movilizar sedimentos fuera del AP.

La reforestación de 1 ha dentro del AI complementa estas medidas mediante el incremento de la cobertura vegetal y la protección del suelo en una superficie actualmente caracterizada por baja cobertura. La reducción potencial estimada de **1.9841 ton/año** asociada con esta medida resulta superior al incremento temporal de erosión calculado para el periodo constructivo.

A escala territorial, el incremento temporal de erosión asociado con las actividades constructivas se concentra exclusivamente dentro del AP. El AI no presenta incremento de erosión como consecuencia directa de las obras; por el contrario, en el escenario E3 la reforestación propuesta genera una reducción localizada de la pérdida potencial de suelo dentro de esta unidad. A escala de la RE, los cambios derivados del Proyecto representan modificaciones espacialmente reducidas respecto de la magnitud total de los procesos erosivos estimados para esta unidad territorial.

En conjunto, la comparación E1–E2–E3 muestra una secuencia definida: una condición actual de erosión que constituye la línea base; un incremento temporal durante la exposición del suelo en la etapa constructiva; y una condición posterior en la que el AP presenta un sellamiento prácticamente completo para efectos del análisis de erosión hídrica. La reforestación propuesta dentro del AI complementa esta secuencia mediante una reducción potencial estimada de **1.9841 ton/año**, superior al incremento temporal de **0.1064 ton** calculado para los tres meses de exposición del suelo en el AP. Para efectos de implementación se considera un periodo inicial de aproximadamente seis meses para el establecimiento, mantenimiento y seguimiento de la vegetación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.2.1.3.2.2. Erosión Eólica

- **Pérdida de suelo por erosión eólica en condiciones actuales**

La erosión eólica, cuando se presenta, es causada por el arrastre de material edáfico derivada de la acción del viento en zonas donde existen pequeños depósitos de suelo y donde la cobertura vegetal no es abundante.

Para el cálculo de la erosión eólica se utilizó la Ecuación de Predicción de Erosión Eólica (EPEE), propuesta por Wischmeier y Smith en 1978, modificada y adecuada para las diferentes condiciones de México por Figueroa et al. (1991).

Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978) Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Science, US Department of Agriculture Handbook, No. 537, Washington DC.

Figueroa-Sandoval, B., A. Amante-Orozco, G.G. Cortés-Torres, J. Pimentel-López, E.S. Osuna-Ceja, J.M. Rodriguez-Olvera y F.J. Morales-Flores. 1991. Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por Erosión. Colegio de Postgraduados. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Chapingo, México. 158 p.

La ecuación de la erosión eólica tiene la siguiente expresión matemática:

$$E = I*K*C*L*V$$

En donde:

E = Promedio anual de pérdida de suelo (ton/ha/año)

I = Susceptibilidad de erosión del suelo (ton/ha/año)

K = Rugosidad del suelo (adimensional)

C = Factor climático (%)

L = Longitud equivalente del terreno (ha)

V = Cantidad equivalente de cubierta vegetal (%)

La relación entre los factores que conforman la ecuación depende directamente de la intensidad del viento y su dirección en un promedio anual, así como de la longitud del terreno, sus barreras y la cobertura vegetal que presente. La información asignada a cada uno de los factores se basó en los datos obtenidos en campo, análisis de laboratorio y en información bibliográfica.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

El parámetro *I* representa el potencial de pérdida de suelo y depende de la granulometría de éste. Se determina clasificando el suelo dentro de un grupo de erosionabilidad (8 posibles) según las propiedades de la superficie del suelo y a partir del porcentaje de agregados del suelo seco mayores de 0.8 mm.

Para la estimación de este factor se utilizó el método propuesto por Figueroa et al. (op. cit.), que agrupa los suelos por clase textural predominante de la capa superficial. Esta clase de textura superficial se basó en datos de campo y laboratorio.

Para el tipo de suelo del área del proyecto (arenoso grueso) se asigna un valor de 220 y 0 para la zona urbana.

Tabla III. 39 Descripción de los grupos de erosionabilidad eólica (GEE) y sus valores de I.

WEG	Suelo	% (peso) agregados en suelo seco > 0,8 mm	I (tons/ac/yr)
1	Arenoso muy fino, arenoso fino, arenoso, o arenoso grueso	1 2 3 5 7	310 (a) 250 220 180 160
2	Arenoso francoso muy fino, areno francoso fino, areno francoso, areno francoso grueso ; y materiales orgánicos sapric (Soil Taxonomic)	10	134
3	Franco arenoso, franco arenoso muy fino, franco arenoso fino, franco arenoso grueso	25	86
4	Arcilloso, arcillo limoso, franco arcilloso no calcáreo, y franco arcillo limoso no calcáreo con un contenido en arcilla mayor del 35%	25	86
4L	Calcáreo (b) franco y franco limoso, o franco arcilloso y arcillo limoso calcáreo	25	86
5	Franco y franco limoso no calcáreo que tienen menos de un 20% de arcilla, o franco arcillo arenoso, arcillo arenoso, y materiales orgánicos hemic (Soil Taxonomy)	40	56
6	Franco y franco limoso no calcáreo que tienen más de un 20% de arcilla, o no calcáreo franco arcilloso que tienen menos de un 35 % de arcilla	45	48
7	Limoso, no calcáreo franco arcillo limoso con un porcentaje de arcilla menor del 35%, y materiales orgánicos fibric.	50	38
8	Suelos no susceptibles a la erosión eólica debido a la presencia de elementos gruesos en superficie o	-	0

El parámetro *K* es estimado a partir de la presencia de bordos o lomos presentes en el terreno, su orientación y longitud, así como la dirección del viento y su intensidad. Para el caso del área del proyecto, la rugosidad es considerada según la metodología de Wischmeier y Smith en 1978, modificada por Figueroa et al. (op. cit.), el cual menciona que la rugosidad al azar puede también reducir la erosión eólica pero por su propia naturaleza no puede estimarse en forma consistente y en el caso de la rugosidad al azar

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

se le asigna un valor de uno. Por otro lado, Eltaif y Gharaibeh (2011) mencionan que el factor de la rugosidad de las crestas (bordos) del suelo y la condición de la superficie del campo en un momento determinado durante el análisis de erosión, tal como las crestas y los terrones son usualmente descritos por el valor K, el cual es un decimal de 0.1 a 1.0. Por otra parte, cuando la eficacia de los bordos y de la rugosidad aumenta, el valor K disminuye.

1. Terrenos sin rugosidad de las crestas (suelo nivelado): K=1
2. Terrenos con rugosidad aleatoria de las crestas (terreno natural): K= 0.75
3. Terrenos con rugosidad al azar de las crestas (suelo con medidas de protección) K= 0.50
4. Terrenos con rugosidad planeada de las crestas (suelo con medidas de protección) K= 0.10

En este estudio, para obtener el valor K en condiciones actuales, se consideró la condición número 2 de las propuestas anteriores tomando en cuenta que es un terreno natural sin medidas de protección (***K= 0.75***).

Eltaif, N.I. y M. A. Gharaibeh. 2011. Aplicación de un Modelo Matemático para Predecir y Reducción de la Erosión Eólica en Tierras Aridas no Protegidas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, Volumen XVII, Edición Especial: 195-206, 2011.

Figueroa-Sandoval, B., A. Amante-Orozco, G.G. Cortés-Torres, J. Pimentel-López, E.S. Osuna-Ceja, J.M. Rodríguez-Olvera y F.J. Morales-Flores. 1991. Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por Erosión. Colegio de Postgraduados. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Chapingo, México. 158 p.

El cuanto al parámetro *C*, este se estima con base en la ecuación desarrollada por Chepil et al. (1962), que considera que la tasa de movimiento del suelo varía directamente con la velocidad del viento; así, Woodruff y Armbrust (1968), desarrollaron un método para estimar la energía del viento en un año.

Chepil, W. S.; Siddoway, F. H.; Armbrust, D. D. 1962. Climatic factor for estimating wind erodibility of farm fields. J Soil Water Conserv. 17: 162-165 pp.

Woodruff, N. P. and D. V. Armbrust. 1968. A Monthly Climatic Factor for Wind Erosion Equation, Journal of Soil and Water Conservation, 23, 103–104.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Para el caso de México, Figueroa-Sandoval et. al. (op. cit.), agruparon los observatorios del país en doce conglomerados homogéneos, los cuales se muestran en la Figura inferior.

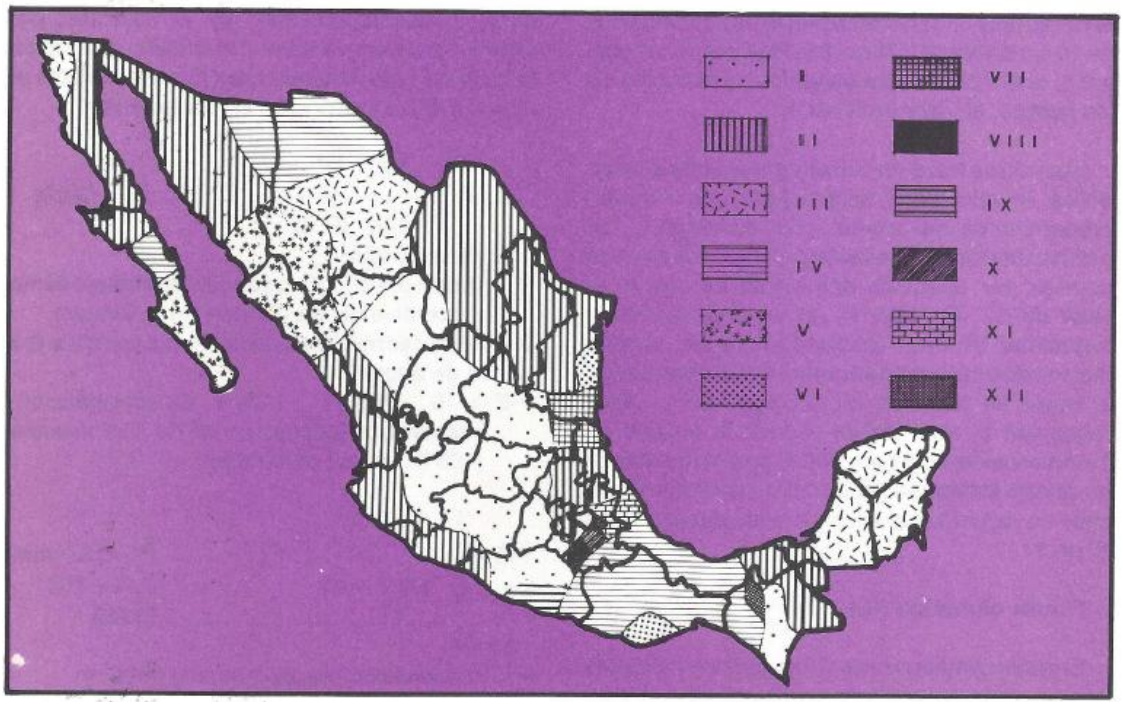


Figura III. 21 Distribución de los conglomerados para la distribución mensual del factor C.

El área de interés se encuentra en el conglomerado o grupo 2 y los valores para cada mes se muestran en tabla inferior, de tal forma que el promedio anual es de: 8.3.

Tabla III. 40 Porcentaje mensual del factor climático anual C para los 12 conglomerados.

GRUPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1	8.9	11.7	15.7	11.5	9.8	7.3	6.0	5.8	5.4	5.3	5.7	6.7	-
2	**6.4**	**7.8**	**9.1**	**9.5**	**8.6**	**9.1**	**10.0**	**10.7**	**8.6**	**7.4**	**7.2**	**5.6**	**8.3**
3	7.1	8.5	15.4	18.5	15.5	8.0	6.4	4.0	3.7	3.9	4.5	4.4	-
4	11.8	14.5	10.3	8.3	6.6	4.7	4.6	3.7	4.0	8.0	11.8	11.5	-
5	5.2	6.4	9.4	11.9	15.7	16.8	9.3	5.6	6.6	4.6	4.6	3.8	-
6	45.1	4.7	7.9	7.6	5.8	4.9	4.0	4.7	3.1	3.1	3.5	5.6	-
7	5.5	6.2	12.1	10.7	7.7	8.6	23.2	5.2	5.1	5.4	6.9	3.3	
8	3.8	4.3	6.2	4.8	5.7	6.3	10.0	6.9	2.8	44.2	2.9	2.2	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

9	2.7	20.7	36.9	3.5	9.6	4.4	3.3	5.9	2.6	4.0	3.7	2.6	-
10	6.1	7.2	9.5	7.8	6.1	5.2	5.1	4.4	3.5	6.4	4.0	34.7	-
11	3.5	4.9	5.8	5.8	6.4	4.4	5.0	4.8	6.1	5.8	42.9	4.5	-
12	5.8	7.8	7.2	5.6	3.6	2.6	3.3	3.5	46.7	4.4	4.7	4.8	-

C = 8.3

El parámetro *L* Es la distancia desprotegida del terreno y se estima aplicando el nomograma de Wischmeier y Smith, modificado y adecuado para las diferentes condiciones de México por Figueroa et al. (op. cit.), para determinar la distancia a través de la faja de terreno a lo largo de la dirección prevaleciente del viento, para lo cual se requiere conocer la dirección del viento y el ángulo en que incide con el terreno.

En el caso del AP, como todo el largo del terreno no es paralelo a la dirección del viento, se toma el valor de 0.0100.

Tabla III. 41 Cálculo de la distancia desprotegida a lo largo de la dirección prevaleciente del viento.

Angulo de desviación de la perpendicular a lo largo del extremo más largo del terreno	Factor de Corrección
0°	0.0100
22.5°	0.0108
45°	0.0141
67.5°	0.0261
90°	L´ = longitud del terreno

L = 0.0100

El parámetro *V* se obtiene considerando tres subfactores: el porcentaje de residuos vegetales superficiales del suelo, la clase de cobertura vegetal (densidad, superficie y altura), y la orientación, uniformidad, distribución y ancho de la vegetación.

El área del proyecto presenta 1 tipo de vegetación y zona urbana, por consiguiente, cada uno tiene un valor de cobertura vegetal diferente, por lo que se tiene que estimar la tasa de erosión eólica para cada uno de ellos.

Tabla III. 42 Valor de V por tipo de cobertura de suelo.

Tipo de vegetación	Cobertura relativa %	Material residual vegetativo %	Valor de V
Vegetación halófila	1	30	**0.69**
Zona urbana	0	0	**0.00**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Sustituyendo los valores de los factores de la EPEE considerados para el predio tenemos que:

$$E = I*K*C*L*V$$

Tabla III. 43 Tasa de erosión por tipo de cobertura de suelo.

E por tipo de cobertura	Tasa de erosión	Unidades
E (vh)=	23.3503	ton/ha/año
E (zu)=	0.0000	ton/ha/año

Si tomamos en cuenta que el AP tiene una sola cobertura de suelo (de acuerdo con INEGI), el índice de erosión eólica calculado es de 23.3503 ton/ha/año, se obtiene que la pérdida potencial actual de suelo en el predio es de 7.512 ton anuales.

Tabla III. 44 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en el AP.

Tipo de cobertura	Índice de erosión eólica (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión actual (ton/predio/año)
Vegetación halófila	23.3503	0.3217	**7.5118**
	TOTAL	**0.3217**	**7.512**

Así mismo, considerando los tipos de cobertura existentes en el AI y RE, se tienen los siguientes resultados de erosión actual, como se muestran el las tablas inferiores. En ese sentido, la erosión anual presentes en el AP representa el 2.15% de la erosión presente en el AI y el 0.87% con respecto a la RE.

Tabla III. 45 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en el AI.

Tipo de cobertura	Índice de erosión eólica (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión actual (ton/predio/año)
Vegetación halófila	23.3503	14.93	**348.7089**
Zona urbana	0.0000	4.45	**0.0000**
	TOTAL	**19.3859**	**348.709**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 46 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en la RE.

Tipo de cobertura	Índice de erosión eólica (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión actual (ton/predio/año)
Vegetación halófila	23.3503	37.14	**867.1488**
Zona urbana	0.0000	223.03	**0.0000**
	TOTAL	**260.1659**	**867.149**

- **Pérdida potencial de suelo por erosión eólica en condiciones de adecuación del terreno**

En virtud de que, al realizarse actividades de acondicionamiento del AP, el suelo quedará desprotegido por la cubierta vegetal en un 100% lo cual provocará un desprendimiento y arrastre de material edáfico por acción del viento. Así, en el área del proyecto, se puede asumir que el grado de erosión o pérdida de suelo por la acción del viento se incrementará.

Para calcular la erosión eólica en condiciones de acondicionamiento, el parámetro K de la ecuación universal de pérdida del suelo por erosión eólica adquiere el valor de 1.0, al igual que el factor V, ya que no existe una cubierta vegetal protectora del suelo.

Así pues, substituyendo valores en la ecuación universal de pérdida del suelo por erosión eólica (E = I*K*C*L) para el caso del área del proyecto en todos sus tipos de cobertura después del acondicionamiento se tiene que:

E = 45.1205 ton/ha/año

Así pues, considerando la tasa de erosión eólica estimada en el AP, se tiene que en condiciones de suelo desnudo se pierden 14.5153 toneladas de suelo en el AP al año.

Tabla III. 47 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en las áreas del proyecto después del acondicionamiento del terreno.

Tipo de cobertura	Índice de erosión eólica (ton/ha/año)	Superficie (ha)	Erosión después del acondicionamiento (ton/predio/año)
Sin vegetación	45.1205	0.3217	**14.5153**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Este incremento en la erosión por acción del viento corresponde a 7 toneladas anuales, de las cuales solo 1.75 toneladas corresponden al periodo en el que el predio quedará expuesto.

Tabla III. 48 Comparación de los escenarios 1 y 2 y erosión eólica a compensar.

Erosión actual (ton/predio/año)	Erosión después del acondicionamiento (ton/predio/año)	Incremento (ton/predio/año)	Incremento (vol. a recuperar) (ton/predio/3 meses)
7.5118	14.5153	**7.0035**	**1.7509**

- **Pérdida potencial de suelo por erosión eólica con acciones de remediación**

Como se mencionó anteriormente, una vez concluidas las actividades de acondicionamiento y construcción, para efectos del análisis de erosión se considera que el AP presenta una condición de sellamiento prácticamente completo. Aunque permanecerán áreas verdes y espacios reducidos con suelo asociado al establecimiento de vegetación, estas superficies representan una proporción menor del AP y no se considera que mantengan una condición significativa de suelo mineral desnudo susceptible al desprendimiento y transporte por acción del viento.

Bajo este criterio, en el escenario E3 la pérdida potencial de suelo por erosión eólica dentro del AP se considera nula. De manera complementaria, se contempla la reforestación de una superficie de 1 ha dentro del Área de Influencia, con el propósito de incrementar la cobertura vegetal y mejorar la protección del suelo en una superficie actualmente caracterizada por baja cobertura.

Tabla III. 49 Erosión eólica con proyecto.

Tipo de cobertura	Índice de erosión eólica (ton/ha/año)	Superficie área (ha)	Erosión con proyecto (ton/predio/año)
Suelos sin vegetación	0.0000	0	**0.0000**
Superficie con construcción	0.0000	0.3217	**0.0000**

En este estudio, para obtener el valor del factor K bajo el escenario de reforestación se consideró el efecto de las **terrazas individuales o cajetes** que se conformarán alrededor de las plantas establecidas. Estas estructuras de pequeña escala permitirán concentrar y retener el agua de riego o de precipitación en la zona inmediata a cada ejemplar, reduciendo su dispersión superficial y favoreciendo la infiltración y el establecimiento de la vegetación.

De acuerdo con los valores considerados para superficies con medidas de protección, se asignó un valor de **K = 0.5** para representar la condición esperada con la implementación de estos cajetes. Para el cálculo de la erosión eólica, el factor V se

determinó considerando el incremento esperado de la cobertura vegetal dentro del polígono de reforestación de 1 ha.

En el polígono de reforestación se pretende incrementar progresivamente la cobertura vegetal respecto de su condición inicial, mediante el establecimiento y mantenimiento de especies adecuadas a las condiciones ambientales del sitio. Para efectos del modelo de erosión eólica se utilizó el valor de cobertura correspondiente al escenario esperado después del establecimiento de la medida.

Los valores utilizados para el cálculo de erosión en el polígono a reforestar fueron las siguientes:

I = 220, equivalente a 543.62 ton/ha/año

K = 1 y 0.5

C = 8.3

L = 0.01

V = 0 (zona construida), 0.69 (polígono a reforestar con poca vegetación halófila) y 0.24 (esperada con reforestación)

Substituyendo valores en la ecuación universal de pérdida del suelo por erosión eólica (E= I*K*C*L*V) para el caso del polígono a reforestar se tiene los siguientes resultados.

Tabla III. 50 Pérdida potencial actual del suelo por acción eólica en el área del polígono de compensación después de la deforestación.

Tipo de cobertura	Índice de erosión eólica en polígono a reforestar (ton/ha/año)	Superficie area (ha)	Erosión con acciones en el polígono (ton/predio/año)
Erosión actual	15.5666	1.00	**15.5666**
Erosión esperada con reforestación	5.4370	1.00	**5.4370**
Reducción de erosión eólica en polígono a reforestar			**10.1295**

a pérdida potencial de suelo por erosión eólica dentro del polígono de reforestación se estima en **15.5666 ton/año** bajo las condiciones iniciales consideradas y en **5.4370 ton/año** después del establecimiento de la cobertura vegetal prevista, lo que representa una reducción potencial de **10.1295 ton/año**.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Por su parte, el incremento temporal de erosión eólica atribuible al retiro de la cobertura vegetal dentro del AP corresponde a **1.7509 ton durante un periodo de tres meses**. La reducción potencial asociada con la reforestación resulta, por tanto, superior al incremento temporal estimado durante la etapa constructiva.

Para efectos de implementación y seguimiento se considera un periodo inicial de aproximadamente **seis meses para el establecimiento y mantenimiento de la vegetación**. Este intervalo representa un periodo operativo para verificar la adaptación y permanencia de la cobertura establecida y no el tiempo matemático requerido para compensar las 1.7509 ton de pérdida adicional estimada.

- **Análisis comparativo de los escenarios de erosión eólica**

La comparación de los escenarios permite identificar las variaciones en la pérdida potencial de suelo por acción del viento asociadas con las diferentes condiciones del AP y distinguir la erosión que ocurre actualmente de aquella que puede atribuirse temporalmente al retiro de la cobertura vegetal durante las actividades de acondicionamiento y construcción.

En el escenario E1, correspondiente a las condiciones actuales, la pérdida potencial de suelo por erosión eólica en el AP se estima en 7.512 ton/año. Este valor representa la condición de referencia bajo las características actuales del suelo, rugosidad superficial y cobertura vegetal. Para el AI y la RE se estiman pérdidas de 348.709 y 867.15 ton/año, respectivamente, por lo que estos valores constituyen el contexto espacial respecto del cual puede dimensionarse la modificación temporal asociada con el proyecto.

El escenario E2 representa la condición de mayor susceptibilidad a la erosión eólica y corresponde al periodo durante el cual el retiro de la cobertura vegetal deja temporalmente expuesta la superficie del suelo. Bajo el supuesto de que esta condición permaneciera durante un año completo, la pérdida potencial en el AP aumentaría de 7.512 a 14.5153 ton/año, equivalente a un incremento anualizado de 7 ton/año respecto de la condición actual.

Tabla III. 51 Análisis de escenario de erosión eólica en el AP, AI y RE.

	ESCENARIOS	AP	AI	SAR
EROSIÓN EÓLICA	**E1**	7.512	348.709	867.149
	E2	14.515	348.709	868.900
	Incremento en 3 meses	1.751		
	E3	0.000	338.580	849.507
	Reducción por reforestación de 1 ha	-	-10.130	-10.130

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Sin embargo, la condición de suelo descubierto no permanecerá durante un ciclo anual completo. Considerando un periodo de exposición de tres meses, el incremento de pérdida de suelo atribuible al acondicionamiento del terreno se estima en 1.75 ton. Esta cantidad representa la pérdida adicional respecto de la condición actual durante la etapa crítica de exposición y constituye, por tanto, la magnitud directamente asociada con el efecto temporal del proyecto sobre el proceso de erosión eólica.

La comparación espacial permite dimensionar este incremento respecto de las unidades ambientales analizadas. En el AI la pérdida potencial estimada permanece en 348.7 ton/año, debido a que las actividades de acondicionamiento y construcción se restringen al AP y no implican la remoción generalizada de la cobertura superficial del AI. En la RE, la pérdida estimada bajo las condiciones actuales es de 867.15 ton/año; al incorporar las 1.75 ton correspondientes al incremento temporal calculado para el AP, la pérdida asociada con el escenario E2 alcanza aproximadamente 868.9 ton. El incremento derivado del proyecto se concentra, por tanto, espacialmente en el AP y temporalmente en el periodo durante el cual el suelo permanezca descubierto.

El escenario E3 corresponde a la condición posterior a la construcción y al establecimiento de las medidas previstas. Para efectos del análisis se considera que el AP presenta una condición de sellamiento prácticamente completo, por lo que no permanece una superficie significativa de suelo mineral desnudo susceptible al desprendimiento y transporte por acción del viento. En consecuencia, la pérdida de suelo por erosión eólica dentro del AP se considera nula.

De manera complementaria, la reforestación de **1 ha dentro del AI** genera una reducción potencial estimada de **10.1295 ton/año**. Por efecto de esta medida, la pérdida potencial estimada para el AI disminuye de aproximadamente **348.709 a 338.580 ton/año**. A escala de la RE, el escenario E3 presenta una pérdida estimada de aproximadamente **849.507 ton/año**.

Los resultados muestran que la principal modificación del proceso de erosión eólica asociada con el proyecto se concentra en el escenario E2. Se trata de una condición temporal vinculada con el intervalo comprendido entre el retiro de la cobertura vegetal y la protección u ocupación definitiva de las superficies intervenidas. Durante este periodo, la pérdida adicional estimada respecto de la condición actual es de 1.75 ton, por lo que el control ambiental deberá concentrarse principalmente en reducir la superficie de suelo expuesta simultáneamente, limitar su tiempo de exposición y evitar condiciones que favorezcan el desprendimiento y transporte de partículas por acción del viento.

A escala territorial, el incremento temporal de erosión eólica asociado con las actividades constructivas se concentra exclusivamente dentro del AP. El AI no presenta un incremento de erosión como consecuencia directa de las obras; por el contrario, en el escenario E3 la reforestación propuesta genera una reducción localizada de la pérdida potencial de suelo dentro de esta unidad. A escala de la RE, los cambios derivados del Proyecto representan modificaciones espacialmente acotadas respecto de la magnitud total de los procesos erosivos estimados.

En conjunto, la comparación E1–E2–E3 muestra una secuencia definida: una condición actual que constituye la línea base de erosión eólica; un incremento temporal durante la exposición del suelo en la etapa de acondicionamiento y construcción; y una condición posterior en la que el AP presenta un sellamiento prácticamente completo para efectos del análisis de erosión. La reforestación propuesta dentro del AI complementa esta secuencia mediante una reducción potencial estimada de **10.1295 ton/año**, superior al incremento temporal de **1.7509 ton** calculado para los tres meses de exposición del suelo dentro del AP. Para efectos de implementación se considera un periodo inicial de aproximadamente seis meses para el establecimiento, mantenimiento y seguimiento de la vegetación.

III.2.1.3.2.3. Análisis integrado de los escenarios de erosión hídrica y eólica

La evaluación conjunta de los procesos de erosión hídrica y eólica permite analizar integralmente la respuesta del suelo ante las diferentes condiciones consideradas para el desarrollo del Proyecto. Ambos procesos responden a mecanismos físicos distintos: la erosión hídrica se relaciona principalmente con el desprendimiento y transporte de partículas por efecto de la precipitación y el escurrimiento superficial, mientras que la erosión eólica corresponde al desprendimiento y transporte de material edáfico por acción del viento. No obstante, ambos presentan una respuesta semejante ante la modificación temporal de la cobertura del suelo, particularmente durante el periodo comprendido entre la adecuación del terreno y la ocupación o protección definitiva de las superficies intervenidas.

Para su análisis se consideraron tres escenarios. El escenario **E1** representa las condiciones actuales del AP; el escenario **E2** corresponde a la condición temporal de suelo descubierto durante las actividades de adecuación y construcción; y el escenario **E3** representa la condición posterior a la construcción, cuando no se prevé la permanencia de suelo mineral desnudo directamente expuesto a los agentes erosivos. Este último escenario se complementa con la reforestación de una superficie de 1 ha como medida de compensación por el incremento temporal de pérdida de suelo generado durante E2.

La diferencia entre E1 y E2 permite identificar específicamente la pérdida adicional atribuible al Proyecto, distinguiéndola de los procesos erosivos que ya ocurren bajo las condiciones actuales del sitio. El análisis previo establece para el AP valores actuales de 2.41 ton/año de erosión hídrica y 7.512 ton/año de erosión eólica, los cuales aumentan temporalmente durante la exposición del suelo.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 52 Comparación de los escenarios de erosión hídrica y eólica en el AP

Proceso	E1 (ton/año)	E2 (ton/año)	Incremento anual E2-E1 (ton/año)	Incremento en 3 meses (ton)	E3 (ton/año)
Erosión hídrica	2.411	2.836	0.425	0.106	0.000
Erosión eólica	7.512	14.515	7.004	1.751	0.000

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones de erosión hídrica y eólica del proyecto.

En el escenario E1, correspondiente a las condiciones actuales, el AP presenta una pérdida potencial estimada en **2.411 ton/año por erosión hídrica** y **7.512 ton/año por erosión eólica**. Estos valores constituyen las respectivas líneas base y representan procesos que ocurren actualmente como resultado de las características del suelo, la topografía, la cobertura superficial y las condiciones climáticas del sitio.

La cobertura del AP se encuentra clasificada cartográficamente por INEGI como vegetación halófila; sin embargo, durante la verificación en campo se identificó una cobertura escasa y modificada, constituida principalmente por zacate buffel, con presencia importante de superficies arenosas expuestas. Para mantener la correspondencia con la cartografía utilizada en los cálculos regionales se conserva la categoría de vegetación halófila en la parametrización del modelo, mientras que la descripción de las condiciones actuales se sustenta en las observaciones efectuadas directamente en el sitio.

Los resultados muestran que el desarrollo del Proyecto no origina la totalidad de la pérdida de suelo calculada para E2. Una parte corresponde a la erosión que ya ocurre en la condición actual; por ello, la magnitud relevante para identificar el efecto directamente atribuible al Proyecto corresponde a la diferencia E2-E1 durante el periodo efectivo de exposición del suelo.

El escenario E2 representa la condición temporal de mayor susceptibilidad. Bajo el supuesto anualizado, la erosión hídrica aumenta de **2.411 a 2.836 ton/año**, mientras que la erosión eólica se incrementa de **7.512 a 14.515 ton/año**.

Estos valores anualizados permiten comparar las condiciones potenciales, pero no representan la duración efectiva de exposición del terreno. Las actividades de adecuación y construcción se desarrollarán de manera paulatina y por frentes de trabajo; conforme se acondicione una superficie se avanzará en su construcción, cobertura o estabilización. Por esta razón, se considera un periodo representativo de **tres meses de exposición**, durante el cual la pérdida adicional atribuible al Proyecto corresponde aproximadamente a **0.106 ton por erosión hídrica y 1.751 ton por erosión eólica**.

La reducción del tiempo de exposición y de la superficie de suelo descubierto simultáneamente constituye, por tanto, una medida fundamental para disminuir la

oportunidad de desprendimiento y transporte de partículas tanto por precipitación y escurrimiento como por la acción del viento.

Tabla III. 53 Comparación espacial de la condición actual y del escenario temporal de mayor exposición

Proceso	Unidad	E1: condición actual	E2: condición con exposición temporal del AP
Erosión hídrica	AP	2.411 ton/año	2.836 ton/año
	AI	433.803 ton/año	433.803 ton/año
	RE	1,919.331 ton/año	1,919.437 ton*
Erosión eólica	AP	7.512 ton/año	14.515 ton/año
	AI	348.709 ton/año	348.709 ton/año
	RE	867.149 ton/año	868.900 ton*

*Para la RE se incorpora el incremento correspondiente al periodo de tres meses considerado para la exposición temporal del suelo en el AP.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de los escenarios de erosión hídrica y eólica.

La comparación espacial muestra que el incremento atribuible al Proyecto se concentra directamente en el AP. En el AI no se contempla remoción generalizada de la cobertura superficial ni intervención directa asociada con las actividades constructivas, por lo que sus valores permanecen sin modificación. A escala de la RE, la diferencia entre E1 y E2 corresponde exclusivamente al incremento localizado generado dentro del AP, sin representar una modificación generalizada de los procesos erosivos regionales.

El escenario E3 corresponde a la condición posterior a la construcción. Una vez concluidas las obras, no se prevé la permanencia de superficies de suelo mineral desnudo directamente expuestas a los agentes erosivos. Para efectos del análisis se adopta una condición de protección de la superficie del AP integrada por edificaciones, superficies pavimentadas o cubiertas con adoquín, áreas exteriores acondicionadas y áreas verdes estabilizadas. Bajo este supuesto, el suelo deja de encontrarse directamente disponible para su desprendimiento y transporte por acción de la lluvia o del viento, por lo que la pérdida de suelo calculada mediante los modelos de erosión se considera **igual a cero**.

Esta condición no debe interpretarse como una medida de compensación ambiental asociada al sellamiento del terreno, sino como una modificación de la condición física que controla el proceso erosivo: al no existir suelo mineral desnudo directamente expuesto, desaparece la fuente de material susceptible de ser desprendido y transportado desde el AP. La compensación de la pérdida adicional producida

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

temporalmente durante E2 corresponde específicamente a la reforestación de una superficie de **1 ha**.

Para erosión hídrica, la pérdida estimada en dicho polígono pasa de **13.2277 a 11.2435 ton/año**, equivalente a una reducción aproximada de **1.9841 ton/año**. Para erosión eólica, disminuye de **15.5666 a 5.4370 ton/año**, equivalente a una reducción aproximada de **10.1295 ton/año**.

Tabla III. 54 Efecto estimado de la reforestación sobre los procesos erosivos

Proceso	Condición actual del polígono (ton/año)	Condición con reforestación (ton/año)	Reducción estimada (ton/año)	Incremento generado durante E2 (ton/3 meses)	Periodo considerado para establecimiento y seguimiento de la medida
Erosión hídrica	13.228	11.244	1.984	0.106	Aproximadamente 6 meses*
Erosión eólica	15.567	5.437	10.130	1.751	Aproximadamente 6 meses*

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones de erosión y el escenario de reforestación.

La comparación entre el incremento temporal asociado con E2 y la reducción potencial derivada de la reforestación muestra que la capacidad estimada de la medida es superior a la pérdida adicional producida durante los tres meses representativos de exposición. Para erosión hídrica, la pérdida adicional corresponde a **0.106 ton**, frente a una reducción potencial de **1.984 ton/año**; para erosión eólica, el incremento temporal corresponde a **1.751 ton**, mientras que la reducción potencial estimada mediante la reforestación alcanza **10.130 ton/año**.

Para efectos de implementación, evaluación y seguimiento se adopta un periodo inicial de aproximadamente **seis meses**, considerando el tiempo requerido para el establecimiento, mantenimiento y adaptación de la vegetación y para verificar que la cobertura establecida se encuentre desarrollando adecuadamente su función de protección del suelo.

Este periodo no representa la duración del impacto ni el tiempo matemático necesario para compensar la pérdida adicional calculada. Corresponde a un intervalo operativo y conservador establecido para verificar el establecimiento inicial de la medida compensatoria.

En términos integrales, ambos procesos muestran una secuencia común. E1 constituye la condición de referencia; E2 representa la condición temporal de mayor susceptibilidad derivada de la exposición del suelo; y E3 corresponde a la condición posterior a la construcción, en la que para efectos del análisis de erosión se considera un **sellamiento**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

prácticamente completo del AP, debido a que las superficies de suelo directamente expuesto serán mínimas.

Bajo esta condición no se considera una superficie significativa de suelo mineral desnudo susceptible al desprendimiento y transporte por acción del agua o del viento. La reforestación de 1 ha dentro del AI actúa complementariamente al incrementar la cobertura vegetal y protección superficial del suelo en el polígono destinado a la medida.

Tabla III. 55 Síntesis del comportamiento de los escenarios

Escenario	Condición del AP	Erosión hídrica	Erosión eólica	Interpretación
E1	Condición actual	2.411 ton/año	7.512 ton/año	Línea base de los procesos erosivos existentes
E2	Retiro temporal de cobertura y exposición del suelo	2.836 ton/año	14.515 ton/año	Condición anualizada de mayor susceptibilidad
E2 – periodo efectivo	Exposición representativa de tres meses por construcción paulatina	Incremento de 0.106 ton	Incremento de 1.751 ton	Pérdida adicional atribuible al periodo crítico de construcción
E3	Sellamiento prácticamente completo para efectos del análisis de erosión	0.000 ton/año	0.000 ton/año	Ausencia de suelo mineral desnudo directamente susceptible de erosión
Compensación	Reforestación de 1 ha dentro del AI	Reducción de 1.984 ton/año	Reducción de 10.130 ton/año	Disminución de la susceptibilidad del suelo en el polígono de reforestación

Fuente: Elaboración propia con base en las memorias de cálculo de erosión hídrica y eólica.

La evaluación conjunta permite concluir que la modificación más relevante de los procesos erosivos se concentra espacialmente en el AP y temporalmente durante las actividades de adecuación y construcción. El periodo crítico corresponde a los tres meses considerados como tiempo representativo de exposición de cada frente de trabajo, durante los cuales se estima un incremento de **0.106 ton por erosión hídrica y 1.751 ton por erosión eólica** respecto de sus respectivas condiciones de referencia.

En consecuencia, el manejo ambiental del suelo durante la construcción deberá concentrarse en reducir el tiempo y la extensión de las superficies descubiertas, evitar la concentración de escurrimientos, disminuir la movilización de partículas por viento y avanzar progresivamente en la protección u ocupación de las áreas intervenidas. La reforestación propuesta proporciona una medida compensatoria permanente cuya capacidad estimada supera la pérdida adicional calculada para la etapa constructiva.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

De esta manera, los escenarios muestran que el incremento de la pérdida de suelo asociado con el Proyecto **no constituye una condición permanente ni se extiende de manera generalizada al AI o a la RE**, sino que corresponde a una modificación localizada y temporal asociada con la exposición del suelo durante la construcción. Las medidas de manejo durante esta etapa y la reforestación permiten actuar sobre ambos mecanismos de erosión y establecer una relación cuantitativa entre la pérdida adicional estimada y la reducción esperada mediante las acciones de compensación.

- **Vinculación del proyecto con los procesos de erosión hídrica y eólica**

La vinculación de los procesos de erosión hídrica y eólica con el Proyecto se establece considerando que la **RE** permite valorar estos procesos dentro del contexto ambiental en el que se inserta el Proyecto; el **AI** corresponde al espacio donde podrían manifestarse efectos indirectos asociados con la movilización de sedimentos o partículas procedentes de las superficies intervenidas; y el **AP** constituye la superficie donde ocurrirán las modificaciones directas de la cobertura y condición superficial del suelo durante las actividades de adecuación y construcción.

Vinculación del proyecto con los procesos de erosión hídrica y eólica

Unidad de análisis	Características de los procesos erosivos	Vinculación con el Proyecto, medidas y cumplimiento
RE	En las condiciones actuales, la pérdida potencial de suelo se estima en **1,919.33 ton/año por erosión hídrica** y **867.15 ton/año por erosión eólica**. Estos valores constituyen el contexto ambiental de referencia dentro del cual se localizan el AI y el AP.	El Proyecto no modificará de manera generalizada los procesos erosivos de la RE. Las modificaciones directas se concentran en el AP y serán temporales durante la exposición del suelo. Las medidas de control estarán orientadas a evitar que sedimentos o partículas generados durante la construcción se dispersen hacia el entorno.
AI	En las condiciones actuales se estima una pérdida potencial de **433.80 ton/año por erosión hídrica** y **348.71 ton/año por erosión eólica**, asociada con las características del suelo, cobertura superficial, topografía y condiciones climáticas.	Las obras constructivas no implicarán intervención directa generalizada sobre el AI. Los efectos indirectos potenciales se relacionan principalmente con la movilización de sedimentos por escurrimiento y dispersión de partículas procedentes del AP, por lo que las actividades constructivas permanecerán restringidas a las superficies autorizadas. Dentro del AI se implementará además la reforestación de un polígono de **1 ha** como medida compensatoria, seleccionando una superficie actualmente caracterizada por baja

		cobertura vegetal. Esta medida permitirá incrementar la protección superficial del suelo y reducir su susceptibilidad potencial a los procesos de erosión hídrica y eólica.
AP	En la condición actual, la pérdida potencial se estima en **2.411 ton/año por erosión hídrica** y **7.512 ton/año por erosión eólica**. Durante la condición temporal de suelo descubierto las tasas anualizadas aumentan a **2.836 y 14.515 ton/año**, respectivamente. Para tres meses de exposición, el incremento atribuible al Proyecto corresponde a **0.106 ton de erosión hídrica y 1.751 ton de erosión eólica**.	La modificación directa de la cobertura superficial se producirá durante la adecuación y construcción. La ejecución será paulatina, limitando la superficie y el tiempo de suelo descubierto. La reforestación de **1 ha** genera una reducción estimada de **1.984 ton/año de erosión hídrica y 10.130 ton/año de erosión eólica**. El efecto será localizado y temporal y no modificará de manera generalizada los procesos erosivos del AI o de la RE.

III.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

La hidrología superficial constituye un componente relevante para la caracterización ambiental del proyecto, debido a que permite identificar la organización territorial del drenaje, las condiciones bajo las cuales se generan y conducen los escurrimientos y su relación con los ambientes costeros próximos. En el área de estudio, su análisis requiere distinguir entre el contexto hidrográfico regional de la RE y el funcionamiento hidrológico local del AI y AP, debido a que estas últimas se encuentran sobre una barra litoral y no forman parte funcional de los principales patrones de escurrimiento continental identificados a escala regional.

Esta diferenciación de escalas resulta particularmente importante para la evaluación ambiental, ya que los escurrimientos identificados dentro de la RE no deben interpretarse automáticamente como flujos que atraviesan o descargan sobre el AI y AP. En estas últimas unidades, la dinámica superficial está controlada principalmente por la microtopografía de la barra litoral, las características permeables de sus materiales y la proximidad del Estero La Cruz y del frente costero marino.

Hidrología superficial de la RE

La RE se localiza dentro de la **Región Hidrológica No. 9 Sonora Sur (RH09)**, una de las principales unidades hidrológicas del estado de Sonora. El contexto regional se caracteriza por condiciones climáticas predominantemente áridas, escasa precipitación anual y una marcada irregularidad temporal de las lluvias, factores que determinan que gran parte de los escurrimientos superficiales sean de carácter temporal.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La información hidrográfica disponible ubica el área dentro del contexto de la **cuenca del río Bacoachi**, cuyo drenaje regional se relaciona con la planicie costera central de Sonora. La información previamente integrada para el proyecto identifica dentro del contexto territorial las subcuencas **Río Bacoachi (9Ea), Arroyo La Manga (9Eb) y Laguna Playa Noriega (9Ed)**. La cartografía de subcuencas proporcionada confirma la presencia de estas unidades en el contexto hidrográfico analizado.

La red hidrográfica regional se encuentra condicionada por la combinación de un régimen de precipitación reducido y altamente estacional, pendientes generalmente bajas hacia la planicie costera y elevada evapotranspiración. En ese sentido, predominan corrientes y escurrimientos de carácter intermitente o efímero, cuya actividad se encuentra asociada principalmente con eventos de precipitación.

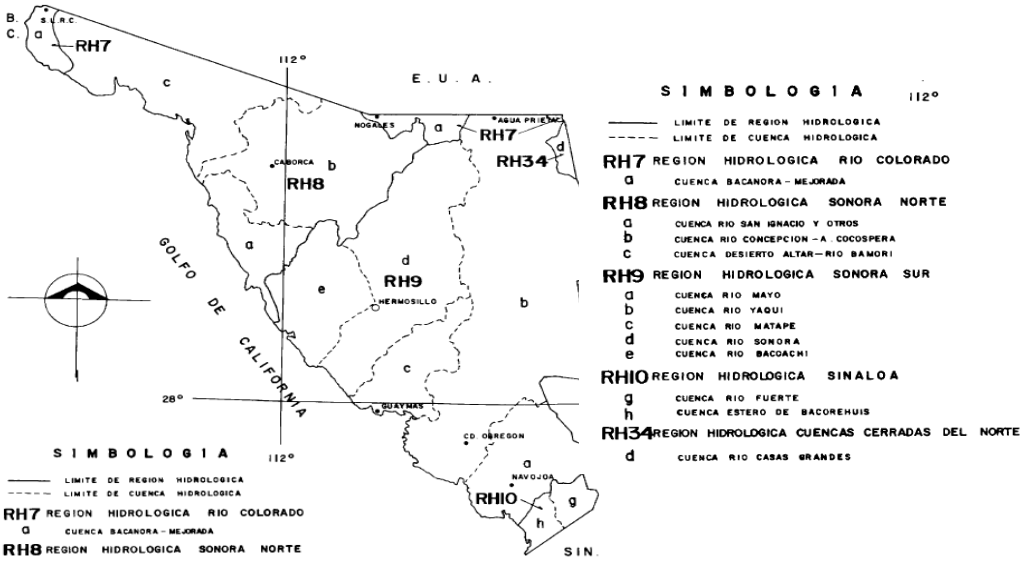


Figura III. 22 Localización de la cuenca del Rio Bacoachi con respecto las regiones hidrológicas que cubren el Estado.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

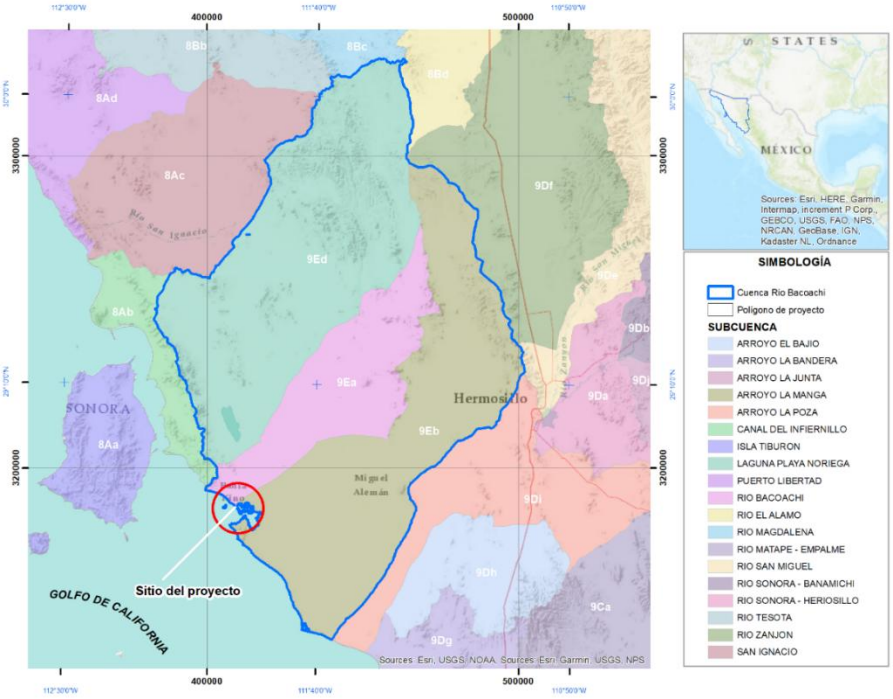


Figura III. 23 Localización de la cuenca del Rio Bacoachi con respecto a las cuencas que se registran en la región.

Esta característica es congruente con la Normal Climatológica 1991–2020 de la estación San Isidro analizada previamente, donde la precipitación normal anual alcanza solamente 138.1 mm y se concentra principalmente entre julio y septiembre. La reducida frecuencia anual de días con lluvia implica que durante buena parte del año los cauces y depresiones naturales permanecen sin flujo superficial, mientras que durante eventos de precipitación intensa pueden producirse respuestas hidrológicas rápidas.

Dentro de este contexto regional se encuentra el **Estero La Cruz**, elemento hidrológico y costero de particular relevancia para el área de estudio. El sistema presenta comunicación con el Golfo de California y su funcionamiento está estrechamente relacionado con los intercambios mareales.

Por tanto, dentro de la RE convergen dos escalas de funcionamiento hidrológico: por una parte, los procesos de drenaje superficial continental asociados con los escurrimientos temporales de la planicie y, por otra, los procesos costeros y mareales asociados con el Estero La Cruz y su comunicación con el ambiente marino.

Debe señalarse, sin embargo, que la inclusión de los diferentes escurrimientos dentro de la RE **no implica una conexión hidrológica directa entre todos ellos y el AP**. La RE constituye la unidad territorial utilizada para caracterizar el contexto ambiental regional, mientras que el funcionamiento hidrológico del sitio donde se desarrollará el proyecto responde a condiciones geomorfológicas locales diferentes.

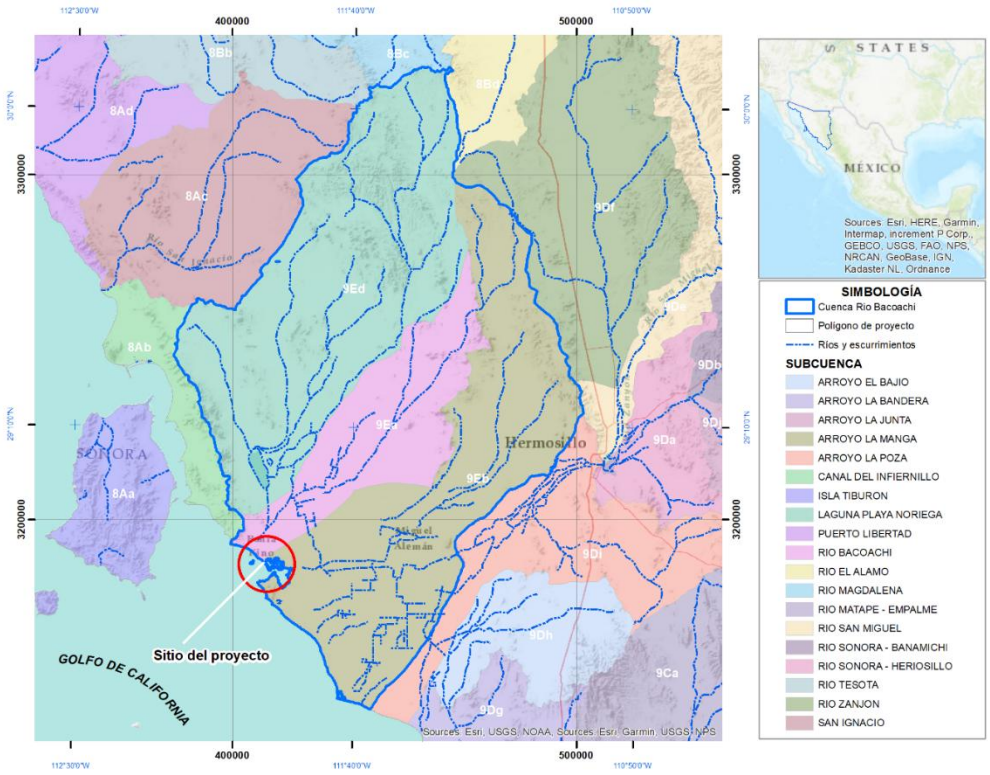


Figura III. 24 Distribución de subcuencas en la zona de estudio. Se indican los principales escurrimientos en color azul.

Adicionalmente, la interpretación de la hidrología superficial de la RE debe considerar el grado de transformación antrópica existente en esta unidad territorial. Aproximadamente 70 % de su superficie presenta desarrollo urbano, correspondiente principalmente a la localidad de Kino Viejo. En consecuencia, una proporción importante de la RE se encuentra ocupada por vialidades, edificaciones, infraestructura y otras superficies asociadas con el uso urbano, que coexisten con los elementos naturales de drenaje y con los ambientes costeros presentes en el área.

Esta condición determina que el funcionamiento hidrológico superficial de la RE corresponda a un sistema territorial en el que interactúan áreas urbanizadas y superficies que conservan condiciones naturales o seminaturales. En los sectores urbanizados, la presencia de superficies construidas y compactadas modifica localmente los patrones naturales de infiltración y conducción del agua pluvial, mientras que en las áreas no urbanizadas persisten procesos de infiltración, escurrimiento difuso y concentración temporal del flujo asociados con la topografía y las características del terreno.

Por lo anterior, la presencia de escurrimientos y rutas de drenaje dentro de la RE debe interpretarse considerando tanto las condiciones naturales de aridez y temporalidad de la precipitación como el grado de transformación territorial existente. La elevada proporción de superficie urbanizada evidencia que una parte importante del contexto

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

hidrológico regional inmediato al proyecto corresponde a un ambiente previamente modificado, particularmente en el sector ocupado por Kino Viejo.

Esta condición resulta relevante para diferenciar el contexto hidrológico de la RE del funcionamiento específico del AI y del AP. La presencia de áreas urbanizadas y de escurrimientos regionales dentro de la RE no implica que éstos mantengan una conexión hidráulica directa con el AP ni que los procesos observados a escala regional puedan extrapolarse automáticamente al sitio del proyecto. La evaluación de los efectos potenciales del proyecto sobre la hidrología superficial debe atender, por tanto, a las condiciones geomorfológicas e hidrológicas locales del AI y del AP, particularmente a los procesos de infiltración, microescurrimiento y concentración temporal de flujos que ocurren sobre la barra litoral.

Hidrología superficial del AI

El funcionamiento hidrológico superficial del AI difiere del patrón regional descrito para la RE debido a su ubicación sobre una barra litoral que separa el Estero La Cruz del frente costero marino.

La cartografía de corrientes superficiales analizada no debe interpretarse como evidencia de que los escurrimientos regionales de la RE atraviesen el AI. Por el contrario, su posición geomorfológica determina que el drenaje superficial esté controlado fundamentalmente por las **pendientes locales y la microtopografía de la barra**.

Los materiales superficiales predominantemente arenosos y de textura gruesa identificados en el apartado de suelos favorecen la infiltración de una parte del agua precipitada. Cuando la intensidad de la precipitación supera temporalmente la capacidad de infiltración o cuando las condiciones locales generan acumulación superficial, se producen **microescurrimientos de corto recorrido**, cuya trayectoria responde a pequeñas variaciones topográficas.

Debido a la configuración de la barra, a escala del AI las variaciones microtopográficas pueden generar direcciones locales de flujo hacia ambos flancos de esta unidad geomorfológica. Este comportamiento corresponde a la dinámica general de la barra litoral y no implica que existan cauces definidos ni que los escurrimientos regionales identificados dentro de la RE atraviesen el AI. Se trata principalmente de procesos locales de infiltración, acumulación temporal y microescurrimiento asociados directamente con la precipitación que ocurre sobre estas superficies.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

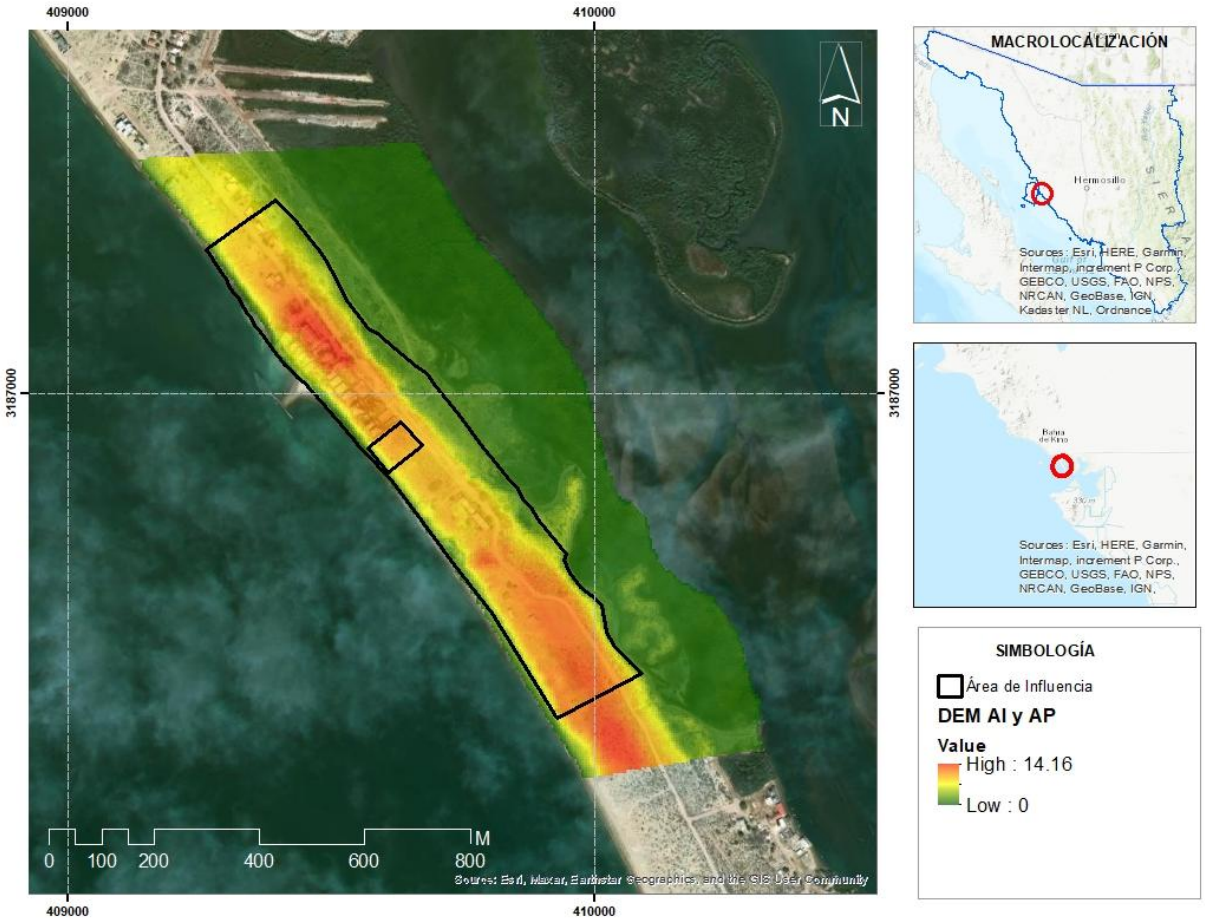


Figura III. 25 Modelo de elevación digital en el AI y AP.

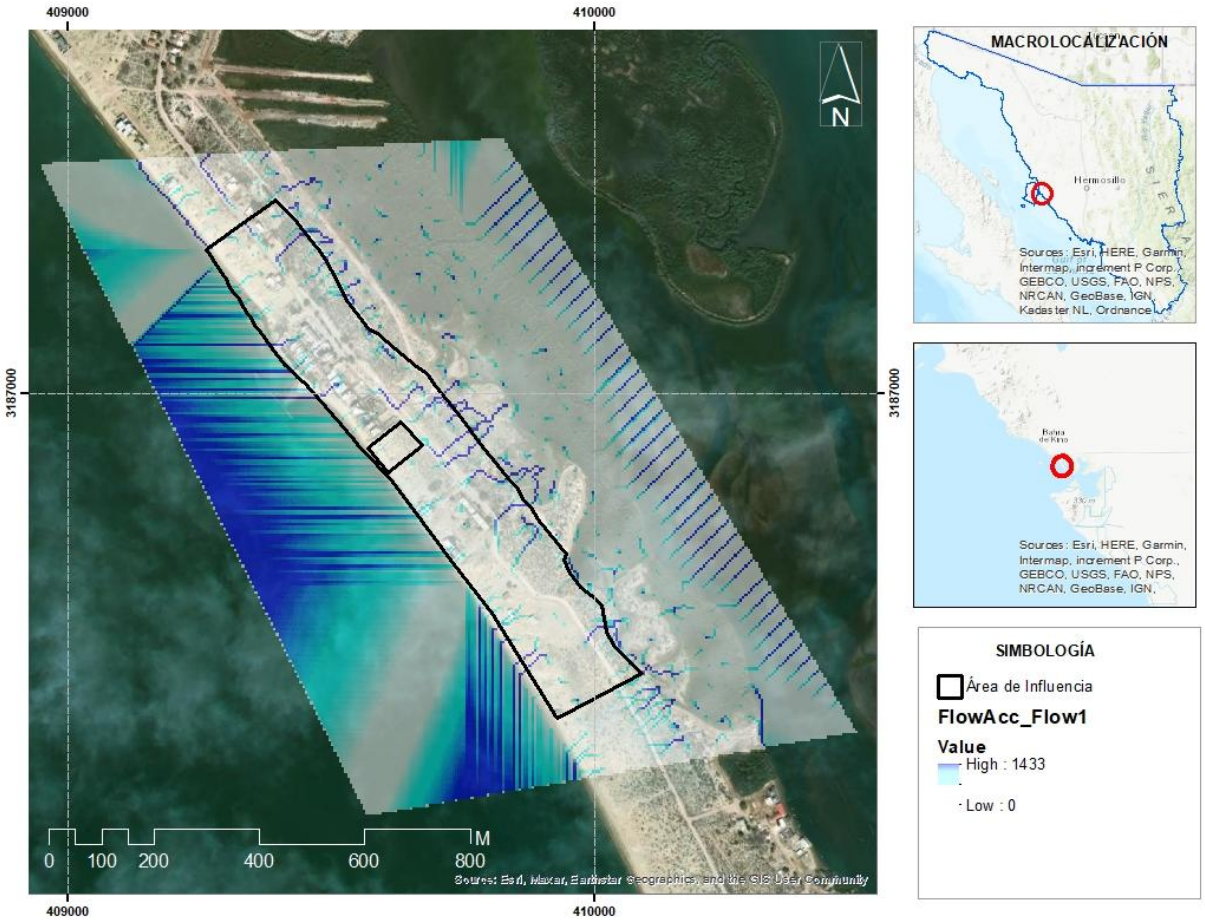


Figura III. 26 Modelo de acumulación de flujos (escurrimientos) en el AI.

Hidrología superficial del AP

El AP comparte las características hidrológicas locales identificadas para el AI. Su ubicación sobre la barra litoral determina que **no sea receptor directo de los principales escurrimientos superficiales provenientes de la RE o de la cuenca**, ni que forme parte de un cauce regional que conduzca dichos flujos hacia el Estero La Cruz.

El comportamiento del agua de lluvia dentro del AP está condicionado por su microtopografía y por las características predominantemente arenosas de los materiales superficiales. Bajo las condiciones actuales, una parte de la precipitación que cae directamente sobre el predio se infiltra en el terreno y el excedente puede generar acumulaciones temporales o microescurrimientos locales dentro de la propia superficie.

El análisis topográfico e hidrológico local indica que el AP **no recibe aportaciones significativas de escurrimientos provenientes de superficies externas**, por lo que

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

para efectos de la evaluación se considera que el volumen de agua pluvial que deberá manejarse corresponde fundamentalmente a la precipitación generada directamente sobre el propio AP.

La construcción del Proyecto modificará localmente este funcionamiento debido al acondicionamiento y sellamiento de la superficie. Bajo el criterio conservador adoptado para la evaluación, se considera una condición de sellamiento prácticamente completo del AP, por lo que disminuirá la infiltración directa y aumentará proporcionalmente el volumen de agua pluvial que deberá manejarse mediante las obras y soluciones de drenaje previstas para el Proyecto.

Debido a que el AP no intercepta cauces regionales ni recibe los principales escurrimientos de la RE, estas modificaciones no representan una alteración del patrón regional de drenaje ni de los escurrimientos de la cuenca. La interacción hidrológica se limita al manejo local del agua precipitada directamente dentro del AP.

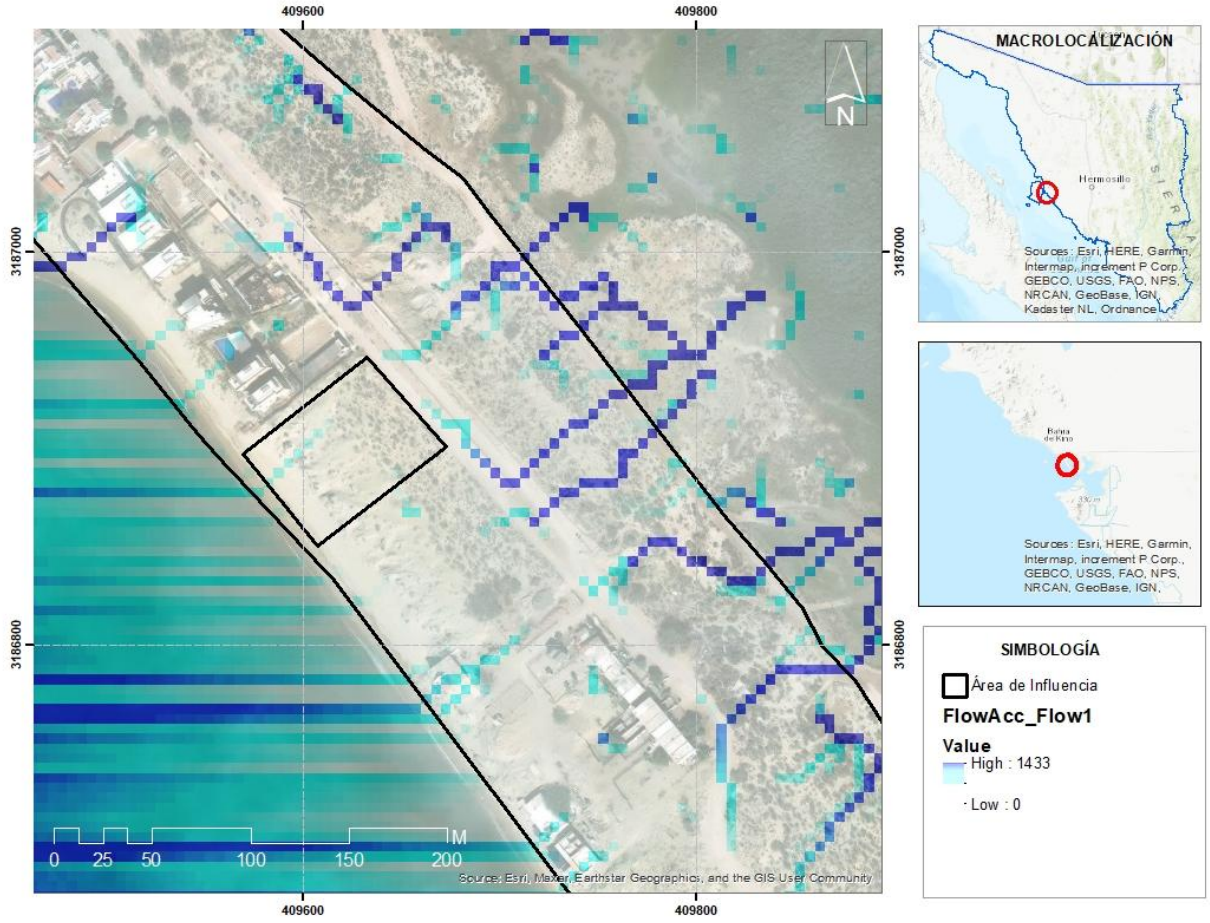


Figura III. 27 Modelo de acumulación de flujos (escurrimientos) en el AP.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

El manejo pluvial del Proyecto deberá permitir la captación y conducción controlada del agua generada por la precipitación dentro del AP, evitando la formación de concentraciones de flujo capaces de favorecer procesos de erosión, arrastre de sedimentos o transporte de residuos hacia las superficies colindantes. Particular atención deberá darse a evitar que el agua pluvial entre en contacto con residuos, materiales de construcción, combustibles, lubricantes u otras sustancias susceptibles de afectar la calidad del suelo o del agua.

Durante la operación, las aguas residuales sanitarias generadas por el proyecto no formarán parte de estos microescurrimientos, debido a que serán tratadas por biodigestores. En consecuencia, bajo condiciones normales de operación no se contempla la descarga de aguas residuales sanitarias al suelo, al Estero La Cruz ni al frente marino.

Análisis comparativo de la hidrología superficial en RE, AI y AP

El análisis comparativo evidencia una diferencia importante entre el contexto hidrográfico de la RE y el funcionamiento hidrológico del AI y AP.

La RE permite establecer el contexto regional de cuencas, subcuencas y red hidrográfica, caracterizado por escurrimientos predominantemente temporales asociados con la marcada estacionalidad de la precipitación. Asimismo, integra al Estero La Cruz como uno de los principales elementos hidrológicos costeros del área.

Sin embargo, **los patrones de escurrimiento identificados a escala de la RE no se prolongan funcionalmente hacia el AI y AP**. La posición de estas dos unidades sobre una barra litoral determina un funcionamiento hidrológico local, caracterizado por infiltración sobre materiales predominantemente arenosos y generación de microescurrimientos de corto recorrido durante eventos de precipitación.

A escala del AI, la microtopografía de la barra determina la presencia de procesos locales de infiltración, acumulación temporal y microescurrimiento. En el AP, particularmente, no se identifican aportaciones significativas de escurrimientos provenientes de superficies externas, por lo que el análisis de los efectos del Proyecto sobre la hidrología superficial se concentra en las modificaciones locales de infiltración y en el manejo de la precipitación que se genera directamente dentro de su superficie.

La intervención no supone la ocupación o modificación de la red regional de drenaje. Sin embargo, el sellamiento asociado con las obras modificará localmente la relación entre infiltración y escurrimiento, efecto que deberá atenderse mediante un manejo adecuado del agua pluvial dentro del Proyecto para evitar concentraciones artificiales de flujo, erosión o transporte de materiales hacia las superficies colindantes.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 56 Vinculación del proyecto con la hidrología superficial

Unidad de análisis	Características hidrológicas	Vinculación con el proyecto, medidas y cumplimiento
RE	La RE se ubica dentro de la RH09 Sonora Sur y comprende un contexto de escurrimientos predominantemente temporales, asociado con las condiciones áridas de la región. Integra además al Estero La Cruz, cuyo funcionamiento está estrechamente relacionado con el intercambio mareal.	El proyecto no modificará la red hidrográfica ni los patrones regionales de escurrimiento de la RE. Las obras se limitarán al AP y el manejo pluvial evitará la generación de flujos o transporte de materiales que puedan propagarse hacia el entorno.
AI	El AI se localiza sobre una barra litoral y no recibe directamente los principales escurrimientos de la RE. El drenaje corresponde a microescurrimientos de corto recorrido que se distribuyen, conforme a la microtopografía, hacia ambos flancos de la barra.	No se realizarán modificaciones directas en el AI. Los efectos indirectos potenciales se relacionan con cambios en los escurrimientos originados en el AP. El manejo pluvial evitará concentraciones de flujo, erosión y transporte de sedimentos o residuos hacia el Estero La Cruz o el frente costero.
AP	El AP se encuentra sobre la misma barra litoral. El AP se localiza sobre la barra litoral y no recibe aportaciones significativas de escurrimientos provenientes de superficies externas. Bajo las condiciones actuales, la precipitación generada directamente sobre su superficie se distribuye entre infiltración, almacenamiento temporal y microescurrimientos locales. No se identifican cauces regionales que atraviesen el AP.	El sellamiento modificará localmente la relación infiltración–escurrimiento, sin afectar el drenaje regional. El agua pluvial generada dentro del AP será manejada de forma controlada para evitar concentración de flujos, erosión y arrastre de materiales..

- **Hidrología subterránea**

Caracterización hidrogeológica de la RE

De acuerdo con la delimitación oficial de acuíferos y el análisis espacial realizado, la RE se encuentra dentro del **acuífero Costa de Hermosillo, clave 2619**. Este acuífero se localiza en la porción centro-occidental del estado de Sonora y comprende aproximadamente **15,300 km²**, incluyendo una amplia superficie del municipio de Hermosillo y su franja costera.

Para su caracterización se utiliza la **Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Costa de Hermosillo (2619), Estado de Sonora, publicada por CONAGUA en 2024**, por tratarse de la información oficial más reciente proporcionada para este análisis.

CONAGUA define al Costa de Hermosillo como un **acuífero de tipo libre, con condiciones locales de semiconfinamiento**, debido a la presencia de sedimentos arcillosos a mayor profundidad. El medio hidrogeológico presenta características

heterogéneas y anisotrópicas y se encuentra alojado en un sistema estructural de fosas y pilares tectónicos. La interpretación hidrogeológica actual reconoce un solo acuífero integrado por unidades con conexión hidráulica.

La unidad superior está formada por materiales clásticos de diferente granulometría y origen, incluyendo gravas y arenas intercaladas con materiales finos que conforman depósitos aluviales, de piedemonte, fluviales, eólicos, lacustres, **de playa y de barra**. En general, estos materiales presentan buena permeabilidad, dependiendo de su contenido de arcillas, y permiten la recarga de las unidades más profundas. Esta descripción es particularmente relevante para el área de estudio debido a su correspondencia con la condición geológica y geomorfológica identificada para AI y AP.

La unidad inferior se encuentra alojada principalmente en sedimentos clásticos conglomeráticos de la Formación Báucarit, asociados con materiales de origen volcánico. Entre ambas se presentan capas y lentes arcillosos de baja permeabilidad, entre los que destaca la denominada regionalmente **"arcilla azul"**, cuyo espesor aumenta hacia la costa.

Los parámetros hidráulicos presentan variabilidad espacial asociada con la granulometría y composición de los depósitos. CONAGUA reporta para el sector localizado al oriente de Bahía de Kino valores de transmisividad comprendidos aproximadamente entre **5.0×10^{-3} y 6.9×10^{-2} m²/s**, mientras que los valores regionales de conductividad hidráulica se encuentran aproximadamente entre **10 y 20 m/día**.

En cuanto al comportamiento piezométrico, para 2019 se registraron profundidades al nivel estático entre 30 y 135 m dentro del acuífero, presentándose los valores más someros, aproximadamente entre **30 y 60 m**, en la porción sur, incluyendo el sector de Bahía de Kino. Estos valores corresponden al comportamiento regional reportado por CONAGUA y no deben interpretarse como mediciones realizadas específicamente dentro del AP.

El acuífero presenta además una problemática histórica asociada con la extracción intensiva de agua subterránea y la **intrusión de agua marina**. Esta condición constituye un elemento particularmente importante en su franja costera y representa una característica hidrogeológica preexistente que debe diferenciarse de los posibles efectos del proyecto.

La hidrogeoquímica muestra concentraciones de sólidos totales disueltos que alcanzan valores elevados en la zona costera y la presencia de facies cloruradas asociadas con la influencia marina. La condición regional de intrusión salina confirma que la interacción entre el sistema acuífero y el ambiente marino constituye uno de los principales factores que condicionan la calidad del agua subterránea en esta parte del acuífero.

Balance y disponibilidad del acuífero

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

De acuerdo con CONAGUA (2024), la **recarga total media anual** del acuífero Costa de Hermosillo es de **275.2 hm³/año**, integrada por 258.3 hm³/año de recarga natural y 16.9 hm³/año de recarga incidental.

El volumen de extracción de aguas subterráneas considerado para el cálculo oficial de disponibilidad es de **349.453541 hm³/año**. Como resultado, la disponibilidad media anual es negativa y asciende a **−74.253541 hm³/año**. CONAGUA establece, por tanto, que no existe volumen disponible para nuevas concesiones y que el acuífero presenta un déficit de **74.253541 hm³/año**.

Tabla III. 57 Balance y disponibilidad del acuífero

Parámetro	**Volumen (hm³/año)**
Recarga total media anual	275.200000
Descarga natural comprometida	0.000000
Volumen de extracción de aguas subterráneas	349.453541
Disponibilidad media anual	**−74.253541**
Condición	**Déficit**

Esta condición representa una característica regional del acuífero y constituye un elemento importante para la evaluación ambiental del proyecto, aunque **no implica que el AP genere o contribuya directamente al déficit en la misma proporción**, ya que la disponibilidad se calcula para la totalidad del acuífero.

Hidrología subterránea del AI

El **AI se encuentra dentro del acuífero Costa de Hermosillo (2619)** y comparte las características hidrogeológicas generales descritas para la RE, aunque su ubicación sobre la barra litoral introduce condiciones particulares que deben considerarse a escala local.

La correspondencia entre la geología superficial Q(li), los Arenosoles predominantemente gruesos y la condición geomorfológica de barra litoral indica la presencia superficial de materiales sedimentarios con capacidad de infiltración. Esta condición es congruente con el modelo hidrogeológico de CONAGUA, que reconoce dentro de la unidad superior del acuífero depósitos litorales, de playa y de barra generalmente permeables.

Sin embargo, la existencia de materiales superficiales permeables **no permite establecer por sí misma una tasa específica de recarga dentro del AI**. La recarga efectiva depende, entre otros factores, de la precipitación, evapotranspiración, espesor de la zona no saturada, estratigrafía y condiciones hidráulicas. Por ello, no resulta técnicamente procedente asignar al AI una proporción de la recarga regional únicamente en función de su superficie.

Las obras constructivas del Proyecto no se desarrollarán dentro del AI. La intervención prevista en esta unidad corresponde a la reforestación de 1 ha como medida

compensatoria. Las demás posibles interacciones con el agua subterránea serán indirectas y estarán principalmente relacionadas con la prevención de infiltración de sustancias o contaminantes procedentes del AP.

Hidrología subterránea del AP

El **AP se encuentra dentro del acuífero Costa de Hermosillo (2619)** y sobre materiales superficiales asociados con la barra litoral.

La construcción producirá una modificación localizada de las condiciones actuales de infiltración debido a la ocupación e impermeabilización de parte del terreno. Las superficies construidas disminuirán localmente la infiltración directa de agua de lluvia y aumentarán la proporción conducida como escurrimiento superficial. Sin embargo, debido a la reducida extensión del AP respecto de la superficie total del acuífero, esta modificación no representa una alteración significativa de la recarga regional.

Un aspecto relevante para la valoración cuantitativa es que el proyecto **no contempla la perforación de pozos ni la extracción directa de agua subterránea**. El agua necesaria durante las etapas de construcción y operación será suministrada mediante uso de pipas y por agua desalada. Por tanto, el proyecto no incorporará un nuevo aprovechamiento directo dentro del AP sobre un acuífero que actualmente presenta déficit.

Esta condición no significa que la demanda de agua sea ambientalmente inexistente, puesto que el sistema público posee sus propias fuentes de abastecimiento; sin embargo, desde el punto de vista hidrogeológico del AP, no se generará una captación directa ni un cono local de abatimiento asociado con pozos del proyecto.

Respecto de la protección de la calidad del agua subterránea, durante la operación las aguas residuales sanitarias serán conducidas a biodigestores para su tratamiento. El efluente tratado podrá utilizarse para el riego de áreas verdes siempre que cumpla con las condiciones de calidad aplicables para dicho aprovechamiento; en caso contrario, deberá recibir el tratamiento complementario o manejo correspondiente. Los lodos y demás residuos generados por estos sistemas serán retirados y manejados mediante prestadores autorizados.

Bajo condiciones normales de operación no se contempla la descarga directa de aguas residuales al suelo o al subsuelo, reduciendo con ello una de las principales vías potenciales de contaminación del agua subterránea asociadas con sistemas locales de disposición.

Tabla III. 58 Distribución del acuífero en las unidades de análisis

Unidad de análisis	Acuífero	Cobertura (%)
RE	Costa de Hermosillo (2619)	100.00
AI	Costa de Hermosillo (2619)	100.00
AP	Costa de Hermosillo (2619)	100.00

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Análisis comparativo de la hidrología subterránea en RE, AI y AP

RE, AI y AP se encuentran íntegramente dentro del acuífero Costa de Hermosillo, por lo que **no existe diferenciación entre las tres unidades en términos de pertenencia a una unidad acuífera**. Las diferencias se relacionan principalmente con la escala de análisis y con la intensidad de la interacción del proyecto.

A escala de la RE, el aspecto más relevante es la condición regional del acuífero, caracterizada por explotación intensiva, intrusión marina en la zona costera y una disponibilidad media anual negativa de **−74.253541 hm³/año**. En el AI adquieren mayor importancia las características de permeabilidad de los depósitos superficiales asociados con la barra litoral. Finalmente, en el AP se concentran las modificaciones directas relacionadas con la ocupación e impermeabilización de la superficie.

No obstante, el proyecto presenta dos características que reducen significativamente su interacción directa con el recurso subterráneo: **no contempla aprovechamiento mediante pozos propios y las aguas residuales de operación serán tratadas con el uso de biodigestores**.

En consecuencia, los efectos potenciales sobre la hidrología subterránea se relacionan principalmente con la reducción localizada de infiltración en las superficies impermeabilizadas y con riesgos accidentales de contaminación durante la construcción. Considerando la superficie del AP y las medidas previstas, estas modificaciones **no presentan capacidad para alterar el balance, régimen piezométrico o condición de intrusión marina del acuífero Costa de Hermosillo**.

Tabla III. 59 Vinculación del proyecto con la hidrología subterránea

Unidad de análisis	Características hidrogeológicas	Vinculación con el proyecto, medidas y cumplimiento
RE	El 100 % de la RE pertenece al acuífero Costa de Hermosillo (2619), de tipo libre con condiciones locales de semiconfinamiento. Presenta una recarga de **275.2 hm³/año** y una disponibilidad de **−74.253541 hm³/año**, además de condiciones de intrusión marina en el sector costero.	El Proyecto no contempla la perforación de pozos ni la extracción directa de agua subterránea. El abastecimiento se realizará mediante las fuentes previstas para el Proyecto, principalmente agua desalada y, durante las actividades que lo requieran, mediante pipas. Se aplicarán medidas preventivas para evitar la infiltración de contaminantes.
AI	El AI se encuentra dentro del mismo acuífero y sobre materiales sedimentarios de barra con características de permeabilidad asociadas con depósitos arenosos.	No habrá intervención directa en el AI. Las medidas se orientarán a evitar que derrames, residuos o sustancias provenientes del AP alcancen superficies permeables fuera del área autorizada.
AP	El AP se encuentra dentro del acuífero Costa de Hermosillo y sobre depósitos litorales de barra. La impermeabilización	No se realizará extracción directa de agua subterránea; el abastecimiento será mediante pipas y agua desalada y las aguas residuales

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	modificará localmente las condiciones de infiltración.	se tratarán con biodigestores. Se aplicarán medidas de prevención de derrames, manejo de residuos y control de escurrimientos. El efecto hidrogeológico será **localizado y bajo**, sin afectar el balance regional del acuífero.

- **Captación de agua que se presentará en el AP con el Proyecto.**

Escenario 1

Para el cálculo de los valores hipotéticos de escurrimiento anual y evapotranspiración, se utilizó información de registros climatológicos, de la **estación climatológica 26082 San Isidro** de la Base de Datos compilada por el Servicio Meteorológico Nacional, por ser la información estandarizada y oficial vigente.

Se tomó como dato de precipitación promedio anual acumulada 138.1 mm que corresponde a los registros de esa estación meteorológica. Como resultado del análisis anterior se determinó que los valores hipotéticos de escurrimiento anual y evapotranspiración son los mismos para toda la RE y AP.

Así pues, la lámina de agua infiltrada al subsuelo, calculada hipotéticamente para determinar la captación de agua de la microcuenca de interés, es la misma para todas las zonas donde puede haber captación de agua superficial al subsuelo dentro de la microcuenca y solo se multiplica por la superficie de esas zonas de captación para determinar el volumen de agua captado en un año típico.

Para determinar la lámina de infiltración de agua se utilizó la ecuación de continuidad de Balance Hídrico (Ordoñez-Gálvez, 2011):

$$\boldsymbol{P = (ETP + Es + I)}$$

P = Precipitación pluvial;

ETP = Evapotranspiración;

Es = Escurrimiento superficial;

I = Tasa de infiltración.

De la cual se despeja "***I***" para determinar la infiltración que en nuestro caso corresponde al volumen de captación de agua, resultando la ecuación matemática:

$$\boldsymbol{I = P - ETP - Es}$$

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Para el valor de P, como se mencionó anteriormente, se tomó la precipitación media anual acumulada reportada en la estación climatológica más cercana al área del proyecto, la cual es de: **138.1 mm/año**.

Para el parámetro ETP, se calculó el valor de evapotranspiración real para la zona, que corresponde al agua producto de la lluvia que retorna a la atmósfera por los fenómenos de evaporación directa y transpiración de las plantas. Para ello se tomó la ecuación de Coutagne, referida por Ordóñez-Gálvez (op.cit.) en la cual se tiene que:

$$\boldsymbol{ETP_R = P - \lambda * P^2}$$

Donde:

ETP$_R$ = Evapotranspiración real

P = Precipitación media anual = **138.1 mm** (0.1381 m^3)

λ = 1/(0.8+0.14*t)

t = Temperatura media anual = 23.9 ºC

Sustituyendo valores se obtiene :

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{1}{(0.8 + 0.14(23.9))}}$$

$$\boldsymbol{\lambda = 0.241196}$$

Entonces:

$$ETP_R = 0.1381 - ((0.241196(0.1381^2))$$

$$\boldsymbol{ETP_R = 0.1334999976 \frac{m}{año}}, \qquad \boldsymbol{133.4999976\ mm/año}$$

Escurrimiento: El valor del coeficiente de escurrimiento (*Es*) fue tomado de la información generada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en la serie Conjuntos de Datos Vectoriales de la Carta de Aguas Superficiales escala 1:250,000 Serie I, en formato digital.
En términos generales la información contenida es la siguiente:

• Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

• **Unidades de Escurrimiento.**
• Información puntual de los sitios de toma de muestras de agua, con su respectivo análisis-químico de laboratorio.

Prácticamente lo que menciona esta carta de cómo son determinadas las unidades de escurrimiento es lo siguiente:

UNIDADES DE ESCURRIMIENTO: Son áreas en las que el escurrimiento tiende a ser uniforme debido principalmente, a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media. Como resultado del análisis de estos factores se obtiene un coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua precipitada que escurre superficialmente.
De acuerdo a sus variaciones en el país, estos coeficientes se agrupan en cinco rangos que representan las condiciones del escurrimiento, los rangos considerados son de: 0% a 5%, 5% a 10%, 10% a 20%, 20% a 30% y mayor de 30%.

PERMEABILIDAD: La permeabilidad influye en relación inversa al comportamiento del escurrimiento, es decir, a mayor permeabilidad, menor escurrimiento. Las características de permeabilidad de los materiales constituyentes del área están clasificadas en 3 tipos: alta, media y baja, en función de su capacidad de infiltración. La permeabilidad alta predomina en las arenas de areniscas sin cementante, así como los suelos de origen aluvial, que contiene cantidades importantes de arenas, ampliamente extendidas en las planicies.

CUBIERTA VEGETAL: La densidad de la vegetación que cubre el suelo influye en la cantidad del escurrimiento generado, al actuar como retardador del mismo, propiciando la infiltración. Con una densidad que se estima moderada y escasa, se consideraron las unidades de vegetación correspondientes a vegetación halófila, como es el caso del Proyecto.

PRECIPITACIÓN: La precipitación es otro de los factores importantes del escurrimiento ya que depende de su intensidad y su frecuencia, la rapidez con que el suelo es saturado y comienza la escorrentía.

Para el área donde se ubica predio del proyecto se reporta un coeficiente de escurrimiento entre 0 a 5% de agua precipitada que llega a escurrir: 0% cuando el suelo está cubierto completamente por vegetación y más de 5% cuando no existe cubierta vegetal en el suelo.

Para estimar el escurrimiento superficial dentro del AP se consideró la relación entre el grado de cobertura vegetal y el coeficiente de escurrimiento, conforme a los criterios empleados en el presente análisis.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 60 Valores de referencia del Coeficiente de escurrimiento en función de la cobertura vegetal.

COBERTURA VEGETAL	%	Es
Cobertura total	100	0.0 %
Cobertura media	50	2.5 %
Sin cobertura vegetal	0	5.0 %

Como se indica anteriormente, si existe cubierta vegetal medio, el escurrimiento aumenta a 2.5%, adquiriendo un nuevo valor:

De acuerdo con las características de cobertura vegetal del tipo de vegetación presente en el área de estudio y tipo de suelo arenoso, se consideraron los siguientes porcentajes:

Tabla III. 61 ES en porcentaje por nivel de cobertura de la vegetación halófila en suelos arenosos.

Nivel de cobertura vegetal	ES
Alta	1.5%
Media	2.0%
Baja	2.5%
Muy baja	3.0%
Nula	5.0%

Valor de "**Es**" en la Vegetación halófila en sus diferentes grados de cobertura se presentan en la tabla inferior.

Tabla III. 62 ES en mm/año por nivel de cobertura de la vegetación halófila en suelos arenosos.

Nivel de cobertura	ES (mm/año)
Alta	2.072
Media	2.762
Baja	3.453
Muy baja	4.143
Nula	6.905

Así pues, se tiene que la infiltración de agua en el predio en condiciones actuales, el cual presenta una cobertura vegetal Muy baja es de :

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

$$\boldsymbol{I = P - ETP_R - ES}$$

$$\boldsymbol{I} = 138.1\ mm/\text{año} \quad - 133.4999\ mm/\text{año} \quad - 4.143\ mm/\text{año}$$

$$\boldsymbol{I = 0.4570\ mm/\text{año}}$$

La infiltración de **0.4570 mm/año** indica que una fracción limitada de la precipitación que llega a la superficie del suelo logra incorporarse al perfil edáfico, debido a que la precipitación anual es baja y ocurre en eventos intensos, pero de corta duración. En estas condiciones, una parte importante del agua se pierde por evaporación y evapotranspiración, mientras que otra fracción se convierte en escurrimiento superficial.

El volumen de infiltración de agua captada en el área del proyecto en condiciones actuales se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. 63 Estimación de la infiltración en el AP en condiciones actuales.

Tipo de Vegetación	Superficie en m^2	"I" en m	Volumen de "I" en m^3
Vegetación halófila cobertura muy baja	3216.617	0.000457002	1.4700
Volumen total de infiltración anual			**1.47**

La infiltración actual en el polígono del proyecto presenta un valor de 1.47 m^3/año.

Así mismo, para el AI se tiene una cobertura de vegetación media, por el desarrollo antropogénico de la región y presenta un ES igual a 2.762 mm/año. Sustituyendo los valores en la ecuación se tiene que para el AI:

$$\boldsymbol{I}$$ **= 1.838 mm/año**

Tabla III. 64 Estimación de la infiltración en el AI en condiciones actuales.

Tipo de Vegetación	Superficie en m^2	"I" en m	Volumen de "I" en m^3
Vegetación halófila cobertura media	149,336.383	0.001838002	274.48
Volumen total de infiltración anual			**274.48**

La infiltración total en el AI considerando los suelos que no presentan cobertura urbana, es decir, suelos con presencia de vegetación halófila con cobertura media es de 274.48 m^3/año.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Para el caso de la RE, se presentan tres tipos de cobertura vegetal, cubierta alta, media y muy baja. Con diferentes ES para cada una. La infiltración utilizada para cada uno de las coberturas se muestra en la **Tabla III.62**. Los resultados se muestran en la tabla inferior.

Tabla III. 65 Estimación de la infiltración en la RE en condiciones actuales.

Tipo de Vegetación	Superficie en m^2	"I" en m	Volumen de "I" en m^3
Vegetación halófila cobertura alta	860,776	0.002528502	2176.4742
Vegetación halófila cobertura media	149,336.383	0.001838002	274.4806
Vegetación halófila cobertura muy baja	3,216.617	0.000457002	1.4700
		Volumen total de infiltración anual	**2452.42**

De acuerdo con los cálculos presentados, se tiene que en la RE el volumen total infiltrado es de 2,452.42 m^3/año.

Escenario 2

Cuando no existe cubierta vegetal el escurrimiento aumenta a 5%, adquiriendo un nuevo valor de **6.91 mm/año**.

$$\boldsymbol{Es} = 138.1\frac{mm}{\text{año}} * 5\% = 6.91\ mm/\text{año}$$

En ese contexto, se tiene que la infiltración de agua en el predio después del acondicionamiento del terreno será igual a **Cero (0)** derivado de que no se presenta una cubierta vegetal que retenga e infiltre agua al suelo:

$$\boldsymbol{I = P - ETP_R - ES}$$

$$\boldsymbol{I = -2.3\frac{mm}{\text{año}} = 0}$$

La diferencia del volumen de infiltración de agua en el suelo en el predio del proyecto actual y una vez acondicionado para construcción se muestra en la tabla inferior.

Tabla III. 66 Comparación de la infiltración bajo el escenario actual y acondicionado para la construcción.

Superficie (ha)	Escenario 1 (m^3/año)	Escenario 2 (m^3/año)	Disminución (m^3/año)
0.3216617	**1.470001727**	**0**	**1.470001727**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Bajo la condición actual del sitio (escenario 1), se estimó una infiltración anual de **1.47 m³**, asociada a la presencia de muy baja cobertura vegetal de vegetación halófila (de acuerdo con INEGI). En contraste, en el escenario 2, correspondiente al acondicionamiento del predio y retiro de la poca vegetación tipo zacate buffel (información de campo), la infiltración se reduce a **0 m³**, lo que representa una disminución de **1.47 m³** respecto a la condición original. Esta variación equivale a una reducción aproximada del 100 **%** en la capacidad de infiltración del suelo.

No obstante, considerando que el suelo permanecerá desnudo únicamente durante **tres meses**, el efecto real sobre la infiltración corresponde a una cuarta parte de dicha diferencia anual. En este sentido, la disminución efectiva de infiltración durante el periodo de exposición del suelo se estima en **0.37 m³**.

Captación de agua posterior a la implementación del proyecto con medidas de mitigación (Escenario 3)

Para la estimación de la captación de agua bajo el escenario posterior a la ejecución del proyecto, se mantuvieron los mismos criterios metodológicos aplicados en los escenarios previos, utilizando la ecuación de balance hídrico propuesta por Ordóñez-Gálvez (2011), con base en los registros climatológicos de la estación San Isidro, considerando una precipitación media anual de 138.1 mm y una evapotranspiración real de 133.49999 mm/año.

A diferencia del escenario 2, en este caso se incorporan las condiciones finales del proyecto, considerando tanto la reducción del área efectiva del predio como la implementación de medidas de mitigación orientadas a la recuperación de la cobertura vegetal y la funcionalidad hidrológica del suelo.

En este sentido, el análisis se desglosó en tres componentes:

1. Superficie con sellamiento o construida

Las áreas sujetas a sellamiento por construcción urbana presentan una infiltración prácticamente nula, debido a la impermeabilización del suelo, por lo que se considera:

$$\boldsymbol{I = 0\ mm/año}$$

Esta superficie no contribuye a la captación de agua y representa la pérdida permanente del servicio de infiltración en el sitio.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

2. Superficie sin sellamiento dentro del predio

Si bien el proyecto contempla áreas verdes dentro del polígono, estas no fueron consideradas dentro del cálculo, debido a su baja cobertura.

En ese sentido la infiltración calculada para las áreas verdes dentro del AP es de **0 m^3/año**.

Tabla III. 67 Estimación de la infiltración en la AP en condiciones con proyecto y medidas de mitigación y compensación.

Tipo de vegetación	Superficie m^2	"I" en m	Volumen de "I" en m^3/año
Área construida	3216.617	0	0
Áreas Verdes	0	0.001147502	0

3. Reforestación en polígono de 1 ha dentro del AI

El polígono de 1 ha destinado a reforestación se seleccionará dentro del AI sobre una superficie que presente cobertura vegetal muy baja, aproximadamente entre 0 y 5 %. La implementación de la medida permitirá incrementar progresivamente la cobertura vegetal y mejorar las condiciones locales de protección del suelo, retención de agua e infiltración.

Para efectos de estimación se consideró una condición inicial conservadora de **0 % de cobertura vegetal**, correspondiente al límite inferior del rango de **0 a 5 %** establecido para la selección del polígono de reforestación. A partir de esta condición se proyectó un incremento gradual de la cobertura durante los primeros cinco años posteriores al establecimiento de la medida, hasta alcanzar aproximadamente **25 % de cobertura vegetal**.

Tabla III. 68 Proyección de la tasa de infiltración por año con la siembra de vegetación halófila en el polígono a reforestar.

Escenario	Años	% Cobertura vegetal	Valor ES ajustado	"I" en m	Volumen de "I" en m^3/año	Incremento anual m^3
Con reforestación	0	0	6.905	0	0	
	1	3.00%	4.01871	0.0005813	5.81292412	5.813
	2	7.00%	3.85299	0.0007470	7.47012412	7.470
	3	12.00%	3.64584	0.0009542	9.54162412	9.542
	4	18.00%	3.39726	0.0012027	12.02742412	12.027
	5	25.00%	3.10725	0.0014928	14.92752412	14.928

De acuerdo con las estimaciones realizadas, el volumen potencial de infiltración en el **polígono de reforestación de 1 ha localizado dentro del AI** alcanza aproximadamente

5.813 m³/año durante el primer año, bajo la condición de cobertura considerada para ese periodo. Conforme aumenta progresivamente la cobertura vegetal, la infiltración potencial estimada también se incrementa, hasta alcanzar aproximadamente **14.928 m³/año al quinto año**.

Estos valores corresponden exclusivamente a la superficie destinada a la medida compensatoria dentro del AI y no representan una recuperación de la infiltración dentro del AP, cuya condición se analiza de manera independiente bajo el supuesto conservador de sellamiento prácticamente completo.

En el AP se estima una reducción permanente de la infiltración potencial de aproximadamente **1.47 m³/año** respecto de la condición actual, considerando conservadoramente una condición de sellamiento prácticamente completo durante la operación. Esta reducción se encuentra espacialmente restringida al AP.

De manera compensatoria, la reforestación de 1 ha dentro del AI genera un incremento progresivo de la infiltración potencial en la superficie destinada a dicha medida. Desde el primer año, la estimación de **5.813 m³/año** resulta superior a los **1.47 m³/año** de infiltración que dejan de producirse dentro del AP. Esta comparación permite valorar cuantitativamente la magnitud de la medida, sin implicar que la infiltración perdida dentro del AP se restituya físicamente en el mismo sitio.

Tabla III. 69 Comparación entre la condición de infiltración del AP y la infiltración potencial estimada en el polígono de reforestación dentro del AI.

Año	Áreas verdes	Reforestación	Infiltración potencial asociada con la medida compensatoria (m^3/año)
1	**0.000**	**5.813**	**5.813**
2	0.000	7.470	7.470
3	0.000	9.542	9.542
4	0.000	12.027	12.027
5	0.000	14.928	14.928

- **Análisis comparativo de los escenarios de infiltración en el AP, AI y RE**

En el escenario E1, correspondiente a las condiciones actuales del AP, se estima una infiltración potencial de aproximadamente **1.47 m³/año**, asociada con la cobertura vegetal muy baja y las características arenosas del suelo.

El escenario E2 representa la condición temporal de acondicionamiento del terreno, durante la cual el retiro de la escasa cobertura vegetal modifica las condiciones

superficiales de infiltración. Para efectos conservadores del cálculo se considera una infiltración igual a **0 m³/año**. Durante los tres meses representativos de exposición del terreno, la disminución de la infiltración respecto de la condición actual corresponde aproximadamente a **0.37 m³**.

El escenario E3 representa la condición de operación del Proyecto. Bajo el supuesto conservador de **sellamiento prácticamente completo del AP**, la infiltración directa dentro de esta superficie se mantiene en **0 m³/año**, lo que representa una reducción permanente estimada de **1.47 m³/año** respecto de E1. Esta modificación se compensa funcionalmente mediante la reforestación de 1 ha dentro del AI, donde la infiltración potencial estimada alcanza aproximadamente **5.813 m³/año desde el primer año** y aumenta progresivamente conforme se desarrolla la cobertura vegetal.

Comparación espacial entre AP, AI y RE

El análisis conjunto de las tres unidades espaciales muestra que la magnitud y naturaleza de las modificaciones son diferentes en cada escala.

En el **AP** se concentran los efectos directos. Durante el acondicionamiento, construcción y operación ocurre una reducción de la infiltración asociada con el retiro de la poca cobertura vegetal (zacate buffel) y sellamiento del suelo. La pérdida de esta función dentro del AP se atiende mediante la reforestación compensatoria de 1 ha localizada dentro del AI, cuya infiltración potencial estimada supera cuantitativamente la reducción calculada para el AP.

En el **AI** no se prevé una modificación generalizada de las condiciones de infiltración como consecuencia de las obras desarrolladas dentro del AP. La clasificación de cobertura media representa la condición promedio de esta unidad y permanece como referencia para su caracterización. La principal modificación corresponde a la medida de reforestación de 1 ha, seleccionada específicamente dentro de un sector con cobertura vegetal muy baja, dentro de un rango aproximado de 0 a 5 %. En esta superficie se genera un mejoramiento progresivo de la cobertura y de las condiciones locales de infiltración.

En la **RE**, las superficies intervenidas por el proyecto representan únicamente una fracción del territorio considerado para la evaluación ambiental. La mayor parte de las superficies y condiciones que determinan el comportamiento hidrológico regional permanecen sin modificación. Por ello, los cambios identificados en el AP y la mejora localizada prevista dentro del AI no representan una transformación generalizada de la capacidad de infiltración de la RE.

Esta diferenciación espacial resulta congruente con las características hidrológicas del sitio. El AP y AI se encuentran sobre una barra litoral constituida predominantemente por

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

materiales arenosos, donde el comportamiento superficial se encuentra asociado con procesos de infiltración local, microescurrimientos de corto recorrido y control microtopográfico. En consecuencia, las modificaciones derivadas del proyecto se manifiestan principalmente a escala local y no implican una alteración de los principales escurrimientos ni de la red hidrográfica regional.

En términos temporales, los resultados muestran una reducción de la infiltración dentro del AP durante el acondicionamiento del terreno, condición que posteriormente se mantiene bajo el supuesto conservador de sellamiento prácticamente completo durante la operación. Paralelamente, la reforestación implementada dentro del AI genera una recuperación progresiva de la función de infiltración en la superficie destinada específicamente a la medida compensatoria.

En términos espaciales, la modificación directa se concentra en el AP. En el AI no se presenta una afectación generalizada de la infiltración y se incorpora una medida de reforestación dirigida específicamente a un sector con cobertura vegetal muy baja, de aproximadamente 0 a 5 %. A escala de la RE, estas modificaciones permanecen espacialmente restringidas y no representan una alteración generalizada de su funcionamiento hidrológico.

La comparación entre E1 y E3 muestra que el AP pasa de una infiltración estimada de **1.47 m³/año en la condición actual a 0 m³/año durante la construcción y operación**. Con las acciones de compensación, la reforestación de 1 ha dentro del AI genera una recuperación progresiva de la función de infiltración en una superficie actualmente seleccionada por presentar cobertura muy baja, alcanzando una estimación de **5.813 m³/año al año 1**.

En conjunto, la medida propuesta permite que la reducción de la infiltración asociada con el acondicionamiento, construcción y operación del AP no se traduzca en una pérdida generalizada de esta función ambiental a escala del AI o de la RE. El efecto permanente queda asociado principalmente al cambio en la distribución espacial de las superficies dentro del AP, mientras que la reforestación favorece el mantenimiento y recuperación local de las condiciones de retención e infiltración del agua.

Vinculación con el proyecto

La ejecución del proyecto implica una modificación de las condiciones superficiales que actualmente intervienen en los procesos de infiltración y escurrimiento dentro del AP. Esta modificación se concentra en la superficie directamente ocupada por las obras.

Durante el acondicionamiento del terreno, el retiro de la cobertura vegetal (zacate) y la exposición del suelo generan una disminución de la infiltración calculada respecto de las condiciones actuales. Bajo el E1 se estimó para el AP un volumen de infiltración de **1.47**

m³/año, mientras que durante el E2 la condición de suelo sin cobertura reduce este valor a **0 m³/año**. Durante el escenario E2, correspondiente al periodo temporal de exposición del terreno, la disminución estimada para tres meses es de aproximadamente 0.37 m³. Posteriormente, bajo el escenario E3 y el supuesto conservador de sellamiento prácticamente completo del AP, la reducción permanente de la infiltración potencial se estima en 1.47 m³/año respecto de la condición actual.

Esta modificación es directa y se encuentra restringida al AP. No implica una reducción equivalente de la infiltración en el AI o en la RE, debido a que las actividades de acondicionamiento y operación no se desarrollarán sobre la totalidad de estas unidades espaciales.

El sellamiento del suelo representa una modificación permanente de la función de infiltración directa en las superficies construidas. De manera complementaria, se implementará la reforestación de **1 ha dentro del AI**, seleccionando para ello una superficie que presente cobertura vegetal muy baja. Esta medida permitirá incrementar progresivamente la cobertura mediante el establecimiento de vegetación halófila regional y mejorar las condiciones superficiales de retención e infiltración.

La recuperación prevista en esta superficie será gradual. Las estimaciones realizadas indican una infiltración de **5.81 m³/año durante el primer año**, que aumenta conforme se desarrolla la cobertura vegetal hasta alcanzar aproximadamente **14.93 m³/año al quinto año**. Este efecto corresponde específicamente al polígono intervenido y no debe interpretarse como un incremento homogéneo de la infiltración en todo el AI.

La medida de reforestación compensa funcionalmente la reducción de la infiltración estimada dentro del AP al actuar sobre una superficie del AI seleccionada por presentar condiciones muy reducidas de cobertura vegetal.

A escala de la RE, las modificaciones derivadas del proyecto permanecen espacialmente restringidas. Las obras no intervienen los principales escurrimientos regionales ni modifican la configuración general de la red de drenaje. El efecto se concentra en los procesos locales de infiltración y escurrimiento asociados con el AP y, de manera favorable, con la superficie de reforestación seleccionada dentro del AI.

La localización del AP sobre materiales predominantemente arenosos de la barra litoral determina que el comportamiento hidrológico superficial esté caracterizado por procesos de infiltración local, microescurrimientos de corto recorrido y control por la microtopografía. En este contexto, el establecimiento de vegetación (reforestación) constituyen medidas directamente vinculadas con la conservación de la funcionalidad hidrológica local.

La relación entre las unidades de evaluación y las diferentes etapas del proyecto se sintetiza en la siguiente tabla.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 70 Vinculación de la infiltración y el escurrimiento superficial con el proyecto

Unidad de análisis	Características del componente	Vinculación con el proyecto, medidas y cumplimiento
AP	Condición actual de vegetación halófila con cobertura muy baja. Infiltración estimada de **1.47 m³/año**.	Durante el acondicionamiento se presenta una reducción temporal de la infiltración y, bajo el supuesto conservador de sellamiento prácticamente completo durante la operación, se estima una disminución permanente de aproximadamente **1.47 m³/año** respecto de la condición actual. Esta modificación se encuentra restringida al AP y se atiende mediante medidas de manejo pluvial y mediante la reforestación compensatoria de 1 ha localizada dentro del AI.
AI	Presenta una condición promedio de cobertura vegetal media, integrando sectores con diferentes grados de cobertura.	No se prevé una modificación generalizada de la capacidad de infiltración del AI como consecuencia de las obras desarrolladas dentro del AP. Dentro de esta unidad se seleccionará un polígono de **1 ha con cobertura vegetal muy baja, aproximadamente de 0 a 5 %**, para la implementación de la reforestación. En esta superficie se estima un incremento progresivo de la infiltración potencial, desde aproximadamente **5.813 m³/año en el primer año hasta 14.928 m³/año al quinto año**.
RE	Integra diferentes condiciones de cobertura y constituye la escala de referencia del funcionamiento hidrológico del entorno del proyecto.	La intervención directa se restringe al AP y no modifica los principales escurrimientos ni la red de drenaje regional. Los cambios corresponden principalmente a procesos locales de infiltración y escurrimiento, por lo que no se identifica una modificación generalizada de la funcionalidad hidrológica de la RE.

En conjunto, la vinculación del Proyecto con este componente muestra que el efecto directo se concentra en el AP, donde se presenta una reducción de la infiltración potencial asociada con el acondicionamiento y posterior sellamiento de la superficie. La reforestación de 1 ha dentro del AI incorpora una medida compensatoria orientada a incrementar progresivamente la cobertura vegetal y mejorar las condiciones locales de retención e infiltración del agua.

Por su magnitud y distribución espacial, estas modificaciones no representan una alteración generalizada de la infiltración ni del funcionamiento hidrológico de la RE. El efecto permanece localizado, mientras que la medida de reforestación favorece la recuperación progresiva de funciones hidrológicas del suelo en la superficie del AI seleccionada para su implementación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.2.2. Componente biótico

Considerando la cartografía biogeográfica propuesta por Morrone (2005) y Escalante (2009), tenemos que nuestro país está dividido en dos zonas biogeográficas: la Región Neártica, ubicada hacia la parte norte de México y la Región Neotropical, hacia el sur del país; como se observa en la figura inferior, el área de estudio del del proyecto se localiza de la Región Neártica.

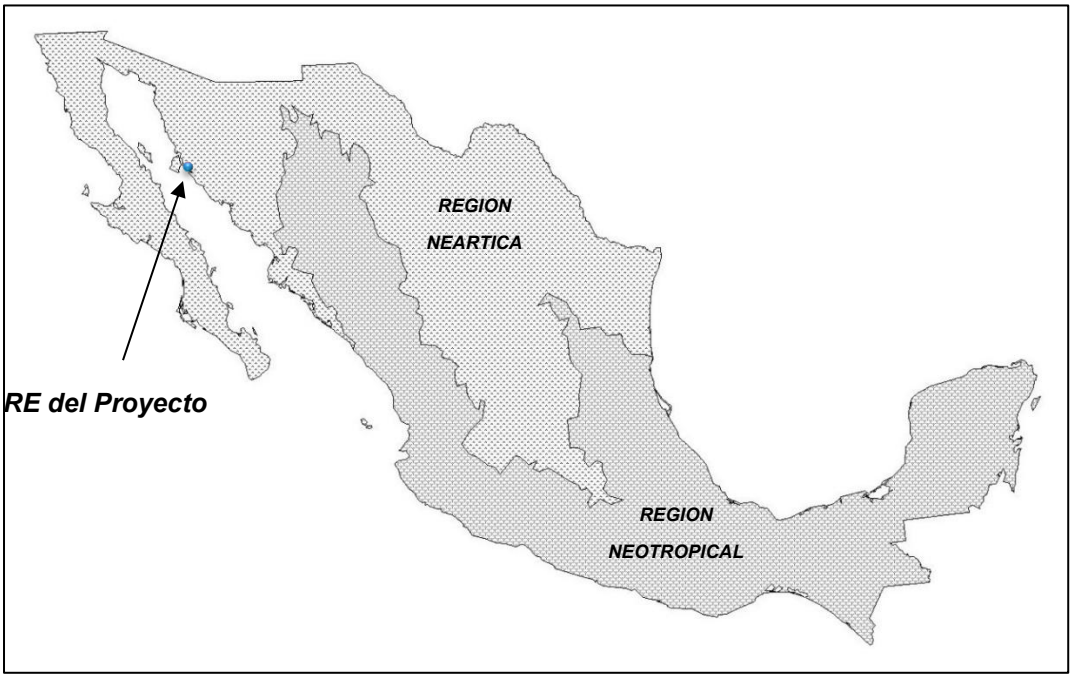


Figura III. 28 Regiones o zonas biogeográficas de México.

Región Neártica

De acuerdo al estudio realizado por Morrone (2005), esta región biogeográfica comprende básicamente áreas templado-frías y áridas subtropicales de América del Norte, en Canadá, los Estados Unidos de América (excluyendo el sur de la península de Florida) y el norte de México. La región Neártica pertenece al reino Holártico, el cual corresponde al paleo continente de Laurasia, incluyendo también a la región Paleártica (Europa, Asia al norte del Himalaya, África al norte del Sahara y Groenlandia). Existen numerosos trazos generalizados que conectan ambas regiones. Escalante (2009) realizó un ensayo sobre la regionalización biogeográfica de la República Mexicana definiendo una separación básica entre las regiones Neártica y Neotropical, en términos de su biota.

Las 5 provincias de la región Neártica que corresponden a México, con excepción de la provincia de Baja California, se extienden hacia el norte hasta los Estados Unidos de América; ellas fueron asignadas a la subregión Pacífica Norteamericana. De acuerdo con varios análisis recientes, es posible agrupar estas provincias en 2 componentes bióticos,

tratados como los dominios Californiano y Neártico Continental. El dominio Neártico Californiano comprende las provincias de California y Baja California, y el Neártico Continental las provincias de Sonora, Altiplano Mexicano y Tamaulipas. La provincia de Sonora, sin embargo, habría jugado un papel importante en la evolución biótica de la provincia de Baja California, por lo cual cabría proponer otro componente biótico que la incluyera en el dominio Californiano.

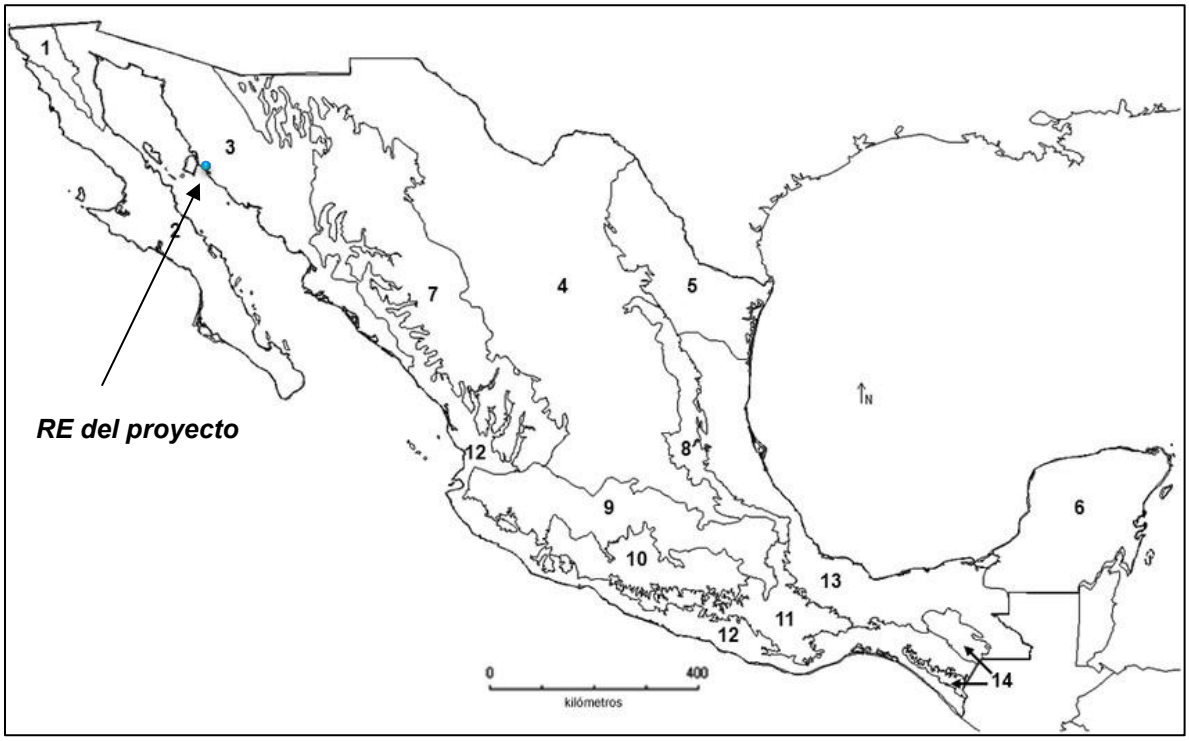


Figura III. 29 Provincias biogeográficas de México (Morrone, 2005). 1, California; 2, Baja California; 3, Sonora; 4, Altiplano Mexicano; 5, Tamaulipas; 6, Península de Yucatán; 7, Sierra Madre Occidental; 8, Sierra Madre Oriental; 9, Eje Volcánico Transmexicano.

Provincia de Sonora

De acuerdo a diversos autores es también conocida como Provincia de Sinaloa; Provincia Arizoniana; Provincia de la Planicie Costera del Noreste; Provincia del Desierto Colorado-Sonorense; Provincia del Desierto del Altar; Provincia Guaymensis; Provincia del Valle Inferior del Colorado; Ecorregión del Matorral Xérico de Sonora; Ecorregión del Matorral de Cactos del Norte de Sonora y Área Sonoriana.

Se ubica en la Planicie Costera Noroccidental de México, desde la porción nororiental de la península de Baja California hasta la cuenca del río Piaxtla en el sur, ocupando la mayor parte del estado de Sonora, la franja costera de Sinaloa, y porciones de los

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

estados de Arizona y California, en los Estados Unidos de América. Es relativamente baja, no excediendo 1000 m de altitud, con llanuras interrumpidas por montañas de altura moderada y dunas. Predominan los matorrales xerófilos de *Larrea divaricata* y *Franseria dumosa*, alternando con bosques de cactos gigantes del género *Cereus*. Entre los géneros de plantas más frecuentes se encuentran *Acacia, Agiabampoa, Canotia, Carnegiea, Cercidium, Forchammeria, Idria, Ipomoea, Lysiloma, Olneya, Pachycereus, Prosopis* y *Yucca*.

La provincia de Sonora se caracteriza por taxones de helechos (Pteridaceae: *Argyrochosma jonesii* y *Thelypteris puberula* var. *sonorensis*); angiospermas (Asteraceae: *Agiabampoa*); (Burseraceae: *Bursera laxiflora*); coleópteros (Carabidae: *Agonum parextimum*); (Heteroceridae: *Heterocerus unituberculosus*); (Scarabaeidae: *Cotinis producta*); anfibios (Bufonidae: *Bufo alvarius*); serpientes (Viperidae: *Crotalus cerastes*); y aves (Fringillidae: *Aimophila carpalis*; Phasianidae: *Callipepla gambelli*; Sturnidae: *Toxostoma bendirei*).

III.2.2.1. Vegetación

De acuerdo con el esquema fitogeográfico propuesto por la CONABIO (2008), la microcuenca donde se ubica el predio del proyecto, forma parte de la provincia florística llamada Planicie Costera del Noroeste, la cual comprende las zonas planas de todo el Estado de Sonora y de gran parte del Estado de Sinaloa.

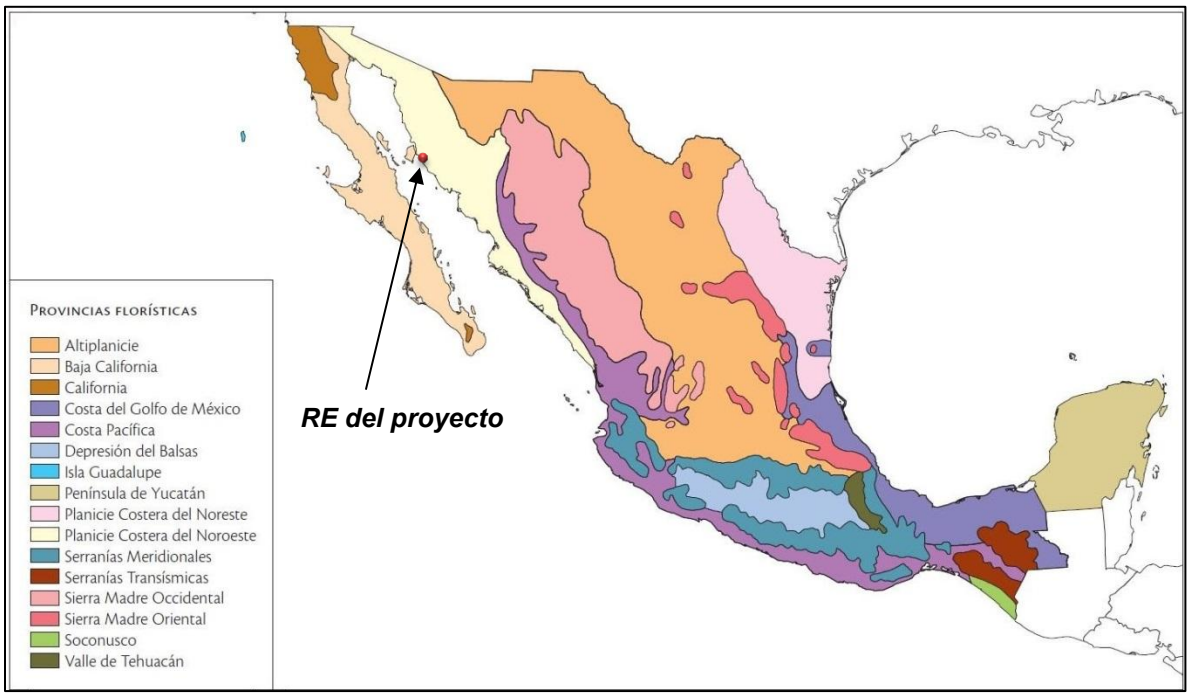


Figura III. 30 Ubicación de la Región ecológica del proyecto en relación a las provincias florísticas del país.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Planicie Costera del Noroeste: Esta provincia florística está constituida por una extensa llanura costera de Sonora y Sinaloa desde el Río Piaxtla hacia el norte. Está dominada por selvas bajas espinosas y por diversos matorrales xerófilos que se extienden por toda la llanura costera de Sonora hasta los desiertos del suroeste de Arizona (delta del Río Colorado y cuencas del Gila y del Yuma). Los tipos de vegetación dominante son matorrales xerófilos (62%), selvas bajas caducifolias (18%) y espinosas (10%).

Esta provincia contiene cerca de 20 géneros endémicos (junto con los desiertos de Yuma y Gila, en Arizona) y más de 650 especies endémicas, entre las que se encuentran *Bursera fragilis* (cuajiote), *Coryphantha gracilis, C. pseudoechinus, C. sulcata* (cactáceas), *Prosopis velutina* (mezquite), *Rana yavapaiensis* (rana), *Crotalus cerastes*, *C. tigris* (víboras de cascabel), *Phrynosoma mcallii, P. solare* y *Urosaurus ornatus lateralis*, entre otras. Sin embargo, la especie más característica de esta provincia, tanto en la fisonomía de su vegetación, como en su identidad biogeográfica es el sahuaro, *Carnegiea gigantea*. (Espinosa y otros, 2008).

El tipo de vegetación predominante en este desierto pertenece a la categoría denominada por Rzedowski como Matorral Xerófilo, que es definida por su porte arbustivo, presentar una composición florística pobre o simple y una cobertura de la vegetación que promedia el 30% (Rzedowski, 2006). La vegetación xerófila de la región tiene la capacidad de sobrevivir a prolongados periodos de sequía (mayores a 6 meses). En este sentido, el Matorral Xerófilo se caracteriza por presentar una amplia variación de asociaciones florísticas, cuyos elementos se han adaptado u originado en este ambiente árido a lo largo de los últimos 2 millones de años (Axelrod 1958, Ezcurra et al 2006).

Entre las principales adaptaciones reconocidas en las plantas de esta región, se encuentra el desarrollo de órganos suculentos que muestra una gran proporción de las especies que lo habitan (Rebman 2001, Wilder et al 2008). Otras adaptaciones permiten a las especies de esta región, tolerar o evadir la condición crítica de la aridez; entre estas se puede mencionar el acortamiento del ciclo de vida (plantas efímeras que completan dicho ciclo a unos cuantos meses, adaptado al periodo de lluvias), modificaciones fisiológicas que optimizan el agua disponible en la planta (como la vía de fotosíntesis denominada metabolismo ácido de las crasuláceas), adaptaciones fenológicas como el crecimiento vegetativo, o el desprendimiento de hojas durante la temporada de sequía, reducción en el tamaño de las estructuras perennes de las plantas, o de la configuración funcional de la planta misma, como la predominancia de tallos fotosintéticos (en lugar de las hojas).

Tipos de vegetación en la región ecológica (RE)

En el estado de Sonora, la distribución de los tipos de vegetación se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones climáticas y fisiográficas de la región. En gran parte de la provincia fisiográfica denominada Llanura Sonorense, donde se localiza el área del proyecto, predominan comunidades vegetales adaptadas a condiciones de aridez y baja disponibilidad de humedad. En estas zonas se desarrollan diversas formas

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

de vida vegetal, entre las que destacan especies efímeras, arbustivas y suculentas, las cuales confieren distintas fisonomías a las comunidades vegetales. Asimismo, la composición florística, cobertura y densidad de la vegetación presentan variaciones espaciales asociadas a las características ambientales del entorno.

La identificación y caracterización de los tipos de vegetación presentes dentro de la RE se realizó con base en la cartografía oficial de Uso del Suelo y Vegetación generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Para el presente análisis se utilizó la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, la cual constituye la referencia técnica más actualizada para la caracterización regional de la cobertura vegetal.

Con base en la interpretación de dicha cartografía, se delimitaron las unidades de vegetación presentes dentro de la RE. De acuerdo con la clasificación de uso del suelo y vegetación del INEGI, Serie VII, escala 1:250,000, para la totalidad de la región ecológica se identifican las unidades correspondientes a Asentamientos Humanos y Vegetación Halófila Xerófila.

No obstante, para efectos del presente estudio, el análisis se limita exclusivamente a las áreas que presentan cobertura vegetal y características de vegetación forestal, excluyendo las superficies correspondientes a asentamientos humanos, áreas previamente transformadas y demás zonas que no constituyen objeto del análisis de la estructura de la vegetación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

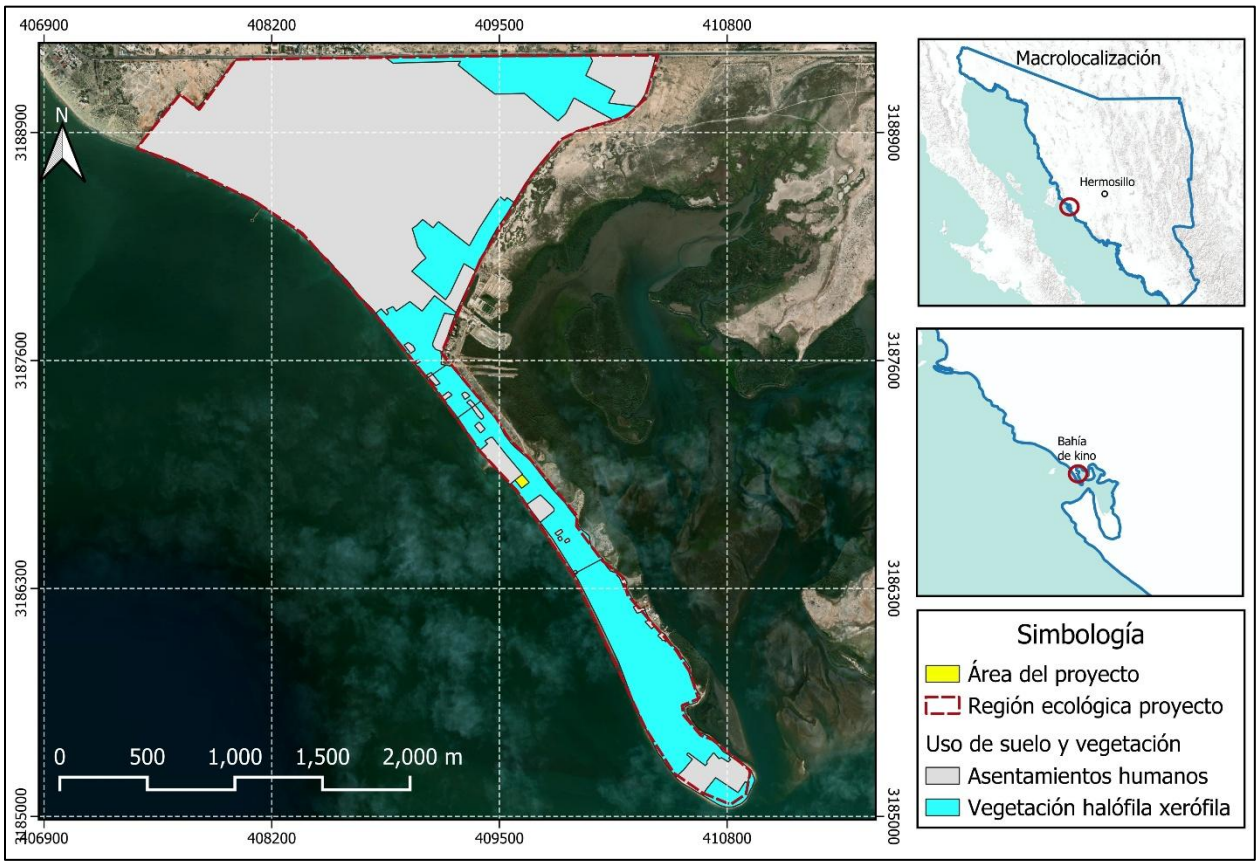


Figura III. 31 Tipos de vegetación y uso de suelo identificados en la RE del proyecto.

Tabla III. 71 Tipos de vegetación y uso de suelo y su cobertura en la RE del proyecto.

TIPOS DE VEGETACION	CLAVE	AREA (Ha)	PROPORCION
Asentamientos Humanos	AH	243.8905	75.27
Vegetación Halófila Xerófila	VHX	80.1490	24.73
	TOTAL:	**324.0395**	**100.00**

Es importante señalar que, durante las actividades de verificación y levantamiento de información en campo, se identificaron algunas discrepancias entre la delimitación de las unidades de cobertura vegetal representadas en la cartografía de INEGI, particularmente la correspondiente a la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación, y las condiciones actualmente observadas dentro del área de estudio. En este sentido, se identificaron superficies cartográficamente clasificadas como Asentamientos humanos que, al momento de la inspección, presentaron características estructurales y florísticas compatibles con vegetación halófila xerófila, generalmente conformada por comunidades

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

vegetales adaptadas a condiciones de aridez, salinidad y proximidad al ambiente costero. Asimismo, se observaron superficies que, de acuerdo con la cartografía de INEGI, corresponden a vegetación halófila xerófila, pero que actualmente presentan escasa o nula cobertura vegetal, así como evidencia de ocupación y establecimiento de infraestructura y actividades humanas.

Estas diferencias pueden atribuirse, principalmente, a la escala de representación cartográfica empleada en la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación, la cual constituye una herramienta de referencia a escala regional y, por tanto, no necesariamente refleja las condiciones particulares y actuales de cada predio. Adicionalmente, la dinámica natural y antrópica de transformación de la cobertura del suelo puede generar modificaciones entre el periodo de elaboración y actualización de la cartografía y las condiciones existentes al momento de realizar el levantamiento de campo.

Por lo anterior, y con el propósito de que la caracterización ambiental del área de estudio represente de manera más precisa las condiciones actuales del sitio, para efectos del presente estudio se realizó un ajuste en la delimitación de las unidades de cobertura vegetal, tomando como criterio principal la información obtenida directamente durante el levantamiento de campo, particularmente la composición florística, estructura de la vegetación, grado de cobertura y evidencia de perturbación o modificación antrópica

Tabla III. 72 Tipos de vegetación y su cobertura en la RE del proyecto (Ajustado).

TIPOS DE VEGETACION	CLAVE	AREA (Ha)	PROPORCION
Asentamientos Humanos	AH	223.0294	68.83
Vegetación Halófila Xerófila	VHX	101.0101	31.17
	TOTAL:	**324.0395**	**100.00**

**Tipos de vegetación natural que podrían ser afectados por el desarrollo del proyecto.*

De acuerdo con la información presentada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en la *Síntesis de Información Geográfica del Estado de Sonora* (2000), a continuación, se describen las características generales de los tipos de vegetación identificados dentro de la región ecológica (RE).

Asentamientos humanos

corresponde a aquellas superficies en las que la cobertura natural del terreno ha sido modificada o sustituida por infraestructura y actividades asociadas a la ocupación humana. Incluye áreas destinadas a viviendas, edificaciones, vialidades, equipamiento, servicios y otras instalaciones, así como espacios abiertos vinculados con dichos asentamientos. En estas superficies, la vegetación natural puede encontrarse ausente, fragmentada o restringida a pequeños espacios remanentes, por lo que la cobertura del suelo está determinada principalmente por la presencia y distribución de elementos de origen antrópico (INEGI, 2021).

Vegetación halófila xerófila

La vegetación halófila xerófila corresponde a comunidades vegetales constituidas principalmente por hierbas, pastos y arbustos adaptados a condiciones de aridez, elevada salinidad y disponibilidad limitada de agua, desarrollándose sobre suelos que presentan concentraciones importantes de sales solubles.

En México, este tipo de vegetación se distribuye principalmente en zonas costeras, depresiones y áreas bajas de cuencas, particularmente en regiones áridas y semiáridas. En el caso del área de estudio, localizada en Bahía de Kino, Sonora, su presencia se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones climáticas desérticas de la región y con la influencia del ambiente costero del Golfo de California, donde la salinidad del sustrato, la escasa precipitación y la elevada evaporación constituyen factores determinantes para el establecimiento de especies con adaptaciones a condiciones de estrés hídrico y salino.

Estas comunidades suelen presentar una estructura de baja talla y cobertura variable, con predominio de especies herbáceas y graminoides, acompañadas por arbustos halotolerantes de porte bajo a medio. Entre los géneros característicos de este tipo de vegetación se encuentran *Atriplex*, *Suaeda*, *Frankenia* y *Limonium*, además de otros elementos florísticos capaces de establecerse bajo condiciones de salinidad y aridez.

En el noroeste de México, y particularmente en las planicies y ambientes costeros de Sonora, pueden presentarse especies como el chamizo (*Atriplex* spp.), especies del género *Suaeda* y diversos arbustos xerófilos asociados a las condiciones ambientales locales. La composición y estructura de la comunidad pueden variar considerablemente en función de la salinidad, textura y humedad del suelo, microtopografía, disponibilidad de agua y grado de perturbación, por lo que la caracterización del área del proyecto se realizó con base en las condiciones florísticas y estructurales observadas directamente durante el trabajo de campo.

III.2.2.1.1. Caracterización de la vegetación de la región ecológica (RE)

Considerando que las especies silvestres de flora y fauna pueden presentar distintos niveles de vulnerabilidad derivados de factores ambientales, genéticos y de la presión ocasionada por las actividades humanas sobre sus poblaciones y hábitats, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales estableció la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuyo objetivo es identificar las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo dentro del territorio nacional, así como establecer los criterios para su inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo mediante la evaluación de su probabilidad de extinción.

De acuerdo con dicha norma, las categorías de riesgo consideradas son las siguientes:

- En peligro de extinción (P)
- Amenazada (A)
- Sujeta a protección especial (Pr)
- Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

Asimismo, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres establece mecanismos internacionales para la regulación del comercio de especies silvestres mediante tres categorías de protección denominadas Apéndices I, II y III. El Apéndice I incluye especies en peligro de extinción cuyo comercio internacional se encuentra restringido, el Apéndice II considera especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas si no se regula su aprovechamiento, mientras que el Apéndice III integra especies sujetas a regulación por parte de algún país miembro que solicita cooperación internacional para controlar su comercio.

Derivado de lo anterior y con la finalidad de identificar las especies vegetales presentes en el área de interés y caracterizar las diferentes formas de vida que integran la vegetación del sitio, se realizaron recorridos generales de campo apoyados mediante muestreos aleatorios anidados. Durante estas actividades se efectuó el registro taxonómico de las especies observadas, considerando su distribución y representación dentro de las unidades de vegetación identificadas.

Como resultado de los recorridos y del análisis de la vegetación, se registraron especies fanerógamas de diversas formas de vida y pertenecientes a distintas familias; dichas especies se citan a continuación.

Tabla III. 73 Especies vegetales presentes en los ecosistemas de la RE que podrían ser afectados por el desarrollo del proyecto.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-O59	CITES
1	*Abronia maritima*	Verbena de la costa	Nyctaginaceae	-	-
2	*Acacia constricta*	Mezquitillo	Fabaceae	-	-
3	*Asclepias subulata*	Jumeta	Apocynaceae	-	-
4	*Atriplex barclayana*	Chamizo cenizo	Amaranthaceae	-	-
5	*Atriplex canescens*	Chamizo	Amaranthaceae	-	-
6	*Bursera microphylla*	Torote	Burseraceae	-	-
7	*Croton sonorae*	Vara blanca	Euphorbiaceae	-	-
8	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	Cactaceae	-	Apéndice II
9	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	Fabaceae	-	-
10	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	Poaceae	-	-
11	*Encelia farinosa*	Rama blanca	Asteraceae	-	-
12	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	Asteraceae	-	-
13	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	Malvaceae	-	-
14	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	Euphorbiaceae	-	-
15	*Jatropha cinerea*	Lomboy	Euphorbiaceae	-	-
16	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	Cactaceae	-	Apéndice II
17	*Lycium andersonii*	Salicieso	Solanaceae	-	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

18	*Mammillaria grahamii*	Viejito	Cactaceae	-	Apéndice II
19	*Maytenus phyllanthoides*	Granadilla	Celastraceae	-	-
20	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	Malvaceae	-	-
21	*Pachycereus pringlei*	Cardón	Cactaceae	-	Apéndice II
22	*Palafoxia linearis*	Agujeta	Asteraceae	-	-
23	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	Fabaceae	-	-
24	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	Fabaceae	-	-
25	*Stenocereus thurberi*	Pitahaya	Cactaceae	-	Apéndice II
26	*Suaeda nigra*	Chamizo salado	Amaranthaceae	-	-

Con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación vigente, ninguna de las especies vegetales registradas durante el muestreo se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo.

En relación con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, las especies registradas pertenecientes a la familia **Cactaceae** se encuentran incluidas en el **Apéndice II de CITES**, conforme a la inclusión general de esta familia en dicho Apéndice, con las excepciones establecidas por la propia Convención. Esta condición corresponde a una regulación del comercio internacional y no implica, por sí misma, que las especies se encuentren clasificadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la tabla siguiente podemos ver que las especies vegetales que conforman la comunidad biótica del área en estudio se agrupan en 12 familias, 24 géneros y 26 especies.

Tabla III. 74 Categorías taxonómicas de las especies vegetales presentes en el área de estudio.

FAMILIA	NO. GENEROS	NO. ESPECIES
AMARANTHACEAE	2	3
APOCYNACEAE	1	1
ASTERACEAE	3	3
BURSERACEAE	1	1
CACTACEAE	5	5
CELASTRACEAE	1	1
EUPHORBIACEAE	2	3
FABACEAE	4	4
MALVACEAE	2	2
NYCTAGINACEAE	1	1
POACEAE	1	1
SOLANACEAE	1	1
Total familias: 12	**Total géneros: 24**	**Total especies: 26**

Considerando las definiciones de arbusto y árbol expuestas por Font Quer (2001), los elementos arbóreos se agrupan en el estrato superior de la comunidad, comprendiendo

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

especies que sobrepasan los 5 m de alto. En el estrato medio o arbustivo, figuran especies leñosas y cactáceas con porte de 1 a 5 metros. En el estrato inferior, de 0.05 a 1.00 metros, se incluyen diferentes especies de hierbas perennes.

Tabla III. 75 Formas de vida de las especies vegetales presentes en la RE del proyecto.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA
Abronia maritima	Verbena de la costa	Arbustiva
Acacia constricta	Mezquitillo	Arbustiva
Asclepias subulata	Jumeta	Arbustiva
Atriplex barclayana	Chamizo cenizo	Arbustiva
Atriplex canescens	Chamizo	Arbustiva
Bursera microphylla	Torote	Arbustiva
Croton sonorae	Vara blanca	Arbustiva
Cylindropuntia fulgida	Choya	Cactácea
Dalea emoryi	Dalea blanca	Arbustiva
Distichlis palmeri	Zacate salado	Herbácea
Encelia farinosa	Rama blanca	Arbustiva
Gietierrezia sarothrae	Hierba del venado	Arbustiva
Hibiscus denudatus	Malva del desierto	Arbustiva
Jatropha cardiophylla	Sangrengado	Arbustiva
Jatropha cinerea	Lomboy	Arbustiva
Lophocereus schottii var. schottii	Sina	Cactácea
Lycium andersonii	Salicieso	Arbustiva
Mammillaria grahamii	Viejito	Cactácea
Maytenus phyllanthoides	Granadilla	Arbustiva
Melochia tomentosa	Malva rosa	Arbustiva
Pachycereus pringlei	Cardón	Cactácea
Palafoxia linearis	Agujeta	Herbácea
Parkinsonia microphylla	Palo verde	Arbustiva
Prosopis glandulosa	Mezquite	Arbórea
Stenocereus thurberi	Pitahaya	Cactácea
Suaeda nigra	Chamizo salado	Arbustiva

METODOLOGIA DE MUESTREO

Medición de los atributos de las especies vegetales silvestres en la RE

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 adimencionales como la línea de Candfield o bidimencionales como los muestreos en parcelas las cuales, de acuerdo a 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:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

1. Seleccionar la forma de las parcelas
2. Establecer el tamaño de dichas parcelas
3. Determinar el número de unidades de muestreo
4. Especificar el arreglo espacial o distribución de las parcelas de muestreo

1. 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 Elzinga *et al* (1998) indican 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:

Tabla III. 76 Ventajas y desventajas de las diferentes formas geométricas de parcelas.

RECTANGULO	CUADRADO	CIRCULO
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 mas 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

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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 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 las características de la vegetación dispersa e irregular, así como los atributos ecológicos evaluados durante el estudio, se determinó que el uso de parcelas circulares representa la alternativa más adecuada para el muestreo de la vegetación. Este tipo de unidad de muestreo permite reducir el efecto de orilla debido a su menor relación perímetro-área en comparación con parcelas rectangulares y cuadradas, favoreciendo una mejor representación de la cobertura y densidad de las especies presentes.

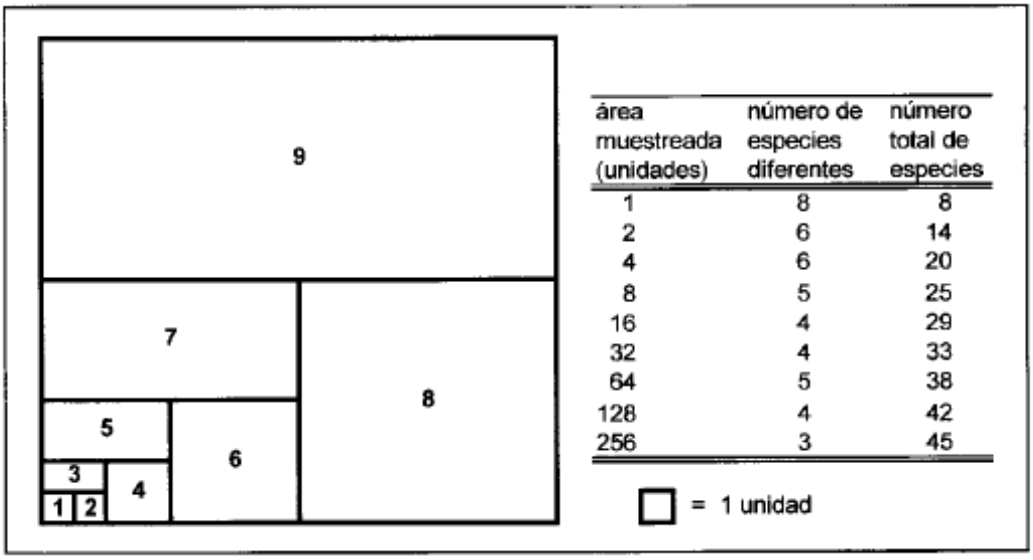
2. *Establecimiento del tamaño de las unidades de muestreo*

La metodología utilizada para definir el tamaño de los cuadrantes de muestreo se basó considerando el criterio de "área mínima" (Bonham, op. cit.; Sayagués-Laso *et al*, 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 considerada como marginal.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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 siguiente figura:



área muestreada (unidades)	número de especies diferentes	número total de especies
1	8	8
2	6	14
4	6	20
8	5	25
16	4	29
32	4	33
64	5	38
128	4	42
256	3	45

= 1 unidad

Figura III. 32 Ejemplificación básica del proceso para establecer el área mínima de muestreo.

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.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

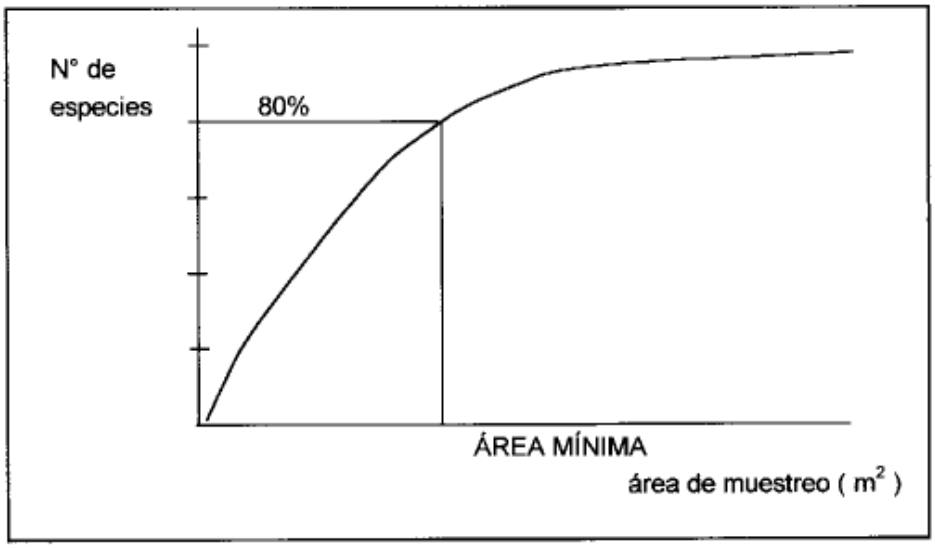


Figura III. 33 Expresión gráfica de la curva área de muestreo vs número de especies.

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.

Para la determinación del área mínima se realizaron muestreos anidados en sitios representativos de la vegetación, seleccionando áreas con relativa homogeneidad en la distribución espacial de las especies. Posteriormente, mediante la elaboración de curvas especie-área, se identificó la superficie a partir de la cual se registró aproximadamente el 80 % de las especies presentes, criterio considerado suficiente para representar la composición vegetal del sitio.

Derivado de este análisis, se estableció un área mínima de muestreo de 1,000 m², utilizando parcelas circulares de 17.84 m de radio (~18 m).

3. Determinación del número de unidades de muestreo

El número de muestras que deberán ser tomadas en un estudio o experimento, generalmente se determina utilizando ecuaciones o algoritmos matemáticos, mismos que son definidos siguiendo criterios preestablecidos por los investigadores. A continuación, se describen algunos de esos métodos de determinación del número de unidades de muestreo.

Criterios basados en la extensión geográfica del área de interés

Rivas-Torres (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

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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 2 %, 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.

Considerando una intensidad de muestreo del 1 % sobre las 101.0101 ha correspondientes a la Vegetación Halófila Xerófila (VHX), sería necesario evaluar aproximadamente 1.01 ha mediante alrededor de 10 unidades de muestreo de 1,000 m² cada una. La implementación de este número de parcelas representaría un esfuerzo operativo considerable en términos de tiempo, personal técnico, procesamiento de información y logística de campo, sin que ello necesariamente implique un incremento proporcional en la calidad o representatividad de los resultados obtenidos.

Asimismo, diversos autores señalan que, en estudios de caracterización de vegetación, particularmente en ecosistemas áridos y semiáridos con composición florística relativamente homogénea y distribución dispersa de individuos, la representatividad del muestreo no depende únicamente del porcentaje de superficie evaluada, sino de la adecuada selección y distribución de las unidades de muestreo en función de la heterogeneidad ambiental y de las características estructurales de la vegetación.

Para ecosistemas de zonas áridas y semiáridas en México, diversos autores han propuesto intensidades de muestreo basadas en porcentajes de cobertura respecto al área total de estudio. En este sentido, Ramos-Balderas (2015) y Berlanga et al. (1992) recomiendan una intensidad de muestreo equivalente al 1 % de la superficie de interés, retomando los criterios metodológicos señalados por Rivas-Torres (2001) para la evaluación de comunidades vegetales en este tipo de ecosistemas.

Por otra parte, las Normas Técnicas Forestales citadas por Frith y Ubiera (2001), diseñadas principalmente para inventarios forestales en ecosistemas naturales, establecen que para superficies mayores a 40 ha debe aplicarse una intensidad de muestreo mínima del 1.5 %, considerando niveles de confianza estadística iguales o superiores al 95 %. Sin embargo, dichos criterios están orientados principalmente a estudios forestales con fines dasométricos, estimación de existencias volumétricas y evaluación de recursos forestales maderables, donde se requiere una mayor intensidad de levantamiento y precisión estadística.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

En el caso del presente estudio, el objetivo principal del muestreo no corresponde a la elaboración de un inventario forestal con fines de aprovechamiento, sino a la caracterización ecológica de la vegetación y a la identificación de las especies presentes dentro de la Región Ecológica, con énfasis en aquellas comunidades representativas de las condiciones ambientales del AI y del AP. Asimismo, debe considerarse que dentro de la RE se identificó un solo tipo de vegetación natural directamente relacionado con el sitio del Proyecto: la Vegetación Halófila Xerófila, comunidad que presenta patrones de distribución y estructura propios de ambientes áridos costeros.

Bajo el criterio de intensidad de muestreo del 1.5 % establecido en las Normas Técnicas Forestales, sería necesario instalar un número considerable de unidades de muestreo de 1,000 m², lo cual implicaría un incremento significativo en el esfuerzo operativo, tiempos de ejecución y procesamiento de información, sin que ello represente necesariamente una mejora proporcional en la representatividad ecológica del estudio. En este contexto, la aplicación estricta de dicho criterio resultaría sobredimensionada para los objetivos ambientales de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Por lo anterior, se optó por aplicar un esquema de muestreo basado en criterios de cálculos estadísticos, representatividad ecológica, área mínima y heterogeneidad de la vegetación, permitiendo obtener información suficiente y técnicamente sustentada sobre la composición y estructura de las comunidades vegetales presentes en la RE, así como evaluar adecuadamente la posible incidencia del proyecto sobre la biodiversidad local.

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 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 está el propuesto por Mostacedo y Fredericksen (2000) y Gaillard y Pece (2011).

La fórmula matemática para calcularlo es la siguiente:

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

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Donde:

***n* =** Número de unidades muestrales minimas 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

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

Donde:

s= desviación estándar

X= promedio

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

Donde *S* corresponde a la desviación estándar y *d* representa los valores registrados en cada unidad de muestreo del premuestreo.

El método consistió en realizar un muestreo piloto y, con base en la información obtenida, aplicar la fórmula propuesta por los autores para determinar el número mínimo de unidades de muestreo requeridas. Para este ejercicio se utilizaron **tres unidades preliminares de muestreo**, cuyos resultados permitieron estimar el valor de n mostrado a continuación.

Tabla III. 77 Estimación de las unidades de muestreo en la RE

AREA RE (VHX) =	101.0101
% A MUESTREAR =	0.015
TAMAÑO AREA A MUESTREAR =	1.5152 ha
TAMAÑO SITIOS MUESTREO =	0.1
NUMERO SITIOS EN TEORIA (N) =	15

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

CUADRANTE	DENSIDAD	DENSIDAD AL CUADRADO
1	96	9216
2	88	7744
3	102	10404
SUMA =	**286**	**27364**
PROMEDIO =	**95**	
***s* =**	**7.0**	
***CV (%)* =**	**7.4**	
***t* =**	**4.3027**	
***E (%)* =**	**20**	
***N* =**	**1010**	
***n* =**	**3**	

Considerando la estimación del número mínimo de unidades de muestreo propuesta por Mostacedo y Fredericksen (2000) y Gaillard y Pece (2011), se obtuvo un valor de $n = 3$ estaciones de muestreo. No obstante, debido a que el área de estudio comprende solo un tipo de vegetación y considerando además las características físicas de la zona, se determinó incrementar el esfuerzo de muestreo a un total de **5 estaciones**.

El aumento en el número de unidades de muestreo permitió obtener una mayor representatividad de las condiciones ecológicas presentes en la Región Ecológica (RE), así como fortalecer la cobertura de información correspondiente al tipo de vegetación identificado. Asimismo, este ajuste metodológico proporciona mayor solidez estadística a los resultados obtenidos, favoreciendo una caracterización más confiable de la composición y estructura de las comunidades vegetales presentes en el área del proyecto.

Criterios basados en muestreos cualitativos

En el muestreo probabilístico (cuantitativo), el tamaño de la muestra suele calcularse en función de la heterogeneidad de la distribución de la variable que se estudia en la población, y los niveles de confianza y de precisión deseados.

Una característica del muestreo cualitativo es que el tamaño de la muestra no se conoce al inicio, sino sólo cuando la aparición de nuevos datos ha culminado. El diseño de muestreo orienta la forma en la que empieza a buscarse a los elementos muestreados, pero su incorporación se hace en forma iterativa, de acuerdo con la información que va surgiendo en el trabajo de campo. Como lo subrayan los expertos en esta modalidad de indagación, lo decisivo aquí no es el tamaño de la muestra, sino la riqueza de los datos provistos por los muestreos, y las habilidades de observación y análisis del investigador.

El método exige recolectar datos hasta que ocurra la saturación, o sea el punto en el cual se ha registrado un número suficiente de datos y con cada observación adicional no aparecen ya otros elementos. Mientras sigan apareciendo nuevos datos, la búsqueda no debe detenerse.

El procedimiento consistió inicialmente en realizar el muestreo dentro del área del proyecto, registrando las especies presentes en los distintos ecosistemas identificados. Posteriormente, se efectuó el muestreo en áreas de la RE con características ecológicas

equivalentes a las del sitio de interés, registrando las especies observadas en cada unidad de muestreo.

Conforme avanzó el muestreo, en cada nuevo sitio se incorporaron las especies no registradas previamente, generando un listado acumulativo de riqueza específica. Este proceso se repitió sucesivamente hasta alcanzar un punto en el que las nuevas unidades de muestreo ya no aportaron especies adicionales relevantes, permitiendo construir una curva de acumulación de especies y evaluar la representatividad biológica del muestreo.

Mediante este enfoque fue posible verificar que las especies registradas en el área del proyecto se encuentran representadas dentro de la RE, asegurando que la caracterización biológica realizada refleja adecuadamente la composición florística regional y permitiendo evaluar de manera más confiable la posible afectación sobre la biodiversidad.

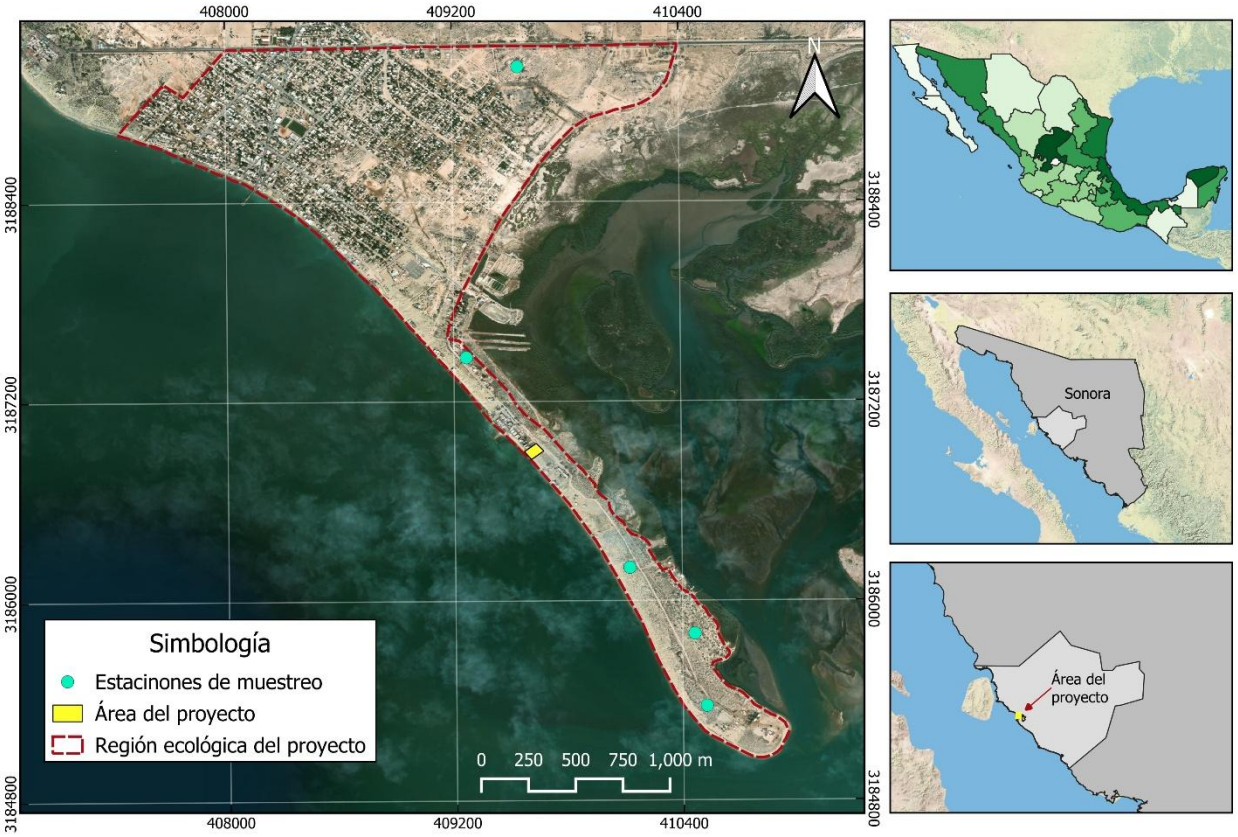
Para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en la RE, se establecieron los sitios de muestreo tomando en consideración las variaciones detectadas en la topografía, tipos de suelos, rasgos geológicos y cambios en la vegetación, principalmente. Se realizó el muestreo usando 5 parcelas circulares de 17.84 m de radio (1,000m^2), en el tipo de de vegetación que sería afectado con el desarrollo del proyecto.

El siguiente plano cartográfico muestra la distribución geográfica de los sitios de muestreo establecidos dentro de los ecosistemas de la RE. La ubicación de las unidades de muestreo se definió con base en criterios ecológicos y de representatividad ambiental, considerando la variación existente en la cobertura vegetal, estructura de la vegetación, condiciones topográficas y grado de exposición del terreno.

Los sitios fueron establecidos en diferentes escenarios ambientales, incluyendo áreas con vegetación densa y sitios con cobertura vegetal más abierta, así como distintas topoformas, principalmente lomeríos y superficies relativamente planas. Este criterio permitió incorporar la heterogeneidad espacial de la RE y representar las variaciones florísticas y estructurales presentes en los diferentes tipos de vegetación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

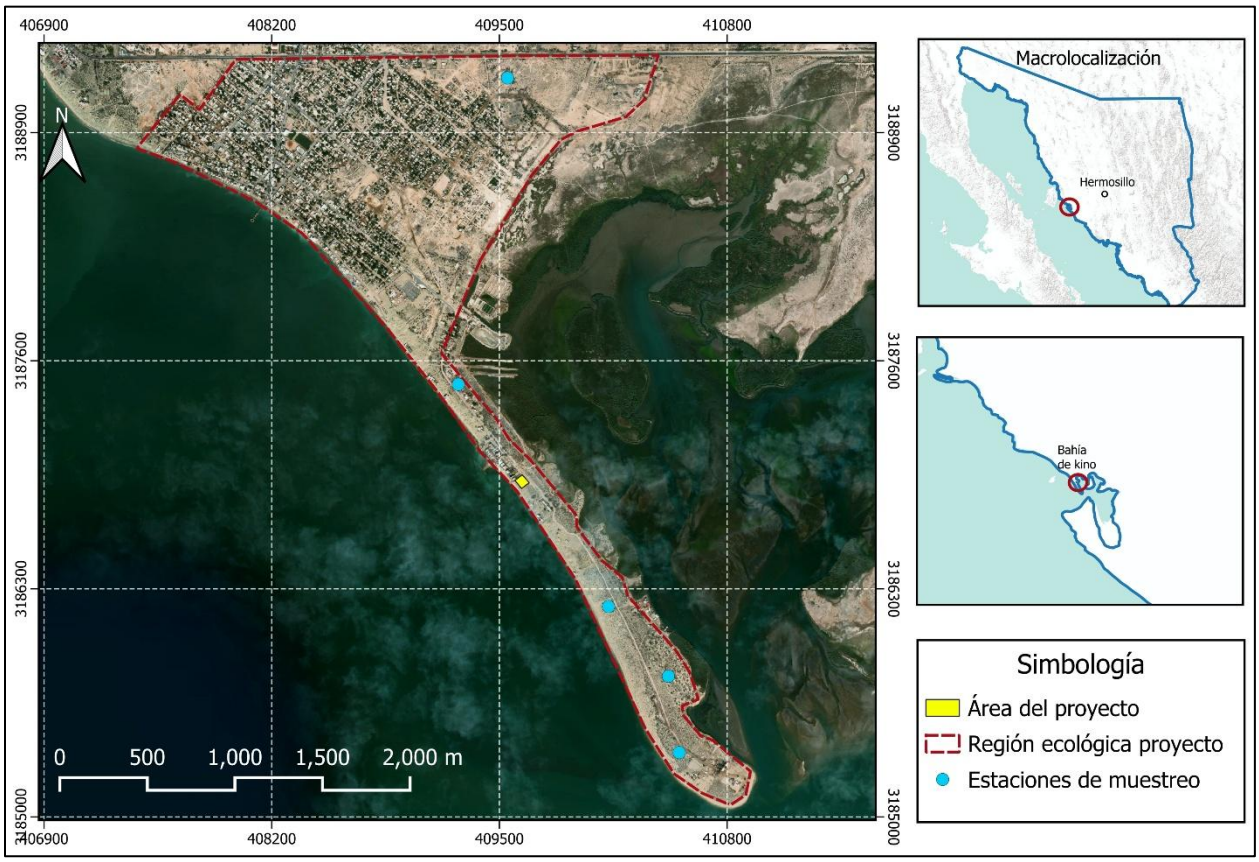


Figura III. 34 Estaciones de muestreo de vegetación en la RE.

Tabla III. 78 Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo de vegetación en la RE.

SITIO	UTM X	UTM Y
1	409547	3189212
2	409266	3187465
3	410123	3186199
4	410465	3185802
5	410527	3185367

Composición y estructura florística de la vegetación de la RE

De acuerdo a Font Quer (2001) y Franco-López (2011), el término "Composición Florística" consiste en un inventario a detalle de las especies de plantas de una comunidad vegetal determinada.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, para el estudio de la vegetación dentro de la Región Ecológica, únicamente se consideraron los ecosistemas que están representados en el área de interés, esto es, las mediciones de las especies vegetales se hicieron en la Vegetación Halófila Xerófila (VHX) de la RE. Esta decisión se debe a que las obras del proyecto van a impactar únicamente a esos tipos de ecosistemas, por lo que al hacer la remoción de las especies en el área de interés debemos asegurar que la biodiversidad no se va a afectar en ese tipo de vegetación de la Región Ecológica al confirmar que las especies están bien representadas en ella.

Atributos de las especies vegetales

La estructura de una comunidad vegetal, así como la dinámica de la misma 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* 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* 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.).

Resultados

Se identificaron 26 especies vegetales pertenecientes a 12 familias botánicas, representadas principalmente por formas de vida arbustivas, herbáceas, arbóreas y cactáceas asociadas a comunidades de vegetación halófila xerófila.

Con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación vigente, ninguna de las especies vegetales registradas durante el muestreo se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo.

En relación con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, las especies registradas pertenecientes a la familia **Cactaceae** se encuentran incluidas en el **Apéndice II de CITES**, conforme a la inclusión general de esta familia en dicho Apéndice, con las excepciones establecidas por la propia Convención. Esta condición corresponde a una regulación del comercio internacional y no implica, por sí misma, que las especies se encuentren clasificadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 79 Listado taxonómico de las especies identificadas en la RE y su estatus de protección.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-O59	CITES
1	*Abronia maritima*	Verbena de la costa	Nyctaginaceae	-	-
2	*Acacia constricta*	Mezquitillo	Fabaceae	-	-
3	*Asclepias subulata*	Jumeta	Apocynaceae	-	-
4	*Atriplex barclayana*	Chamizo cenizo	Amaranthaceae	-	-
5	*Atriplex canescens*	Chamizo	Amaranthaceae	-	-
6	*Bursera microphylla*	Torote	Burseraceae	-	-
7	*Croton sonorae*	Vara blanca	Euphorbiaceae	-	-
8	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	Cactaceae	-	Apéndice II
9	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	Fabaceae	-	-
10	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	Poaceae	-	-
11	*Encelia farinosa*	Rama blanca	Asteraceae	-	-
12	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	Asteraceae	-	-
13	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	Malvaceae	-	-
14	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	Euphorbiaceae	-	-
15	*Jatropha cinerea*	Lomboy	Euphorbiaceae	-	-
16	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	Cactaceae	-	Apéndice II
17	*Lycium andersonii*	Salicieso	Solanaceae	-	-
18	*Mammillaria grahamii*	Viejito	Cactaceae	-	Apéndice II
19	*Maytenus phyllanthoides*	Granadilla	Celastraceae	-	-
20	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	Malvaceae	-	-
21	*Pachycereus pringlei*	Cardón	Cactaceae	-	Apéndice II
22	*Palafoxia linearis*	Agujeta	Asteraceae	-	-
23	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	Fabaceae	-	-
24	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	Fabaceae	-	-
25	*Stenocereus thurberi*	Pitahaya	Cactaceae	-	Apéndice II
26	*Suaeda nigra*	Chamizo salado	Amaranthaceae	-	-

Se realizó la caracterización de las especies vegetales con base en su forma de vida y estratificación vertical, de acuerdo con las definiciones propuestas por Pío Font Quer (2001), el estrato arbóreo corresponde a los elementos que integran la parte superior de la comunidad vegetal, conformado por especies con alturas mayores a 5 m.

El estrato arbustivo o medio incluye especies leñosas y cactáceas con alturas entre 1 y 5 m, mientras que el estrato inferior comprende especies herbáceas perennes y otros elementos de porte bajo con alturas entre 0.05 y 1.0 m.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 80 Formas de vida vegetales presentes en la RE.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO
1	*Abronia maritima*	Verbena de la costa	Arbustiva
2	*Acacia constricta*	Mezquitillo	Arbustiva
3	*Asclepias subulata*	Jumeta	Arbustiva
4	*Atriplex barclayana*	Chamizo cenizo	Arbustiva
5	*Atriplex canescens*	Chamizo	Arbustiva
6	*Bursera microphylla*	Torote	Arbustiva
7	*Croton sonorae*	Vara blanca	Arbustiva
8	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	Cactácea
9	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	Arbustiva
10	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	Herbácea
11	*Encelia farinosa*	Rama blanca	Arbustiva
12	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	Arbustiva
13	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	Arbustiva
14	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	Arbustiva
15	*Jatropha cinerea*	Lomboy	Arbustiva
16	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	Cactácea
17	*Lycium andersonii*	Salicieso	Arbustiva
18	*Mammillaria grahamii*	Viejito	Cactácea
19	*Maytenus phyllanthoides*	Granadilla	Arbustiva
20	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	Arbustiva
21	*Pachycereus pringlei*	Cardón	Cactácea
22	*Palafoxia linearis*	Agujeta	Herbácea
23	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	Arbustiva
24	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	Arbórea
25	*Stenocereus thurberi*	Pitahaya	Cactácea
26	*Suaeda nigra*	Chamizo salado	Arbustiva

La evaluación de la diversidad ecológica de las especies registradas en la RE se realizó mediante la estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI), así como de los índices ecológicos de riqueza específica, diversidad de Shannon-Wiener (H') y equidad de Pielou (J').

- **Índice de Valor de Importancia (IVI)**

De acuerdo con Odum y Barrett (2006), el Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador ecológico utilizado para determinar el grado de dominancia estructural de las especies dentro de una comunidad vegetal, integrando atributos relacionados con su abundancia, distribución espacial y ocupación del espacio. El índice se estimó mediante la siguiente expresión:

$$IVI = Densidad\ relativa + Dominancia\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

Donde:

- La densidad relativa corresponde a la proporción de individuos de una especie respecto al total de individuos registrados.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

- La dominancia relativa representa la proporción de cobertura ocupada por una especie en relación con la cobertura total de la comunidad.
- La frecuencia relativa expresa la proporción de ocurrencia de una especie respecto al total de frecuencias registradas.

Para comunidades vegetales, Odum y Barrett (2006), así como Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) y Brower y Zar (1977), señalan que la dominancia debe estimarse mediante atributos estructurales de las plantas, como el área basal o la cobertura vegetal, debido a que estos parámetros reflejan de mejor manera la influencia ecológica de las especies dentro del ecosistema.

Bajo este criterio, para el presente estudio se utilizó la cobertura vegetal como equivalente del componente de dominancia en la estimación del IVI, considerando que especies con menor densidad pueden presentar una mayor influencia ecológica derivada de su porte, cobertura y capacidad de aprovechamiento de recursos como agua, luz y nutrientes.

- **Índices de diversidad**

La diversidad ecológica de las comunidades vegetales fue evaluada mediante el Índice de Shannon-Wiener (H'), el cual integra tanto la riqueza de especies como la abundancia relativa de los individuos dentro de la comunidad. Este índice se calculó mediante la siguiente expresión:

$$H' = -\sum p_i \ln (p_i)$$

Donde:

- $p_i = n_i / N$
- $n_i$corresponde al número de individuos de la especie i
- Nrepresenta el número total de individuos registrados

El índice de Shannon-Wiener permite evaluar el grado de heterogeneidad biológica de una comunidad; valores bajos reflejan sistemas dominados por pocas especies, mientras que valores altos indican comunidades con mayor complejidad y distribución más equilibrada de las abundancias (Moreno, 2001).

Complementariamente, se estimó el Índice de Equidad de Pielou (J'), utilizado para evaluar la uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies registradas. Este índice se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

- H'es el Índice de Shannon-Wiener
- Scorresponde al número total de especies registradas

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Los valores de J' oscilan entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 indican una distribución homogénea de los individuos entre las especies, mientras que valores bajos reflejan dominancia marcada de uno o pocos taxa.

La información correspondiente a los índices ecológicos se presenta para el ecosistema de vegetación halófila xerófila y para cada uno de los diferentes estratos de crecimiento identificados dentro de la RE, permitiendo evaluar la composición, estructura y organización de las comunidades vegetales registradas.

Vegetación Halófila Xerófila (VHX)

En el ecosistema de vegetación halófila xerófila se registraron 26 especies vegetales distribuidas en diferentes formas de vida, de las cuales 1 corresponde al estrato arbóreo, 18 al estrato arbustivo, 2 a especies herbáceas y 5 a cactáceas. Con relación al estatus de conservación, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se identificó ninguna especie clasificada bajo alguno de sus estatus de protección. Asimismo, conforme a los listados de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, ninguna de las especies muestreadas se encuentra listada en alguno de sus apéndices.

Con base en la información obtenida mediante las parcelas de muestreo establecidas en campo, se determinó la estructura vegetal correspondiente a la vegetación halófila xerófila, integrando los valores de densidad, cobertura y composición de las especies registradas.

Tabla III. 81 Listado de especies vegetales identificadas en la VHX.

ID	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD/HA	COBERTURA/HA
1	*Abronia maritima*	Verbena de la costa	15	30.1594
2	*Acacia constricta*	Mezquitillo	15	30.1594
3	*Asclepias subulata*	Jumeta	5	3.9270
4	*Atriplex barclayana*	Chamizo cenizo	155	30.4343
5	*Atriplex canescens*	Chamizo	190	188.8102
6	*Bursera microphylla*	Torote	10	70.6860
7	*Croton sonorae*	Vara blanca	340	244.0729
8	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	95	93.1092
9	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	84	31.2687
10	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	20	0.6283
11	*Encelia farinosa*	Rama blanca	165	164.9733
12	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	5	15.7080
13	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	105	3.2987
14	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	25	122.7188
15	*Jatropha cinerea*	Lomboy	635	2216.7915
16	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	5	24.5438
17	*Lycium andersonii*	Salicieso	25	68.9974
18	*Mammillaria grahamii*	Viejito	15	0.1178
19	*Maytenus phyllanthoides*	Granadilla	5	37.7385
20	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	325	62.9891

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

21	*Pachycereus pringlei*	Cardón	10	0.0785
22	*Palafoxia linearis*	Agujeta	205	27.8817
23	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	60	106.8537
24	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	15	322.3282
25	*Stenocereus thurberi*	Pitahaya	5	35.3430
26	*Suaeda nigra*	Chamizo salado	60	109.9560
			2,594	4,043.5730

Cabe mencionar que las mayores densidades registradas corresponden a tres especies arbustivas de bajo porte, *Jatropha cinerea, Croton sonorae* y *Melochia tomentosa*, así como a la especie herbácea *Palafoxia linearis*, las cuales en conjunto representan aproximadamente el 58 % de la densidad total estimada para este tipo de vegetación.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) identificó al lomboy (*Jatropha cinerea*) como la especie con mayor representatividad ecológica dentro de la Vegetación Halófila Xerófila, al registrar el valor más alto (IVI = 87.64), ubicándose en la clase 1 de dominancia ecológica. Asimismo, la vara blanca (*Croton sonorae*) y el chamizo (*Atriplex canescens*) se posicionaron en la clase 2, reflejando también una participación relevante dentro de la estructura y composición de la comunidad vegetal.

Estos resultados indican que la estructura de la comunidad vegetal del sitio se encuentra fuertemente influenciada por la presencia y abundancia de especies arbustivas de bajo porte, entre las cuales destaca *Jatropha cinerea*, cuya elevada densidad y cobertura le confieren una participación importante en la conformación del estrato arbustivo. Esta especie es característica de ambientes áridos y semiáridos del noroeste de México.

Por otra parte, la presencia de *Atriplex canescens* entre las especies con los valores más elevados de Índice de Valor de Importancia (IVI) evidencia su relevancia dentro de la estructura de la comunidad, particularmente por su capacidad para desarrollarse en ambientes con condiciones de salinidad y estrés hídrico. Su participación contribuye de manera significativa a la cobertura y composición del estrato arbustivo, siendo congruente con las características ambientales propias de la vegetación halófila xerófila registrada en el área de estudio. Asimismo, *Croton sonorae* constituye un componente representativo del estrato arbustivo de la comunidad, cuya presencia y participación en los valores de importancia ecológica reflejan la permanencia de elementos florísticos nativos y adaptados a las condiciones áridas y semiáridas de la región.

Tabla III. 82 Valores de los atributos ecológicos de las especies presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Abronia maritima*	Verbena de la costa	0.58	0.75	2.08	3.41	5
2	*Acacia constricta*	Mezquitillo	0.58	0.75	2.08	3.41	5
3	*Asclepias subulata*	Jumeta	0.19	0.10	2.08	2.37	5
4	*Atriplex barclayana*	Chamizo cenizo	5.98	0.75	2.08	8.81	4
5	*Atriplex canescens*	Chamizo	7.32	4.67	8.33	20.33	2
6	*Bursera microphylla*	Torote	0.39	1.75	2.08	4.22	5
7	*Croton sonorae*	Vara blanca	13.11	6.04	6.25	25.39	2

8	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	3.66	2.30	4.17	10.13	4
9	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	3.24	0.77	6.25	10.26	4
10	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	0.77	0.02	2.08	2.87	5
11	*Encelia farinosa*	Rama blanca	6.36	4.08	6.25	16.69	3
12	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	0.19	0.39	2.08	2.66	5
13	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	4.05	0.08	2.08	6.21	5
14	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	0.96	3.03	2.08	6.08	5
15	*Jatropha cinerea*	Lomboy	24.48	54.82	8.33	87.64	1
16	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	0.19	0.61	2.08	2.88	5
17	*Lycium andersonii*	Salicieso	0.96	1.71	4.17	6.84	5
18	*Mammillaria grahamii*	Viejito	0.58	0.00	4.17	4.75	5
19	*Maytenus phyllanthoides*	Granadilla	0.19	0.93	2.08	3.21	5
20	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	12.53	1.56	4.17	18.25	3
21	*Pachycereus pringlei*	Cardón	0.39	0.00	4.17	4.55	5
22	*Palafoxia linearis*	Agujeta	7.90	0.69	4.17	12.76	4
23	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	2.31	2.64	4.17	9.12	4
24	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	0.58	7.97	4.17	12.72	4
25	*Stenocereus thurberi*	Pitahaya	0.19	0.87	2.08	3.15	5
26	*Suaeda nigra*	Chamizo salado	2.31	2.72	6.25	11.28	4
			100	100	100	300	

De acuerdo con los índices de diversidad evaluados, se registró una riqueza florística de 26 especies, lo que refleja una composición vegetal relativamente diversa para comunidades características de ambientes áridos y semiáridos.

El valor obtenido para el Índice de Shannon (H' = 2.4923) indica una diversidad biológica intermedia-alta, asociada a comunidades donde existe una cantidad moderada de especies, pero con diferencias no tan marcadas en su abundancia relativa. Este comportamiento sugiere que, aunque el sitio presenta una composición florística amplia, la estructura de la comunidad se encuentra influenciada por la dominancia de algunas especies con alta cobertura y densidad, particularmente especies arbustivas adaptadas a condiciones de disturbio y aridez.

Por su parte, la equidad del Índice de Pielou (J' = 0.7649) evidencia una distribución no uniforme de los individuos entre las especies registradas, indicando que la comunidad vegetal presenta niveles moderados de dominancia ecológica. Lo anterior significa que un número reducido de especies concentra una proporción importante de la abundancia total, mientras que el resto de las especies presentan representaciones menores dentro de la estructura vegetal.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 83 Valores del índice de diversidad de especies vegetales presentes en la vegetación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/ HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Abronia maritima	Verbena de la costa	15	0.0058	-5.1529	-0.0298
Acacia constricta	Mezquitillo	15	0.0058	-5.1529	-0.0298
Asclepias subulata	Jumeta	5	0.0019	-6.2515	-0.0120
Atriplex barclayana	Chamizo cenizo	155	0.0598	-2.8175	-0.1684
Atriplex canescens	Chamizo	190	0.0732	-2.6139	-0.1915
Bursera microphylla	Torote	10	0.0039	-5.5584	-0.0214
Croton sonorae	Vara blanca	340	0.1311	-2.0320	-0.2663
Cylindropuntia fulgida	Choya	95	0.0366	-3.3071	-0.1211
Dalea emoryi	Dalea blanca	84	0.0324	-3.4301	-0.1111
Distichlis palmeri	Zacate salado	20	0.0077	-4.8652	-0.0375
Encelia farinosa	Rama blanca	165	0.0636	-2.7550	-0.1752
Gietierrezia sarothrae	Hierba del venado	5	0.0019	-6.2515	-0.0120
Hibiscus denudatus	Malva del desierto	105	0.0405	-3.2070	-0.1298
Jatropha cardiophylla	Sangrengado	25	0.0096	-4.6421	-0.0447
Jatropha cinerea	Lomboy	635	0.2448	-1.4073	-0.3445
Lophocereus schottii var. schottii	Sina	5	0.0019	-6.2515	-0.0120
Lycium andersonii	Salicieso	25	0.0096	-4.6421	-0.0447
Mammillaria grahamii	Viejito	15	0.0058	-5.1529	-0.0298
Maytenus phyllanthoides	Granadilla	5	0.0019	-6.2515	-0.0120
Melochia tomentosa	Malva rosa	325	0.1253	-2.0771	-0.2602
Pachycereus pringlei	Cardón	10	0.0039	-5.5584	-0.0214
Palafoxia linearis	Agujeta	205	0.0790	-2.5379	-0.2006
Parkinsonia microphylla	Palo verde	60	0.0231	-3.7666	-0.0871
Prosopis glandulosa	Mezquite	15	0.0058	-5.1529	-0.0298
Stenocereus thurberi	Pitahaya	5	0.0019	-6.2515	-0.0120
Suaeda nigra	Chamizo salado	60	0.0231	-3.7666	-0.0871
TOTAL:		**2594**	**1.0000**	**-110.8537**	**-2.4923**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***2.4923***
Riqueza (S) =					***26***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***3.2581***
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.7649***

Análisis de diversidad por estratos

Estrato arbóreo

En el caso del estrato arbóreo, se registró únicamente al mezquite (*Prosopis glandulosa*), por lo que esta especie constituye el único componente arbóreo de la comunidad vegetal y, por tanto, presenta una dominancia absoluta dentro de este estrato. Su presencia le permite concentrar el aprovechamiento de los recursos disponibles, principalmente radiación solar, agua y nutrientes del suelo, contribuyendo de manera importante a la estructura vertical de la vegetación en la región ecológica.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 84 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbóreo presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	100.00	100.00	100.00	300.00	1
			100	100	100	300	

Respecto al índice de diversidad, en el caso del estrato arbóreo al tener al mezquite (*Prosopis glandulosa*) como única especie, los índices de diversidad no pueden definirse, al aplicarse las ecuaciones para su estimación se obtiene un valor igual a cero, como se presenta en la tabla anterior para esta especie.

Considerando que el índice de diversidad para el mezquite (*Prosopis glandulosa*) tiene un valor de 0.0 por ser especie única en el tipo de forma de vida que presenta, los atributos de diversidad máxima (LnS) y el de equidad (J), adquieren también un valor de 0.0.

Tabla III. 85 Valores del índice de diversidad de especies del estrato arbóreo para la vegetación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis glandulosa	Mezquite	15	1.0000	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**15**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
				Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	**0.0000**
				Riqueza (S) =	***1***
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	**0.0000**
				Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***N/D***

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo, el lomboy (*Jatropha cinerea*) presentó el valor más alto de Índice de Valor de Importancia (IVI = 102.61), ubicándose en la clase 1, mientras que la vara blanca (*Croton sonorae*) y el chamizo (*Atriplex canescens*) se posicionaron en la clase 2.

La elevada representatividad de *Jatropha cinerea* se relaciona con sus altos valores de densidad y cobertura relativa, reflejando una importante capacidad de establecimiento en ambientes áridos y con disturbio. Por su parte, *Atriplex canescens* presentó valores importantes de frecuencia y cobertura, contribuyendo a la organización estructural del estrato arbustivo

Tabla III. 86 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Abronia maritima*	Verbena de la costa	0.67	0.85	2.86	4.38	4
2	*Acacia constricta*	Mezquitillo	0.67	0.85	2.86	4.38	4
3	*Asclepias subulata*	Jumeta	0.22	0.11	2.86	3.19	4

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

4	*Atriplex barclayana*	Chamizo cenizo	6.97	0.86	2.86	10.69	3
5	*Atriplex canescens*	Chamizo	8.54	5.33	11.43	25.31	2
6	*Bursera microphylla*	Torote	0.45	2.00	2.86	5.30	4
7	*Croton sonorae*	Vara blanca	15.29	6.90	8.57	30.75	2
8	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	3.78	0.88	8.57	13.23	3
9	*Encelia farinosa*	Rama blanca	7.42	4.66	8.57	20.65	2
10	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	0.22	0.44	2.86	3.53	4
11	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	4.72	0.09	2.86	7.67	4
12	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	1.12	3.47	2.86	7.45	4
13	*Jatropha cinerea*	Lomboy	28.55	62.63	11.43	102.61	1
14	*Lycium andersonii*	Salicieso	1.12	1.95	5.71	8.79	3
15	*Maytenus phyllanthoides*	Granadilla	0.22	1.07	2.86	4.15	4
16	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	14.61	1.78	5.71	22.11	2
17	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	2.70	3.02	5.71	11.43	3
18	*Suaeda nigra*	Chamizo salado	2.70	3.11	8.57	14.38	3
			100	100	100	300	

Para el estrato arbustivo se obtuvo un valor del Índice de Shannon (H' = 1.122), lo que indica una diversidad baja a intermedia, asociada a una comunidad donde la abundancia se concentra principalmente en pocas especies dominantes. Por su parte, la equidad del Índice de Pielou (J' = 0.381) evidencia una distribución heterogénea de las abundancias entre las especies registradas.

El valor de proporción relativa (pi) más alto correspondió a Lomboy (*Jatropha cinerea*) con 0.2855, seguida por la Vara blanca (*Croton sonorae*) con 0.1529. Estos resultados reflejan una marcada dominancia de *Jatropha cinerea* dentro del estrato arbustivo.

Tabla III. 87 Valores del índice de diversidad de especies del estrato arbustivo para el ecosistema de votación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Abronia maritima	Verbena de la costa	15	0.0067	-4.9990	-0.0337
Acacia constricta	Mezquitillo	15	0.0067	-4.9990	-0.0337
Asclepias subulata	Jumeta	5	0.0022	-6.0976	-0.0137
Atriplex barclayana	Chamizo cenizo	155	0.0697	-2.6636	-0.1856
Atriplex canescens	Chamizo	190	0.0854	-2.4600	-0.2102
Bursera microphylla	Torote	10	0.0045	-5.4045	-0.0243
Croton sonorae	Vara blanca	340	0.1529	-1.8781	-0.2871
Dalea emoryi	Dalea blanca	84	0.0378	-3.2762	-0.1237
Encelia farinosa	Rama blanca	165	0.0742	-2.6011	-0.1930
Gietierrezia sarothrae	Hierba del venado	5	0.0022	-6.0976	-0.0137
Hibiscus denudatus	Malva del desierto	105	0.0472	-3.0531	-0.1441
Jatropha cardiophylla	Sangrengado	25	0.0112	-4.4882	-0.0505
Jatropha cinerea	Lomboy	635	0.2855	-1.2534	-0.3579
Lycium andersonii	Salicieso	25	0.0112	-4.4882	-0.0505
Maytenus phyllanthoides	Granadilla	5	0.0022	-6.0976	-0.0137

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Melochia tomentosa	Malva rosa	325	0.1461	-1.9232	-0.2810
Parkinsonia microphylla	Palo verde	60	0.0270	-3.6127	-0.0975
Suaeda nigra	Chamizo salado	60	0.0270	-3.6127	-0.0975
TOTAL:		**2224**	**1.0000**	**-69.0061**	**-2.2114**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***2.2114***
Riqueza (S) =					***18***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.8904***
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.7651***

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo, la agujeta (*Palafoxia linearis*) presentó el valor más alto de Índice de Valor de Importancia (IVI = 255.57), ubicándose en la clase 1, mientras que el zacate salado (*Distichlis palmeri*) se posicionó en la clase 2.

Estos resultados indican una marcada dominancia de *P. linearis* dentro del estrato herbáceo, derivada principalmente de sus altos valores de densidad y cobertura relativa, condición asociada a ambientes con disturbio previo.

Tabla III. 88 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	8.89	2.20	33.33	44.43	2
2	*Palafoxia linearis*	Agujeta	91.11	97.80	66.67	255.57	1
			100	100	100	300	

Se obtuvo un valor del Índice de Shannon (H' = 0.3000), lo que indica una diversidad baja, asociada a la reducida riqueza florística registrada dentro del estrato. La equidad del Índice de Pielou (J' = 0.4328) refleja una distribución altamente heterogénea entre ambas especies registradas.

Tabla III. 89 Valores del índice de diversidad de especies del estrato herbáceo para la vegetación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Distichlis palmeri	Zacate salado	20	0.0889	-2.4204	-0.2151
Palafoxia linearis	Agujeta	205	0.9111	-0.0931	-0.0848
TOTAL:		**225**	**1.0000**	**-2.5135**	**-0.3000**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.3000***
Riqueza (S) =					***2***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***0.6931***
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.4328***

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Cactáceas

En el estrato de cactáceas, la choya (*Cylindropuntia fulgida*) presentó el valor más alto de Índice de Valor de Importancia (IVI = 158.86), ubicándose como la especie dominante de este estrato.

Estos resultados indican que *C. fulgida* es el principal elemento estructural del estrato de cactáceas, concentrando el mayor aporte en términos de cobertura, densidad y frecuencia relativa.

Tabla III. 90 Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	73.08	60.78	25.00	158.86	1
2	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	3.85	16.02	12.50	32.37	2
3	*Mammillaria grahamii*	Viejito	11.54	0.08	25.00	36.62	2
4	*Pachycereus pringlei*	Cardón	7.69	0.05	25.00	32.74	2
5	*Stenocereus thurberi*	Pitahaya	3.85	23.07	12.50	39.42	2
			100	100	100	300	

Para el estrato de cactáceas se obtuvo un valor del Índice de Shannon (H' = 0.9263), lo que indica una diversidad de nivel baja, asociada a marcada diferencia de densidad presentada por *C. fulgida* en relación al resto de especies dentro de la comunidad vegetal.

Por su parte, la equidad del Índice de Pielou (J' = 0.5755) refleja una distribución altamente heterogénea de las abundancias relativas entre las especies presentes, donde una especie resalta sobre las demás.

Tabla III. 91 Valores del índice de diversidad de especies del estrato de cactáceas para la vegetación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Cylindropuntia fulgida	Choya	95	0.7308	-0.3137	-0.2292
Lophocereus schottii var. schottii	Sina	5	0.0385	-3.2581	-0.1253
Mammillaria grahamii	Viejito	15	0.1154	-2.1595	-0.2492
Pachycereus pringlei	Cardón	10	0.0769	-2.5649	-0.1973
Stenocereus thurberi	Pitahaya	5	0.0385	-3.2581	-0.1253
TOTAL:		**130**	**1.0000**	**-11.5543**	**-0.9263**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***0.9263***
Riqueza (S) =					***5***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.6094***
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.5755***

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.2.2.1.2. Caracterización de la vegetación del área de influencia (AI)

La caracterización de la vegetación dentro del Área de Influencia (AI) del proyecto se desarrolló conforme a los lineamientos establecidos por la SEMARNAT para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental, integrando información cartográfica oficial y análisis espacial para la descripción del sistema ambiental.

El análisis de la cobertura vegetal se sustentó en la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), como referencia técnica vigente a nivel nacional para la caracterización territorial. A partir de esta fuente, y considerando la totalidad de la RE donde se inserta el proyecto, se identificaron las unidades de vegetación y uso del suelo presentes dentro del AI.

Las unidades identificadas corresponden a Asentamientos Humanos (AH), Vegetación Halófila Xerófila (VHX).

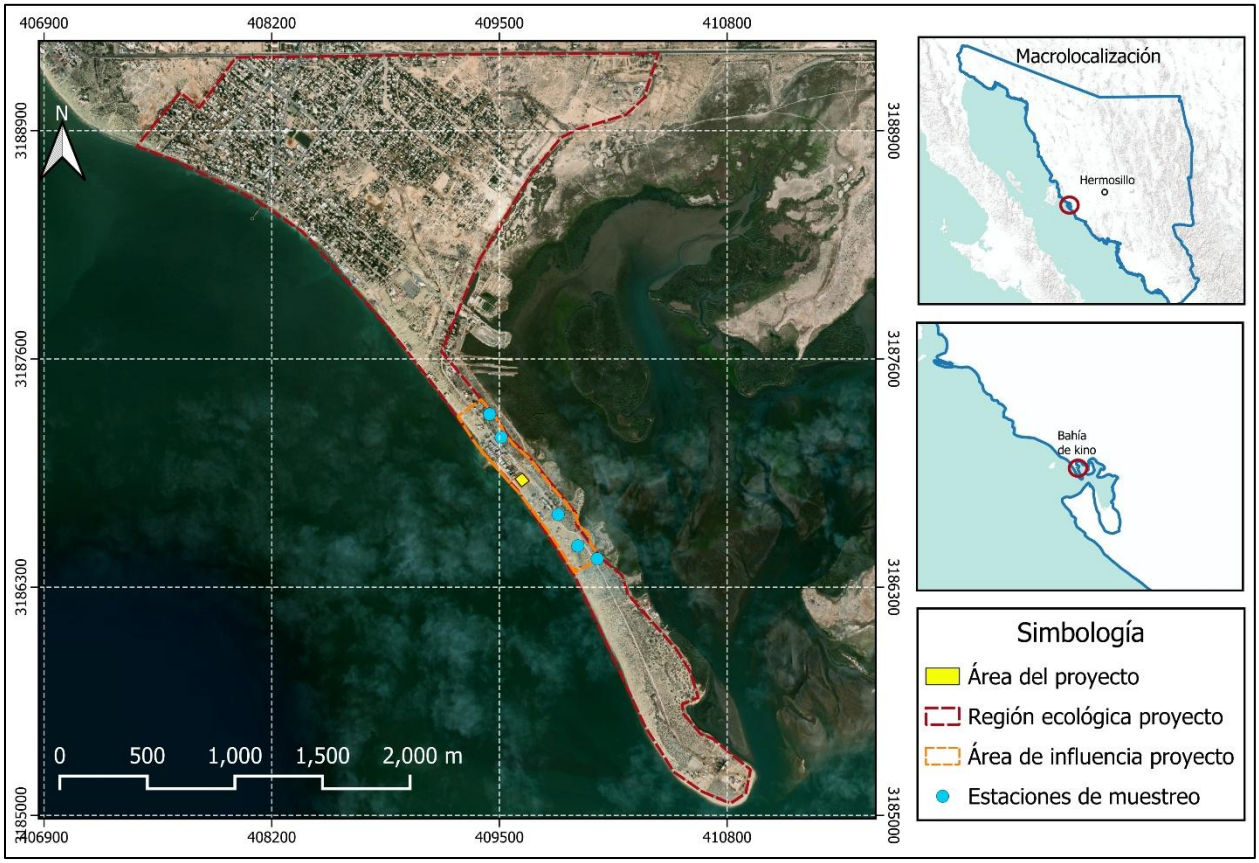


Figura III. 35 Mapa de los tipos de vegetación y uso de suelo en el AI.

Como se mencionó previamente, en la sección correspondiente a la cartografía de INEGI se indica la presencia de asentamientos humanos y de vegetación halófila xerófila; sin

embargo, se identificaron algunas discrepancias entre la delimitación de las unidades de cobertura vegetal representadas. En este sentido, se identificaron superficies cartográficamente clasificadas como Asentamientos humanos que, al momento de la inspección, presentaron características estructurales y florísticas compatibles con vegetación halófila xerófila. Asimismo, se observaron superficies que, de acuerdo con la cartografía de INEGI, corresponden a vegetación halófila xerófila, pero que actualmente presentan escasa o nula cobertura vegetal, así como evidencia de ocupación y establecimiento de infraestructura y actividades humanas.

Tabla III. 92 Tipos de vegetación y uso de suelo en el área de influencia del proyecto.

TIPO DE VEGETACIÓN	COBERTURA (ha)	RELACION (%)
Asentamientos Humanos	4.4521	22.97
Vegetación Halófila Xerófila	14.9338	77.03
TOTAL:	**19.3859**	**100**

De acuerdo con Pío Font Quer (2001) y José Franco-López (2011), la composición florística se define como el inventario de especies vegetales que integran una comunidad, considerando su identidad taxonómica, formas de vida y patrones de distribución. Este concepto constituye la base para la caracterización de la vegetación, al permitir reconocer la estructura y organización de las comunidades vegetales presentes en el Área de Influencia del proyecto.

El análisis de la vegetación en el AI se sustentó en técnicas de muestreo ecológico ampliamente utilizadas para la evaluación de comunidades vegetales terrestres, las cuales permiten cuantificar atributos estructurales y de composición florística tales como densidad, cobertura y frecuencia. Estas técnicas incluyen métodos unidimensionales, como la línea de Canfield, y métodos bidimensionales basados en parcelas de muestreo, cuya selección depende de las características de la vegetación, las formas de vida de las especies y los objetivos del estudio.

DETERMINACIÓN DE LA FORMA Y TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Se empleó un esquema de muestreo mediante parcelas, debido a que este enfoque permite una evaluación directa de la estructura y composición de la vegetación en campo, facilitando la obtención de información cuantitativa y comparable. De acuerdo con Charles D. Bonham (1989), la forma y dimensiones de las parcelas deben seleccionarse en función del tipo de vegetación y de los atributos a evaluar, mientras que C.L. Elzinga et al. (1998) señalan que la eficiencia de las unidades de muestreo está determinada por la distribución espacial de los individuos y su forma de crecimiento.

Considerando las características de la vegetación presente en el AI, correspondiente a comunidades de vegetación halófila xerófila con distribución agregada de individuos y estructuras vegetales abiertas, se seleccionaron parcelas de forma circular. Este tipo de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

parcela es adecuado para comunidades donde las especies se presentan en grupos o parches, condición común en ambientes áridos, donde la distribución de la vegetación responde a la disponibilidad heterogénea de humedad y condiciones edáficas.

Con base en estos criterios, se establecieron parcelas circulares cada una con un radio de 17.84 (1000 m²), dimensiones que permiten abarcar una superficie representativa de la heterogeneidad estructural de la vegetación, integrando tanto individuos dominantes como elementos de menor porte dentro de una misma unidad de muestreo.

DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

La definición del número de unidades de muestreo se realizó mediante un enfoque estadístico, con el propósito de asegurar la representatividad de los datos obtenidos y la confiabilidad de las estimaciones de los atributos de la vegetación dentro del Área de Influencia del proyecto. Este procedimiento se basa en la variabilidad observada en campo y no exclusivamente en la superficie total del área de estudio, lo que permite ajustar el esfuerzo de muestreo a las condiciones reales de la vegetación.

El método empleado corresponde a los criterios propuestos por Boris Mostacedo y Thomas S. Fredericksen (2000), así como por C. Gaillard y M.G. Pece (2011), quienes establecen que el tamaño de muestra debe determinarse a partir de un muestreo piloto que permita estimar la variabilidad de los parámetros ecológicos de interés. Este enfoque es aplicable a poblaciones finitas, donde el número total de unidades potenciales puede ser acotado dentro del Área de Influencia del proyecto.

El procedimiento consistió en la realización de un premuestreo mediante el establecimiento de parcelas representativas, a partir del cual se obtuvieron valores preliminares de los atributos de la vegetación. Con esta información se calculó el coeficiente de variación (CV), el cual expresa la dispersión relativa de los datos y constituye el parámetro base para estimar el tamaño de muestra requerido.

La determinación del número de unidades de muestreo (n) se efectuó mediante la siguiente expresión:

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

donde:

- *n* = número de unidades de muestreo
- *t* = valor de la distribución t de Student para un nivel de confianza del 95%
- *CV* = coeficiente de variación obtenido del premuestreo
- *E* = error permisible, considerado en 20%
- *N* = número total de unidades potenciales en el Área de Influencia del proyecto

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Para la definición inicial del esfuerzo de muestreo se adoptó el criterio establecido en las Normas Técnicas Forestales citadas por Frith y Ubiera (2001), desarrolladas para la evaluación de ecosistemas forestales naturales. Dicho criterio establece que, para superficies menores a 40 ha, puede considerarse una intensidad de muestreo mínima del **3 %**, con un nivel de confianza no menor al 95 %.

El Área de Influencia presenta una superficie total aproximada de **19.39 ha**, de las cuales **14.9338 ha corresponden a superficies con Vegetación Halófila Xerófila**. Aplicando una intensidad de muestreo del 3 % sobre esta superficie se obtiene un área teórica de muestreo de aproximadamente **0.4480 ha**. Considerando unidades de muestreo de **0.1 ha (1,000 m²)**, este valor equivale aproximadamente a cuatro unidades, utilizadas como referencia para definir el valor de N dentro del cálculo estadístico.

El coeficiente de variación se obtuvo a partir de la desviación estándar de los datos del premuestreo, calculada mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

s= desviación estándar

X= promedio

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

Donde *S* corresponde a la desviación estándar y *d* representa los valores registrados en cada unidad de muestreo del premuestreo.

Para la aplicación del método, se establecieron tres unidades preliminares de muestreo distribuidas dentro del Área de Influencia del proyecto, con el fin de capturar la variabilidad inicial de la vegetación. Los resultados obtenidos permitieron estimar el tamaño de muestra requerido, asegurando que el número de parcelas definitivo fuera suficiente para describir la estructura y composición florística con un nivel de precisión aceptable.

Tabla III. 93 Estimación del número de unidades de muestreo en la AI

AREA AI (Vhx) =	14.9338 ha
% A MUESTREAR =	0.030
TAMAÑO AREA A MUESTREAR =	0.4480 ha
TAMAÑO SITIOS MUESTREO =	0.1
NUMERO SITIOS EN TEORIA (N) =	4

CUADRANTE	DENSIDAD	DENSIDAD AL CUADRADO
1	28	784
2	44	1936

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

3	38	1444
SUMA =	**110**	**4164**
PROMEDIO =	**37**	
***s* =**	**8.1**	
***CV (%)* =**	**22.0**	
***t* =**	**4.3027**	
***E (%)* =**	**20**	
***N* =**	**4**	
***n* =**	**3.39**	

El cálculo estadístico produjo un valor de **n = 3.39 unidades de muestreo**. Considerando que el número de unidades debe expresarse como un valor entero y aplicando un criterio conservador, este resultado se redondeó al entero superior, estableciéndose un requerimiento mínimo de **4 unidades de muestreo**.

No obstante, durante el trabajo de campo se establecieron **5 sitios de muestreo dentro del AI**, por lo que el esfuerzo efectivamente realizado supera tanto el número mínimo derivado del cálculo estadístico como la referencia inicial obtenida mediante la intensidad de muestreo. En consecuencia, el muestreo aplicado se considera suficiente para caracterizar la composición y estructura de la Vegetación Halófila Xerófila presente dentro del AI.

La siguiente figura presenta la ubicación espacial de las estaciones de muestreo dentro del Área de Influencia del proyecto.

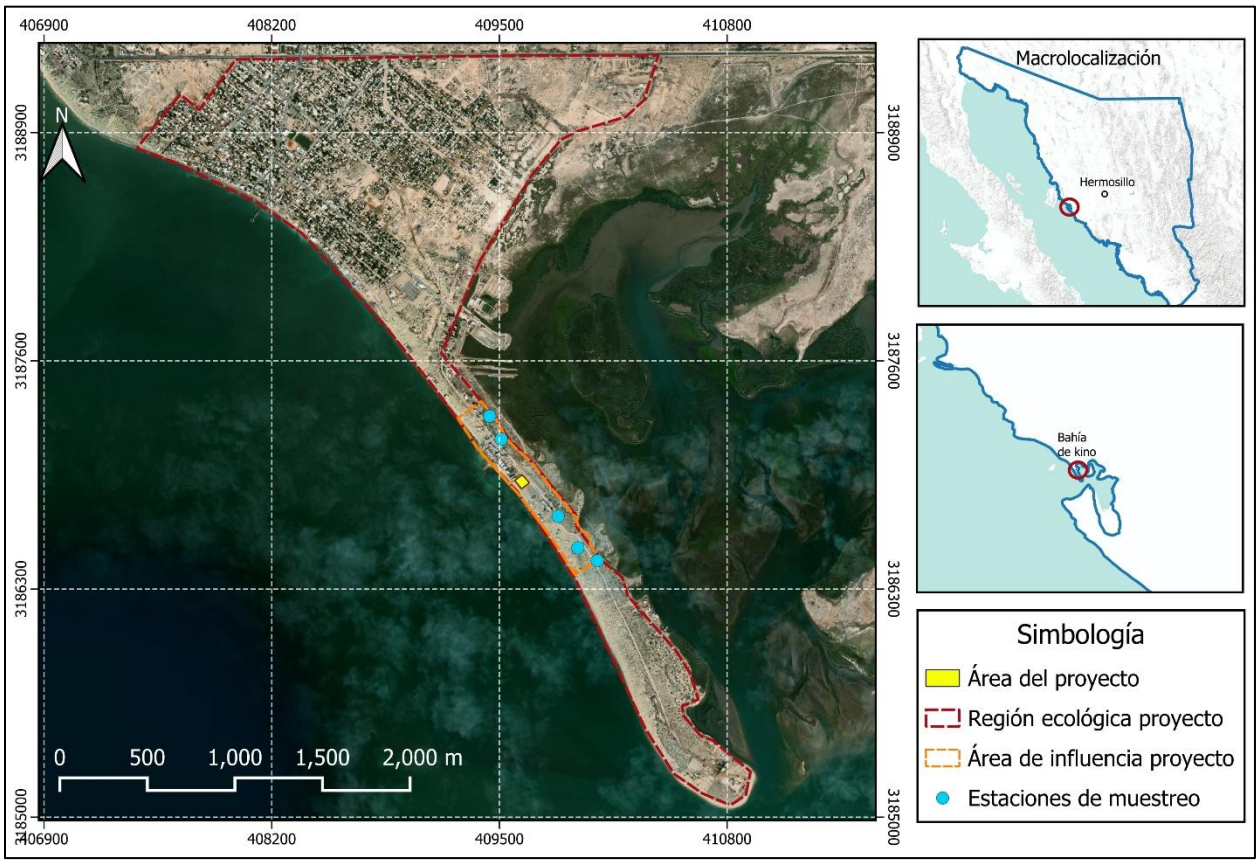


Figura III. 36 Estaciones de muestreo de vegetación en el área de influencia del proyecto.

Tabla III. 94 Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo de vegetación en el AI.

ID	UTM X	UTM Y
1	409444	3187285
2	409511	3187154
3	409836	3186713
4	409948	3186535
5	410059	3186461

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA

La caracterización de la estructura de la comunidad vegetal se sustentó en la cuantificación de atributos ecológicos que permiten describir la organización y dominancia de las especies dentro del AI. Entre los principales atributos considerados se incluyen la densidad, frecuencia, cobertura y valor de importancia ecológica, los cuales

son indicadores ampliamente utilizados para evaluar la estructura y funcionamiento de comunidades vegetales.

La ***densidad*** se define como el número de individuos de una especie por unidad de superficie, expresada en este caso en individuos por hectárea, lo que permite estimar la abundancia relativa de cada taxón. La ***frecuencia*** describe la distribución espacial de las especies, indicando la proporción de unidades de muestreo en las que cada especie está presente. La ***cobertura*** corresponde a la proyección horizontal del follaje sobre el suelo, lo que permite estimar la ocupación del espacio aéreo por parte de las especies; este atributo no necesariamente se relaciona de manera directa con la densidad, ya que especies con bajo número de individuos pueden presentar coberturas amplias debido a su porte. El ***valor de importancia ecológica*** integra estos atributos, permitiendo identificar las especies con mayor dominancia estructural dentro de la comunidad, en función de su abundancia, distribución y ocupación del espacio.

A partir de los datos obtenidos se calcularon los parámetros estructurales por especie, incluyendo densidad (ind/ha), cobertura relativa, frecuencia relativa y valor de importancia ecológica, lo que permitió caracterizar la composición florística y la estructura de la vegetación en el área de estudio.

Resultados

En el área de influencia (AI) se identificaron 17 especies vegetales pertenecientes a 8 familias botánicas, representadas por formas de vida arbóreas, arbustivas, herbáceas y cactáceas asociadas a la comunidad de Vegetación Halófila Xerófila.

Con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación vigente, ninguna de las especies vegetales registradas en el AI se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo. En relación con CITES, las especies pertenecientes a la familia **Cactaceae** registradas durante el muestreo se encuentran incluidas en el **Apéndice II**, conforme a las disposiciones aplicables de la Convención.

Tabla III. 95 Listado taxonómico de las especies identificadas en el AI y su estatus de protección.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-O59	CITES
1	*Asclepias subulata*	Jumeta	Apocinaceae	-	-
2	*Atriplex canescens*	Chamizo	Amaranthaceae	-	-
3	*Croton sonorae*	Vara blanca	Euphorbiaceae	-	-
4	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	Cactaceae	-	Apéndice II
5	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	Fabaceae	-	-
6	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	Poaceae	-	-
7	*Encelia farinosa*	Rama blanca	Asteraceae	-	-
8	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	Asteraceae	-	-
9	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	Malvaceae	-	-
10	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	Euphorbiaceae	-	-
11	*Jatropha cinerea*	Lomboy	Euphorbiaceae	-	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

12	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	Cactaceae	-	Apéndice II
13	*Mammillaria grahamii*	Viejito	Cactaceae	-	Apéndice II
14	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	Malvaceae	-	-
15	*Palafoxia linearis*	Agujeta	Asteraceae	-	-
16	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	Fabaceae	-	-
17	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	Fabaceae	-	-

Se realizó la caracterización de las especies vegetales con base en su forma de vida y estratificación vertical, de acuerdo con las definiciones propuestas por Pío Font Quer (2001), el estrato arbóreo corresponde a los elementos que integran la parte superior de la comunidad vegetal, conformado por especies con alturas mayores a 5 m. El estrato arbustivo o medio incluye especies leñosas y cactáceas con alturas entre 1 y 5 m, mientras que el estrato inferior comprende especies herbáceas perennes y otros elementos de porte bajo con alturas entre 0.05 y 1.0 m.

Tabla III. 96 Formas de vida vegetales presentes en el AI.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO
1	*Asclepias subulata*	Jumeta	Arbustivo
2	*Atriplex canescens*	Chamizo	Arbustivo
3	*Croton sonorae*	Vara blanca	Arbustivo
4	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	Cactácea
5	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	Arbustivo
6	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	Herbáceo
7	*Encelia farinosa*	Rama blanca	Arbustivo
8	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	Arbustivo
9	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	Arbustivo
10	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	Arbustivo
11	*Jatropha cinerea*	Lomboy	Arbustivo
12	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	Cactácea
13	*Mammillaria grahamii*	Viejito	Cactácea
14	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	Arbustivo
15	*Palafoxia linearis*	Agujeta	Herbáceo
16	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	Arbustivo
17	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	Arbóreo

A continuación, se presentan los análisis de diversidad para la comunidad de vegetación halófila xerófila en el área de influencia del proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Vegetación Halófila Xerófila (VHX)

Como se mencionó anteriormente, se registraron 17 especies vegetales distribuidas en diferentes formas de vida, de las cuales 1 corresponden al estrato arbóreo, 11 al estrato arbustivo, 2 a especies herbáceas y 3 a cactáceas.

Con base en la información obtenida mediante las parcelas de muestreo establecidas en campo, se determinó la hectárea tipo correspondiente a la vegetación halófila xerófila, integrando los valores de densidad, cobertura y composición de las especies registradas. Lo anterior permitió caracterizar la estructura y organización de esta comunidad vegetal dentro del área de estudio

Tabla III. 97 Listado de especies vegetales identificadas en el Vhx.

ID	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD/HA	COBERTURA/HA
1	Jumeta	*Asclepias subulata*	5	3.1809
2	Chamizo	*Atriplex canescens*	140	240.4109
3	Vara blanca	*Croton sonorae*	80	1.6788
4	Choya	*Cylindropuntia fulgida*	10	31.1804
5	Dalea blanca	*Dalea emoryi*	25	7.0686
6	Zacate salado	*Distichlis palmeri*	25	1.7672
7	Rama blanca	*Encelia farinosa*	220	181.1525
8	Hierba del venado	*Gietierrezia sarothrae*	5	17.3181
9	Malva del desierto	*Hibiscus denudatus*	415	3.2594
10	Sangrengado	*Jatropha cardiophylla*	30	134.8925
11	Lomboy	*Jatropha cinerea*	375	1052.8189
12	Sina	*Lophocereus schottii var. schottii*	5	6.6366
13	Viejito	*Mammillaria grahamii*	10	0.3142
14	Malva rosa	*Melochia tomentosa*	10	0.9621
15	Agujeta	*Palafoxia linearis*	60	7.8933
16	Palo verde	*Parkinsonia microphylla*	10	107.9532
17	Mezquite	*Prosopis glandulosa*	5	251.3280
			1,430	2049.8155

De acuerdo con el Índice de Valor de Importancia (IVI), el lomboy (*Jatropha cinerea*) presentó el valor más alto dentro del área de influencia (AI), con un IVI de 91.10, ubicándose en la clase 1. Este resultado refleja una marcada dominancia ecológica de la especie, asociada principalmente a su elevada densidad relativa y amplia cobertura en los sitios evaluados, lo que evidencia su alta capacidad de establecimiento y ocupación dentro de la comunidad vegetal.

En la clase 2 se ubicaron la malva del desierto (*Hibiscus denudatus*), la rama blanca (*Encelia farinosa*) y el chamizo (*Atriplexcanescenes*), con valores de IVI de 39.99, 37.74 y 35.03, respectivamente. Estas especies constituyen componentes estructurales relevantes dentro del Área de Influencia (AI), debido a su participación en la composición, cobertura y organización del estrato arbustivo. Asimismo, su presencia es congruente con las condiciones ambientales predominantes en el sitio, al tratarse de especies con adaptaciones a ambientes áridos y semiáridos, y en el caso de *Atriplex canescens*, con

capacidad para desarrollarse bajo condiciones de estrés hídrico y concentración de sales en el suelo, características asociadas a la comunidad de vegetación halófila xerófila registrada en el área de estudio.

Las especies restantes se distribuyeron en las clases 3 y 4, reflejando menor representatividad ecológica dentro de la comunidad vegetal debido a sus bajos valores de densidad, cobertura y frecuencia relativa. No obstante, estas especies contribuyen a incrementar la heterogeneidad florística y estructural del ecosistema.

Tabla III. 98 Valores de los atributos ecológicos de las especies presentes en el ecosistema de votación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Asclepias subulata*	Jumeta	0.35	0.16	2.70	3.21	4
2	*Atriplex canescens*	Chamizo	9.79	11.73	13.51	35.03	2
3	*Croton sonorae*	Vara blanca	5.59	0.08	5.41	11.08	3
4	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	0.70	1.52	5.41	7.63	3
5	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	1.75	0.34	2.70	4.80	4
6	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	1.75	0.09	2.70	4.54	4
7	*Encelia farinosa*	Rama blanca	15.38	8.84	13.51	37.74	2
8	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	0.35	0.84	2.70	3.90	4
9	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	29.02	0.16	10.81	39.99	2
10	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	2.10	6.58	5.41	14.08	3
11	*Jatropha cinerea*	Lomboy	26.22	51.36	13.51	91.10	1
12	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	0.35	0.32	2.70	3.38	4
13	*Mammillaria grahamii*	Viejito	0.70	0.02	2.70	3.42	4
14	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	0.70	0.05	2.70	3.45	4
15	*Palafoxia linearis*	Agujeta	4.20	0.39	5.41	9.99	3
16	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	0.70	5.27	5.41	11.37	3
17	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	0.35	12.26	2.70	15.31	3
			100	100	100	300	

Para el Área de Influencia (AI) se obtuvo un valor del Índice de Shannon-Wiener (H' = 1.9604), valor que indica una diversidad biológica intermedia. Este resultado es característico de comunidades vegetales donde existe una riqueza moderada de especies, pero cuya estructura está determinada por la dominancia de un número reducido de elementos florísticos con alta abundancia y cobertura, principalmente especies arbustivas adaptadas a las condiciones ambientales del sitio.

Por su parte, el Índice de Equidad de Pielou (J' = 0.6919) refleja una distribución moderadamente equitativa de los individuos entre las especies registradas. Si bien la comunidad presenta varias especies, la abundancia no se distribuye de manera uniforme, ya que cuatro especies concentran una proporción importante de los individuos

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

registrados, evidenciando un patrón de dominancia ecológica dentro de la comunidad vegetal.

El mayor valor de proporción relativa (pi) correspondió a la malva del desierto (Hibiscus denudatus), con 0.2902, lo que representa aproximadamente el 29 % de la abundancia total registrada en el área evaluada. En segundo lugar, se ubicó el lomboy (Jatropha cinerea), con un valor de pi = 0.2622; ambas especies constituyen los elementos de mayor representatividad dentro del estrato arbustivo. El resto de las especies presentó proporciones relativas considerablemente menores, contribuyendo en distinta medida a la composición de la comunidad.

Desde una perspectiva ecológica, estos resultados indican que la estructura vegetal del Área de Influencia se encuentra fuertemente condicionada por la dominancia de especies arbustivas de bajo porte, lo cual es consistente con las características de las comunidades de vegetación halófila xerófila presentes en el área de interés. Este patrón de dominancia refleja la adaptación de dichas especies a condiciones de alta aridez, elevada salinidad, escasa disponibilidad de agua y suelos de baja fertilidad, factores que favorecen el establecimiento y predominio de especies halotolerantes y xerófitas sobre otros componentes de la vegetación. Asimismo, la composición observada es indicativa de una comunidad con adaptaciones ecológicas propias de ambientes costeros desérticos y con un grado de heterogeneidad influenciado por las condiciones naturales y la perturbación antrópica presente en el área de estudio.

Tabla III. 99 Valores de los atributos ecológicos de las especies presentes en el ecosistema de votación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Asclepias subulata	Jumeta	5	0.0035	-5.6560	-0.0198
Atriplex canescens	Chamizo	140	0.0979	-2.3238	-0.2275
Croton sonorae	Vara blanca	80	0.0559	-2.8834	-0.1613
Cylindropuntia fulgida	Choya	10	0.0070	-4.9628	-0.0347
Dalea emoryi	Dalea blanca	25	0.0175	-4.0466	-0.0707
Distichlis palmeri	Zacate salado	25	0.0175	-4.0466	-0.0707
Encelia farinosa	Rama blanca	220	0.1538	-1.8718	-0.2880
Gietierrezia sarothrae	Hierba del venado	5	0.0035	-5.6560	-0.0198
Hibiscus denudatus	Malva del desierto	415	0.2902	-1.2372	-0.3590
Jatropha cardiophylla	Sangrengado	30	0.0210	-3.8642	-0.0811
Jatropha cinerea	Lomboy	375	0.2622	-1.3385	-0.3510
Lophocereus schottii var. schottii	Sina	5	0.0035	-5.6560	-0.0198
Mammillaria grahamii	Viejito	10	0.0070	-4.9628	-0.0347
Melochia tomentosa	Malva rosa	10	0.0070	-4.9628	-0.0347
Palafoxia linearis	Agujeta	60	0.0420	-3.1711	-0.1331
Parkinsonia microphylla	Palo verde	10	0.0070	-4.9628	-0.0347
Prosopis glandulosa	Mezquite	5	0.0035	-5.6560	-0.0198
TOTAL:		**1430**	**1.0000**	**-67.2584**	**-1.9604**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.9604***
Riqueza (S) =					***17***

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	***2.8332***
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	***0.6919***

Análisis de diversidad por estratos

Estrato arbóreo

En el caso del estrato arbóreo para el área de influencia del proyecto, se registró únicamente al mezquite (*Prosopis glandulosa*), por lo que esta especie constituye el único componente arbóreo de la comunidad vegetal y, por tanto, presenta una dominancia absoluta dentro de este estrato. Su presencia le permite concentrar el aprovechamiento de los recursos disponibles, principalmente radiación solar, agua y nutrientes del suelo, contribuyendo de manera importante a la estructura vertical de la vegetación en la región ecológica.

Tabla III. 100 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbóreo presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	100.00	100.00	100.00	300.00	1
			100	100	100	300	

En cuanto a los índices de diversidad, su interpretación para el estrato arbóreo debe realizarse considerando que únicamente se registró una especie. Bajo esta condición, el Índice de Shannon-Wiener (H') adquiere un valor de 0.0, ya que no existe diversidad interespecífica dentro del estrato; es decir, no hay más de una especie entre la cual se distribuya la abundancia registrada. De manera consistente, el valor de riqueza máxima (LnS) también es de 0.0, debido a que la riqueza específica corresponde a una sola especie.

Asimismo, el Índice de Equidad de Pielou (J') presenta un valor de 0.0 en la tabla de resultados, derivado de la condición de riqueza específica unitaria y de la imposibilidad de evaluar la distribución relativa de la abundancia entre diferentes especies. En términos ecológicos, esto no debe interpretarse como ausencia de equidad o como un indicador de deterioro de la comunidad, sino como una consecuencia matemática de contar con un solo taxón dentro del estrato arbóreo. Por lo tanto, para este estrato, la interpretación ecológica debe centrarse principalmente en la composición, abundancia, cobertura y dominancia de *Prosopis glandulosa*, más que en la comparación de índices de diversidad.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 101 Valores del índice de diversidad de especies del estrato arbóreo para la vegetación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Prosopis glandulosa	Mezquite	2	1.0000	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**2**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
				Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	**0.0000**
				Riqueza (S) =	**1**
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	**0.0000**
				Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	**N/D**

Estrato arbustivo

De acuerdo con el Índice de Valor de Importancia (IVI), el lomboy (*Jatropha cinerea*) presentó el valor más alto dentro del estrato arbustivo de la Vegetación Halófila Xerófila (VHX), con un IVI de 105.90, ubicándose en la clase I.

Dentro de la clase II se identificaron tres especies: malva del desierto (*Hibiscus denudatus*), rama blanca (*Encelia farinosa*) y chamizo (*Atriplex canescens*), cuyos valores de Índice de Valor de Importancia (IVI) fueron de 45.54, 44.32 y 41.62, respectivamente. Dichas especies representan elementos estructurales importantes del Área de Influencia (AI), ya que contribuyen de manera significativa a la composición, la cobertura y la organización del estrato arbustivo. Su presencia, además, resulta consistente con las condiciones ambientales del sitio, al tratarse de especies adaptadas a climas áridos y semiáridos. En particular, *Atriplex canescens* destaca por su capacidad de desarrollarse en condiciones de estrés hídrico y suelos con alta concentración de sales, rasgos característicos de la comunidad vegetal halófila xerófila identificada en el área de estudio

Tabla III. 102 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato arbustivo presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Asclepias subulata*	Jumeta	0.38	0.18	3.45	4.01	4
2	*Atriplex canescens*	Chamizo	10.65	13.73	17.24	41.62	2
3	*Croton sonorae*	Vara blanca	6.08	0.10	6.90	13.08	3
4	*Dalea emoryi*	Dalea blanca	1.90	0.40	3.45	5.75	4
5	*Encelia farinosa*	Rama blanca	16.73	10.35	17.24	44.32	2
6	*Gietierrezia sarothrae*	Hierba del venado	0.38	0.99	3.45	4.82	4
7	*Hibiscus denudatus*	Malva del desierto	31.56	0.19	13.79	45.54	2
8	*Jatropha cardiophylla*	Sangrengado	2.28	7.71	6.90	16.88	3
9	*Jatropha cinerea*	Lomboy	28.52	60.14	17.24	105.90	1
10	*Melochia tomentosa*	Malva rosa	0.76	0.05	3.45	4.26	4
11	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	0.76	6.17	6.90	13.82	3
			100	100	100	300	

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Se obtuvo un valor del Índice de Shannon (H' = 1.7078), lo que indica una diversidad de nivel bajo a intermedio, asociada a una comunidad vegetal compuesta por varias especies arbustivas, aunque con marcada dominancia de algunos elementos dentro del estrato.

Por su parte, la equidad del Índice de Pielou (J' = 0.7122) refleja una distribución moderadamente desigual de las abundancias entre las especies registradas, evidenciando una tendencia hacia la dominancia ecológica de una especie sobre el resto de la comunidad vegetal.

El valor de proporción relativa (pi) más alto correspondió a la malva del desierto (*Hibiscus denudatus*) con 0.3156, concentrando aproximadamente el 32 % de la abundancia total registrada en el estrato arbustivo. En segundo término, se ubicaron el lomboy (*Jatropha cinerea*), la rama blanca (*Encelia farinosa*) y el chamizo (*Atriplex canescens*), con valores de pi de 0.2852, 0.1673 y 0.1065, respectivamente, mientras que el resto de las especies presentaron participaciones considerablemente menores.

Tabla III. 103 Valores del índice de diversidad de especies del estrato arbustivo para la vegetación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Asclepias subulata	Jumeta	5	0.0038	-5.5722	-0.0212
Atriplex canescens	Chamizo	140	0.1065	-2.2399	-0.2385
Croton sonorae	Vara blanca	80	0.0608	-2.7996	-0.1703
Dalea emoryi	Dalea blanca	25	0.0190	-3.9627	-0.0753
Encelia farinosa	Rama blanca	220	0.1673	-1.7880	-0.2991
Gietierrezia sarothrae	Hierba del venado	5	0.0038	-5.5722	-0.0212
Hibiscus denudatus	Malva del desierto	415	0.3156	-1.1533	-0.3640
Jatropha cardiophylla	Sangrengado	30	0.0228	-3.7804	-0.0862
Jatropha cinerea	Lomboy	375	0.2852	-1.2547	-0.3578
Melochia tomentosa	Malva rosa	10	0.0076	-4.8790	-0.0371
Parkinsonia microphylla	Palo verde	10	0.0076	-4.8790	-0.0371
TOTAL:		**1315**	**1.0000**	**-37.8809**	**-1.7078**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.7078***
Riqueza (S) =					***11***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***2.3979***
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.7122***

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del área de influencia del proyecto, la agujeta (*Palafoxia linearis*) presentó el mayor valor de Índice de Valor de Importancia (IVI = 218.96), ubicándose en la clase 1 y constituyéndose como la especie claramente dominante dentro del estrato.

Por su parte, el zacate salado (*Distichlis palmeri*) registró un IVI de 81.04, correspondiente a la clase 2, con una participación considerablemente menor en términos estructurales y de cobertura.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 104 Valores de los atributos ecológicos de las especies del estrato herbáceo presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Distichlis palmeri*	Zacate salado	29.41	18.29	33.33	81.04	2
2	*Palafoxia linearis*	Agujeta	70.59	81.71	66.67	218.96	1
			100	100	100	300	

Respecto al índice de diversidad para este estrato, se obtuvo un valor del Índice de Shannon (H' = 0.6058), lo que indica una diversidad muy baja, asociada a que en esta comunidad vegetal solamente se encontraron dos especies, y a la dominancia que presenta *P. linearis* sobre su contraparte *D. palmeri*.

Por su parte, la equidad del Índice de Pielou (J' = 0.8740) refleja una distribución desigual de las abundancias entre las especies registradas, evidenciando una clara dominancia ecológica dentro de la comunidad vegetal.

El valor de proporción relativa (pi) más alto correspondió a la agujeta (*Palafoxia linearis*) con 0.7059, concentrando aproximadamente el 70 % de la abundancia total registrada.

Tabla III. 105 Valores del índice de diversidad de especies del estrato herbáceo para la vegetación halófila xerófila.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Distichlis palmeri	Zacate salado	25	0.2941	-1.2238	-0.3599
Palafoxia linearis	Agujeta	60	0.7059	-0.3483	-0.2459
TOTAL:		**85**	**1.0000**	**-1.5721**	**-0.6058**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**0.6058**
Riqueza (S) =					**2**
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**0.6931**
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.8740**

Cactáceas

En el estrato de cactáceas se observó que la choya (*Cylindropuntia fulgida*) presentó el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI = 171.77), ubicándose en la clase 1, lo que la posiciona como la especie dominante dentro de la comunidad, con mayor representación en términos de densidad, cobertura y frecuencia. Esto indica que es la especie que mejor aprovecha los recursos disponibles en el ecosistema, reflejando mayor capacidad de establecimiento, competitividad y uso eficiente del espacio y recursos del estrato.

Por su parte, las otras dos especies, la sina y el viejito, presentaron valores de Índice de Valor de Importancia (IVI) relativamente similares, de 62.40 y 65.82, respectivamente. Esta proximidad en los valores indica que ambas especies presentan una participación estructural comparable dentro de la comunidad, sin observarse una diferencia marcada en cuanto a su importancia ecológica o grado de dominancia relativa. En conjunto, sus

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

valores de IVI reflejan una contribución semejante a la estructura y composición del estrato evaluado.

Tabla III. 106 Valores de los atributos ecológicos de las especies de cactáceas presentes en la vegetación halófila xerófila.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Cylindropuntia fulgida*	Choya	40.00	81.77	50.00	171.77	1
2	*Lophocereus schottii var. schottii*	Sina	20.00	17.40	25.00	62.40	2
3	*Mammillaria grahamii*	Viejito	40.00	0.82	25.00	65.82	2
			100	100	100	300	

Se obtuvo un valor del Índice de Shannon (H' = 1.0549), lo que indica una diversidad de nivel baja, asociada a una comunidad de cactáceas compuesta por solamente tres especies con diferencias en su abundancia de individuos.

El valor de proporción relativa (pi) más alto correspondieron a la choya (*Cylindropuntia fulgida*) y al viejito (*Mammillaria grahamii*), ambas con 0.4000, concentrando aproximadamente el 40 % de la abundancia relativa cada una. En segundo término, se ubicó la sina (*Lophocereus schottii var. schottii*) con 0.2000.

Tabla III. 107 Valores de los índices de diversidad para las cactáceas del VHX del AI.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Cylindropuntia fulgida	Choya	10	0.4000	-0.9163	-0.3665
Lophocereus schottii var. schottii	Sina	5	0.2000	-1.6094	-0.3219
Mammillaria grahamii	Viejito	10	0.4000	-0.9163	-0.3665
TOTAL:		**25**	**1.0000**	**-3.4420**	**-1.0549**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.0549***
Riqueza (S) =					***3***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.0986***
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					***0.9602***

III.2.2.1.3. Caracterización de la vegetación del área del proyecto (AP)

Composición y estructura florística por tipos de vegetación

La estructura de una comunidad vegetal, así como la dinámica de la misma 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 de una especie (abundancia, para algunos autores) 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 (o dominancia por ciertos

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

investigadores) 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.).

El área del proyecto se compone por un polígono regular con una superficie de 0.3217 ha. Como se mencionó con anterioridad, de acuerdo con la clasificación de INEGI, Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación, el área se encuentra representada por una comunidad de vegetación halófila xerófila; sin embargo, durante las actividades de verificación y caracterización realizadas en campo se identificó que las condiciones actuales del sitio presentan un grado de perturbación evidente, por lo que la vegetación presente no conserva íntegramente las características estructurales y florísticas que corresponderían a una comunidad en condiciones naturales o con un bajo nivel de alteración.

El área de interés se encuentra inmersa y colindante con superficies previamente modificadas por actividades humanas, en las cuales se observa la presencia de construcciones, infraestructura, vialidades y otras formas de ocupación del territorio, adicionalmente, dentro de los propios polígonos que conforman el área del proyecto se identificaron indicios de perturbaciones previas, evidenciados por la modificación del terreno, discontinuidad en la cobertura vegetal y sectores con escasa o nula regeneración natural. Estas condiciones permiten inferir que el sitio no se encuentra en una condición natural y que la vegetación ha estado sujeta a procesos de disturbio anteriores al desarrollo del proyecto. En este contexto, la comunidad vegetal presente se encuentra condicionada por factores asociados a la actividad humana, eliminación previa de vegetación y cambios en las condiciones microambientales.

Por lo anterior, si bien la cartografía de INEGI permite identificar al área del proyecto dentro de una unidad de vegetación halófila xerófila a escala regional, la evaluación realizada a nivel de sitio permite establecer que la vegetación actualmente presente corresponde a una comunidad previamente modificada y con signos de perturbación, cuya composición y estructura han sido condicionadas tanto por las características ambientales propias de la zona como por la influencia de las áreas urbanizadas y construidas que la rodean. En consecuencia, para efectos de la presente MIA, la caracterización de la vegetación se sustenta principalmente en las condiciones actuales verificadas directamente en campo, considerando su composición florística, estructura, cobertura, distribución espacial y evidencias de perturbación, mientras que la cartografía de INEGI se utiliza como referencia para contextualizar la distribución regional de las unidades de vegetación.

Para conocer y caracterizar de manera objetiva las condiciones actuales de la vegetación y su composición florística dentro del área del proyecto, se realizó un muestreo de biodiversidad mediante recorridos y unidades de muestreo establecidas en campo, considerando los diferentes estratos de vegetación presentes.

La determinación del número de sitios de muestreo para el área del proyecto se realizó un ejercicio usando la metodología sugerida por Mostacedo y Fredericksen (op. cit.) como una forma para asegurar que el número de unidades de muestreo (n) para el mismo proyecto fueran estadísticamente representativas. La fórmula matemática para lograrlo es la siguiente:

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

donde:

- *n* = número de unidades de muestreo
- *t* = valor de la distribución t de Student para un nivel de confianza del 95%
- *CV* = coeficiente de variación obtenido del premuestreo
- *E* = error permisible, considerado en 20%
- *N* = número total de unidades potenciales en el Área del proyecto

El coeficiente de variación se obtuvo a partir de la desviación estándar de los datos del premuestreo, calculada mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

s= desviación estándar

X= promedio

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

Donde *S* corresponde a la desviación estándar y *d* representa los valores registrados en cada unidad de muestreo del premuestreo.

Tabla III. 108 Estimación del número de unidades de muestreo en el AP.

SITIO DEL PROYECTO (Vhx) =	**0.3216 ha**
% A MUESTREAR =	**0.1**
TAMAÑO AREA A MUESTREAR =	**0.0321 ha**
TAMAÑO SITIOS MUESTREO =	**0.1 ha**
NUMERO SITIOS EN TEORIA (N) =	**1**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Como se observa, el número de sitios de muestreo estimado para obtener una representación adecuada del área de interés es de un sitio.

Tabla III. 109 Coordenadas UTM de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto.

POLIGONO FORESTAL	TIPO DE VEGETACION	SITIO DE MUESTREO	FORMA DE LA UNIDAD MUESTRAL	ÁREA (m2)	COORD X	COORD Y
Área del proyecto	VHX	1	Circular	1000	409645	3186909

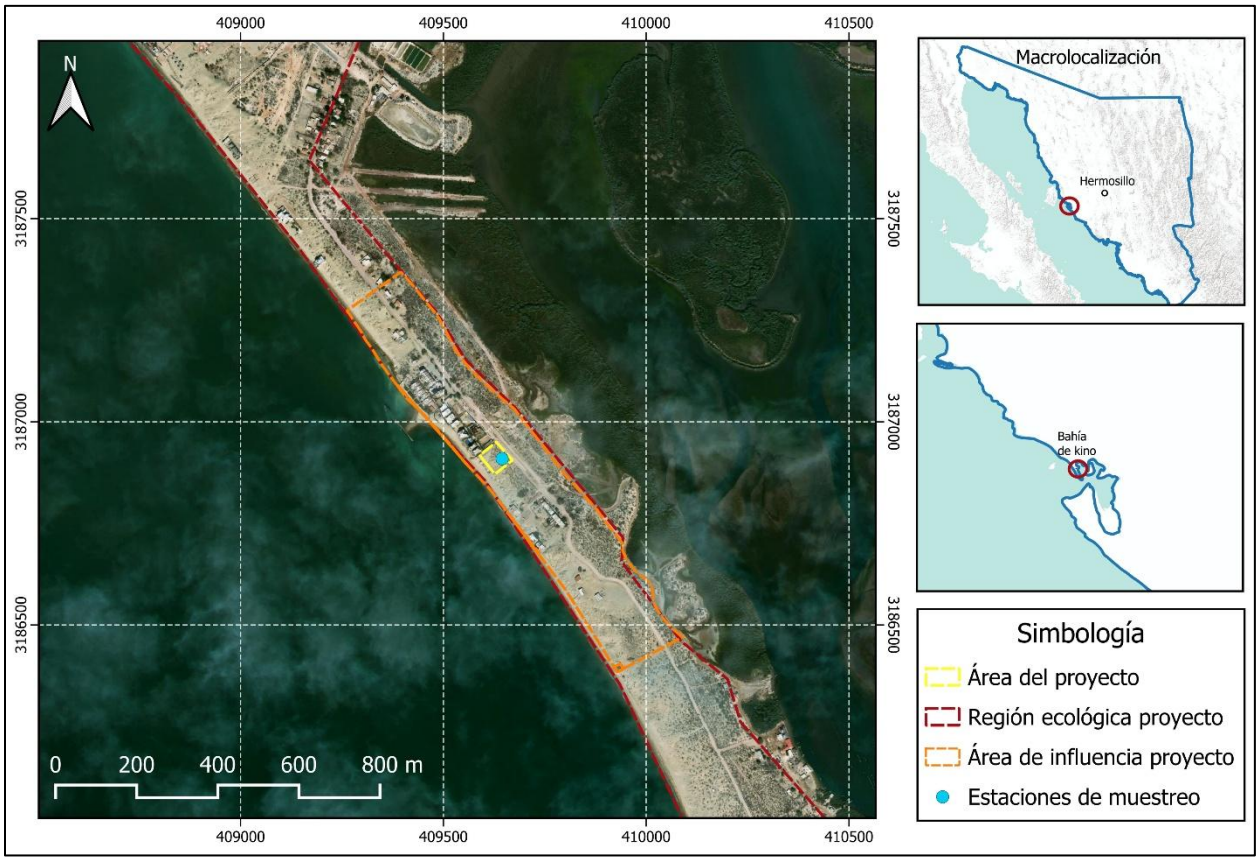


Figura III. 37 Distribución espacial de los sitios de muestreo en el área del proyecto.

Con esta técnica se obtuvo la información de campo necesaria para conocer la densidad de individuos de cada especie que viven en las áreas de interés, así como la cobertura o superficie que esas especies ocupan en el proyecto y el valor de importancia ecológico que cada una de las especies desempeñan en esa comunidad.

Los resultados de los muestreos de la vegetación en las áreas de interés, se resumen en la información expuesta en las siguientes tablas:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 110 Especies vegetales presentes en el área del proyecto.

No.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA	NOM-O59	CITES
1	*Pennisetum ciliare*	Zacate buffel	Poaceae	-	-

Como puede observarse, los resultados muestran una composición florística considerablemente simplificada, registrándose únicamente una especie vegetal: *Pennisetum ciliare*. Esta especie no es nativa de la región y presenta característica asociadas a procesos de establecimiento en ambientes perturbados, por lo que su presencia y predominio dentro del área evaluada constituyen un indicador de las condiciones de alteración previamente descritas.

La ausencia de especies nativas características de la Vegetación Halófila Xerófila durante el muestreo, aunada al predominio exclusivo de *Pennisetum ciliare*, permite establecer que la composición florística actual del AP se encuentra fuertemente modificada respecto de la vegetación potencial señalada por la cartografía regional..

Estos resultados son congruentes con las evidencias de disturbio previo y transformación del sitio identificadas durante la inspección de campo, así como con la presencia de áreas construidas y superficies previamente modificadas en el entorno inmediato del proyecto. Por lo tanto, aunque la cartografía de INEGI identifica regionalmente el sitio dentro de una unidad de vegetación halófila xerófila, el muestreo realizado permite establecer que **la vegetación actualmente presente dentro del polígono del proyecto no conserva una composición florística representativa de dicha comunidad**, sino que corresponde a una cobertura vegetal altamente modificada y dominada por especies introducidas de comportamiento invasor.

La tabla siguiente, nos indica la caracterización de las especies encontradas de acuerdo a su forma de vida; así, considerando las definiciones de arbusto y árbol expuestas por Font Quer (2001), los elementos arbóreos se agrupan en el estrato superior de la comunidad, comprendiendo especies que sobrepasan los 5 m de alto. En el estrato medio o arbustivo, figuran especies leñosas y cactáceas con porte de 1 a 5 metros. En el estrato inferior, de 0.05 a 1.00 metros, se incluyen diferentes especies de hierbas perennes.

Tabla III. 111 Formas de vida de las especies vegetales presentes en los ecosistemas del área del proyecto.

No.	ESPECIE	NOMBRE COMUN	FORMA DE VIDA
1	*Pennisetum ciliare*	Zacate buffel	Herbácea

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Atributos de las especies vegetales

La estructura de una comunidad vegetal, así como la dinámica de la misma 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 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 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.).

Para conocer los atributos de las especies que conforman las poblaciones de plantas establecidas en el área del proyecto, se realizaron muestreos consistentes en mediciones en un total de 1 parcela circular con un área de 1000 m2, cómo se mencionó anteriormente. Dentro de cada parcela se identificaron taxonómicamente todas las plantas y se registró el número de individuos por especie y se midió la cobertura de su follaje y la altura de las plantas. Con esta metodología se obtuvo la información de campo necesaria para conocer la densidad de individuos de cada especie por ha, la cobertura o superficie que esas especies ocupan por unidad de área, la frecuencia con la que se presentan las especies a lo largo del terreno, así como el valor de importancia ecológico que cada una de las especies desempeñan en esa comunidad.

Los resultados de las mediciones de la vegetación para cada estación de muestreo dentro del área del proyecto se resumen en la información expuesta en las siguientes tablas:

Tabla III. 112 Listado de especies vegetales encontradas en el Sitio 1.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD/sitio
Pennisetum ciliare	Zacate buffel	26

De acuerdo a Odum y Warrett (2006), el Índice de Valor de Importancia (IVI) es un índice desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie vegetal en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

IVI = Densidad relativa (%) + Dominancia relativa (%) + Frecuencia relativa (%)

Donde la Densidad relativa de una especie es igual a la densidad de la especie dividida entre la densidad total de todas las especies multiplicada por 100; la dominancia relativa es igual al área basal o cobertura de la especie dividida entre el área basal o cobertura total de todas las especies multiplicada por 100; la frecuencia relativa es igual a la

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

aparición de la especie en un sitio dividida entre la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.

Para el caso de comunidades vegetales los autores Odum y Warrett, al igual que Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) y Brower y Zar (1977), consideran que el factor Dominancia debe ser estimado en base a algún atributo medible y significativo de las plantas como puede ser el área basal o su cobertura y no por su densidad como ocurre con las especies animales. El argumento principal consiste en que una especie con un número de individuos (por ejemplo un pasto) superior a especies arbustivas y arbóreas puede adquirir un alto IVI si consideramos el factor Densidad para estimar su Dominancia en la comunidad, lo cual no significa que en la realidad eso sea verdad ya que una población menos densa de alguna especie arbustiva o arbórea, debido a su gran cobertura, puede jugar un mejor papel en el funcionamiento del ecosistema al considerar que produce mayor cantidad de oxígeno, fija mayor cantidad carbono, aprovecha can mayor intensidad los recursos suelo, agua, luz, entre otros.

Así pues, para la estimación de los índices de valor de importancia (IVI) de las especies vegetales en el área del proyecto, se consideró el factor Cobertura como equivalente de Dominancia en la ecuación de Odum y Warrett expuesta en párrafos anteriores.

En la siguiente tabla se presentan los valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) y demás atributos estructurales correspondientes a las especies vegetales registradas dentro del área del proyecto. Cabe señalar que, durante el muestreo, únicamente se identificó una especie vegetal, *Pennisetum ciliare*, perteneciente al estrato herbáceo. Debido a que la comunidad vegetal se encuentra representada por una sola especie, no resulta técnicamente pertinente realizar un análisis de diversidad, ya que los índices de diversidad requieren la presencia de al menos dos especies para evaluar la riqueza y la distribución de abundancias dentro de la comunidad. En este caso, la riqueza específica es igual a uno y la totalidad de los individuos registrados corresponde a la misma especie, por lo que el análisis de diversidad no aportaría información adicional para la caracterización de la comunidad vegetal.

Tabla III. 113 Valores de los atributos ecológicos de la especie herbácea que habitan en el área del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DR	CR	FR	V.I.	CLASE
1	*Pennisetum ciliare*	Zacate buffel	100	100	100	300	1
			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.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) constituye la única especie vegetal registrada durante el muestreo del AP, por lo que representa el **100 % de la densidad, cobertura relativa y frecuencia relativa** calculadas para esta superficie. Esta condición confirma el alto grado de simplificación florística del sitio y el predominio de una especie introducida asociada con ambientes previamente perturbados.

III.2.2.1.4. Comparación florística entre la RE, AI y AP

De manera general, con base en la riqueza específica registrada en cada unidad ambiental, la Región Ecológica (RE) presentó la mayor diversidad florística con 26 especies, seguido por el Área de Influencia (AI) con 17 especies, mientras que el Área del Proyecto (AP) registró 1 especie. Esta tendencia evidencia una disminución progresiva en la riqueza conforme aumenta el grado de intervención, lo cual se asocia a diferencias en el estado de conservación, la continuidad del hábitat y la intensidad de perturbación antrópica entre los tres niveles de análisis.

Tabla III. 114 Comparación de presencia ausencia de especies entre los sistemas ambientales analizados.

ID	ESPECIES EN TOTAL	RE	AI	AP
1	*Abronia maritima*	X	-	-
2	*Acacia constricta*	X	-	-
3	*Asclepias subulata*	X	X	-
4	*Atriplex barclayana*	X	-	-
5	*Atriplex canescens*	X	X	-
6	*Bursera microphylla*	X	-	-
7	*Croton sonorae*	X	X	-
8	*Cylindropuntia fulgida*	X	X	-
9	*Dalea emoryi*	X	X	-
10	*Distichlis palmeri*	X	X	-
11	*Encelia farinosa*	X	X	-
12	*Gietierrezia sarothrae*	X	X	-
13	*Hibiscus denudatus*	X	X	-
14	*Jatropha cardiophylla*	X	X	-
15	*Jatropha cinerea*	X	X	-
16	*Lophocereus schottii var. schottii*	X	X	-
17	*Lycium andersonii*	X	-	-
18	*Mammillaria grahamii*	X	X	-
19	*Maytenus phyllanthoides*	X	-	-
20	*Melochia tomentosa*	X	X	-
21	*Pachycereus pringlei*	X	-	-
22	*Palafoxia linearis*	X	X	-
23	*Parkinsonia microphylla*	X	X	-
24	*Prosopis glandulosa*	X	X	-
25	*Stenocereus thurberi*	X	-	-
26	*Suaeda nigra*	X	-	-
27	*Pennisetum ciliare*	-	-	X

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Los resultados del análisis de presencia-ausencia de especies permiten identificar diferencias en la composición florística entre la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP). De manera general, la RE presenta la mayor riqueza florística de las tres unidades evaluadas, al concentrar la totalidad de las especies consideradas en el análisis. Esta condición refleja una mayor heterogeneidad y diversidad de ambientes a escala regional, lo que permite la presencia y coexistencia de un mayor número de elementos florísticos en comparación con las superficies de menor extensión correspondientes al AI y AP.

El Área de Influencia presenta una riqueza florística menor respecto de la RE; sin embargo, es importante destacar que todas las especies registradas en el AI también se encuentran representadas dentro de la RE. Esta correspondencia evidencia que la composición florística del AI se encuentra contenida dentro del conjunto de especies presentes a escala regional y que, por lo tanto, los elementos vegetales que caracterizan al AI cuentan con representación en superficies más amplias de la RE.

Por otra parte, se observa que algunas especies registradas en la RE no fueron identificadas dentro del AI. Esta diferencia es esperable considerando la mayor extensión espacial y heterogeneidad ambiental de la RE, donde pueden existir condiciones edáficas, topográficas y microambientales que permiten el establecimiento de especies que no necesariamente se encuentran representadas en superficies más reducidas. En este sentido, la ausencia de determinadas especies en el AI no implica una pérdida de diversidad a escala regional, ya que dichas especies mantienen presencia dentro de la RE.

En cuanto al AP, el análisis evidencia una condición particularmente distinta, ya que durante el muestreo únicamente se registró a *Pennisetum ciliare*, especie que no fue identificadas en el AI ni en la RE. Esta especie es introducida y no forma parte de la composición florística nativa característica de la región, además de presentar una marcada capacidad para establecerse en sitios previamente perturbados y con condiciones ambientales modificadas. En este sentido, su presencia exclusiva dentro del AP es congruente con las evidencias de disturbio previamente identificadas en el sitio, por lo que su distribución restringida al área del proyecto puede estar asociada a las condiciones de alteración y transformación que históricamente ha experimentado esta superficie.

La presencia exclusiva de esta especie en el AP es relevante para la valoración de los posibles efectos sobre la biodiversidad, debido a que no forman parte de los elementos florísticos compartidos entre el AI y la RE. Por lo tanto, su eliminación como consecuencia del desarrollo del proyecto no supondría la pérdida de especies que contribuyan a la riqueza florística nativa representada en la región analizada. En consecuencia, la remoción de la cobertura vegetal existente dentro del AP no implicaría una disminución de la riqueza florística de la RE ni del AI, dado que las especies presentes en estas unidades cuentan con representación fuera de la superficie directamente afectada.

Desde una perspectiva ecológica, los resultados permiten establecer que la mayor riqueza y diversidad florística se concentra en la RE, mientras que el AI mantiene una

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

representación de los principales elementos florísticos regionales. Esta condición constituye un factor de importancia para la evaluación del impacto, ya que la superficie directamente ocupada por el proyecto representa únicamente una fracción del contexto ambiental en el que se encuentra inmersa y no contiene especies que sean exclusivas o indispensables para mantener la composición florística observada en la RE o en el AI.

En este sentido, considerando que las especies presentes en el AI también se encuentran representadas en la RE, y a que la única especie registrada exclusivamente en el AP corresponden a *Pennisetum ciliare*, la pérdida de cobertura vegetal derivada de la construcción del proyecto no representa, con base en el análisis de presencia-ausencia realizado, una afectación significativa a la riqueza florística ni a la diversidad ecológica a escala del AI y la RE. La diversidad regional permanece sustentada por la presencia de un conjunto más amplio de especies y por su distribución fuera de los límites del área directamente intervenida.

Por lo anterior, el análisis de presencia-ausencia permite considerar que la vegetación existente en el AP no constituye un elemento singular o irremplazable para el mantenimiento de la diversidad florística del sistema ambiental analizado. La riqueza y diversidad registrada en la RE, así como la representación de las especies del AI dentro de esta unidad regional, proporcionan una condición de continuidad y disponibilidad de los componentes florísticos nativos fuera del área de intervención. En consecuencia, no se prevé una alteración ecológica relevante a nivel del Área de Influencia o de la Región Ecológica derivada exclusivamente de la eliminación de la vegetación presente en el área del proyecto.

COMPARACIÓN BIOLÓGICA DE LA BIODIVERSIDAD ENTRE RE, AI Y AP

El análisis comparativo de los índices ecológicos (riqueza específica, diversidad de Shannon-Wiener y equidad de Pielou) para los tipos de vegetación VHX evidencia patrones consistentes de variación espacial entre la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP).

Tabla III. 115 Comparación de valores estadísticos de la flora analizada, calculados para los ecosistemas de la RE, el AI y el AP.

Tipo de vegetación	NOM-059-SEMARNAT-2010			Riqueza de especies (S)			Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´)			Índice de Equidad de Pielou (J)		
	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE
VHX	0	0	**0**	1	17	**26**	0.0000	1.9604	**2.4923**	0.0000	0.6919	**0.7649**

De acuerdo con Orellana-Lara (2009), el Índice de Shannon considera tanto la riqueza de especies como la abundancia relativa de los individuos que integran una comunidad,

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

permitiendo evaluar de manera más integral la diversidad biológica de los ecosistemas. En términos ecológicos, una comunidad presenta mayor diversidad cuando existe un mayor número de especies y una distribución más equilibrada de sus abundancias.

En términos de riqueza específica, la RE presenta el valor más alto entre las tres unidades analizadas, con **26 especies**, seguida por el AI con **17 especies**, mientras que el AP registra únicamente **una especie**. Este patrón evidencia una reducción marcada de la riqueza florística hacia la superficie directamente ocupada por el Proyecto, asociada con el mayor grado de perturbación y simplificación de la cobertura vegetal existente en el AP.

Respecto del índice de diversidad de Shannon-Wiener, la RE presenta el valor más alto (**H' = 2.4923**), seguida por el AI (**H' = 1.9604**). En el AP, la presencia exclusiva de *Pennisetum ciliare* determina una riqueza específica igual a uno y, consecuentemente, un valor de **H' = 0**. Esta condición no representa ausencia de vegetación, sino una comunidad extremadamente simplificada y dominada totalmente por una sola especie.

La comparación entre las tres unidades evidencia que la diversidad y complejidad florística se mantienen principalmente en la RE y, en menor medida, en el AI, mientras que el AP presenta una condición significativamente más modificada. La única especie registrada dentro del AP es introducida y no forma parte del conjunto de especies nativas que caracteriza la Vegetación Halófila Xerófila registrada en el AI y la RE.

III.2.2.2. Fauna

De acuerdo con secciones anteriores, respecto a la biogeografía de México, el área del proyecto se localiza en la Región Neártica y dentro ésta, en la provincia biogeográfica Sonora (Morrone, 2005). 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 RE

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 Cuatrocienégas 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.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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%.

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.

Anfibios y reptiles

De acuerdo con el esquema zoogeográfico propuesto por la CONABIO (2008)[1], la microcuenca donde se ubica el predio del proyecto, forma parte de la provincia herpetofáunística llamada Desierto del Colorado Sonorense, la cual comprende las zonas costeras de todo el Estado de Sonora, una fracción de Baja California y gran parte del Estado de Sinaloa.

[1] *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.*

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

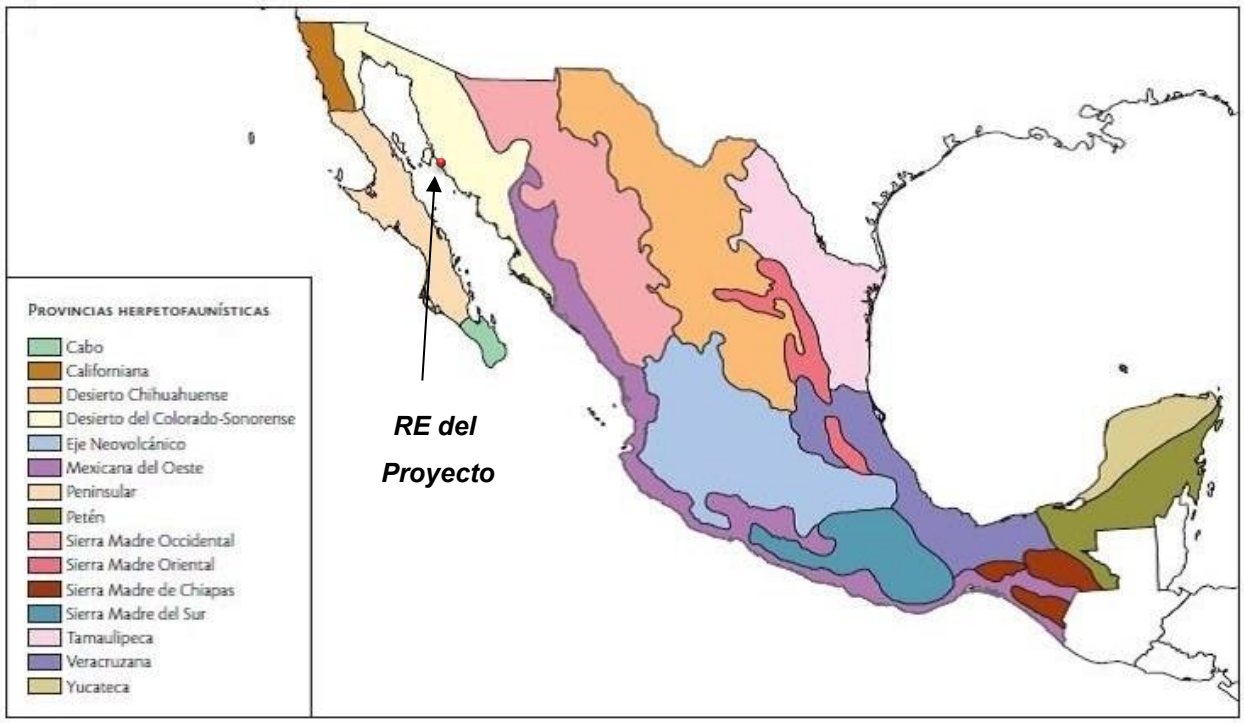


Figura III. 38 Ubicación de la Cuenca Hidrográfica del proyecto en relación a las provincias herpetofaunísticas del país.

Para México se conocen 978 especies de anfibios y 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, en T.P. Ranwnoorthy *et al*, 1993).

Mediante estudios posteriores, Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), actualizan la información para México, país que 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 marinas y una víbora marina (Molina y van Devender, 2010). Los endemismos están representados por cinco especies continentales (*Aspidoscelis opatae*, *Crotaphytus dickersonae*, *Phrynosoma ditmarsi*, *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 Crocodilia conocido en Sonora fue

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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 (Molina y van Devender, 2010).

De acuerdo a Valdez-Zamudio (2024), la herpetofauna de probable ocurrencia en la RE del área del proyecto está compuesta por 8 especies de anfibios y 49 de reptiles. Los anfibios se agrupan en 1 orden y en 6 familias y solo 1 (*Gastrophryne olivacea*) especie está sujeta a Protección Especial por la norma oficial de la SEMARNAT, mientras que las especies de reptiles se incluyen en 2 órdenes y 16 familias, de las cuales 22 están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (9 como amenazadas y 13 bajo protección especial).

Tabla III. 116 Anfibios que pueden desarrollarse en el área de la cuenca hidrográfica del proyecto y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
ANURA	Bufonidae	*Bufo alvarius*	Sapo del Desierto Sonorense	-
		Bufo cognatus	Sapo de espuelas	-
		Bufo kelloggi	Sapo mexicano pequeño	-
		Bufo punctatus	Sapo de puntos rojos	-
	Hylidae	*Pternohyla fodiens*	Ranita minera	-
	Microhylidae	*Gastrophryne olivacea*	Sapo oliváceo boca angosta	Pr
	Scaphiopodidae	*Scaphiopus couchii*	Sapo cavador	-

Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: Pr = bajo protección especial.

Tabla III. 117 Reptiles que ocurren en el área de la RE y su estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
SQUAMATA	Boidae	*Lichanura trivirgata*	Boa rosada del noroeste	**A**
	Colubridae	*Arizona elegans*	Culebra brillante	**-**
		Chilomeniscus cinctus (Ch. stramineus)	Culebra arenera variable	**Pr**
		Gyalopion quadrangulare	Culebra nariz de gancho del desierto	**Pr**
		Hypsiglena torquata	Culebra nocturna	**Pr**
		Lampropeltis getula	Serpiente real común	**A**
		Masticophis bilineatus	Culebra chirrionera sonorense	**-**
		Masticophis flagellum	Culebra chicotera	**-**
		Masticophis mentovarius	Culebra chirrionera neotropical	**-**
		Oxybelis aeneus	Culebra bejuquillo mexicana	**-**
		Phyllorhynchus browni	Coralillo blanco y negro	**Pr**
		Phyllorhynchus decurtatus	Culebra nariz lanceolada pinta	**-**
		Pituophis sayi (P. catenifer)	Serpiente de Gopher	**-**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		Rhinocheilus lecontei	Culebra narizona	-
		Salvadora hexalepis	Culebra chata occidental	-
		Senticolis triaspis	Culebra ratonera verde	-
		Tantilla hobartsmithi	Culebra cabeza prieta	-
		Trimorphodon biscutatus	Culebra lira	**A**
	Crotaphytidae	*Crotaphytus nebrius*	Lagartija de collar de Sonora	-
	Elapidae	*Micruroides euryxanthus*	Coralillo de Sonora	**A**
	Eublepharidae	*Coleonyx variegatus*	Gecko Bandeado del Noroeste	**Pr**
	Helodermatidae	*Heloderma suspectum*	Monstruo de Gila	**A**
	Iguanidae	*Ctenosaura macrolopha*	Iguana cola espinosa de Sonora	-
		Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	-
		Sauromalus ater	Chuckwalla norteño	**Pr**
	Leptotyphlopidae	*Leptotyphlops humilis*	Culebra ciega del noroeste	-
	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra listonada cuello negro	**A**
	Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Perrita; cachora arenera	**A**
		Holbrookia maculata	Lagartija sorda	-
		Phrynosoma solare	Camaleón real	-
		Sceloporus clarkii	Lagartija espinosa del noroeste	-
		Sceloporus magister	Lagartija espinosa del desierto	-
		Urosaurus ornatus	Lagartija de árbol norteña	-
		Uta stansburiana	Lagartija de mancha lateral norteña	**A**
	Teiidae	*Aspidoscelis burti (Cnemidophorus burti)*	Huico manchado	-
		Aspidoscelis tigris (Cnemidophorus tigris)	Huico tigre del noroeste	-
	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	**Pr**
		Crotalus molossus	Cascabel de cola negra	**Pr**
		Crotalus tigris	Cascabel Tigre	**Pr**
TESTUDINES	Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga pintada	**Pr**
	Geoemydidae	*Rhinoclemmys pulcherrima*	Tortuga dragón	-
	Kinosternidae	*Kinosternon alamosae*	Tortuga de pantano de Álamos	**Pr**
		Kinosternon flavescens	Tortuga de pantano amarilla	-
		Kinosternon sonoriense	Tortuga de pantano de Sonoyta	**Pr**
	Testudinidae	*Gopherus agassizii*	Tortuga del Desierto de Mojave	**A**

**Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazadas; Pr = bajo protección especial.*

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. El 30% (147) de las especies son endémicas del país y el resto de la fauna es una combinación de elementos neárticos y neotropicales en proporciones casi iguales, con 207 especies compartidas con América del Norte y 217 con América del Sur; 64 de estas especies son compartidas con ambos sub-continentes.

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

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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. Sonora 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-Gámez y otros, 2010).

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

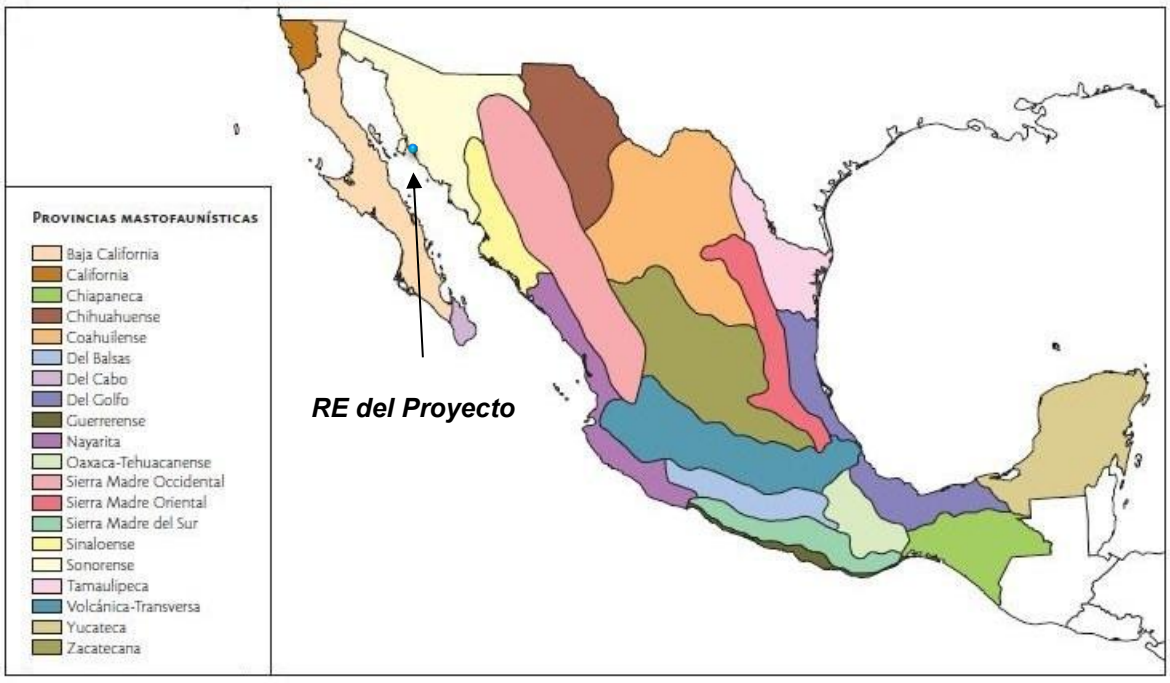


Figura III. 39 Ubicación de la cuenca hidrográfica del proyecto en relación a las provincias mastofaunísticas del país[2].

[2] Fuente: *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.*

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

A continuación, se presenta una lista de las especies de mamíferos que pueden habitar en el área de la región ecológica del proyecto de acuerdo a Valdez-Zamudio (2024) y pueden presentarse 59 especies pertenecientes a 8 órdenes y 18 familias, de las cuales 11 especies están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (7como amenazadas, 1 bajo protección especial y 2 en peligro de extinción); también es importante mencionar que dos especies (*Leopardus pardalis* y *Panthera onca*) están incluidas en el Apéndice I y otra dos (*Lynx rufus* y *Puma concolor*) en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Tabla III. 118 Mamíferos en el área de la cuenca de estudio según registros bibliográficos y entrevistas con habitantes de la región.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM 059
ARTIODACTYLA	Cervidae	*Odocoileus hemionus*	Venado bura	-
		Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	-
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	-
CARNIVORA	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-
		Vulpes macrotis	Zorra norteña; zorra del desierto	A
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	-
	Felidae	*Leopardus pardalis (Felis pardalis)*	Ocelote	P
		Lynx rufus	Gato montés; lince americano	-
		Panthera onca (Felis onca)	Jaguar	P
		Puma concolor (Felis concolor)	Puma	-
	Mustelidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo; zorrillo encapuchado	-
		Spilogale gracilis	Zorrillo manchado	-
		Taxidea taxus	Tlalcoyote; tejón americano	-
	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	A
		Procyon lotor	Mapache	-
CINGULATA	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-
		Marmosa canescens (Tlacuatzin canescens)	Tlacuache ratón gris	-
EULIPOTYPHLA	Soricidae	*Notiosorex crawfordi (Sorex crawfordi)*	Musaraña desértica norteña	A
LAGOMORPHA	Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre torda, L. antílope	-
		Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	-
QUIROPTERA	Molossidae	*Eumops underwoodi*	Murciélago con bonete de Underwood	-
		Nyctinomops femorosaccus	Murciélago cola libre con bolsa	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		Tadarida brasiliensis	Murciélago cola libre brasileño	-
	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago barba arrugada	-
		Pteronotus davyi	Murciélago espalda desnuda	-
		Pteronotus parnellii	Murciélago bigotudo de Parnell	-
		Pteronotus personatus	Murciélago bigotudo	-
	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo mexicano	A
		Glossophaga soricina	Murciélago lengón	-
		Leptonycteris yerbabuenae	Murciélago magueyero menor	-
		Macrotus californicus	Murciélago orejón californiano	-
		Sturnira lilium	Murciélago de charreteras menor	-
	Vespertilionidade	*Antrozous pallidus*	Murciélago pálido	-
		Corynorhinus townsendii	Murciélago orejón de Townsend	-
		Eptesicus serotinus	Murciélago hortelano	-
		Lasiurus cinereus (Aeorestes cinereus)	Murciélago gris o ceniciento	-
		Lasiurus xanthinus (Dasypterus xanthinus)	Murciélago amarillo de La Laguna	-
		Myotis californicus	Myotis californiano	-
		Myotis fortidens	Myotis canelo	-
		Myotis vivesi	Murciélago pescador	P
		Pipistrellus hesperus (Parastrellus hesperus)	Pipistrelo del Oeste Americano	-
		Rhogeessa parvula	Murciélago amarillo menor	-
RODENTIA	Geomidae	*Thomomys bottae*	Tuza norteña	-
	Heteromyidae	*Chaetodipus baileyi*	Rata de abazones sonorense	-
		Chaetodipus penicillatus	Rata de abazones del desierto	-
		Dipodomys merriami	Rata canguro de Merriam	A
	Muridae	*Neotoma albigula*	Rata magueyera	-
		Neotoma phenax	Rata cambalachera sonorense	Pr
		Onychomys torridus	Ratón alacranero del sur	-
		Oryzomys couesi	Rata arrocera de Coues	-
		Peromyscus eremicus	Ratón de cactus	-
		Peromyscus merriami	Rata de campo	-
		Reithrodontomys burti	Ratón Cosechador Sonorense	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		Sigmodon arizonae	Rata algodonera de Arizona	-
	Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	-
		Spermophilus tereticaudus (Xerospermophilus tereticaudus)	Ardillón cola redonda	-
		Spermophilus variegatus (Otospermophilus variegatus)	Ardillón de las rocas	-

**Especies listadas en la NOM bajo algún estatus de protección: A = amenazada; Pr = bajo protección especial; P = en peligro de extinción*

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 (Molina y van Devender, 2010).

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 a 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 y otros, 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 a la publicación de Valdez-Zamudio (2024), en la cuenca hidrográfica del área de estudio pueden presentarse 124 especies de aves, tanto residentes como migratorias, incluidas en 17 órdenes y 36 familias, de las cuales 13 especies están listadas en alguna categoría de protección por la SEMARNAT (8 bajo protección especial, 3 como amenazadas y 2 en peligro de extinción); también es importante mencionar que una especie (*Falco peregrinus*) está incluida en el Apéndice I y otras 9 en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). En la siguiente tabla se citan tales especies.

Tabla III. 119 Especies de aves que pueden presentarse en el área de la cuenca de estudio.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-
		Pandion haliaetus	Gavilán pescador	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANSERIFORMES	Anatidae	*Anas acuta*	Pato golondrino	-
		Anas americana	Pato chalcuán	-
		Anas clypeata	Pato cucharón-norteño	-
		Anas cyanoptera	Cerceta canela	-
		Anas crecca	Cerceta ala verde	-
		Anas strepera	Pato friso	-
		Anser caerulescens	Ganso blanco	-
		Aythya affinis	Pato boludo-menor	-
		Aythya americana	Pato cabeza roja	-
		Bucephala albeola	Pato monja	-
		Dendrocygna bicolor	Pijia	-
		Mergus serrator	Mergo copetón	-
		Oxyura jamaicensis	Pato tepalcate	-
APODIFORMES	Trochilidae	*Calypte costae*	Colibrí cabeza violeta	-
CATHARTIFORMES	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-
COLUMBIFORMES	Columbidae	*Columba flavirostris*	Paloma morada	-
		Columba livia	Paloma doméstica	-
		Columbina inca	Tórtola cola larga	-
		Columbina passerina	Tórtola coquita	-
		Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	-
		Zenaida macroura (*Zenaidura macroura* según Leopold)	Paloma huilota	-
CORACIIFORMES	Alcedinidae	*Ceryle alcyon*	Martín-pescador norteño	-
CHARADRIIFORMES	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	-
		Charadrius vociferus	Chorlo tildío	-
		Charadrius wilsonia	Chorlo pico grueso	-
		Pluvialis squatarola	Chorlo gris	-
	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero americano	P
	Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán negro	-
		Larus argentatus	Gaviota plateada	-
		Larus atricilla	Gaviota reidora	-
		Larus californicus	Gaviota california	-
		Larus delawarensis	Gaviota pico anillado	-
		Larus heermanni	Gaviota ploma	Pr
		Larus livens	Gaviota pata amarilla	Pr
		Larus philadelphia	Gaviota de Bonaparte	-
		Rynchops niger	Rayador americano	-
		Sterna antillarum	Charrán mínimo	Pr
		Sterna caspia	Charrán caspia	-
		Sterna forsteri	Charrán de forster	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras rojizo	-
		Calidris alba	Playero blanco	-
		Calidris mauri	Playero occidental	-
		Calidris minutilla	Playero chichicuilote	-
		Limnodromus griseus	Costurero pico corto	-
		Limosa fedoa	Picopando canelo	-
		Numenius americanus	Zarapito pico largo	-
		Numenius phaeopus	Zarapito trinador	-
		Tringa melanoleuca	Patamarilla mayor	-
FALCONIFORMES	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	-
		Falco sparverius	Cernícalo americano	-
GALLIFORMES	Phasianidae	*Callipepla douglasii (Lophortyx douglasii)*	Codorniz de Douglas	-
		Callipepla gambelii (*Lophortyx gambelii*)	Codorniz de Gambel; c. chiquiri	-
GRUIFORMES	Rallidae	*Rallus longirostris*	Rascón picudo	A
PASSERIFORMES	Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Ampelis chinito	-
	Corvidae	*Aphelocoma californica*	Chara pecho rayado	-
		Corvus corax	Cuervo común	-
	Emberizidae	*Aimophila carpalis*	Zacatonero ala rufa	-
		Amphispiza bilineata	Zacatonero garganta negra	-
		Dendroica townsendi	Chipe negroamarillo	-
		Euphagus cyanocephalus	Tordo ojo amarillo	-
		Icterus parisorum	Bolsero tunero	-
		Icterus pustulatus	Bolsero dorso rayado	-
		Icterus spurius	Bolsero castaño	-
		Junco hyemalis ssp *caniceps*	Junco cabeza gris	-
		Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	-
		Molothrus ater	Tordo cabeza café	-
		Oporornis tolmiei	Chipe de tolmie	Pr
		Passerculus sandwichensis spp *rostratus*	Gorrión sabanero residente	Pr
		Passerina versicolor	Colorín morado	-
		Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-
		Pipilo fuscus	Toquí pardo	-
		Piranga flava	Tángara encinera	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		Piranga ludoviciana	Tángara capucha roja	
		Piranga rubra	Tángara roja	
		Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	-
		Spizella pallida	Gorrión pálido	-
		Zonotrichia leucophrys	Gorrión corona blanca	-
	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	-
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-
	Mimidae	*Toxostoma crissale*	Cuitlacoche crisal	-
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	-
	Muscicapidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	-
		Polioptila melanura	Perlita del desierto	-
		Polioptila nigriceps	Perlita sinaloense	P
		Regulus calendula	Reyezuelo de rojo	P
		Turdus rufopalliatus	Mirlo dorso canela	-
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión casero	-
	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	-
	Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	-
	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	-
		Cistothorus palustris	Chivirín pantanero	-
	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	-
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas tirano	-
		Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	-
		Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	-
		Tyrannus vociferans	Tirano gritón	-
	Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	-
		Vireo plumbeus	Vireo plomizo	-
PELECANIFORMES	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-
		Ardea herodias	Garza morena	Pr
		Butorides virescens	Garceta verde	-
		Egretta caerulea	Garceta azul	-
		Egretta rufescens	Garceta rojiza	Pr
		Egretta thula	Garceta pie-dorado	-
		Egretta tricolor	Garceta tricolor	-
		Nyctanassa violacea	Pedrete corona clara	A
		Nycticorax nycticorax	Pedrete corona negra	-
	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis* ssp *californicus*	Pelícano pardo	A
	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	-
PICIFORMES	Picidae	*Colaptes chrysoides*	Carpintero collarejo desértico	-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	-
		Picoides scalaris	Carpintero mexicano	-
PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor orejudo	-
		Podilymbus podiceps	Zambullidor pico grueso	-
PSITTACIFORMES	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr
STRIGIFORMES	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	-
		Micrathene whitneyi	Tecolote enano	-
		Speotyto cunicularia	Tecolote llanero	-
	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	-
SULIFORMES	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnífica	-
	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán orejudo	-
		Phalacrocorax brasilianus	Cormorán olivaceo	-

III.2.2.2.1. Caracterización de la fauna silvestre de la región ecológica (RE)

Muestreo de fauna

En proyectos que implican la transformación de ecosistemas mediante cambio de uso de suelo, resulta fundamental evaluar y conservar la biodiversidad a escala local y regional, con el fin de mantener la continuidad de las especies silvestres de flora y fauna nativas, y asegurar el funcionamiento ecológico de los sistemas naturales a mediano y largo plazo.

En este contexto, se realizaron muestreos de fauna dentro de la RE con el objetivo de caracterizar las especies presentes y contar con una referencia regional que permita valorar la posible incidencia del Proyecto sobre la diversidad faunística y la representatividad de las especies registradas en las unidades de menor escala.

Es importante señalar que los registros de fauna se llevaron a cabo en las mismas estaciones de muestreo establecidas para la vegetación, lo que permitió asociar la presencia de especies animales con los distintos tipos de cobertura vegetal, facilitando la interpretación ecológica de la relación entre hábitat y distribución de la fauna presente en el área de estudio

Monitoreo de Herpetofauna

La evaluación se desarrolló mediante métodos directos de observación y búsqueda activa, complementados con el registro de rastros, madrigueras, excretas, mudas de piel

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

y otros indicios de presencia. Esta combinación permitió mejorar la detección de especies presentes en el área de estudio, particularmente en zonas donde los organismos presentan hábitos discretos o actividad restringida por las condiciones climáticas.

Para el muestreo se seleccionaron sitios representativos dentro de la RE, considerando diferencias en cobertura vegetal, tipo de suelo, presencia de cauces temporales, zonas pedregosas, áreas abiertas y otros ambientes con potencial de refugio o alimentación para la fauna silvestre. Con ello se buscó incluir los principales ambientes disponibles dentro del polígono evaluado.

Se establecieron cinco transectos de búsqueda visual, cada uno con una longitud de 500 m y un ancho efectivo de observación de 2 m, cubriendo una superficie aproximada de 1,000 m² por transecto. Los recorridos se realizaron por dos personas, tanto en horario diurno como nocturno, ya que varias especies presentan mayor actividad durante diferentes periodos del día.

Durante cada recorrido se registraron todos los individuos observados o escuchados dentro del área de muestreo. Para cada registro se anotó la especie, número de individuos, fecha, horario, tipo de ambiente y ubicación geográfica. Cuando existió duda en la identificación, los ejemplares fueron revisados temporalmente en sitio y liberados de inmediato en el mismo lugar donde fueron encontrados, evitando afectaciones a la fauna.

La información obtenida permitió integrar el listado de especies presentes, así como reconocer su distribución dentro del área del proyecto y la relación con los distintos tipos de vegetación y ambientes disponibles.

Resultados

Durante los muestreos realizados no se registró presencia de anfibios en los sitios evaluados. En el caso de los reptiles, se identificaron 4 especies, agrupadas en 3 familias y 4 géneros distintos.

Con respecto a su estatus de conservación, una especie se encuentra clasificada en la categoría Amenazada (A) (*Callisaurus draconoides*), de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT vigente. En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en sus apéndices de protección.

Tabla III. 120 Especies de reptiles observadas la región ecológica del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	IUCN	NOM-059	Apéndice CITES
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Dipsosaurus dorsalis*	Iguana de desierto	N	LC	S/C	N/A
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora arenera	N	LC	A	N/A

Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Uta stansburiana*	Lagartija de árbol del noroeste	E	A	S/C	N/A
Reptilia	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis tigris*	Huico occidental	N	LC	S/C	N/A

Los resultados de los muestreos de reptiles se muestran en la siguiente tabla:

Tabla III. 121 Abundancias de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro de la región ecológica del proyecto.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Aspidoscelis tigris	Huico occidental	8
Callisaurus draconoides	Cachora arenera	4
Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	12
Uta stansburiana	Lagartija de collar común	4

A continuación, se muestran la caracterización ecológica de la Herpetofauna registrada en la RE:

Tabla III. 122 Caracterización ecológica de la Herpetofauna identificada en la RE.

Especie	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución Vertical
Dipsosaurus dorsalis	R	C	S	HER	VHX	AR, AB, CR
Callisaurus draconoides	R	A	S	OMN	VHX	CR, SB
Uta stansburiana	R	R	S	INS	VHX	AR, AB
Aspidoscelis tigris	R	C	S	INS	VHX	AR, AB, CR

ESTACIONALIDAD. *Categorías: Residentes (R), Visitantes Invernales (VI), Visitantes de Verano (VV), Migratorias (M) y Transitorias (T).* ***ABUNDANCIA.*** *Categorías: (A) Abundante (fácilmente detectable en grandes números), (C) Común (observada en números bajos y en grupos pequeños), (PC) Poco Común (se observan pocos individuos), (R) Rara (observada en números muy bajos) y (O) Ocasional (su observación es un dato importante).* ***SOCIABILIDAD.*** *Categorías: (S) Solitario (se observa un solo individuo). (P) Pareja (se desplaza en pareja sea época reproductiva o no). (G) Gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).* ***ALIMENTACIÓN.*** *Categorías: (HER) Herbívoro, (CAR) Carnívoro, (CRO) Carroñero, (FRG) Frugívoro (consumen principalmente frutos), (GRA) Granívoro, (INS) Insectívoro, (NEC) Nectarívoro, (INV) invertebrado (invertebrados forman la base de su alimentación) y (OMN) Omnívoro (consumen semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas****). HÁBITAT.*** *Clasificación: Vegetación halófila xerófila (VHX).* ***DISTRIBUCIÓN VERTICAL****. Categorías: Estrato Aéreo (AE), Estrato Arbóreo (AR), Estrato Arbustivo (AB), Estrato Herbáceo (HB), Estrato Criptogámico (CR) y Estrato Subterráneo (SB).*

Metodología para el monitoreo de Mastofauna

La evaluación se desarrolló mediante recorridos de campo para búsqueda de evidencias de presencia.

- **Recorridos de campo:** En cada sitio de muestreo, se establecieron dos transectos de muestreo de 500 m de longitud y un ancho de 2 m cada uno. Durante los recorridos se revisó una franja de observación a ambos lados del trayecto, registrando huellas, excretas, madrigueras, restos óseos, sitios de descanso,

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

marcas en vegetación y avistamientos directos. Los recorridos se realizaron en horarios de mayor actividad faunística, comprendiendo un periodo matutino de 06:00 a 10:00 horas y un periodo vespertino-nocturno de 18:00 a 22:00 horas. Cada evidencia encontrada fue registrada con fecha, horario, ubicación y tipo de registro.

Resultados

Durante el monitoreo se registró un total de 3 especies de mamíferos, distribuidas en 3 órdenes y 3 familias. En relación con su estatus de conservación, de las especies con presencia en la RE ninguna se encuentra incluida en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III. 123 Listado taxonómico de las especies de mastofauna en la RE.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	IUCN	NOM-059	Apéndice CITES
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	N	LC	SC	N/A
Logomorpha	*Leporidae*	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	N	LC	SC	N/A
Rodentia	*Sciuridae*	*Xerospermophilus tereticaudus*	Ardillón cola redonda	N	LC	SC	N/A

La clasificación taxonómica está basada en lo descrito por la CONABIO (2019). Los estatus de protección son indicados para la Norma Oficial Mexicana (NOM-059; SEMARNAT, 2010) como: Pr, sujeta a protección especial, A, amenazada y SC, sin clasificación. La Lista Roja de UICN - IUCN Red List of Threatened Species (2022), incluye las siguientes categorías: Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto en Estado Silvestre (EW) y Extinto (EX). Los códigos para la categoría de Distribución son: E, endémico de México, SE, semiendémico de México y N nativo de México, EX, exótico, IN, invasora (CONABIO, 2023).

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias. En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. En el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio (N/A: No Aplica).

Los resultados de los muestreos de mamíferos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla III. 124 Densidades de las especies de mamíferos encontrados en la región ecológica del proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Canis latrans	Coyote	3
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	10
Xerospermophilus tereticaudus	Ardillón cola redonda	13

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La caracterización ecológica de las especies de mamíferos identificados en la región ecológica se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. 125 Atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en la región ecológica del proyecto.

Especie	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución Vertical
Canis latrans	R	C	G	CAR	VHX	AB, HB
Sylvilagus audubonii	R	A	G	HER	VHX	HB
Xerospermophilus tereticaudus	R	A	G	HER	VHX	AB, SB

ESTACIONALIDAD. Categorías: Residentes (R), Visitantes Invernales (VI), Visitantes de Verano (VV), Migratorias (M) y Transitorias (T). ABUNDANCIA. Categorías: (A) Abundante (fácilmente detectable en grandes números), (C) Común (observada en números bajos y en grupos pequeños), (PC) Poco Común (se observan pocos individuos), (R) Rara (observada en números muy bajos) y (O) Ocasional (su observación es un dato importante). SOCIABILIDAD. Categorías: (S) Solitario (se observa un solo individuo). (P) Pareja (se desplaza en pareja sea época reproductiva o no). (G) Gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos). ALIMENTACIÓN. Categorías: (HER) Herbívoro, (CAR) Carnívoro, (CRO) Carroñero, (FRG) Frugívoro (consumen principalmente frutos), (GRA) Granívoro, (INS) Insectívoro, (NEC) Nectarívoro, (INV) invertebrado (invertebrados forman la base de su alimentación) y (OMN) Omnívoro (consumen semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas). HÁBITAT. Clasificación: Vegetación halófila xerófila (VHX). DISTRIBUCIÓN VERTICAL. Categorías: Estrato Aéreo (AE), Estrato Arbóreo (AR), Estrato Arbustivo (AB), Estrato Herbáceo (HB), Estrato Criptogámico (CR) y Estrato Subterráneo (SB).

Método de muestreo de aves

Puntos de conteo

Se establecieron dos puntos de conteo fijos. En cada estación se efectuó una observación de 10 minutos utilizando un radio fijo de 25 m, dentro del cual se registraron todos los individuos detectados de forma visual o auditiva, incluyendo cantos y llamados.

Los monitoreos se realizaron durante los periodos de mayor actividad de las aves, comprendiendo un horario matutino de 06:00 a 09:00 horas y un horario vespertino de 17:00 a 19:00 horas. Para el desarrollo del trabajo de campo se utilizaron binoculares Nikon MONARCH M7 10x42, distanciómetro Bushnell PRIME 1500 LASER, cámara réflex Nikon D5200 con lente AF-P DX Nikkor 70-300 mm y equipo GPS Garmin GPSMAP 65 para georreferenciar transectos, puntos de conteo y registros relevantes.

La identificación de especies se realizó mediante observación directa, reconocimiento de vocalizaciones y revisión posterior de evidencia fotográfica. Como apoyo se consultaron guías especializadas de aves de Norteamérica y la aplicación Merlin Bird ID para corroboración de cantos y llamados. La información obtenida permitió integrar el listado de especies presentes en el área del proyecto y reconocer su relación con los distintos tipos de vegetación y ambientes disponibles dentro del área evaluada.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Resultados

Durante los muestreos realizados se identificó un total de 12 especies de aves, agrupadas en 11 familias y 12 géneros. En relación con su estatus de conservación, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies identificadas se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo.

Conforme a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, dos especies se encuentran clasificadas en la categoría Casi Amenazada (NT): colibrí picoancho (*Cynanthus latirostris*) y carpintero del desierto (*Melanerpes uropygialis*).

Por otra parte, ninguna de las especies registradas se encuentra incluidas en el alguno apéndice de conservación de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Tabla III. 126 Listado de especies de aves encontradas en la RE.

Familia	Género Especie	Nombre Común	Distribución	NOM-059	IUCN Red List	CITES
Ardeidae	*Ardea alba*	Garzeta grande	N	SC	LC	N/A
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabra menor	N	SC	LC	N/A
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	N	SC	LC	N/A
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	N	SC	LC	N/A
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	N	SC	LC	N/A
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita colilarga	N	SC	LC	N/A
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata	N	SC	LC	N/A
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	N	SC	LC	N/A
Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Aguila pescadora	N	SC	LC	N/A
Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	N	SC	NT	N/A
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí picoancho	N	SC	NT	N/A
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	N	SC	LC	N/A

La taxonomía está basada en la AOU publicada en 2018 y anexos, descrito por la CONABIO (2019). Los estatus de protección son indicados para la Norma Oficial Mexicana (NOM-059; SEMARNAT, 2010) como: Pr, sujeta a protección especial y A, amenazada (SC: Sin Clasificación). La Lista Roja de UICN - IUCN Red List of Threatened Species (2022), incluye las siguientes categorías: Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto en Estado Silvestre (EW) y Extinto (EX). Los códigos para la categoría de Distribución son: E, endémico de México, SE, semiendémico de México y N nativo de México, EX, exótico, IN, invasora (CONABIO, 2023).

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias. En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. En el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio (N/A: No Aplica).

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Los resultados del monitoreo de avifauna se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. 127 Especies aves encontradas en la región ecológica del proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Ardea alba	Garzeta grande	2
Chordeiles acutipennis	Chotacabra menor	1
Cardinalis cardinalis	Cardenal norteño	1
Cathartes aura	Zopilote aura	4
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	2
Columbina inca	Tortolita colilarga	2
Fregata magnificens	Fragata	8
Quiscalus mexicanus	Zanate	4
Pandion haliaetus	Aguila pescadora	2
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	1
Cynanthus latirostris	Colibrí picoancho	1
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	3

En la siguiente tabla se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en la RE y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Tabla III. 128 Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves en la RE.

Especie	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución Vertical
Ardea alba	M	R	S	CAR	VHX	AE
Campylorhynchus brunneicapillus	R	C	S	GRA	VHX	HB, AB, CR
Cardinalis cardinalis	R	R	P	CAR	VHX	AR, AB
Cathartes aura	R, M	C	G	CRO	VHX	AE
Chordeiles acutipennis	R	R	S	CAR	VHX	HB, AR
Columbina inca	R,	PC	G	INS	VHX	AE, AR, HB
Cynanthus latirostris	R	R	S	OMN, NEC	VHX	AB, HB
Fregata magnificens	R	A	G	INS	VHX	AE
Melanerpes uropygialis	R	R	P	INS, INV	VHX	HB, AB
Pandion haliaetus	R	PC	S	CAR	VHX	AB
Quiscalus mexicanus	R	C	G	INS, INV	VHX	HB, AB, CR
Zenaida asiatica	R, M	PC	G	OMN	VHX	AB

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Análisis de diversidad

El Índice Diversidad de Especies se determina usando diversos algoritmos matemáticos entre los que figuran el de Simpson, de Shannon - Wiener, de 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 (Moreno, 2001). Para efecto del presente proyecto, se consideró el índice de Shannon - Wiener; este índice de diversidad, como ya se mencionó, está basado en la densidad absoluta de las especies y se determina con la siguiente expresión matemática:

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

Donde:

pi = ni/N y N = ∑ni

ni = 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 a 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 RE correspondiente al proyecto, se muestran en las siguientes tablas:

Reptiles

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 129 Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en la RE del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Aspidoscelis tigris	Huico occidental	8	0.2857	-1.2528	-0.3579
Callisaurus draconoides	Cachora arenera	4	0.1429	-1.9459	-0.2780
Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	12	0.4286	-0.8473	-0.3631
Uta stansburiana	Lagartija de collar común	4	0.1429	-1.9459	-0.2780
TOTAL:		**28**	**1.0000**	**-5.9919**	**-1.2770**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					***1.2770***
Riqueza (S) =					***4***
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					***1.383***
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.9212**

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno 2001).

La RE presentó una riqueza de **4 especies de reptiles**, para las cuales se estimó un índice de diversidad de Shannon-Wiener de **H' = 1.2770**. La riqueza específica del grupo es reducida; sin embargo, el índice de equidad de Pielou (**J = 0.9212**) indica que la abundancia de los individuos se distribuye de manera relativamente uniforme entre las especies registradas, aunque *Dipsosaurus dorsalis* presenta la mayor abundancia relativa.

Mamíferos

Tabla III. 130 Valor del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en la RE.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Canis latrans	Coyote	3	0.1154	-2.1595	-0.2492
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	10	0.3846	-0.9555	-0.3675
Xerospermophilus terticaudus	Ardillón cola redonda	13	0.5	-0.6931	-0.3466
TOTAL:		**26**	**1**	**-3.8081**	**-0.9632**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**0.9632**
Riqueza (S) =					**3**
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**1.0986**
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.8768**

Para los mamíferos, se presentó una riqueza de 3 especies, para las cuales se estimó un índice de diversidad de Shannon-Wiener de H = 0.9632, lo cual indica una comunidad con diversidad baja, con solo 3 especies y una distribución poco balanceada de los individuos entre las especies registradas.

Aves

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 131 Valores de los índices de diversidad para las especies de aves identificadas en la RE.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Ardea alba	Garzeta grande	2	0.0645	-2.7408	-0.1768
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	3	0.0968	-2.3354	-0.2260
Cardinalis cardinalis	Cardenal norteño	4	0.1290	-2.0477	-0.2642
Cathartes aura	Zopilote aura	1	0.0323	-3.4340	-0.1108
Chordeiles acutipennis	Chotacabra menor	1	0.0323	-3.4340	-0.1108
Columbina inca	Tortolita colilarga	2	0.0645	-2.7408	-0.1768
Cynanthus latirostris	Colibrí picoancho	1	0.0323	-3.4340	-0.1108
Fregata magnificens	Fragata	8	0.2581	-1.3545	-0.3496
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	1	0.0323	-3.4340	-0.1108
Pandion haliaetus	Aguila pescadora	2	0.0645	-2.7408	-0.1768
Quiscalus mexicanus	Zanate	4	0.1290	-2.0477	-0.2642
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	2	0.0645	-2.7408	-0.1768
TOTAL:		**31**	**1.0000**	**-32.4846**	**-2.2544**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**2.2544**
Riqueza (S) =					**12**
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**2.4849**
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.9072**

Para las aves, se estimó una riqueza de 12 especies, lo que la posicionó como el grupo faunístico con mayor número de taxa registrados. El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue de H = 2.2544, valor que indica una comunidad diversa y con adecuada representación de especies dentro del área evaluada.

Información taxonómica e imágenes de las especies faunísticas de la RE

A manera de catálogo informativo complementario, en las tablas siguientes se incluyen los datos taxonómicos de las especies de fauna encontradas en la región ecológica del proyecto, así como imágenes fotográficas de individuos representantes de esas.

Tabla III. 132 Datos taxonómicos e imágenes de los reptiles identificados en la RE.

Especie	Nombre Común	Familia
Aspidoscelis tigris	Huico tigre	Teiidae
Callisaurus draconoides	Cachora arenera	Phrynosomatidae
Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	Iguanidae
Uta stansburiana	Lagartija norteña	Phrynosomatidae

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Aspidoscelis tigris



Callisaurus draconoides



Dipsosaurus dorsalis



Uta stansburiana

Figura III. 40 Imágenes de los reptiles identificados en la RE.

Tabla III. 133 Datos taxonómicos e imágenes de los mamíferos identificados en la RE.

Especie	Nombre Común	Familia
Canis latrans	Coyote	Canidae
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	Lephoridae
Xerospermophilus tereticaudus	Ardillón cola redonda	Sciuridae

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Canis latrans



Sylvaligus audobonii



Xerospermophilus tereticaudus

Figura III. 41 Imágenes de los mamíferos identificados en la RE.

Tabla III. 134 Datos taxonómicos e imágenes de aves identificadas en la RE.

Especie	Nombre Común	Familia
Ardea alba	Garzeta grande	Ardeidae
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	Troglodytidae
Cardinalis cardinalis	Cardenal norteño	Cardinalidae
Cathartes aura	Zopilote aura	Cathartidae
Chordeiles acutipennis	Chotacabra menor	Caprimulgidae
Columbina inca	Tortolita colilarga	Columbidae
Cynanthus latirostris	Colibrí picoancho	Trochilidae
Fregata magnificens	Fragata	Fregatidae
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	Picidae
Pandion haliaetus	Aguila pescadora	Pandionidae
Quiscalus mexicanus	Zanate	Icteridae
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	Columbidae

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Cardinalis cardinalis



Cathartes aura



Zenaida asiatica



Columbina inca



Pandion heliathus



Fregata magnifecens

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Quiscalus mexicanus



Melanerpes uropygialis

Figura III. 42 Imágenes de las aves identificados en la RE.

III.2.2.2.2. Caracterización de la fauna silvestre del área de influencia (AI)

Monitoreo de Herpetofauna

Se establecieron cinco transectos de búsqueda visual, cada uno con una longitud de 500 m y un ancho efectivo de observación de 2 m, cubriendo una superficie aproximada de 1,000 m² por transecto. Los recorridos se realizaron por dos personas, tanto en horario diurno como nocturno, ya que varias especies presentan mayor actividad durante diferentes periodos del día.

Durante cada recorrido se registraron todos los individuos observados o escuchados dentro del área de muestreo. Para cada registro se anotó la especie, número de individuos, fecha, horario, tipo de ambiente y ubicación geográfica. Cuando existió duda en la identificación, los ejemplares fueron revisados temporalmente en sitio y liberados de inmediato en el mismo lugar donde fueron encontrados, evitando afectaciones a la fauna.

La información obtenida permitió integrar el listado de especies presentes, así como reconocer su distribución dentro del área del proyecto y la relación con los distintos tipos de vegetación y ambientes disponibles.

Resultados

Durante los muestreos realizados no se registró presencia de anfibios en los sitios evaluados. En el caso de los reptiles, se identificaron 2 especies, agrupadas en 1 orden y 2 familias distintas.

Con respecto a su estatus de conservación, la cachora arenera (*Callisaurus draconoides*) se encuentra bajo el estatus de amenazada (A) de conformidad con la NOM-059-

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

SEMARNAT. En cuanto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en sus apéndices de protección.

Tabla III. 135 Especies de reptiles observadas en el área de influencia del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	IUCN	NOM -059	Apéndice CITES
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora arenera	N	LC	A	N/A
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Dipsosaurus dorsalis*	Iguana del desierto	N	LC	S/C	N/A

Los resultados de los muestreos de reptiles se muestran en la siguiente tabla:

Tabla III. 136 Densidades de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del área de influencia del proyecto.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA HA
Callisaurus draconoides	Cachora arenera	10
Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	10

A continuación, se muestran la caracterización ecológica de la Herpetofauna registrada en el AI:

Tabla III. 137 Caracterización ecológica de la Herpetofauna identificada en el AI.

Especie	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución Vertical
Callisaurus draconoides	R	PC	S	OMN	VHX	AB, HB
Dipsosaurus dorsalis	R	PC	S	INS, INV	VHX	AB, HB

ESTACIONALIDAD. *Categorías: Residentes (R), Visitantes Invernales (VI), Visitantes de Verano (VV), Migratorias (M) y Transitorias (T).* ***ABUNDANCIA.*** *Categorías: (A) Abundante (fácilmente detectable en grandes números), (C) Común (observada en números bajos y en grupos pequeños), (PC) Poco Común (se observan pocos individuos), (R) Rara (observada en números muy bajos) y (O) Ocasional (su observación es un dato importante).* ***SOCIABILIDAD.*** *Categorías: (S) Solitario (se observa un solo individuo). (P) Pareja (se desplaza en pareja sea época reproductiva o no). (G) Gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).* ***ALIMENTACIÓN.*** *Categorías: (HER) Herbívoro, (CAR) Carnívoro, (CRO) Carroñero, (FRG) Frugívoro (consumen principalmente frutos), (GRA) Granívoro, (INS) Insectívoro, (NEC) Nectarívoro, (INV) invertebrado (invertebrados forman la base de su alimentación) y (OMN) Omnívoro (consumen semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas****). HÁBITAT.*** *Clasificación: Vegetación Halófila Xerófila (VHX).* ***DISTRIBUCIÓN VERTICAL****. Categorías: Estrato Aéreo (AE), Estrato Arbóreo (AR), Estrato Arbustivo (AB), Estrato Herbáceo (HB) y Estrato Subterráneo (SB).*

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Metodología para el monitoreo de Mastofauna

La evaluación se desarrolló mediante recorridos de campo para búsqueda de evidencias de presencia.

- **Recorridos de campo:** En cada sitio de muestreo, se establecieron cinco transectos de muestreo de 500 de longitud cada uno. Durante los recorridos se revisó una franja de observación a ambos lados del trayecto, registrando huellas, excretas, madrigueras, restos óseos, sitios de descanso, marcas en vegetación y avistamientos directos. Los recorridos se realizaron en horarios de mayor actividad faunística, comprendiendo un periodo matutino de 06:00 a 10:00 horas y un periodo vespertino-nocturno de 18:00 a 22:00 horas. Cada evidencia encontrada fue registrada con fecha, horario, ubicación y tipo de registro.

Resultados

Durante el monitoreo se registró un total de 2 especies de mamíferos, distribuidas en 2 órdenes y 2 familias. En cuanto a su estatus de conservación, de acuerdo con la SEMARNAT y la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies identificadas se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo. Asimismo, ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, instrumento internacional que regula el comercio de especies de flora y fauna silvestres con el propósito de prevenir afectaciones a sus poblaciones naturales.

Tabla III. 138 Especies del grupo de mastofauna dentro de alguna categoría de conservación en el AI.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	IUCN	NOM-059	Apéndice CITES
Logomorpha	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	N	LC	SC	N/A
Rodentia	Heteromydae	*Xerospermophilus tereticaudus*	Ardillón cola redonda	N	LC	SC	N/A

La clasificación taxonómica está basada en lo descrito por la CONABIO (2019). Los estatus de protección son indicados para la Norma Oficial Mexicana (NOM-059; SEMARNAT, 2010) como: Pr, sujeta a protección especial, A, amenazada y SC, sin clasificación. La Lista Roja de UICN - IUCN Red List of Threatened Species (2022), incluye las siguientes categorías: Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto en Estado Silvestre (EW) y Extinto (EX). Los códigos para la categoría de Distribución son: E, endémico de México, SE, semiendémico de México y N nativo de México, EX, exótico, IN, invasora (CONABIO, 2023).

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias. En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. En el Apéndice III se incluyen especies que

están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio (N/A: No Aplica).

Los resultados de los muestreos de mamíferos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla III. 139 Densidades de las especies de mamíferos encontrados en el área de influencia.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA HA
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	10
Xerospermophilus tereticaudus	Ardillón cola redonda	5

La caracterización ecológica de las especies de mamíferos identificados en el área de influencia se muestra en la siguiente tabla

Tabla III. 140 Atributos ecológicos de las especies de mamíferos que habitan en el área de influencia del proyecto.

Especie	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución Vertical
Sylvilagus audubonii	R	C	G	HER	VHX	HB, CR, SB
Xerospermophilus tereticaudus	R	PC	G	OMN	VHX	HB, CR, SB

ESTACIONALIDAD. Categorías: Residentes (R), Visitantes Invernales (VI), Visitantes de Verano (VV), Migratorias (M) y Transitorias (T). ABUNDANCIA. Categorías: (A) Abundante (fácilmente detectable en grandes números), (C) Común (observada en números bajos y en grupos pequeños), (PC) Poco Común (se observan pocos individuos), (R) Rara (observada en números muy bajos) y (O) Ocasional (su observación es un dato importante). SOCIABILIDAD. Categorías: (S) Solitario (se observa un solo individuo). (P) Pareja (se desplaza en pareja sea época reproductiva o no). (G) Gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos). ALIMENTACIÓN. Categorías: (HER) Herbívoro, (CAR) Carnívoro, (CRO) Carroñero, (FRG) Frugívoro (consumen principalmente frutos), (GRA) Granívoro, (INS) Insectívoro, (NEC) Nectarívoro, (INV) invertebrado (invertebrados forman la base de su alimentación) y (OMN) Omnívoro (consumen semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas). HÁBITAT. Clasificación: : Vegetación Halófila Xerófila (VHX). DISTRIBUCIÓN VERTICAL. Categorías: Estrato Aéreo (AE), Estrato Arbóreo (AR), Estrato Arbustivo (AB), Estrato Herbáceo (HB), Estrato Criptogámico (CR) y Estrato Subterráneo (SB).

Método de muestreo de aves

Puntos de conteo

Se establecieron cinco puntos de conteo fijos. En cada estación se efectuó una observación de 20 minutos utilizando un radio fijo de 25 m, dentro del cual se registraron todos los individuos detectados de forma visual o auditiva, incluyendo cantos y llamados.

Los monitoreos se realizaron durante los periodos de mayor actividad de las aves, comprendiendo un horario matutino de 06:00 a 09:00 horas y un horario vespertino de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

17:00 a 19:00 horas. Para el desarrollo del trabajo de campo se utilizaron binoculares Nikon MONARCH M7 10x42, distanciómetro Bushnell PRIME 1500 LASER, cámara réflex Nikon D5200 con lente AF-P DX Nikkor 70-300 mm y equipo GPS Garmin GPSMAP 65 para georreferenciar transectos, puntos de conteo y registros relevantes.

La identificación de especies se realizó mediante observación directa, reconocimiento de vocalizaciones y revisión posterior de evidencia fotográfica. Como apoyo se consultaron guías especializadas de aves de Norteamérica y la aplicación Merlin Bird ID para corroboración de cantos y llamados. La información obtenida permitió integrar el listado de especies presentes en el área del proyecto y reconocer su relación con los distintos tipos de vegetación y ambientes disponibles dentro del área evaluada.

Resultados

Durante los muestreos realizados se identificó un total de 10 especies de aves, agrupadas en 10 familias y 10 géneros. En cuanto a su estatus de conservación, de acuerdo con la SEMARNAT y la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies identificadas se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo. Asimismo, ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, instrumento internacional que regula el comercio de especies de flora y fauna silvestres con el propósito de prevenir afectaciones a sus poblaciones naturales.

Tabla III. 141 Listado de especies de aves encontradas en el AI.

Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	NOM-059	IUCN Red List	CITES
Ardeidae	*Ardea alba*	Garzeta grande	N	SC	LC	N/A
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	N	SC	LC	N/A
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	N	SC	LC	N/A
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabra menor	N	SC	LC	N/A
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí picoancho	N	SC	NT	N/A
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata	N	SC	LC	N/A
Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	N	SC	NT	N/A
Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Aguila pescadora	N	SC	LC	N/A
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	N	SC	LC	N/A
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca	N	SC	LC	N/A

La taxonomía está basada en la AOU publicada en 2018 y anexos, descrito por la CONABIO (2019). Los estatus de protección son indicados para la Norma Oficial Mexicana (NOM-059; SEMARNAT, 2010) como: Pr, sujeta a protección especial y A, amenazada (SC: Sin Clasificación). La Lista Roja de UICN - IUCN Red List of Threatened Species (2022), incluye las siguientes categorías: Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto en Estado Silvestre (EW) y Extinto (EX). Los códigos para la categoría de Distribución son: E, endémico de México, SE, semiendémico de México y N nativo de México, EX, exótico, IN, invasora (CONABIO, 2023).

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias. En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. En el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio (N/A: No Aplica).

Los resultados del monitoreo de avifauna se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. 142 Especies aves encontradas en el AI.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Ardea alba	Garza blanca	1
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	2
Cardinalis cardinalis	Cardenal norteño	2
Chordeiles acutipennis	Chotacabra menor	1
Cynanthus latirostris	Colibrí picoancho	2
Fregata magnifecens	Fragata	1
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	1
Pandion haliaetus	Águila pescadora	2
Quiscalus mexicanus	Zanate	2
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	8

En la siguiente tabla se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en el área de influencia del proyecto y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Tabla III. 143 Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves en el AI.

Especie	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución Vertical
Ardea alba	M	R	S	CAR	VHX	AE
Campylorhynchus brunneicapillus	R	C	S	GRA	VHX	HB, AB, CR
Cardinalis cardinalis	R	R	P	CAR	VHX	AR, AB
Chordeiles acutipennis	R	R	S	CAR	VHX	HB, AR
Cynanthus latirostris	R	R	S	OMN, NEC	VHX	AB, HB
Fregata magnificens	R	A	G	INS	VHX	AE
Melanerpes uropygialis	R	R	P	INS, INV	VHX	HB, AB
Pandion haliaetus	R	PC	S	CAR	VHX	AB
Quiscalus mexicanus	R	C	G	INS, INV	VHX	HB, AB, CR
Zenaida asiatica	R, M	PC	G	OMN	VHX	AB

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Análisis de diversidad

El Índice Diversidad de Especies se determina usando diversos algoritmos matemáticos entre los que figuran el de Simpson, de Shannon-Wiener, de 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 (Moreno, 2001). Para efecto del presente proyecto, se consideró el índice de Shannon-Wiener; este índice de diversidad, como ya se mencionó, está basado en la densidad absoluta de las especies y se determina con la siguiente expresión matemática:

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

Donde:

$pi = n_i/N$ 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 a 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 del AI correspondiente al proyecto, se muestran en las siguientes tablas:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Reptiles

Tabla III. 144 Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados el AI del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Callisaurus draconoides	Cachora arenera	10	0.5000	-0.6931	-0.3466
Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	10	0.5000	-0.6931	-0.3466
TOTAL:		**20**	**1.0000**	**-1.3863**	**-0.6931**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**0.6931**
Riqueza (S) =					**2**
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**0.6931**
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**1.0000**

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno 2001).

El Área de Influencia (AI) presentó una riqueza de dos especies de reptiles, para las cuales se obtuvo un índice de diversidad de Shannon-Wiener de H' = 0.6931. Este valor corresponde al máximo de diversidad posible para una comunidad conformada por únicamente dos especies cuando ambas presentan una abundancia equivalente, por lo que la distribución de los individuos entre las especies registradas es uniforme. No obstante, la riqueza específica observada es reducida, al registrarse únicamente dos especies de reptiles, lo que refleja una composición faunística poco diversa dentro del grupo taxonómico evaluado.

El índice de equidad de Pielou fue de J = 1.0000, lo que refleja una estructura comunitaria con una distribución uniforme de las abundancias entre las especies presentes. En este caso ambas especies presentaron la misma densidad relativa, aportando una proporción poblacional de pi = 0.5000 cada una.

Mamíferos

Tabla III. 145 Valor del índice de diversidad de las especies de mamíferos registrados en el AI.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	10	0.6667	-0.4055	-0.2703
Xerospermophilus tereticaudus	Ardillón de cola redonda	5	0.3333	-1.0986	-0.3662
TOTAL:		**15**	**1**	**-1.5041**	**-0.6365**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**0.6365**
Riqueza (S) =					**2**
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**0.6931**
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.9183**

Para los mamíferos, se presentó una riqueza de 2 especies, para las cuales se estimó un índice de diversidad de Shannon-Wiener de H = 0.6365, valor que indica una comunidad con diversidad relativamente baja y una composición poco estructurada.

El índice de equidad de Pielou fue de J = 0.9183, lo que refleja una distribución no homogénea de las abundancias entre las especies registradas y una dominancia dentro

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

de la comunidad. Así, la especie con mayor representación relativa fue el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*), al registrar un valor de pi = 0.6667, derivado de su mayor abundancia y proporcionalidad poblacional, por lo que constituyó la especie con mayor aporte a la estructura de la mastofauna evaluada.

Aves

Tabla III. 146 Valores de los índices de diversidad para las especies de aves identificadas en el AI.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Ardea alba	Garza blanca	1	0.0455	-3.0910	-0.1405
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	2	0.0909	-2.3979	-0.2180
Cardinalis cardinalis	Cardenal norteño	2	0.0909	-2.3979	-0.2180
Chordeiles acutipennis	Chotacabra menor	1	0.0455	-3.0910	-0.1405
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	2	0.0909	-2.3979	-0.2180
Fregata magnifecens	Fragata	1	0.0455	-3.0910	-0.1405
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	1	0.0455	-3.0910	-0.1405
Pandion Haliaetus	Águila pescadora	2	0.0909	-2.3979	-0.2180
Quiscalus mexicanus	Zanate	2	0.0909	-2.3979	-0.2180
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	8	0.3636	-1.0116	-0.3679
TOTAL:		**22**	**1.0000**	**-25.3652**	**-2.0198**
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =					**2.0198**
Riqueza (S) =					**10**
Diversidad máxima (Hmax) = LnS =					**2.3026**
Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax					**0.8772**

Para las aves, se estimó una riqueza de 10 especies, lo que la posicionó como el grupo faunístico con mayor número de taxa registrados. El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue de H = 2.0198, lo que indica una comunidad con diversidad intermedia y representación heterogénea en la abundancia por especie dentro del sitio de estudio.

El índice de equidad de Pielou fue de J = 0.8772, lo que refleja una distribución relativamente uniforme de las abundancias, aunque con ligera predominancia de algunas especies más comunes. En este sentido, la paloma de alas blancas fue la especie mejor representada, al registrar un valor de pi = 0.3636, derivado de su mayor abundancia relativa, por lo que constituyó la especie con mayor aporte a la estructura de la avifauna en el área de influencia del proyecto.

Información taxonómica e imágenes de las especies faunísticas del área de influencia

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

A manera de un catálogo informativo complementario, en las tablas siguientes se incluyen los datos taxonómicos de las especies de fauna encontradas en el área del proyecto, así como imágenes fotográficas de individuos representantes de esas especies.

Tabla III. 147 Datos taxonómicos e imágenes de los reptiles encontrados en el área de influencia.

Familia	Especie	Nombre Común
Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora arenera
Iguanidae	*Dipsosaurus dorsalis*	Iguana del desierto



Callisaurus draconoides



Dipsosaurus dorsalis

Figura III. 43 Imágenes de los reptiles encontrados en el área de influencia.

Tabla III. 148 Datos taxonómicos e imágenes de los mamíferos encontrados en el área de influencia.

Familia	Especie	Nombre Común
Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto
Sciuridae	*Xerospermophilus tereticaudus*	Ardillón cola redonda

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Sylvilagus audobonii

Figura III. 44 Imágenes de los mamíferos encontrados en el área de influencia.

Tabla III. 149 Datos taxonómicos e imágenes de las aves encontrados en el área de influencia.

Familia	Especie	Nombre Común
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabra menor
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí picoancho
Fregatidae	*Fregata magnifecens*	Fragata
Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto
Pandionidae	*Pandion Haliaetus*	Águila pescadora
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca



Cardinalis cardinalis



Campylorhynchus brunneicapillus

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Melanerpes uropygialis



Quiscalus mexicanus

Figura III. 45 Imágenes de las aves encontradas en el área de influencia.

III.2.2.2.3. Caracterización de la fauna silvestre del área del proyecto (AP)

Monitoreo de Herpetofauna

La evaluación se desarrolló mediante métodos directos de observación y búsqueda activa, complementados con el registro de rastros, madrigueras, excretas, mudas de piel y otros indicios de presencia. Esta combinación permitió mejorar la detección de especies presentes en el área de estudio, particularmente en zonas donde los organismos presentan hábitos discretos o actividad restringida por las condiciones climáticas.

Para el muestreo se seleccionaron sitios representativos dentro del área del proyecto, considerando diferencias en cobertura vegetal, tipo de suelo, presencia de cauces temporales, zonas pedregosas, áreas abiertas y otros ambientes con potencial de refugio o alimentación para la fauna silvestre. Con ello se buscó incluir los principales ambientes disponibles dentro del polígono evaluado.

Se estableció un transecto de búsqueda visual con una longitud de 200 y un ancho efectivo de observación de 5 m, cubriendo una superficie aproximada de 1,000 m². Los recorridos se realizaron por dos personas, tanto en horario diurno como nocturno, ya que varias especies presentan mayor actividad durante diferentes periodos del día.

Durante cada recorrido se registraron todos los individuos observados o escuchados dentro del área de muestreo. Para cada registro se anotó la especie, número de individuos, fecha, horario, tipo de ambiente y ubicación geográfica. Cuando existió duda en la identificación, los ejemplares fueron revisados temporalmente en sitio y liberados de inmediato en el mismo lugar donde fueron encontrados, evitando afectaciones a la fauna.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La información obtenida permitió integrar el listado de especies presentes, así como reconocer su distribución dentro del área del proyecto y la relación con los distintos tipos de vegetación y ambientes disponibles.

Resultados

Durante los muestreos realizados no se registró presencia de anfibios dentro del AP. En el caso de los reptiles, únicamente se registró **una especie, *Dipsosaurus dorsalis* (iguana del desierto)**, perteneciente a la familia Iguanidae. Esta especie no se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III. 150 Especies de reptiles observadas el área del proyecto y su estado de protección bajo las normas oficiales.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	IUCN	NOM-059	Apéndice CITES
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Dipsosaurus dorsalis*	Iguana del desierto	N	LC	S/C	N/A

Los resultados de los muestreos de reptiles se muestran en la siguiente tabla:

Tabla III. 151 Densidades de las especies de reptiles encontradas en los muestreos dentro del área del proyecto.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA
Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	20

A continuación, se muestran la caracterización ecológica de la Herpetofauna registrada en el área del proyecto:

Tabla III. 152 Caracterización ecológica de la Herpetofauna identificada en el AP.

Especie	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución Vertical
Dipsosaurus dorsalis	R	PC	S	INS, INV	VHX	AB, HB

ESTACIONALIDAD. *Categorías: Residentes (R), Visitantes Invernales (VI), Visitantes de Verano (VV), Migratorias (M) y Transitorias (T).* ***ABUNDANCIA.*** *Categorías: (A) Abundante (fácilmente detectable en grandes números), (C) Común (observada en números bajos y en grupos pequeños), (PC) Poco Común (se observan pocos individuos), (R) Rara (observada en números muy bajos) y (O) Ocasional (su observación es un dato importante).* ***SOCIABILIDAD.*** *Categorías: (S) Solitario (se observa un solo individuo). (P) Pareja (se desplaza en pareja sea época reproductiva o no). (G) Gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).* ***ALIMENTACIÓN.*** *Categorías: (HER) Herbívoro, (CAR) Carnívoro, (CRO) Carroñero, (FRG) Frugívoro (consumen principalmente frutos), (GRA) Granívoro, (INS) Insectívoro, (NEC) Nectarívoro, (INV) invertebrado (invertebrados forman la base de su alimentación) y (OMN) Omnívoro (consumen semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas****). HÁBITAT.*** *Clasificación: : Vegetación Halófila*

Xerófila (VHX). ***DISTRIBUCIÓN VERTICAL****. Categorías: Estrato Aéreo (AE), Estrato Arbóreo (AR), Estrato Arbustivo (AB), Estrato Herbáceo (HB), Estrato Criptogámico (CR) y Estrato Subterráneo (SB).*

Metodología para el monitoreo de Mastofauna

La evaluación se desarrolló mediante recorridos de campo para búsqueda de evidencias de presencia.

- **Recorridos de campo:** En cada sitio de muestreo, se estableció un transecto de muestreo de 500 m de longitud por 2 m de ancho, 1000 m^2. Durante los recorridos se revisó una franja de observación a ambos lados del trayecto, registrando huellas, excretas, madrigueras, restos óseos, sitios de descanso, marcas en vegetación y avistamientos directos. Los recorridos se realizaron en horarios de mayor actividad faunística, comprendiendo un periodo matutino de 06:00 a 10:00 horas y un periodo vespertino-nocturno de 18:00 a 22:00 horas. Cada evidencia encontrada fue registrada con fecha, horario, ubicación y tipo de registro.

Resultados

Durante el monitoreo no se registraron especies de mastofauna dentro del AP. Esta ausencia de registros puede relacionarse con las condiciones particulares del sitio, incluyendo su reducida superficie, el grado de perturbación existente y la presencia de actividades humanas en el entorno inmediato, factores que pueden limitar su utilización por mamíferos silvestres o favorecer su desplazamiento hacia superficies con mayor disponibilidad de refugio y alimento.

Método de muestreo de aves

Puntos de conteo

Se estableció un punto de conteo fijos. En cada estación se efectuó una observación de 10 minutos utilizando un radio fijo de 25 m, dentro del cual se registraron todos los individuos detectados de forma visual o auditiva, incluyendo cantos y llamados.

Los monitoreos se realizaron durante los periodos de mayor actividad de las aves, comprendiendo un horario matutino de 06:00 a 09:00 horas y un horario vespertino de 17:00 a 19:00 horas. Para el desarrollo del trabajo de campo se utilizaron binoculares Nikon MONARCH M7 10x42, distanciómetro Bushnell PRIME 1500 LASER, cámara réflex Nikon D5200 con lente AF-P DX Nikkor 70-300 mm y equipo GPS Garmin GPSMAP 65 para georreferenciar transectos, puntos de conteo y registros relevantes.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La identificación de especies se realizó mediante observación directa, reconocimiento de vocalizaciones y revisión posterior de evidencia fotográfica. Como apoyo se consultaron guías especializadas de aves de Norteamérica y la aplicación Merlin Bird ID para corroboración de cantos y llamados. La información obtenida permitió integrar el listado de especies presentes en el área del proyecto y reconocer su relación con los distintos tipos de vegetación y ambientes disponibles dentro del área evaluada.

Resultados

Durante los muestreos realizados solamente se identificó 1 especies de aves, el zanate (*Quiscalus mexicanus)*.

En cuanto a su estatus de conservación, de acuerdo con la SEMARNAT y la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies identificadas se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo. Asimismo, ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, instrumento internacional que regula el comercio de especies de flora y fauna silvestres con el propósito de prevenir afectaciones a sus poblaciones naturales.

Tabla III. 153 Listado de especies de aves encontradas en el área del proyecto.

Familia	Especie	Nombre Común	Distribución	NOM-059	IUCN Red List	CITES
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	N	SC	LC	N/A

La taxonomía está basada en la AOU publicada en 2018 y anexos, descrito por la CONABIO (2019). Los estatus de protección son indicados para la Norma Oficial Mexicana (NOM-059; SEMARNAT, 2010) como: Pr, sujeta a protección especial y A, amenazada (SC: Sin Clasificación). La Lista Roja de UICN - IUCN Red List of Threatened Species (2022), incluye las siguientes categorías: Datos Insuficientes (DD), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazado (NT), Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR), Extinto en Estado Silvestre (EW) y Extinto (EX). Los códigos para la categoría de Distribución son: E, endémico de México, SE, semiendémico de México y N nativo de México, EX, exótico, IN, invasora (CONABIO, 2023).

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias. En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales. En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. En el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio (N/A: No Aplica).

Los resultados del monitoreo de avifauna se presentan en la siguiente tabla:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 154 Especies aves encontradas en el área del proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
Quiscalus mexicanus	Zanate	20

En la siguiente tabla se dan a conocer otros criterios importantes que caracterizan a las poblaciones de aves presentes en el área del proyecto y su posible afectación por la modificación, perturbación o eliminación de su hábitat.

Tabla III. 155 Rasgos ecológicos de las poblaciones de las especies de aves en el área del proyecto.

Especie	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución Vertical
Quiscalus mexicanus	R	C	G	INS, INV	VHX	HB, AB, CR

Análisis de diversidad

El Índice Diversidad de Especies se determina usando diversos algoritmos matemáticos entre los que figuran el de Simpson, de Shannon - Wiener, de 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 (Moreno, 2001). Para efecto del presente proyecto, se consideró el índice de Shannon - Wiener; este índice de diversidad, como ya se mencionó, está basado en la densidad absoluta de las especies y se determina con la siguiente expresión matemática:

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

Donde:

pi = ni/N y N = ∑ni

ni = 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 a las siguientes condiciones (Moreno, 2001):

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

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 del AP correspondiente al proyecto, se muestran en las siguientes tablas:

Reptiles

Tabla III. 156 Valores del índice de diversidad de las especies de reptiles registrados en el área del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Dipsosaurus dorsalis	Iguana del desierto	20	1.0000	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**20**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
				Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	**0.0000**
				Riqueza (S) =	**1**
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	**0.0000**
				Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	**N/D**

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno 2001).

El Área del proyecto (AP) presentó una riqueza de una especie de reptil, y, en virtud de que los índices de diversidad no pueden definirse con solo una especie, al aplicarse las ecuaciones para su estimación se obtiene un valor igual a cero, como se presenta en la tabla anterior para esta especie.

Considerando que el índice de diversidad para *Dipsosaurus dorsalis* tiene un valor de 0.0 por ser especie única en el tipo de forma de vida que presenta, los atributos de diversidad máxima (LnS) y el de equidad (J), adquieren también un valor de 0.0.

Aves

Tabla III. 157 Valores de los índices de diversidad para las especies de aves identificadas en el área del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD/HA	p_i = n/N	ln(n/N)	n/N*ln(n/N)
Quiscalus mexicanus	Zanate	20	1.0000	0.0000	0.0000
	TOTAL:	**20**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**
				Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H´) =	**0.0000**
				Riqueza (S) =	**1**
				Diversidad máxima (Hmax) = LnS =	**0.0000**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Índice de Equidad de Pielou (J) = H´/Hmax	**N/D**

Los valores de H´ varían de 1 a 5; aquellos ≥ 3 indican alta diversidad (Moreno 2001).

El Área del proyecto (AP) presentó una riqueza de una especie de aves, y, en virtud de que los índices de diversidad no pueden definirse con solo una especie, al aplicarse las ecuaciones para su estimación se obtiene un valor igual a cero, como se presenta en la tabla anterior para esta especie.

Considerando que el índice de diversidad para *Quiscalus mexicanus* tiene un valor de 0.0 por ser especie única en el tipo de forma de vida que presenta, los atributos de diversidad máxima (LnS) y el de equidad (J), adquieren también un valor de 0.0.

Información taxonómica e imágenes de las especies faunísticas del AP

A manera de un catálogo informativo complementario, en las tablas siguientes se incluyen los datos taxonómicos de las especies de fauna encontradas en el área del proyecto, así como imágenes fotográficas de individuos representantes de esas especies

Tabla III. 158 Datos taxonómicos e imágenes de los reptiles identificados en el AP.

Familia	Especie	Nombre Común
Iguanidae	*Dipsosaurus dorsalis*	Iguana del desierto



Dipsosaurus dorsalis

Figura III. 46 Imágenes de los reptiles identificados en el AP.

Tabla III. 159 Datos taxonómicos e imágenes de aves identificadas en el AP.

Familia	Especie	Nombre Común
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



Quiscalus mexicanus

Figura III. 47 Imágenes de las aves identificadas en el AP.

Los muestreos realizados dentro del AP evidenciaron una riqueza faunística reducida, congruente con la pequeña superficie del polígono, la simplificación de la cobertura vegetal y el grado de perturbación existente en el sitio. Únicamente se registraron **dos especies de fauna silvestre: *Dipsosaurus dorsalis* (iguana del desierto), perteneciente al grupo de los reptiles, y *Quiscalus mexicanus* (zanate), correspondiente al grupo de las aves**. No se registraron anfibios ni mamíferos dentro del AP.

Ninguna de las dos especies registradas en el AP se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. La cachora arenera (*Callisaurus draconoides*), especie clasificada como **Amenazada (A)**, fue registrada en el AI y en la RE, pero **no fue observada dentro del AP** durante los trabajos de campo.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.2.3. Componente socioeconómico

La estructura económica y social de Bahía de Kino está fuertemente vinculada a los recursos naturales marinos y costeros, que constituyen la base de las actividades productivas locales. La pesca ribereña continúa siendo la principal actividad económica, aportando aproximadamente 46.35 % del valor generado en la comunidad. En segundo lugar se ubican el comercio y los servicios, con una contribución estimada del 43.54 %, lo que refleja la dependencia de estas actividades de la dinámica pesquera y del turismo regional.

La caracterización socioeconómica permite identificar las condiciones demográficas, educativas, económicas, de salud, vivienda y disponibilidad de servicios de la población relacionada con el entorno del proyecto. A diferencia de los componentes físicos y bióticos, cuyo análisis se realiza espacialmente mediante RE, AI y AP, el componente socioeconómico requiere utilizar unidades territoriales asociadas directamente con la población y los asentamientos humanos.

En este caso, se considera como unidad principal de análisis la **localidad urbana de Bahía de Kino**, debido a su proximidad y relación funcional directa con el proyecto. Esta localidad constituye el principal referente para analizar la disponibilidad de población, vivienda, infraestructura y servicios que pueden interactuar con las etapas de construcción y operación.

De manera complementaria, se utiliza el **municipio de Hermosillo** como unidad de referencia para determinados indicadores. Esta comparación permite identificar particularidades de Bahía de Kino respecto de las condiciones socioeconómicas municipales y distinguir características propiamente locales de aquellas que responden a patrones generales del municipio.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de Hermosillo registró **936,263 habitantes**, mientras que Bahía de Kino alcanzó **6,454 habitantes**, por lo que esta localidad representaba aproximadamente **0.69 % de la población municipal**. Bahía de Kino era además la tercera localidad más poblada del municipio, después de Hermosillo y Miguel Alemán (La Doce).

III.2.3.1. Características demográficas

Población total y distribución por sexo

En 2020, Bahía de Kino contaba con una población total de **6,454 habitantes**, integrada por **3,150 mujeres y 3,304 hombres**. En términos relativos, las mujeres representaban **48.81 %** de la población y los hombres **51.19 %**, mostrando una distribución relativamente equilibrada, aunque con un ligero predominio masculino.

La relación hombres-mujeres registrada para la localidad fue de **104.89 hombres por cada 100 mujeres**. Esta característica difiere ligeramente del comportamiento municipal, donde la población se encontraba prácticamente equilibrada entre ambos sexos.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla III. 160 Población total y distribución por sexo en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Indicador	Bahía de Kino	Municipio de Hermosillo
Población total	6,454	936,263
Mujeres	3,150	468,773
Mujeres (%)	48.81	50.07
Hombres	3,304	467,490
Hombres (%)	51.19	49.93
Relación hombres-mujeres	104.89	99.73

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

La comparación muestra que Bahía de Kino presenta una proporción masculina ligeramente superior a la registrada para el municipio. Mientras que a escala municipal existe prácticamente paridad entre mujeres y hombres, en Bahía de Kino existe una diferencia de **154 habitantes a favor de la población masculina**.

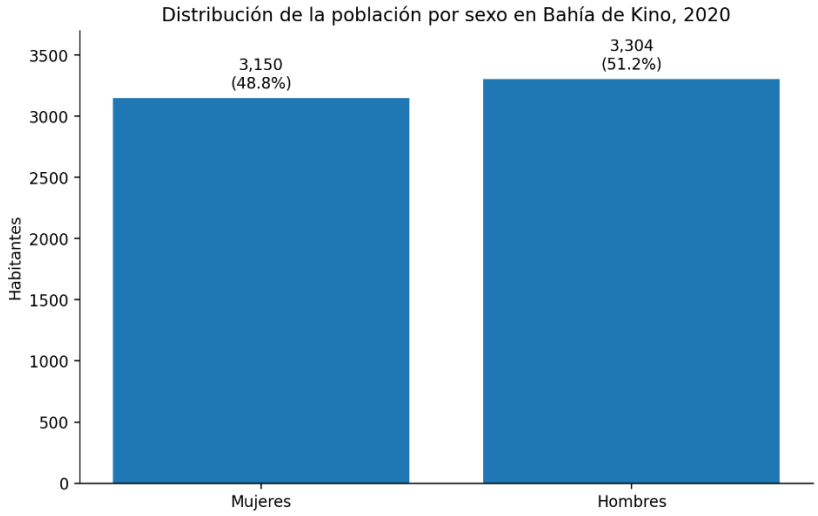


Figura III. 48 Distribución de la población por sexo en Bahía de Kino, 2020

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Estructura de la población por grandes grupos de edad

La estructura por edades permite identificar la composición general de la población y constituye un indicador relevante para evaluar características como dependencia

demográfica, disponibilidad potencial de población en edad productiva y requerimientos diferenciados de servicios.

En Bahía de Kino, **1,892 habitantes tenían entre 0 y 14 años**, equivalentes al **29.31 % de la población total**; **4,191 habitantes se encontraban entre 15 y 64 años**, representando **64.91 %**; y **371 personas tenían 65 años o más**, equivalentes al **5.75 %**.

En el municipio de Hermosillo, la población de 0 a 14 años representaba aproximadamente **23.58 %**, la correspondiente a 15–64 años **69.02 %**, y la de 65 años y más **7.19 %**. La comparación muestra, por tanto, que **Bahía de Kino presenta una estructura demográfica relativamente más joven que el conjunto municipal**, debido principalmente a la mayor participación de la población menor de 15 años.

Tabla III. 161 Estructura de la población por grandes grupos de edad en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Grupo de edad	Bahía de Kino (habitantes)	Bahía de Kino (%)	Municipio de Hermosillo (habitantes)	Municipio de Hermosillo (%)
0–14 años	1,892	29.31	220,771	23.58
15–64 años	4,191	64.91	646,237	69.02
65 años y más	371	5.75	67,282	7.19
Población total	**6,454**	**100.00***	**936,263**	**100.00***

*Los grupos mostrados pueden presentar una diferencia mínima respecto de 100 % debido a registros con edad no especificada.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

La principal diferencia se presenta en la población infantil y adolescente. El grupo de 0 a 14 años tiene una participación aproximadamente **5.7 puntos porcentuales mayor en Bahía de Kino** que en el municipio. En contraste, la población en edad potencialmente productiva presenta una participación menor en la localidad, mientras que la proporción de adultos mayores también es ligeramente inferior.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

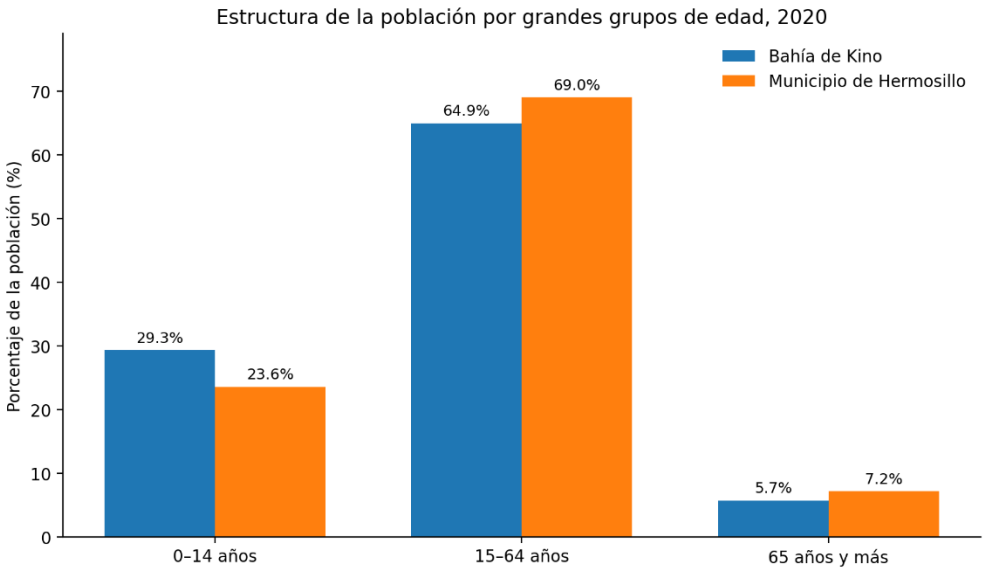


Figura III. 49 Estructura de la población por grandes grupos de edad en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Dependencia demográfica

A partir de los grandes grupos de edad puede estimarse la **razón de dependencia demográfica**, entendida como la relación entre la población de 0 a 14 años y de 65 años y más respecto de la población de 15 a 64 años. Este indicador no representa dependencia económica efectiva, sino la relación entre grupos convencionalmente considerados dependientes y población en edad potencialmente productiva.

Para Bahía de Kino:

Razón de dependencia = [(1,892 + 371) / 4,191] × 100 = 54.0

Esto significa que en 2020 existían aproximadamente **54 personas en edades potencialmente dependientes por cada 100 habitantes de 15 a 64 años**.

En el municipio de Hermosillo, la misma relación es aproximadamente **44.6 personas dependientes por cada 100 habitantes de 15 a 64 años**.

Tabla III. 162 Razón de dependencia demográfica en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Indicador	Bahía de Kino	Municipio de Hermosillo
Dependencia infantil (0–14 / 15–64)	45.14	34.16
Dependencia de adultos mayores (65+ / 15–64)	8.85	10.41
Razón de dependencia total	**54.00**	**44.57**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

La mayor razón de dependencia de Bahía de Kino se explica fundamentalmente por su **mayor proporción de población menor de 15 años**, y no por una mayor participación de adultos mayores. Esta característica resulta relevante para la interpretación socioeconómica porque evidencia una estructura poblacional relativamente joven y una demanda proporcionalmente mayor de servicios asociados con población infantil y adolescente.

Población de 60 años y más

Como indicador complementario, el Censo registra **605 habitantes de 60 años y más en Bahía de Kino**, de los cuales 285 eran mujeres y 320 hombres. Este grupo representaba aproximadamente **9.37 % de la población de la localidad**. En el municipio de Hermosillo se contabilizaron 104,402 personas de 60 años y más, equivalentes aproximadamente al **11.15 %** de la población municipal.

Esta diferencia confirma que Bahía de Kino presenta una participación proporcionalmente menor de población en edades avanzadas que el municipio en su conjunto.

Síntesis demográfica

En términos generales, Bahía de Kino se caracteriza por una población relativamente pequeña respecto del municipio de Hermosillo, con **6,454 habitantes en 2020**, una distribución por sexo cercana al equilibrio pero con ligero predominio masculino y una estructura demográfica comparativamente joven. La mayor presencia relativa de población menor de 15 años se traduce en una razón de dependencia demográfica superior a la municipal.

Estas características deberán considerarse conjuntamente con los indicadores de **educación, actividad económica, servicios de salud y vivienda**, ya que permitirán establecer con mayor precisión las condiciones socioeconómicas de la población potencialmente relacionada con el proyecto. Particularmente relevante resulta considerar la disponibilidad y condiciones de la infraestructura y los servicios existentes en Bahía de Kino, debido a que la operación del Proyecto generará demanda de bienes y servicios locales. No obstante, el abastecimiento de agua y el manejo de las aguas residuales se resolverán mediante los sistemas previstos específicamente para el Proyecto, por lo que su análisis ambiental se desarrolla de manera particular en los apartados correspondientes.

III.2.3.2. Educación

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Las características educativas de la población constituyen un indicador relevante de las condiciones socioeconómicas de Bahía de Kino, debido a que permiten identificar el grado de incorporación de la población al sistema educativo, los niveles de alfabetización y la escolaridad alcanzada. Para su caracterización se utilizaron los datos del **Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI**, considerando como unidad principal de análisis a Bahía de Kino y al municipio de Hermosillo como referencia comparativa.

La información censal permite analizar tres dimensiones principales: **asistencia escolar por grupos de edad, alfabetismo y nivel de escolaridad**. La comparación entre Bahía de Kino y el municipio permite identificar diferencias importantes, particularmente conforme aumenta la edad de la población.

Asistencia escolar

La asistencia escolar presenta diferencias importantes según el grupo de edad. Para los grupos de **3 a 5, 6 a 11 y 12 a 14 años**, la base proporciona la población que **no asiste** a la escuela, por lo que la población asistente se obtuvo mediante la diferencia respecto de la población total del grupo. Para los grupos de **15 a 17 y 18 a 24 años**, INEGI proporciona directamente la población que **asiste** a la escuela.

En Bahía de Kino se registraron 376 habitantes de 3 a 5 años, de los cuales 205 no asistían a la escuela; por tanto, 171 asistían, equivalentes al **45.48 %**. En el grupo de 6 a 11 años, 767 de 787 habitantes asistían, lo que representa **97.46 %**; mientras que entre los 12 y 14 años la asistencia disminuye a **89.10 %**.

La reducción se vuelve más evidente a partir de los 15 años. De los 392 habitantes de 15 a 17 años, 253 asistían a la escuela, equivalentes al **64.54 %**. Para la población de 18 a 24 años, solamente 123 de 796 habitantes se encontraban asistiendo a una institución educativa, lo que representa **15.45 %**.

Tabla III. 163 Asistencia escolar por grupos de edad en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

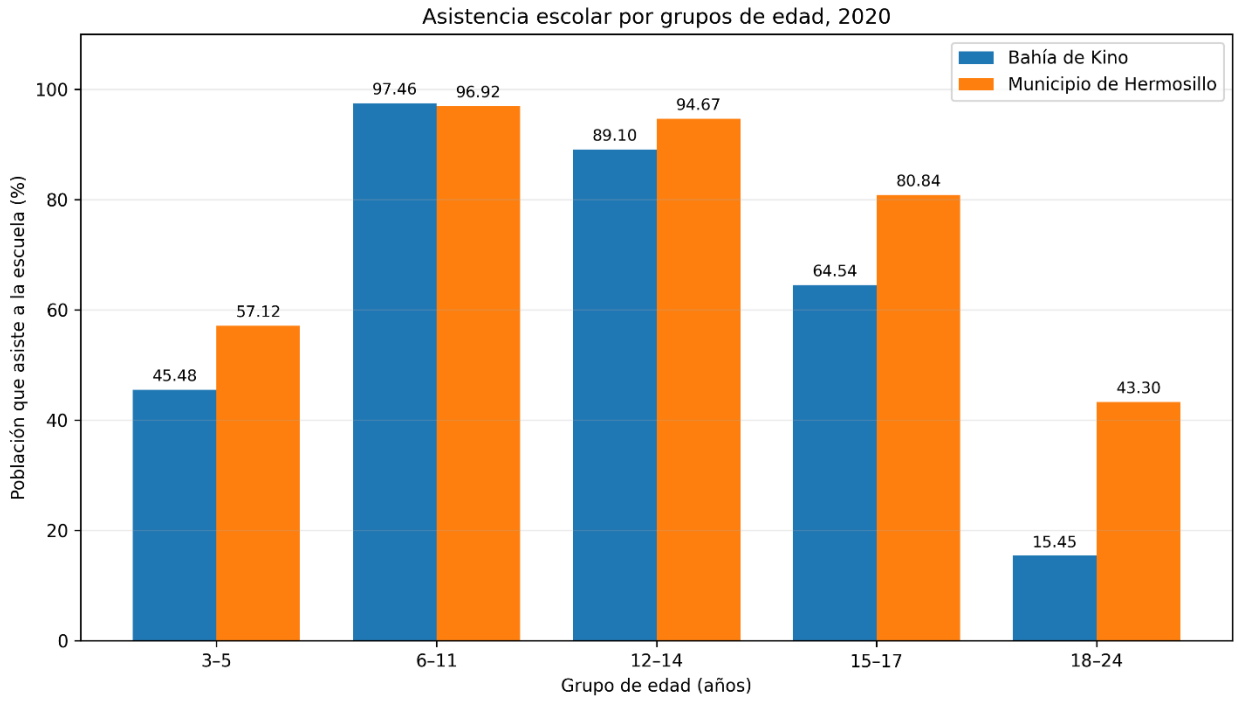
Grupo de edad	Bahía de Kino: población del grupo	Bahía de Kino: asiste	Bahía de Kino (%)	Hermosillo: población del grupo	Hermosillo: asiste	Hermosillo (%)
3–5 años	376	171	**45.48**	43,782	25,008	**57.12**
6–11 años	787	767	**97.46**	93,320	90,446	**96.92**
12–14 años	413	368	**89.10**	47,793	45,244	**94.67**
15–17 años	392	253	**64.54**	46,163	37,319	**80.84**
18–24 años	796	123	**15.45**	117,196	50,748	**43.30**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La comparación muestra un comportamiento particularmente interesante. En el grupo de **6 a 11 años**, Bahía de Kino presenta una asistencia escolar de 97.46 %, ligeramente superior al 96.92 % municipal, lo que indica una elevada incorporación a la educación primaria. Sin embargo, a partir de los 12 años comienza a observarse una separación respecto del comportamiento municipal.

Entre los 15 y 17 años, la diferencia alcanza **16.30 puntos porcentuales**, mientras que en el grupo de 18 a 24 años se amplía hasta **27.85 puntos porcentuales**. Por tanto, los datos muestran que la principal diferencia educativa de Bahía de Kino no se presenta durante la educación primaria, sino en la **continuidad educativa de adolescentes y jóvenes**.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Figura III. 50 Asistencia escolar por grupos de edad, 2020

Alfabetismo

En Bahía de Kino se registraron **184 personas analfabetas de 15 años y más**, dentro de una población total de 4,562 habitantes en ese grupo de edad. Esto representa una tasa de analfabetismo de aproximadamente **4.03 %**.

En el municipio de Hermosillo se registraron 10,245 personas analfabetas entre 713,519 habitantes de 15 años y más, equivalente a **1.44 %**.

Tabla III. 164 Analfabetismo de la población de 15 años y más en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Unidad territorial	Población de 15 años y más	Población analfabeta	Analfabetismo (%)
Bahía de Kino	4,562	184	**4.03**
Municipio de Hermosillo	713,519	10,245	**1.44**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

La proporción de población analfabeta en Bahía de Kino es aproximadamente **2.8 veces la registrada para el conjunto municipal**, evidenciando una diferencia educativa importante respecto de Hermosillo.

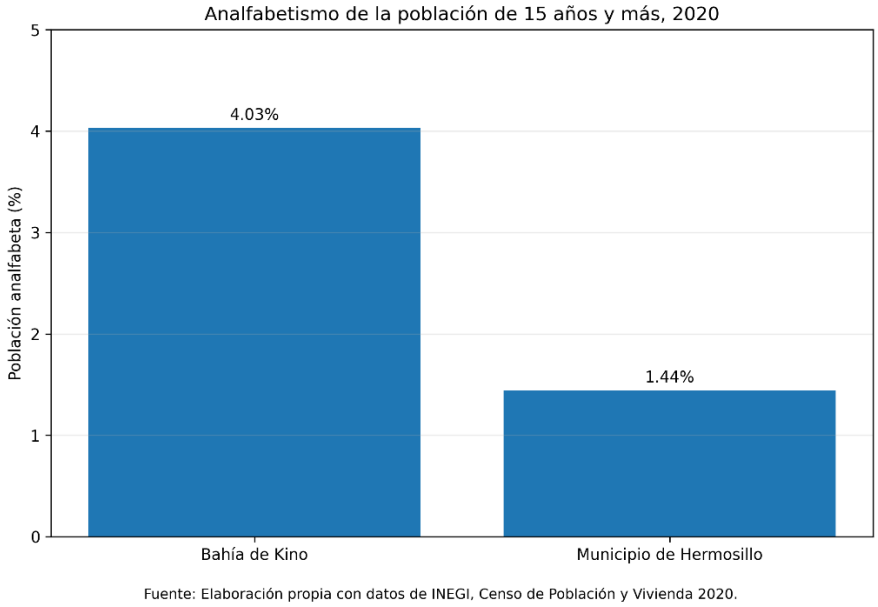


Figura III. 51 Analfabetismo de la población de 15 años y más, 2020

Nivel de escolaridad de la población

Las diferencias observadas en asistencia escolar y alfabetismo se reflejan también en el nivel educativo alcanzado por la población adulta.

En Bahía de Kino, de los 4,562 habitantes de 15 años y más, **232 personas no contaban con escolaridad**, equivalentes al **5.09 %**; 592 tenían primaria incompleta (**12.98 %**); 721 primaria completa (**15.80 %**); 363 secundaria incompleta (**7.96 %**) y 1,256 secundaria completa (**27.53 %**).

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

En todos estos indicadores de menor escolaridad, salvo secundaria completa donde la diferencia es menor, Bahía de Kino presenta porcentajes superiores a los registrados para el municipio de Hermosillo.

Tabla III. 165 Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Nivel de escolaridad	Bahía de Kino (personas)	Bahía de Kino (%)	Municipio de Hermosillo (personas)	Municipio (%)
Sin escolaridad	232	**5.09**	13,707	**1.92**
Primaria incompleta	592	**12.98**	35,715	**5.01**
Primaria completa	721	**15.80**	52,000	**7.29**
Secundaria incompleta	363	**7.96**	23,584	**3.31**
Secundaria completa	1,256	**27.53**	157,926	**22.13**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Debe precisarse que estas categorías representan la **máxima escolaridad alcanzada** y no deben sumarse indiscriminadamente con el indicador de educación posbásica, debido a que este último utiliza como universo a la población de **18 años y más**, mientras que las categorías anteriores utilizan a la población de **15 años y más**.

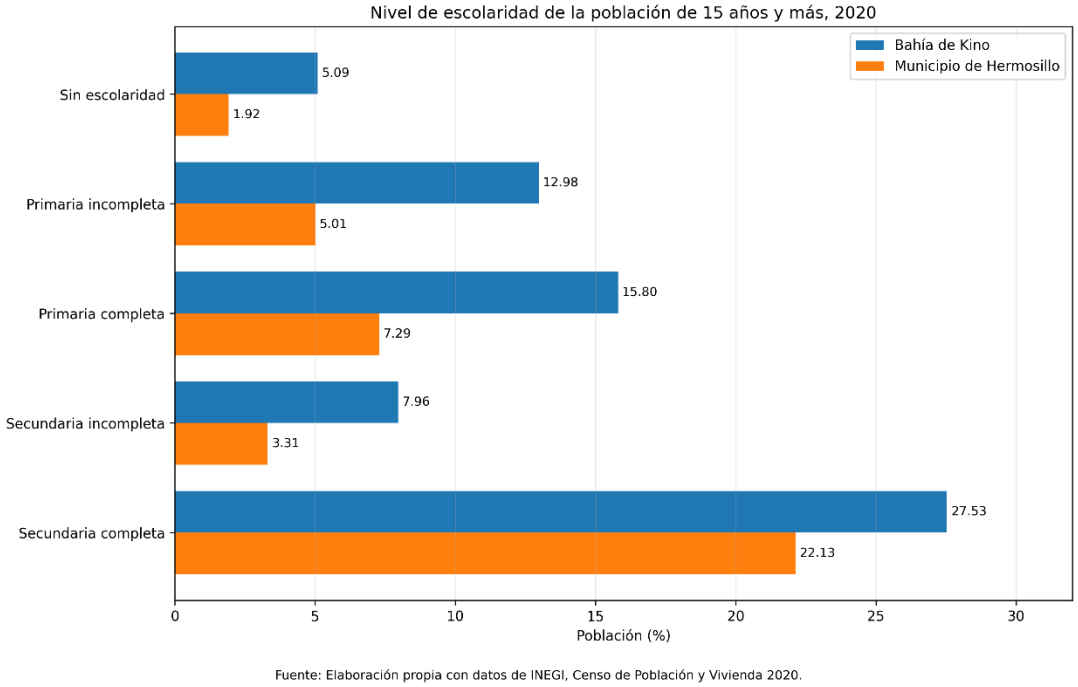


Figura III. 52 Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más, 2020

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Educación posbásica

El Censo define como población con educación posbásica a las personas de 18 años y más que cuentan con algún grado aprobado posterior a secundaria, incluyendo preparatoria o bachillerato, estudios técnicos, normal, licenciatura, especialidad, maestría o doctorado.

Bahía de Kino registró **1,186 habitantes de 18 años y más con educación posbásica**, de una población total de 4,170 personas en ese grupo de edad, equivalente al **28.44 %**.

En el municipio de Hermosillo, 401,494 de los 667,356 habitantes de 18 años y más presentaban educación posbásica, equivalente al **60.16 %**.

Tabla III. 166 Población de 18 años y más con educación posbásica en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Unidad territorial	Población de 18 años y más	Con educación posbásica	Porcentaje (%)
Bahía de Kino	4,170	1,186	**28.44**
Municipio de Hermosillo	667,356	401,494	**60.16**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

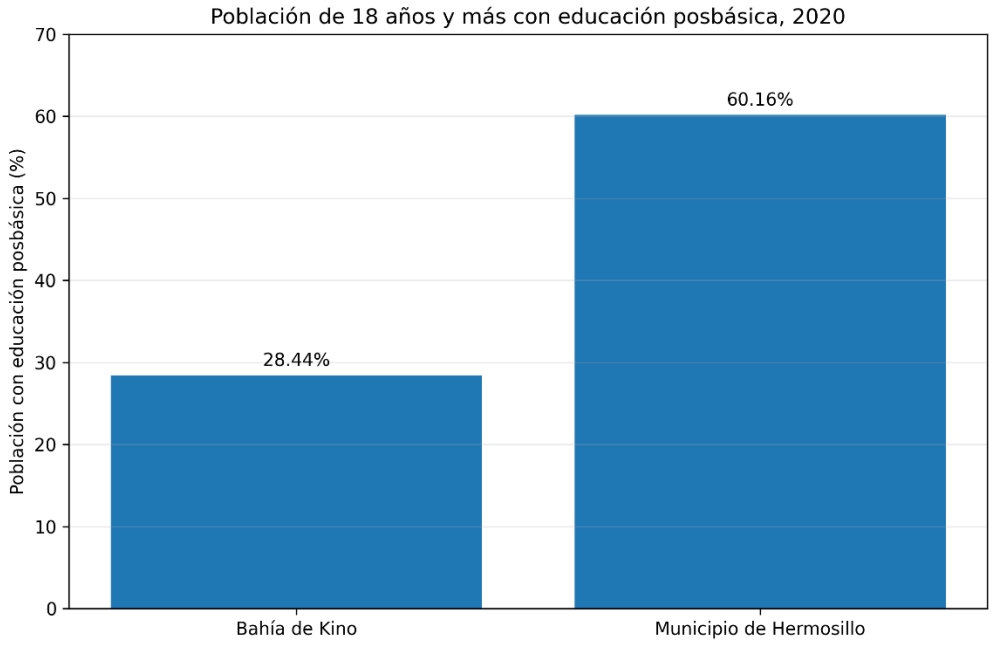


Figura III. 53 Población de 18 años y más con educación posbásica, 2020

Este indicador muestra una de las diferencias más importantes entre ambas unidades territoriales. La proporción de población con educación posbásica en Bahía de Kino es **31.72 puntos porcentuales inferior** a la municipal. Esta diferencia es congruente con

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

la disminución observada en la asistencia escolar de los grupos de 15 a 17 y, especialmente, de 18 a 24 años.

Grado promedio de escolaridad

El grado promedio de escolaridad sintetiza el número promedio de grados escolares aprobados por la población de 15 años y más. En Bahía de Kino el indicador es de **8.23 años**, mientras que para el municipio de Hermosillo alcanza **11.30 años**, lo que representa una diferencia de **3.07 años**.

El análisis por sexo muestra además que en Bahía de Kino las mujeres presentan un grado promedio ligeramente superior al de los hombres: **8.39 años para las mujeres y 8.08 años para los hombres**. En el municipio de Hermosillo los valores son 11.33 y 11.26 años, respectivamente.

Tabla III. 167 Grado promedio de escolaridad por sexo en Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Unidad territorial	Total	Mujeres	Hombres
Bahía de Kino	**8.23**	8.39	8.08
Municipio de Hermosillo	**11.30**	11.33	11.26

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

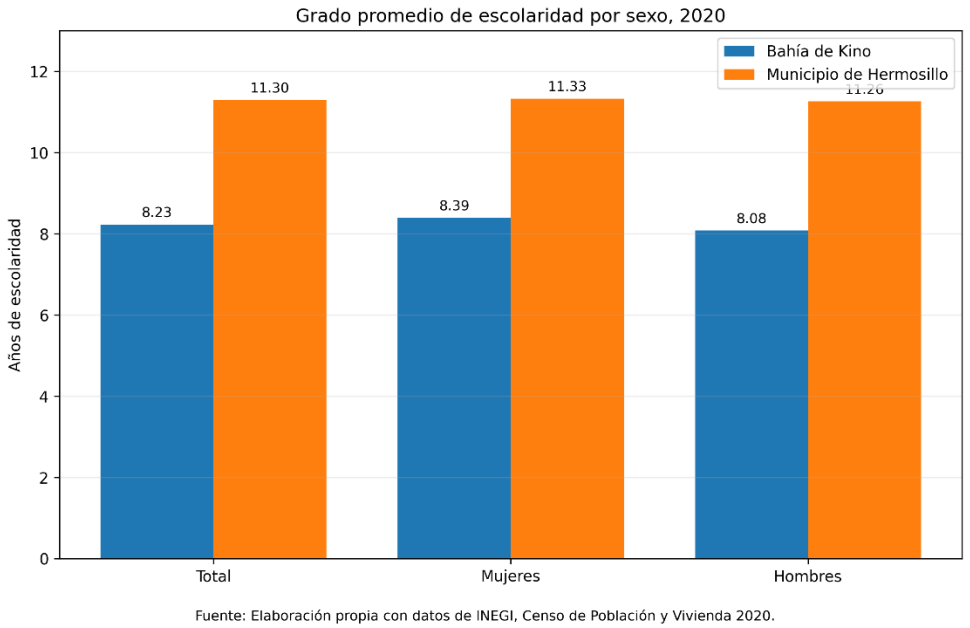


Figura III. 54 Grado promedio de escolaridad por sexo, 2020

Análisis de las condiciones educativas

En conjunto, la información del Censo 2020 muestra que **Bahía de Kino presenta condiciones educativas diferenciadas respecto del municipio de Hermosillo**. La asistencia escolar durante las edades correspondientes principalmente a primaria es elevada y comparable con el comportamiento municipal; sin embargo, la permanencia dentro del sistema educativo disminuye conforme aumenta la edad.

La diferencia se vuelve particularmente evidente entre los **15 y 17 años**, cuando la asistencia escolar disminuye a 64.54 %, y se acentúa entre los **18 y 24 años**, grupo en el que solamente 15.45 % se encontraba asistiendo a la escuela. Esta situación contrasta con los valores municipales de 80.84 % y 43.30 %, respectivamente.

Este comportamiento se refleja en los indicadores de escolaridad de la población adulta. Bahía de Kino presenta una mayor proporción de población sin escolaridad, con primaria incompleta y con primaria completa, así como una proporción considerablemente menor de población con educación posbásica. Asimismo, el grado promedio de escolaridad de **8.23 años** se encuentra 3.07 años por debajo del promedio municipal.

Por tanto, la caracterización permite identificar que las principales diferencias educativas de Bahía de Kino respecto del municipio **no se concentran en el acceso a la educación primaria, sino principalmente en la continuidad hacia niveles educativos posteriores**, particularmente en la población adolescente y joven.

III.2.3.3. Características económicas

La dinámica económica de Bahía de Kino se encuentra estrechamente vinculada con su condición de localidad costera y con el aprovechamiento de los recursos marinos, así como con las actividades comerciales, de servicios y turísticas que se han desarrollado alrededor de esta vocación. Para la caracterización económica se mantiene a Bahía de Kino como unidad principal de análisis, debido a su relación funcional directa con el proyecto, mientras que el municipio de Hermosillo se utiliza únicamente como referencia comparativa para determinados indicadores laborales.

De acuerdo con los indicadores obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2020, Bahía de Kino registró una población económicamente activa (PEA) de **3,209 personas**, de las cuales **3,175 se encontraban ocupadas** y **34 desocupadas**. La tasa de participación económica estimada para la localidad fue de **64.68 %**, mientras que, dentro de la PEA, la población ocupada representó **98.94 %** y la población desocupada **1.06 %**.

En el municipio de Hermosillo se registró una PEA de **480,559 personas**, con **471,237 personas ocupadas** y **9,322 desocupadas**. Respecto de la propia PEA municipal, estas cifras representan una proporción de ocupación de aproximadamente **98.06 %** y una proporción de desocupación de **1.94 %**. La comparación muestra que Bahía de Kino presentaba en 2020 una elevada incorporación de su población económicamente activa al mercado laboral, con una proporción de ocupación ligeramente superior a la observada en el conjunto municipal.

Tabla III. 168 Indicadores de actividad económica de Bahía de Kino y el municipio de Hermosillo, 2020

Indicador	Bahía de Kino	Hermosillo
Población económicamente activa	3,209	480,559
Población ocupada	3,175	471,237
Población desocupada	34	9,322
Participación económica	64.68 %	—
Población ocupada respecto de la PEA	98.94 %	98.06 %
Población desocupada respecto de la PEA	1.06 %	1.94 %

Fuente: elaboración con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

La estructura económica local presenta características distintas de las del núcleo urbano de Hermosillo debido a la importancia de las actividades directamente asociadas con el ambiente marino y costero. Históricamente, la **pesca ribereña** ha constituido uno de los principales soportes de la economía de Bahía de Kino y mantiene relaciones funcionales con otras actividades, entre ellas el comercio minorista, la venta y preparación de alimentos, el transporte, los servicios de reparación de embarcaciones y motores, así como diferentes servicios vinculados con el abastecimiento de la población.

Los antecedentes socioeconómicos disponibles para Bahía de Kino señalan que la pesca llegó a representar aproximadamente **46.35 % del valor económico generado en la comunidad**, seguida por el **comercio y los servicios con 43.54 %**, mientras que las **industrias y artesanías representaban aproximadamente 9.59 %** y otras actividades, entre ellas ganadería de pequeña escala y huertos familiares, alrededor de **0.52 %**. Estos porcentajes describen la estructura económica reportada en antecedentes del proyecto y son útiles para reconocer la vocación productiva de la localidad; sin embargo, no corresponden a una desagregación sectorial del Censo de Población y Vivienda 2020, por lo que deben interpretarse como información de referencia y no como una estimación censal actualizada.

De manera semejante, los antecedentes disponibles señalan que aproximadamente **25 % de la población ocupada se vinculaba directamente con la pesca ribereña**, alrededor de **30 % con actividades artesanales**, particularmente con la elaboración tradicional de productos de madera de palo fierro (*Olneya tesota*), y aproximadamente **45 % con actividades comerciales y de servicios**. La relevancia económica de la pesca no depende únicamente del número de personas directamente ocupadas en esta actividad, ya que genera una demanda asociada de bienes y servicios y funciona como uno de los principales articuladores de la economía local.

El **sector terciario** también representa un componente importante de la economía de Bahía de Kino. La actividad comercial y de servicios atiende tanto a la población residente como a visitantes temporales y propietarios de viviendas de descanso. Entre estas actividades se encuentran el comercio de alimentos y productos de consumo cotidiano, restaurantes y establecimientos de preparación de alimentos, hospedaje, servicios recreativos, transporte y otras actividades relacionadas con la atención de visitantes.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Dentro de esta estructura, el **turismo** adquiere especial importancia por las características recreativas y paisajísticas de la zona costera. Bahía de Kino funciona como uno de los destinos de playa más próximos a la ciudad de Hermosillo y presenta una dinámica estacional vinculada con fines de semana, periodos vacacionales y temporadas de mayor afluencia. Esta actividad favorece la demanda temporal de servicios de alimentación, hospedaje, comercio, transporte, mantenimiento y actividades recreativas.

La distribución territorial de las actividades económicas también presenta diferencias dentro de Bahía de Kino. **Kino Viejo** concentra una parte importante de la población residente y conserva una relación más directa con la pesca ribereña y con los servicios asociados a esta actividad. **Kino Nuevo**, por su parte, presenta una mayor orientación hacia el turismo, la vivienda vacacional y los servicios relacionados con la atención de visitantes y residentes temporales. Esta diferenciación funcional contribuye a que la economía local combine actividades tradicionales vinculadas con los recursos naturales con actividades urbanas y turísticas.

En este contexto, el proyecto se inserta en una localidad cuya economía presenta una combinación de actividades pesqueras, comerciales, de servicios y turísticas. Por su naturaleza inmobiliaria y habitacional, su relación con la estructura económica local se presenta principalmente a través de la demanda de mano de obra y servicios durante la construcción y, posteriormente, mediante la demanda asociada al mantenimiento, abastecimiento, comercio y servicios vinculados con la ocupación de las viviendas.

Esta relación debe interpretarse a escala local. La superficie y naturaleza del proyecto no implican una modificación de la estructura productiva general de Bahía de Kino ni del municipio de Hermosillo; su interacción económica se concentra principalmente en la generación de demanda de bienes, servicios y empleo asociados con las etapas de construcción y operación. Al mismo tiempo, su localización en una zona con vocación habitacional y turística hace que estas interacciones sean congruentes con actividades económicas que ya forman parte de la dinámica de la localidad.

III.2.4. Paisaje

El paisaje constituye la expresión visual e integrada de los componentes físicos, bióticos y antrópicos presentes en el territorio. Su configuración depende de elementos como el relieve, la cobertura vegetal, los cuerpos de agua, la ocupación del suelo, la infraestructura y las edificaciones, así como de las relaciones visuales que se establecen entre estos componentes. En el caso del proyecto, el paisaje presenta características propias de una zona costera árida en proceso de transformación urbana, donde coexisten elementos naturales asociados con la barra litoral y Laguna La Cruz con vialidades, viviendas, infraestructura y superficies previamente modificadas.

El análisis se realiza diferenciando las condiciones presentes en la RE, AI y AP, debido a que la expresión paisajística y el grado de transformación no son homogéneos en las tres unidades espaciales.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Paisaje en la RE

A escala de la RE, el paisaje presenta una configuración heterogénea en la que se integran superficies urbanizadas de Bahía de Kino, áreas con vegetación natural o seminatural, vialidades, terrenos con distintos grados de perturbación y elementos costeros asociados con el ambiente marino y lagunar. Aproximadamente 70 % de la RE presenta desarrollo urbano relacionado principalmente con Kino Viejo, por lo que la matriz paisajística regional no corresponde a un ambiente natural continuo, sino a un territorio donde las superficies construidas y la infraestructura forman ya una parte importante de su expresión visual.

No obstante, esta transformación, dentro de la RE persisten elementos naturales que conservan importancia paisajística, particularmente las superficies costeras, la barra arenosa, las áreas con vegetación propia de ambientes áridos y halófilos y las visuales relacionadas con Laguna La Cruz. La combinación de terrenos de escasa pendiente, vegetación generalmente baja y espacios abiertos permite campos visuales relativamente amplios, condición característica de este tipo de ambientes costeros.

En consecuencia, la calidad paisajística de la RE no depende exclusivamente del grado de naturalidad, sino de la interacción entre componentes naturales y urbanos. Las áreas de mayor transformación presentan una estructura visual dominada por edificaciones, vialidades y equipamiento, mientras que hacia los espacios costeros y lagunares adquieren mayor relevancia los elementos naturales y las visuales abiertas.

Paisaje en el AI

El AI constituye una zona de transición entre superficies modificadas por actividades urbanas y aquellas que mantienen características propias del ambiente costero. En esta escala se observan vialidades existentes, terrenos con distintos grados de alteración, superficies con cobertura vegetal variable y visuales hacia Laguna La Cruz y otros elementos del entorno inmediato.

La cobertura vegetal del AI tampoco presenta una condición homogénea. Su clasificación promedio corresponde a una cobertura media, aunque dentro de esta unidad existen sectores con coberturas mayores y otros con cobertura muy baja. Esta heterogeneidad influye en la configuración visual del área, debido a que los sectores con mayor presencia de vegetación mantienen una expresión paisajística más asociada con el ambiente natural, mientras que las superficies alteradas o con escasa cobertura muestran una mayor influencia de procesos urbanos y de perturbación.

Desde el punto de vista visual, la baja altura de la vegetación y las condiciones predominantemente planas del terreno favorecen una elevada exposición visual de los elementos presentes en el AI. Las edificaciones, vialidades y otras estructuras pueden ser perceptibles desde diferentes puntos del entorno inmediato debido a la ausencia de barreras topográficas o vegetales de gran altura.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Al mismo tiempo, la existencia previa de infraestructura y desarrollo urbano reduce el contraste que produciría una nueva edificación si ésta se estableciera en un entorno completamente natural y sin intervención. Por ello, el AI presenta una sensibilidad visual diferenciada: mayor hacia las visuales relacionadas con los espacios naturales y Laguna La Cruz, y menor en sectores donde predominan las vialidades, construcciones y otras superficies previamente transformadas.

Paisaje en el AP

El AP presenta una superficie de **0.3217 ha (3216.617 m²)**. Se localiza dentro de un contexto urbanizado de Bahía de Kino y se encuentra delimitado por la vialidad existente Avenida del Paraíso y la Bahía de Kino. El instrumento de planeación urbana citado en el propio proyecto ubica el sitio dentro de los límites del centro de población y dentro de una zonificación primaria correspondiente a Área Urbanizada.

Las características visuales del AP están determinadas por su topografía predominantemente plana, la escasa altura de la vegetación y la influencia de los elementos urbanos existentes. De acuerdo con la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI, el sitio se encuentra cartográficamente incluido dentro de Vegetación Halófila Xerófila; sin embargo, durante la caracterización de campo se registró únicamente zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), con una cobertura vegetal muy baja. En consecuencia, actualmente predominan superficies abiertas con una elevada exposición visual.

Una de las características paisajísticas más relevantes del sitio es su relación visual con Laguna La Cruz y la Bahía. Desde etapas iniciales de diseño, esta condición fue considerada como uno de los atributos del emplazamiento, particularmente por las visuales hacia el ambiente lagunar y costero.

La incorporación de edificaciones dentro del AP modificará necesariamente la composición visual actual, debido a la incorporación de edificaciones, infraestructura y superficies acondicionadas sobre un predio actualmente caracterizado predominantemente por espacios abiertos. Este cambio será más perceptible dentro del propio predio y desde sus vialidades colindantes, donde aumentarán la altura, volumen y densidad de los elementos artificiales presentes.

Sin embargo, la transformación debe interpretarse dentro del contexto territorial en el que se inserta el AP. El proyecto no se localiza dentro de una matriz completamente natural aislada de infraestructura, sino dentro de una zona en la que ya existen vialidades, viviendas y otros componentes urbanos. Por esta razón, el contraste visual esperado se presenta principalmente a escala local.

El propio diseño del proyecto considera criterios orientados a integrar las construcciones con las características escénicas del entorno y mantener una relación arquitectónica coherente con el ambiente costero. Entre los principios señalados en la descripción del proyecto se encuentra expresamente la integración con la belleza escénica mediante diseños adaptados a las características del sitio.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Asimismo, el planteamiento incluye actividades de paisajismo dentro del polígono del proyecto. La colocación de elementos vegetales y su incorporación dentro de las áreas no construidas permiten reducir el contraste entre las superficies edificadas y el entorno inmediato, además de mantener parcialmente elementos visuales asociados con la vegetación característica del sitio.

Análisis comparativo RE–AI–AP

La comparación entre las tres unidades espaciales evidencia un gradiente de transformación paisajística.

En la **RE**, la configuración visual corresponde a un mosaico territorial donde coexisten áreas urbanizadas, infraestructura, ambientes costeros y superficies con vegetación natural. La presencia significativa de desarrollo urbano determina que la estructura paisajística regional ya presente un componente antrópico importante.

En el **AI**, esta condición adquiere un carácter transicional. La combinación de vialidades, superficies alteradas, vegetación de diferente cobertura y visuales hacia Laguna La Cruz produce una mayor heterogeneidad paisajística y una sensibilidad visual variable dependiendo del punto de observación.

En el **AP**, la modificación será directa y se manifestará mediante la introducción de nuevos volúmenes construidos sobre una superficie actualmente caracterizada por muy baja a nula cobertura vegetal y espacios abiertos. El cambio visual será, por tanto, claramente reconocible dentro del predio y desde su entorno inmediato; sin embargo, su expresión espacial estará circunscrita a una superficie reducida respecto de la RE y se insertará dentro de una matriz territorial que presenta previamente elementos urbanos.

Por estas condiciones, no se prevé que el proyecto produzca una transformación generalizada de la estructura paisajística de la RE. La modificación se concentrará en el AP y será perceptible principalmente desde el AI inmediato, mientras que a escala regional la expresión visual continuará estando determinada por la combinación de desarrollo urbano, espacios costeros, vegetación y elementos asociados con Laguna La Cruz y Bahía de Kino.

Vinculación con el proyecto

La vinculación del paisaje con el proyecto se establece considerando que la RE permite reconocer la configuración visual general del territorio y la relación entre superficies urbanizadas, vegetación natural remanente, vialidades y elementos asociados con el ambiente costero; el AI corresponde al espacio donde pueden percibirse con mayor claridad los cambios visuales indirectos derivados de la intervención; y el AP constituye la superficie donde se producirá la transformación paisajística directa por la incorporación de edificaciones, infraestructura y elementos propios del desarrollo inmobiliario.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

A escala de la RE, la configuración paisajística ya presenta una influencia antrópica importante debido a la presencia de la localidad de Bahía de Kino, infraestructura vial y superficies urbanizadas, que ocupan una proporción predominante del territorio analizado. No obstante, permanecen elementos naturales relevantes (aunque con alto grado de impacto antropogénico, como tiraderos de basura y escombros a cielo abierto y depósitos de conchas y caracoles, residuos de la actividad pesquera prevaleciente en la localidad), particularmente la Vegetación Halófila Xerófila, los espacios abiertos de la barra litoral y las visuales relacionadas con Laguna La Cruz y la Bahía de Kino. En este contexto, las modificaciones generadas por el proyecto se concentrarán espacialmente en el AP y no implicarán una transformación generalizada de la estructura paisajística de la RE.

En el AP, el cambio será directo y permanente debido a la sustitución parcial de superficies abiertas por edificaciones y otros elementos construidos. Sin embargo, esta modificación se insertará en un entorno donde ya existen vialidades, infraestructura y desarrollo urbano. La integración arquitectónica con el contexto costero, el establecimiento de vegetación regional y las actividades de paisajismo contribuirán a reducir el contraste entre las nuevas construcciones y el entorno inmediato. Asimismo, la reforestación de 1 ha dentro del AI favorecerá la recuperación localizada de cobertura vegetal en un sector actualmente seleccionado por presentar cobertura muy baja.

Tabla III. 169 Vinculación del proyecto con el paisaje

Unidad de análisis	Características paisajísticas	Vinculación con el proyecto, medidas y cumplimiento
RE	Presenta una configuración paisajística heterogénea, integrada por superficies urbanizadas, vialidades, infraestructura, Vegetación Halófila Xerófila y elementos asociados con el ambiente costero y Laguna La Cruz y la Bahía de Kino. La urbanización constituye un componente dominante de la matriz territorial actual.	El proyecto no modificará de manera generalizada la estructura paisajística de la RE. La transformación visual directa se concentrará en el AP. Se mantendrá la integración arquitectónica con el contexto costero y se aplicarán medidas de manejo de materiales, residuos y superficies intervenidas para evitar deterioro visual fuera del área autorizada.
AI	Corresponde a una unidad de transición entre superficies modificadas y sectores con vegetación natural. Presenta cobertura vegetal heterogénea, vialidades existentes y visuales hacia el entorno costero y Laguna La Cruz. La topografía plana y la vegetación de baja altura favorecen una amplia exposición visual.	No se contempla intervención constructiva directa en el AI. Los cambios visuales indirectos estarán asociados principalmente con la percepción de las edificaciones desde el entorno inmediato. Dentro del AI se seleccionará 1 ha con cobertura vegetal muy baja para reforestación con vegetación halófila regional, favoreciendo la recuperación localizada de cobertura y calidad visual.
AP	Superficie de **0.3217 ha** cartográficamente incluida por INEGI dentro de Vegetación Halófila Xerófila,	La construcción producirá una modificación directa y permanente de la expresión visual del

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	pero que en campo presenta **cobertura vegetal muy baja y únicamente zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) como especie registrada**. Predominan los espacios abiertos y una elevada exposición visual. El AP se localiza dentro de un contexto urbano, asociado con vialidades existentes y con relación visual hacia el entorno costero.	AP mediante la incorporación de edificaciones e infraestructura. El diseño arquitectónico y paisajístico buscará mantener coherencia con el entorno costero. Durante la construcción se mantendrá orden en materiales, retiro oportuno de residuos y limpieza progresiva de las áreas de trabajo.

En conjunto, la modificación del paisaje será **directa y permanente en el AP**, mientras que en el AI se manifestará principalmente como un cambio perceptual asociado con la presencia de nuevas edificaciones. A escala de la RE, la intervención representa una modificación localizada dentro de una matriz territorial que ya presenta una importante influencia urbana, por lo que no se prevé una alteración generalizada de su configuración paisajística. La integración arquitectónica, el establecimiento de vegetación regional y la reforestación localizada dentro del AI constituyen las principales medidas destinadas a reducir el contraste visual y favorecer la integración del proyecto con el entorno.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

III.2.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El diagnóstico ambiental integra las condiciones físicas, bióticas, paisajísticas y socioeconómicas identificadas durante la caracterización de la RE, AI y AP, con el propósito de establecer el estado actual del territorio previo al desarrollo del Proyecto. Su análisis permite reconocer los principales procesos ambientales, el grado de transformación existente, los componentes que mantienen funcionalidad ecológica y aquellos que presentan mayor sensibilidad frente a modificaciones adicionales.

La RE comprende aproximadamente **324.36 ha** y constituye la unidad territorial de mayor escala utilizada para analizar las condiciones ambientales del entorno en el que se inserta el Proyecto. Su delimitación integra criterios hidrológicos, fisiográficos y territoriales, así como la configuración urbana y las vialidades existentes. En consecuencia, no representa exclusivamente superficies naturales, sino un espacio donde coexisten áreas con vegetación, ambientes costeros y terrenos que presentan distintos grados de transformación antrópica.

El AI constituye una unidad diferenciada del AP y corresponde al espacio en el que podrían manifestarse efectos indirectos derivados de las actividades desarrolladas dentro del Proyecto. Comprende aproximadamente **19.39 ha**. El AP, por su parte, corresponde exclusivamente a la superficie donde se desarrollarán las obras y actividades sometidas a evaluación, con una extensión de **0.3217 ha (3,216.617 m²)**, constituyendo el ámbito territorial donde se concentrarán las modificaciones ambientales directas. La RE contiene territorialmente al AI y al AP como unidades de análisis diferenciadas, por lo que sus superficies y procesos deben interpretarse de acuerdo con la función ambiental que corresponde a cada escala.

Condición del medio físico

El medio físico está determinado principalmente por su localización dentro de una planicie costera árida asociada con el sistema de Laguna La Cruz y la bahía de Kino en el Golfo de California y por la influencia de procesos climáticos característicos del desierto sonorense.

La totalidad de la RE, AI y AP se encuentra bajo un clima **BWh(x')**, caracterizado por elevada aridez, altas temperaturas y precipitación escasa y concentrada estacionalmente. La estación climatológica 26082 San Isidro registra, para la normal 1991–2020, una temperatura media anual de **23.9 °C**, temperatura máxima normal anual de **33.1 °C**, mínima normal anual de **14.7 °C** y precipitación normal anual de **138.1 mm**. Aproximadamente 63.1 % de la precipitación se concentra entre julio y septiembre.

Esta condición climática constituye un factor estructural del sistema ambiental debido a que limita la disponibilidad natural de agua, condiciona el desarrollo de la vegetación y favorece periodos prolongados de sequedad superficial. Al mismo tiempo, la ocurrencia eventual de precipitaciones intensas en periodos cortos puede generar escurrimientos

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

localizados, movilización de partículas y transporte temporal de sedimentos. La combinación de aridez persistente y eventos de lluvia concentrada constituye, por tanto, una de las principales condicionantes naturales del territorio.

Geomorfológicamente, el AI y AP se localizan sobre materiales litorales cuaternarios asociados con una **barra litoral vinculada al sistema de Laguna La Cruz**. Predominan materiales arenosos y superficies de pendiente reducida, por lo que la microtopografía adquiere importancia en la dirección de los escurrimientos y en la presencia de zonas de acumulación temporal de agua. La respuesta hidrológica local se caracteriza por procesos de infiltración superficial y microescurrimientos de corto recorrido, más que por cauces superficiales de gran desarrollo dentro del AP.

A escala regional, la RE se ubica dentro de la **Región Hidrológica 9 Sonora Sur** y mantiene como contexto regional la cuenca del río Bacoachi. Sin embargo, el AI y AP presentan un funcionamiento hidrológico local diferenciado debido a su posición sobre la barra litoral. En estas unidades, el drenaje superficial está controlado principalmente por la microtopografía y por la elevada permeabilidad relativa de los materiales arenosos, generándose microescurrimientos de corto recorrido durante eventos de precipitación.

Desde el punto de vista edafológico, la RE presenta una marcada influencia de la urbanización. Aproximadamente **69.16 % de su superficie corresponde a zona urbana**, mientras que las superficies restantes presentan asociaciones dominadas principalmente por Arenosoles, Regosoles y Solonchaks. En el AP, el **100 % de la superficie corresponde a la asociación ARso+RGeuar/1**, dominada por Arenosol asociado con Regosol y textura gruesa. Los materiales arenosos, su escasa cohesión y el desarrollo limitado de los horizontes edáficos constituyen características relevantes para la dinámica ambiental del sitio, particularmente en relación con infiltración y susceptibilidad a la movilización de partículas cuando la superficie permanece desprovista de cobertura vegetal.

Los análisis de erosión muestran que la pérdida de suelo constituye un proceso ambiental que debe analizarse principalmente a escala local y temporal. Bajo las condiciones actuales, la pérdida potencial por erosión hídrica se estima en aproximadamente **2.41 ton/año en el AP**, **433.80 ton/año en el AI** y **1,919.33 ton/año en la RE**. Durante la condición temporal de suelo descubierto en el AP, la erosión hídrica aumenta a **2.84 ton/año**; considerando un periodo representativo de tres meses de exposición asociado con la construcción paulatina, el incremento atribuible al Proyecto corresponde aproximadamente a **0.11 ton**.

La erosión eólica constituye igualmente un proceso relevante debido a la naturaleza arenosa de los materiales superficiales, la aridez y la reducida cobertura vegetal del AP. En las condiciones actuales se estima una pérdida potencial de **7.51 ton/año**, que podría aumentar temporalmente a **14.52 ton/año** bajo una condición de suelo descubierto. Para el periodo representativo de tres meses, el incremento atribuible al Proyecto se estima en aproximadamente **1.75 ton**. Una vez concluidas las obras y protegidas las superficies mediante edificaciones, adoquines, áreas exteriores acondicionadas y áreas verdes

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

estabilizadas, no se prevé la permanencia de suelo mineral desnudo susceptible de erosión.

La hidrología subterránea presenta una condición regional diferente de la dinámica de infiltración local. La RE, AI y AP se encuentran dentro del **acuífero Costa de Hermosillo (2619)**, para el cual CONAGUA reporta una recarga total media anual de **275.2 hm³/año**, una extracción de **349.453541 hm³/año** y una disponibilidad media anual de **−74.253541 hm³/año**, condición que evidencia un déficit regional. Asimismo, en el sector costero se reconoce una problemática histórica asociada con extracción intensiva e intrusión marina.

No obstante, el Proyecto no contempla la perforación de pozos ni la extracción directa de agua subterránea. El abastecimiento se realizará **principalmente mediante agua desalada**, conforme a los mecanismos previstos para el Proyecto. Durante la operación, las aguas residuales sanitarias serán conducidas a biodigestores para su tratamiento. El efluente tratado podrá utilizarse para el riego de áreas verdes **siempre que cumpla con las condiciones de calidad aplicables para dicho aprovechamiento**; en caso contrario, deberá recibir el tratamiento complementario o manejo correspondiente. Los lodos y demás residuos generados por estos sistemas serán retirados mediante prestadores autorizados. Bajo condiciones normales de operación no se contempla la descarga directa de aguas residuales sanitarias al suelo o al subsuelo.

En el diagnóstico debe mantenerse una distinción clara entre la **infiltración local del agua de lluvia en el AP** y la **recarga profunda del acuífero Costa de Hermosillo**. Los volúmenes obtenidos mediante los cálculos de infiltración corresponden a procesos locales asociados con la precipitación, escurrimiento y características superficiales del terreno, y no representan una cuantificación directa de la recarga efectiva del acuífero.

En este contexto, bajo las condiciones actuales del AP se estima una infiltración potencial de aproximadamente **1.47 m³/año**. Durante la fase temporal de acondicionamiento del terreno se considera conservadoramente una infiltración igual a cero, lo que para un periodo representativo de tres meses equivale a una disminución aproximada de **0.37 m³**. Durante la operación, bajo el supuesto conservador de sellamiento prácticamente completo del AP, la reducción permanente de la infiltración potencial se estima en **1.47 m³/año** respecto de la condición actual.

Este efecto se restringe espacialmente al AP y se atiende mediante el manejo pluvial previsto y la reforestación compensatoria de **1 ha dentro del AI**, seleccionada en una superficie con cobertura vegetal inicial muy baja.

En conjunto, el medio físico presenta una condición determinada por elevada aridez, escasa precipitación, materiales predominantemente arenosos, pendientes reducidas y procesos hidrológicos controlados principalmente por la microtopografía. Estas características favorecen la infiltración superficial en determinados sectores, pero también generan susceptibilidad a erosión, movilización de sedimentos y modificaciones locales del escurrimiento cuando cambia la cobertura o las propiedades físicas de la superficie. La condición ambiental del AP debe interpretarse, por tanto, dentro de un

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

entorno costero que combina procesos naturales propios de una barra litoral con un grado importante de transformación urbana a escala de la RE.

Condición del medio biótico

La cobertura vegetal de la RE refleja la interacción entre ambientes naturales y superficies transformadas por el desarrollo urbano. La clasificación ajustada con información de campo identifica aproximadamente **223.0294 ha de asentamientos humanos**, equivalentes a **68.83 % de la RE**, y **101.0101 ha de Vegetación Halófila Xerófila**, equivalentes a **31.17 %**.

La Vegetación Halófila Xerófila constituye la principal cobertura natural remanente dentro de la RE. Su composición y estructura responden a la interacción de aridez, salinidad del sustrato, elevada evaporación y disponibilidad limitada de agua, condiciones características de la zona costera de Bahía de Kino. Estas comunidades contribuyen a la cobertura y protección del suelo, retención de sedimentos, disponibilidad de refugio y alimento para fauna y continuidad de ambientes naturales dentro de una matriz territorial con una influencia urbana importante.

La comparación florística entre las tres escalas evidencia un gradiente marcado. En la RE se registraron **26 especies vegetales**, mientras que en el AI se identificaron **17 especies**. En el AP la riqueza es considerablemente menor y la cobertura vegetal actual es muy baja; durante la caracterización de campo se registró únicamente zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), con una cobertura vegetal muy baja, a pesar de que cartográficamente INEGI clasifica la superficie dentro de Vegetación Halófila Xerófila. Esta diferencia responde al grado de transformación actual del sitio y a la escala de representación de la cartografía regional.

El AP presenta, por tanto, una condición biótica más simplificada que los sectores mejor conservados de la RE. Su reducida cobertura vegetal, baja riqueza florística y presencia de superficies abiertas indican un grado mayor de perturbación respecto del AI considerado en su conjunto. El AI presenta una condición heterogénea, con sectores que conservan mejor cobertura y otros con cobertura muy baja, lo que genera diferencias locales en disponibilidad de hábitat y capacidad de recuperación.

La fauna registrada sigue un patrón espacial semejante. En la RE se identificaron distintos grupos de vertebrados, incluidos reptiles, mamíferos y aves, asociados con la mayor extensión territorial, diversidad de coberturas y disponibilidad de microhábitats. Entre los reptiles registrados se encuentran *Aspidoscelis tigris*, *Callisaurus draconoides*, *Dipsosaurus dorsalis* y *Uta stansburiana*. *Callisaurus draconoides* se encuentra clasificada como Amenazada (A) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el AI se registraron, entre otros, *Callisaurus draconoides* y *Dipsosaurus dorsalis*, además de mamíferos y una mayor riqueza de aves. La presencia de *Callisaurus draconoides* dentro del AI representa un elemento relevante para las medidas

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

preventivas durante la construcción, particularmente para evitar afectaciones indirectas derivadas del tránsito, movimiento de materiales o desplazamiento de fauna hacia las áreas de trabajo.

En el AP, los registros faunísticos fueron considerablemente más reducidos. Se confirmó la presencia de *Dipsosaurus dorsalis* como reptil y *Quiscalus mexicanus* como ave. Ninguna de estas especies presenta categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de los registros integrados para el AP.

La baja riqueza registrada dentro del AP debe interpretarse considerando su pequeña superficie, la escasa cobertura vegetal, la presencia de espacios abiertos y su inserción dentro de un entorno con infraestructura y actividades humanas. Esta condición no implica ausencia de función ecológica, pero sí indica que los ambientes con mayor capacidad para mantener comunidades vegetales y faunísticas diversas se concentran principalmente fuera de la superficie directamente intervenida.

Desde una perspectiva funcional, la RE mantiene las superficies de mayor continuidad de Vegetación Halófila Xerófila y, consecuentemente, la mayor disponibilidad de hábitat. El AI presenta una condición intermedia y espacialmente heterogénea, mientras que el AP constituye la unidad con menor cobertura y diversidad biológica dentro del gradiente analizado. Esta relación espacial resulta relevante para la evaluación posterior de los impactos, ya que permite diferenciar la transformación directa de una superficie actualmente simplificada de los posibles efectos indirectos sobre ambientes con mayor continuidad ecológica.

Condición del paisaje

El paisaje refleja la integración visual de las condiciones físicas, bióticas y antrópicas descritas anteriormente. A escala de la RE se observa un mosaico territorial compuesto por superficies urbanizadas, vialidades, infraestructura, Vegetación Halófila Xerófila y elementos asociados con el ambiente costero, Laguna La Cruz y Bahía de Kino. La elevada participación de superficies urbanizadas determina que la configuración paisajística regional presente actualmente una influencia antrópica importante.

No obstante, permanecen elementos naturales que conservan relevancia escénica y ambiental, particularmente las superficies con vegetación, los espacios abiertos de la barra litoral y las visuales asociadas con Laguna La Cruz y el frente costero. La calidad paisajística de la RE depende, por tanto, de la interacción entre estos componentes naturales y la infraestructura existente, más que de una condición de naturalidad continua.

En el AI, la configuración paisajística presenta una condición transicional. La coexistencia de vialidades, superficies alteradas, sectores con diferente grado de cobertura vegetal y visuales hacia el ambiente costero genera una elevada heterogeneidad espacial. La cobertura vegetal tampoco es uniforme: aunque en términos generales se reconoce una condición media, existen sectores con mayor cobertura y otros prácticamente desprovistos de vegetación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La topografía predominantemente plana y la baja altura de la vegetación favorecen campos visuales amplios, por lo que edificaciones, vialidades y otros elementos pueden ser perceptibles desde distintos puntos del entorno. Esta condición genera una sensibilidad paisajística diferenciada: mayor hacia los sectores vinculados con visuales abiertas, Laguna La Cruz y superficies con mayor expresión natural, y menor en áreas donde predominan construcciones, vialidades y superficies previamente transformadas.

El AP se inserta dentro de este contexto y actualmente presenta superficies abiertas, cobertura vegetal muy baja y una elevada exposición visual. Se encuentra dentro de un entorno urbanizado de Bahía de Kino, asociado con vialidades existentes y con relación visual hacia Laguna La Cruz y la Bahía. En consecuencia, aunque conserva atributos paisajísticos propios del ambiente costero, no corresponde a una superficie aislada de infraestructura o transformación antrópica.

Esta condición constituye un elemento central del diagnóstico: el paisaje mantiene atributos naturales relevantes, pero éstos coexisten con un proceso de urbanización previamente establecido. La sensibilidad visual no es uniforme dentro de la RE y aumenta en los sectores donde predominan espacios abiertos, vegetación natural y visuales costeras.

La incorporación de edificaciones modificará de manera directa la composición visual del AP mediante la sustitución de superficies abiertas por nuevos volúmenes construidos. Sin embargo, esta transformación se concentrará espacialmente en una superficie reducida y se insertará dentro de una matriz territorial que ya presenta infraestructura y desarrollo urbano. Por ello, el cambio será más evidente a escala local y desde el AI inmediato, sin representar una transformación generalizada de la estructura paisajística de la RE.

Además, el diseño arquitectónico y las actividades de paisajismo previstas deberán favorecer la integración de las nuevas construcciones con el contexto costero. De manera complementaria, la reforestación de **1 ha** en un sector del AI seleccionado por presentar cobertura vegetal muy baja contribuirá a recuperar localmente cobertura vegetal y a mejorar la integración paisajística del entorno inmediato.

Condición socioeconómica y territorial

La dimensión socioeconómica forma parte integral del funcionamiento actual de la RE debido a que el Proyecto se encuentra territorialmente relacionado con Bahía de Kino, localidad costera consolidada cuya estructura económica y social mantiene una relación estrecha con los recursos marinos y costeros, las actividades pesqueras, el comercio, los servicios y el turismo.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, Bahía de Kino registró **6,454 habitantes**, mientras que el municipio de Hermosillo alcanzó **936,263 habitantes**. La localidad representaba aproximadamente **0.69 % de la población municipal** y constituía la tercera localidad más poblada del municipio, después de Hermosillo y Miguel Alemán.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La economía local combina actividades pesqueras, comercio, servicios, turismo y otras actividades vinculadas con la ocupación y aprovechamiento del espacio costero. La pesca ribereña mantiene una importancia económica y cultural relevante, mientras que el comercio y los servicios presentan una participación significativa asociada tanto con la dinámica pesquera como con el turismo regional.

Esta dinámica ha generado una diferenciación territorial dentro de Bahía de Kino, donde coexisten sectores vinculados con actividades tradicionales, áreas habitacionales, infraestructura, servicios turísticos y espacios sujetos a procesos de consolidación urbana. El Proyecto se inserta dentro de este contexto, por lo que las condiciones socioeconómicas y territoriales actuales constituyen parte de la línea base y no corresponden a procesos originados por su desarrollo.

La presencia de infraestructura vial, asentamientos humanos y superficies urbanizadas confirma que el entorno territorial del AP presenta una influencia antrópica importante. Al mismo tiempo, esta ocupación coexiste con componentes naturales asociados con la barra litoral, Laguna La Cruz y el frente costero, por lo que la dinámica territorial debe interpretarse como resultado de la interacción entre procesos urbanos, actividades productivas y elementos naturales.

Integración ambiental RE–AI–AP

El análisis integrado permite reconocer un gradiente espacial de transformación ambiental entre las tres unidades utilizadas en la MIA-P.

La **RE**, con una superficie aproximada de **324.36 ha**, presenta la mayor heterogeneidad ambiental y territorial. Integra una proporción importante de superficies urbanizadas, pero conserva también aproximadamente **31.17 % de Vegetación Halófila Xerófila**, así como la mayor riqueza de flora y fauna registrada, procesos hidrológicos regionales y locales y elementos paisajísticos asociados con el ambiente costero. En consecuencia, constituye la unidad donde se expresa de manera más completa la interacción entre los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del territorio.

El **AI**, con aproximadamente **19.39 ha**, presenta una condición intermedia y heterogénea. Incluye sectores con cobertura vegetal relativamente favorable, superficies con cobertura muy baja, áreas modificadas e infraestructura existente. Esta variabilidad determina que dentro del AI coexistan espacios con diferente grado de funcionalidad ecológica y sensibilidad ambiental, así como sectores con oportunidad de restauración o mejoramiento.

El AP, con una superficie de **0.3217 ha (3,216.617 m²)**, constituye la unidad de menor extensión y aquella donde se concentrarán las modificaciones directas asociadas con las obras. Su condición actual se caracteriza por una **cobertura vegetal muy baja, con zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) como única especie vegetal registrada durante el muestreo**, reducida riqueza faunística y una mayor influencia de perturbaciones antrópicas respecto de los sectores mejor conservados del AI y la RE. No obstante, mantiene funciones ambientales locales relacionadas con infiltración, generación y

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

conducción de microescurrimientos, estabilidad superficial del suelo y utilización ocasional por fauna.

La comparación entre escalas muestra que la funcionalidad ambiental de la RE no depende exclusivamente del AP. Los principales procesos regionales, la mayor diversidad biológica, la continuidad de la Vegetación Halófila Xerófila y los elementos naturales de mayor extensión se localizan predominantemente fuera de la superficie de intervención directa. Por ello, los efectos asociados con el Proyecto deberán interpretarse principalmente como modificaciones **localizadas en el AP**, con posibles manifestaciones indirectas en el AI, sin asumir una alteración equivalente sobre la totalidad de la RE.

Tabla III. 170 Síntesis del diagnóstico ambiental por unidad espacial

Unidad	Condición actual	Procesos y funciones relevantes	Condicionantes principales
RE	Matriz ambiental heterogénea con elevada influencia urbana y remanentes de Vegetación Halófila Xerófila.	Funcionamiento hidrológico regional y local, continuidad parcial de hábitat, mayor riqueza de flora y fauna, paisaje costero y funciones socioeconómicas.	Urbanización existente, fragmentación de coberturas naturales, aridez, precipitaciones intensas ocasionales y presión territorial.
AI	Unidad transicional con cobertura vegetal heterogénea, infraestructura y superficies con distinto grado de perturbación.	Conectividad ecológica local, infiltración y microescurrimientos, disponibilidad de hábitat, movilidad de fauna y función paisajística.	Heterogeneidad de cobertura, proximidad a superficies urbanizadas, materiales arenosos y presencia de sectores degradados.
AP	Superficie de 0.3217 ha con cobertura vegetal muy baja, presencia predominante de zacate buffel y mayor grado relativo de transformación.	Infiltración local, regulación de microescurrimientos, estabilidad superficial del suelo y utilización puntual por fauna.	Baja cobertura vegetal, materiales arenosos, susceptibilidad temporal a erosión, elevada exposición visual y transformación directa asociada con las obras.

Problemática ambiental identificada

A partir de la integración de los componentes analizados, la problemática ambiental del territorio puede agruparse en varios procesos interrelacionados.

El primero corresponde a la **transformación y fragmentación progresiva de las coberturas naturales asociada con la expansión urbana**. La presencia de aproximadamente **69 % de superficies urbanizadas o asentamientos humanos dentro de la RE** evidencia que la modificación territorial constituye un proceso previo y relevante en Bahía de Kino. Esta transformación ha reducido la continuidad espacial de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

la Vegetación Halófila Xerófila y generado un mosaico integrado por superficies urbanizadas, infraestructura, terrenos perturbados y remanentes de vegetación natural.

Un segundo proceso corresponde a la **degradación localizada de la cobertura vegetal**. Aunque el AI presenta en términos generales una condición heterogénea con sectores de cobertura media, también existen superficies con cobertura muy baja. El AP presenta precisamente esta última condición; la verificación en campo mostró una cobertura vegetal muy baja, registrándose únicamente zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) dentro de la superficie muestreada, aun cuando cartográficamente la superficie se encuentra incluida dentro de Vegetación Halófila Xerófila. La reducción de cobertura disminuye la protección superficial del suelo y la disponibilidad local de refugio y recursos para la fauna.

La **susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica** constituye otra condicionante ambiental relevante. Los materiales arenosos de textura gruesa, su baja cohesión, la aridez, la exposición al viento y la ocurrencia ocasional de precipitaciones intensas favorecen la movilización de partículas cuando el suelo permanece descubierto. Esta condición adquiere especial importancia durante la construcción, aunque los cálculos realizados muestran que el incremento atribuible al Proyecto se concentra temporal y espacialmente en el AP durante el periodo de exposición del suelo.

La **disponibilidad regional de agua subterránea** representa una problemática ambiental de mayor escala. El acuífero Costa de Hermosillo presenta una disponibilidad media anual negativa de **−74.253541 hm³/año**, además de antecedentes de aprovechamiento intensivo e intrusión marina en el sector costero. Esta condición constituye una presión regional preexistente sobre el recurso hídrico. No obstante, el Proyecto no contempla extracción directa mediante pozos, ya que el abastecimiento se realizará mediante agua desalada.

Esta problemática regional debe distinguirse de los procesos de **infiltración local del agua de lluvia dentro del AP**, debido a que los volúmenes obtenidos mediante los balances superficiales no representan directamente recarga efectiva del acuífero. La modificación de la superficie podrá alterar localmente la relación infiltración–escurrimiento, pero no presenta una escala suficiente para modificar el balance regional del acuífero.

Asimismo, el territorio presenta una **sensibilidad paisajística asociada con su localización costera**, particularmente en las visuales relacionadas con Laguna La Cruz, Bahía de Kino y los espacios abiertos de la barra litoral. Esta sensibilidad coexiste con una matriz urbana previamente desarrollada, por lo que el grado de naturalidad y exposición visual varía espacialmente. Los sectores con mayor cobertura natural y visuales abiertas presentan mayor sensibilidad, mientras que las áreas próximas a vialidades, edificaciones e infraestructura muestran un grado mayor de transformación.

Finalmente, la presencia de fauna silvestre demuestra que incluso las superficies transformadas mantienen cierto grado de utilización biológica. En el AP se registraron *Dipsosaurus dorsalis* y *Quiscalus mexicanus*, sin que las especies observadas

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

directamente dentro de esta unidad presenten categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, en el AI y la RE se registró *Callisaurus draconoides*, especie Amenazada, lo que justifica la aplicación de medidas preventivas durante las actividades de construcción para evitar afectaciones directas o indirectas a la fauna que pudiera desplazarse hacia el AP.

Tendencia ambiental del sistema

La condición actual de la RE refleja un territorio sometido históricamente a procesos de urbanización, apertura y uso de vialidades, ocupación residencial, actividades recreativas, pesca y aprovechamiento de los recursos costeros. Estas presiones han generado una configuración ambiental en la que superficies naturales y urbanizadas coexisten con diferentes niveles de conservación.

La tendencia observada corresponde a una **consolidación progresiva de los usos urbanos, residenciales y turísticos en determinados sectores de Bahía de Kino**, acompañada por fragmentación y modificación localizada de las coberturas naturales. En ausencia de medidas de manejo y recuperación, esta tendencia puede continuar reduciendo la continuidad entre remanentes de vegetación, incrementando las superficies construidas y modificando localmente procesos como infiltración, escurrimiento, erosión y configuración paisajística.

Sin embargo, la permanencia de aproximadamente **31.17 % de Vegetación Halófila Xerófila dentro de la RE** y la heterogeneidad ambiental del AI evidencian que aún existen superficies capaces de mantener funciones ecológicas y responder favorablemente a medidas de recuperación.

En este contexto, la reforestación de 1 ha dentro del AI, seleccionada específicamente en un sector con cobertura vegetal muy baja, dentro de un rango aproximado de 0 a 5 %, representa una oportunidad de recuperación localizada de una superficie previamente degradada. Esta medida permitirá incrementar la cobertura vegetal, mejorar la protección superficial del suelo y favorecer localmente la calidad ambiental y paisajística. La superficie destinada a reforestación forma parte del AI existente y no constituye una ampliación de las unidades espaciales consideradas en el análisis.

Diagnóstico ambiental integrado

En términos generales, el sistema ambiental presenta una **condición intermedia entre naturalidad y transformación antrópica**, característica de un ambiente costero territorialmente integrado a un asentamiento humano consolidado. La RE mantiene procesos naturales y superficies con funcionalidad ecológica, pero presenta simultáneamente una marcada influencia urbana que determina su estructura territorial actual.

No se identifica una condición homogénea de deterioro o conservación. Los sectores con mayor continuidad de Vegetación Halófila Xerófila y menor grado de intervención

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

mantienen una mayor disponibilidad de hábitat y continuidad ecológica, mientras que las zonas urbanizadas, vialidades y terrenos con cobertura muy baja presentan un grado superior de transformación.

El AI reproduce esta heterogeneidad a escala local, con sectores que mantienen cobertura y funcionalidad ambiental y otros que presentan condiciones de perturbación. El AP, con una superficie de **0.3217 ha (3,216.617 m²)**, corresponde a una superficie reducida, con cobertura vegetal muy baja, predominio de zacate buffel y baja riqueza biológica respecto de las otras unidades de análisis. No obstante, mantiene funciones ambientales locales relacionadas con infiltración de agua de lluvia, generación y conducción de microescurrimientos, estabilidad superficial del suelo y utilización ocasional por fauna.

Los componentes de mayor relevancia para las etapas posteriores de evaluación corresponden al **suelo y los procesos de erosión**, la **infiltración y el escurrimiento superficial**, la **vegetación y fauna remanentes**, la **integración paisajística** y la interacción del Proyecto con una zona urbana y turística en proceso de consolidación.

Desde una perspectiva funcional, no se identifican elementos que permitan caracterizar al AP como una unidad ambiental independiente ni como soporte exclusivo de procesos ecológicos regionales. Los principales procesos ambientales, la mayor diversidad biológica y las superficies con mayor continuidad de vegetación se distribuyen predominantemente dentro de la RE y, a menor escala, en el AI. Esta condición no elimina la necesidad de prevenir y mitigar las modificaciones locales dentro del AP, sino que permite establecer adecuadamente la escala espacial en la que deberán ser evaluadas.

En consecuencia, el diagnóstico ambiental establece una línea base caracterizada por **elevada aridez, materiales costeros predominantemente arenosos, susceptibilidad local a erosión, funcionamiento hidrológico controlado por microtopografía y escurrimientos de corto recorrido, una matriz territorial fuertemente influida por la urbanización, remanentes funcionales de Vegetación Halófila Xerófila y un gradiente de disminución de riqueza biológica desde la RE hacia el AP**.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

El análisis de los impactos ambientales del proyecto, se sustenta en la comparación de las condiciones ambientales actuales y las modificaciones previsibles derivadas de la ejecución de las obras y actividades propuestas. Para ello, se consideran dos escenarios de referencia: i) el **escenario sin proyecto o escenario 1**, que representa la permanencia y evolución esperada de las condiciones actuales de la RE, AI y AP, incluyendo el grado de urbanización existente, la infraestructura vial, las condiciones actuales de cobertura vegetal, suelo, hidrología, paisaje y dinámica socioeconómica; y ii) el **escenario con proyecto**, que incorpora las modificaciones asociadas con las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del desarrollo inmobiliario.

Esta comparación permite identificar los cambios atribuibles específicamente al proyecto y diferenciarlos de los procesos ambientales y antrópicos que ya se presentan en Bahía de Kino. El análisis considera la escala espacial en la que puede manifestarse cada efecto, distinguiendo entre las modificaciones directas que se concentrarán en el **AP**, los posibles efectos indirectos que podrían manifestarse en el **AI** y aquellos procesos cuya funcionalidad debe analizarse en el contexto de la **RE**. Asimismo, se diferencian los efectos temporales y permanentes, directos e indirectos, adversos y benéficos, así como aquellos susceptibles de prevención, mitigación, compensación o restauración mediante la aplicación de medidas de manejo ambiental.

En la figura inferior se presenta el esquema metodológico adoptado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales. La fase de identificación parte de la integración de listas de verificación de las obras y actividades previstas para cada etapa del proyecto, así como de los componentes, factores y atributos ambientales caracterizados en el Capítulo III. Estos comprenden el medio físico, biótico, paisajístico y socioeconómico, considerando exclusivamente aquellos elementos que presentan una relación causal plausible con las actividades del proyecto.

Las interacciones potenciales entre las actividades del proyecto y los factores ambientales se organizan mediante una **matriz de interacción tipo Leopold**, estructurada por etapas y actividades específicas frente a los componentes y subcomponentes ambientales seleccionados. Esta matriz permite identificar de manera sistemática las relaciones proyecto–entorno y constituye la base para la posterior caracterización y valoración de los impactos.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

En la fase de evaluación, las interacciones identificadas se valoran mediante criterios de **magnitud e importancia**, asignando signo de acuerdo con la naturaleza del efecto, adverso o benéfico. La magnitud considera atributos relacionados con la extensión, duración, continuidad, intensidad y comportamiento acumulativo o sinérgico del impacto, mientras que la importancia incorpora criterios asociados con su reversibilidad, mitigabilidad, residualidad y relevancia económica y sociocultural. Los resultados obtenidos permiten ponderar las interacciones, realizar el cribado de los impactos ambientalmente relevantes y establecer su jerarquización relativa.

Los apartados subsecuentes desarrollan con mayor detalle cada fase del procedimiento, incluyendo la identificación de las obras y actividades del proyecto, la selección de indicadores ambientales, la matriz de interacciones, la caracterización y valoración de impactos y la determinación de impactos residuales, acumulativos y sinérgicos. Asimismo, se integran las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración correspondientes, así como los mecanismos de seguimiento necesarios para verificar su cumplimiento y eficacia durante las distintas etapas del proyecto.

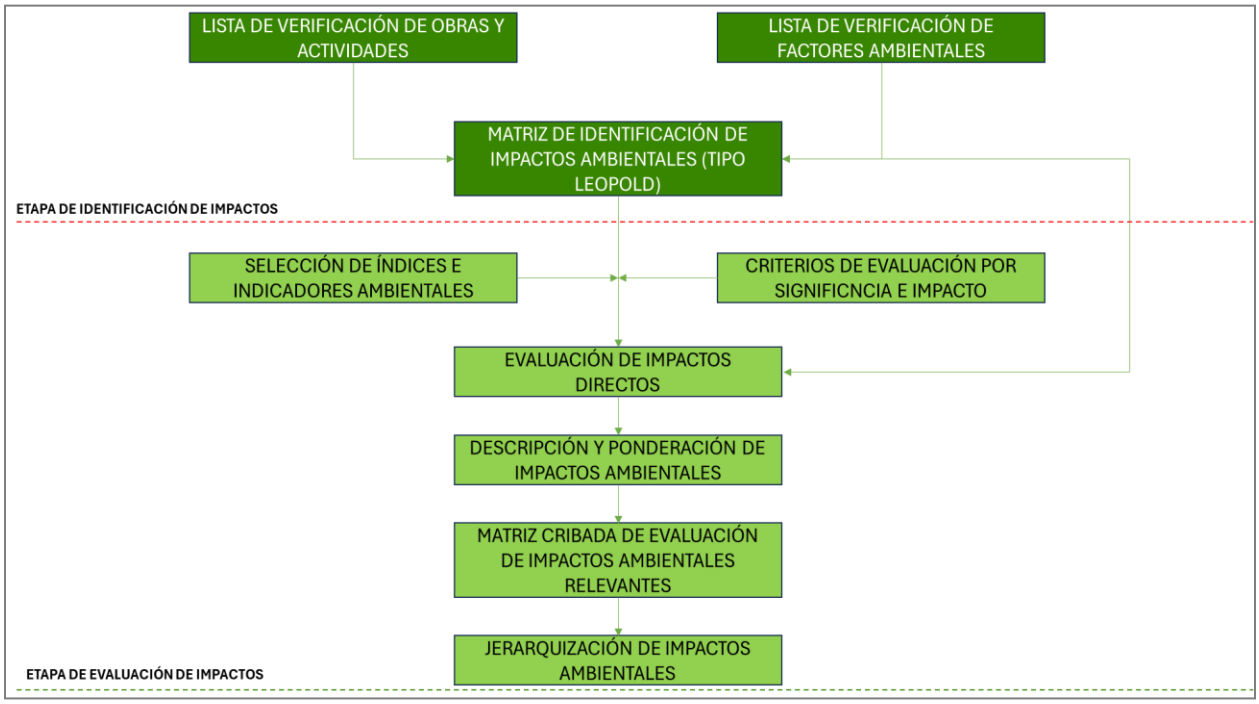


Figura IV. 1 Diagrama metodológico propuesto para la identificación y evaluación de los impactos ambientales derivado de las interacciones entre los factores involucrados y las obras y actividades del Proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV.1.1. Indicadores de impacto

Una vez determinadas las obras y actividades a desarrollar por el Proyecto, se determinaron redes de interacción causa efecto entre las obras y actividades sobre los componentes y factores ambientales susceptibles de ser alterados, tal como se ejemplifica en la Figura inferior. Las obras o actividades definidas en la realización del proyecto corresponde a las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento y Abandono (esta última se consideró en la evaluación como posible abandono).

Tabla IV. 1 Listado de actividades del proyecto por etapas.

ETAPA	OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
PREPARACIÓN DEL SITIO	Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	Actividades previas al inicio de las obras, incluyendo verificación en campo, trazo, delimitación de frentes de trabajo, movilización inicial de equipo, herramientas e insumos y señalización preventiva de las superficies a intervenir.
	Limpieza, deshierbe y remoción de cobertura vegetal herbácea	Limpieza gradual de las superficies requeridas para las obras mediante deshierbe y remoción de la cobertura vegetal herbácea existente. De acuerdo con la caracterización realizada en campo, dentro del AP únicamente se registró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), con una cobertura vegetal muy baja.
	Acciones de manejo ambiental	Aplicación de medidas preventivas y de control relacionadas con rescate y reubicación de fauna, protección del suelo, control de erosión y partículas, manejo de residuos, prevención de derrames y supervisión ambiental.
CONSTRUCCIÓN	Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	Adecuación localizada de las superficies requeridas para edificaciones, áreas comunes y obras asociadas, incluyendo nivelación y conformación del terreno únicamente donde lo requiera el diseño constructivo.
	Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	Excavaciones localizadas para la ejecución de **cimentaciones superficiales** y para la colocación de tuberías, instalaciones sanitarias, conducciones eléctricas y demás elementos requeridos por el desarrollo. Incluye el manejo y acomodo temporal del material producto de excavación.
	Construcción de cimentaciones y estructuras	Ejecución de los elementos de cimentación y estructura necesarios para el desplante de las edificaciones, conforme al proyecto ejecutivo y a las especificaciones geotécnicas y estructurales aplicables.
	Edificación de condominios	Construcción progresiva de las edificaciones habitacionales contempladas en el AP, incluyendo estructura, muros, losas, acabados y demás elementos arquitectónicos previstos en el Proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	Construcción y terminación de las superficies destinadas a circulación peatonal, estacionamientos y áreas comunes, incluyendo la colocación de pavimentos y elementos complementarios correspondientes.
	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Colocación y conexión de redes hidráulicas, sanitarias y eléctricas requeridas para el funcionamiento del desarrollo, incluyendo tuberías, registros, cableado y elementos auxiliares.
	Paisajismo y establecimiento de vegetación	Acondicionamiento de áreas no selladas mediante establecimiento y mantenimiento inicial de vegetación regional, así como ejecución de las acciones de paisajismo previstas para integrar las obras con el entorno.
	Acopio temporal y manejo de residuos	Segregación, almacenamiento temporal, recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y, cuando se generen, residuos peligrosos, conforme a las disposiciones aplicables.
	Manejo de aguas residuales durante la obra	Manejo de las aguas residuales generadas por el personal mediante instalaciones sanitarias temporales o sistemas autorizados, evitando descargas al suelo, subsuelo o cuerpos receptores.
	Transporte de materiales, equipos e insumos	Traslado de materiales de construcción, equipo, herramientas e insumos hacia el AP, incluyendo actividades de carga y descarga y medidas para evitar dispersión de materiales y derrames.
	Transporte de personal	Movilización del personal relacionado con la construcción hacia el sitio y dentro de las áreas autorizadas, utilizando los accesos y vialidades existentes.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Ocupación y operación de viviendas	Uso habitacional de las edificaciones una vez concluidas, incluyendo las actividades cotidianas propias de los residentes y usuarios del desarrollo.
	Tránsito vehicular y estacionamiento	Circulación y estacionamiento de vehículos de residentes, visitantes y prestadores de servicios asociados con la operación del desarrollo, utilizando los accesos y áreas destinadas para este fin.
	Mantenimiento de edificaciones e infraestructura	Conservación preventiva y correctiva de edificaciones, andadores, estacionamientos, áreas comunes y demás infraestructura del Proyecto durante su vida útil.
	Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Revisión, reparación y conservación periódica de las redes e instalaciones necesarias para garantizar su funcionamiento adecuado y prevenir fugas, fallas o deterioro.
	Mantenimiento de áreas verdes y vegetación	Riego, reposición, poda y demás actividades necesarias para conservar las áreas verdes y la vegetación regional establecida dentro del Proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	Manejo de residuos sólidos urbanos	Separación, almacenamiento temporal y recolección de los residuos generados por residentes y usuarios, para su posterior traslado a sitios autorizados mediante los servicios correspondientes.
	Manejo y conducción de aguas residuales	Conducción de las aguas residuales sanitarias generadas durante la operación hacia los **biodigestores previstos para su tratamiento**. El efluente tratado podrá utilizarse para el riego de áreas verdes siempre que cumpla con las condiciones de calidad aplicables para dicho aprovechamiento; en caso contrario, deberá recibir el tratamiento complementario o manejo correspondiente. Los lodos generados serán retirados mediante prestadores autorizados. No se contemplan descargas directas al suelo, subsuelo o ambiente costero.
	Abastecimiento y consumo de agua	Suministro y utilización de agua para las actividades habitacionales, servicios y mantenimiento de áreas comunes y vegetación, mediante la infraestructura de abastecimiento prevista para el Proyecto.
	Operación de áreas comunes y servicios	Uso y funcionamiento de áreas comunes, iluminación, equipamiento y servicios asociados con la operación cotidiana del desarrollo habitacional.
ABANDONO / CIERRE HIPOTÉTICO	Retiro de instalaciones y limpieza	En caso de presentarse un cierre definitivo, retiro de instalaciones, elementos auxiliares y materiales remanentes, acompañado de limpieza general de las superficies intervenidas.
	Demolición y retiro de materiales	Desmantelamiento o demolición de las estructuras que eventualmente deban retirarse, incluyendo carga, transporte y disposición adecuada de los residuos de construcción y demolición generados.
	Estabilización y restauración de superficies	Reconformación y estabilización de las superficies afectadas por el retiro de infraestructura, incluyendo control de erosión, acondicionamiento del sustrato y establecimiento de vegetación regional cuando corresponda.
	Monitoreo posterior al cierre	Seguimiento de las superficies restauradas para verificar estabilidad del terreno, comportamiento de escurrimientos, control de erosión y establecimiento de la vegetación, aplicando acciones correctivas cuando sean necesarias.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

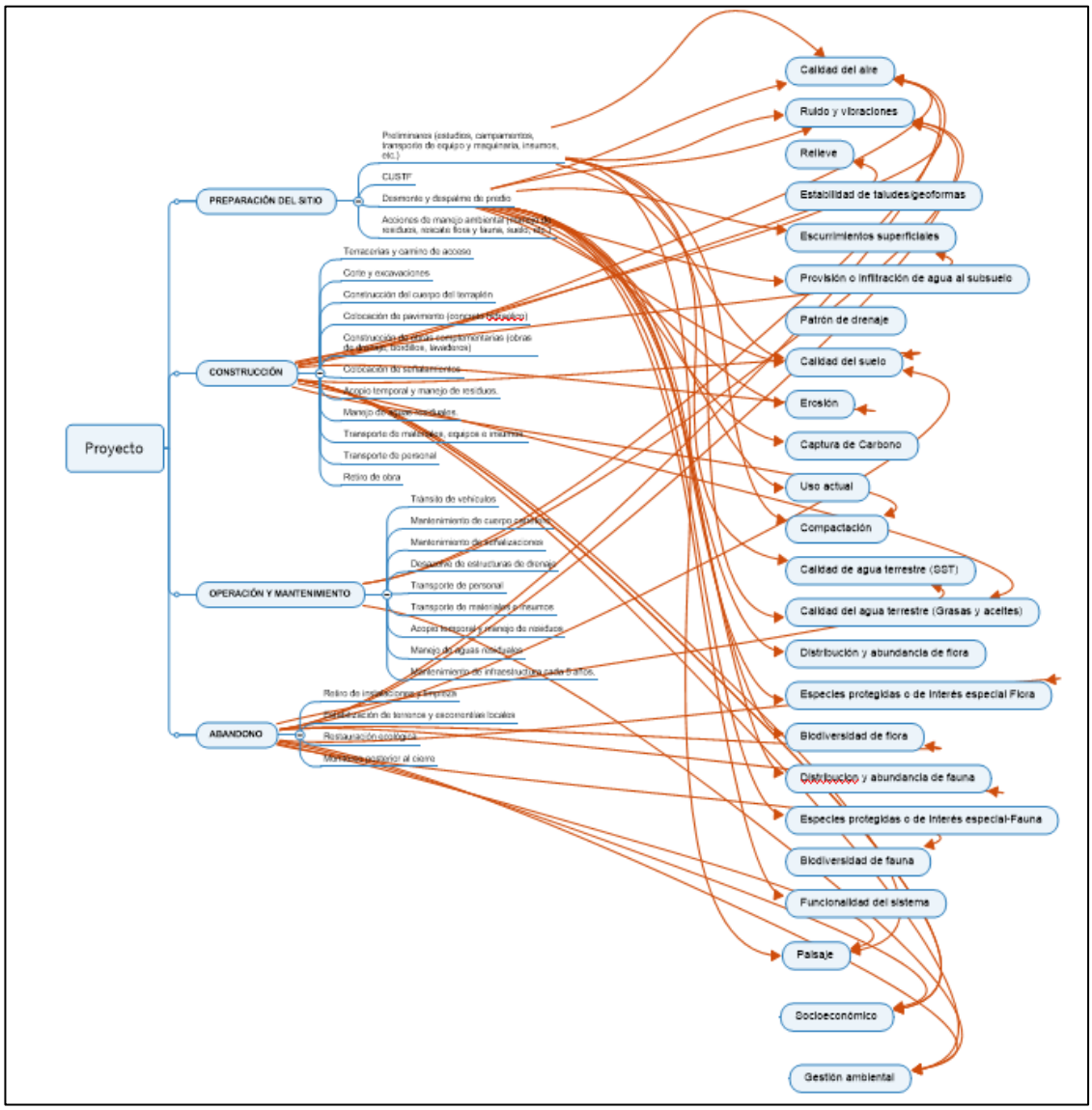


Figura IV. 2 Ejemplificación de las redes de interacción entre obras y actividades del Proyecto para sus diferentes etapas y los componentes y factores ambientales.

IV.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto

A partir de las características del Proyecto y de los componentes ambientales identificados en el Capítulo III, se seleccionaron los factores y atributos susceptibles de presentar alguna modificación derivada de las obras y actividades previstas. La existencia y naturaleza de cada interacción se verificó posteriormente mediante la

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

matriz Proyecto–entorno, permitiendo distinguir los factores efectivamente afectados de aquellos para los cuales no se identificó una vía causal de modificación.

Tabla IV. 2 Componentes del sistema ambiental del proyecto y lista de indicadores susceptibles de impacto.

Ambiente	Rubro ambiental	Atributo / Cualidad
Ambiente físico	Atmósfera	Calidad del aire
		Ruido y vibraciones
	Geología	Relieve
		Estabilidad de taludes/geoformas
	Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales
		Provisión o infiltración de agua al subsuelo
		Patrón de drenaje
	Suelo	Calidad del suelo
		Erosión
		Captura de Carbono
		Uso actual
		Compactación
	Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)
		Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)
Ambiente biológico	Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora
		Especies protegidas o de interés especial Flora
		Biodiversidad de flora
		Distribución y abundancia de fauna
		Especies protegidas o de interés especial-Fauna
		Biodiversidad de fauna
		Funcionalidad del sistema
	Fauna acuática	Distribución y abundancia del plancton
		Biota bentónica
		Especies nectónicas
		Especies protegidas y de interés especial
	Flora acuática	Flora acuática
Paisaje	Paisaje	Visibilidad
		Calidad paisajística
		Fragilidad visual
Ambiente socio-económico	Población	Demografía y migración
		Actividades recreativas y culturales
		Calidad de vida
	Servicio	Servicios e infraestructura
		Vialidades y acceso
		Interacción de las comunidades

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	Economía	Economía regional
		Empleo y mano de obra
		Actividades productivas
		Valor catastral
Gestión ambiental	Gestión ambiental	Normatividad ambiental
		Manejo y administración del riesgo ambiental
		Seguimiento ambiental del proyecto

IV.1.3. Criterios y metodologías de evaluación

Para complementar la identificación de interacciones se empleó la técnica de matrices (matrices de interacción), la cual permite identificar de forma gráfica y en una tabla, las afectaciones negativas y positivas que generará el Proyecto, así como la etapa en que más se generarán; esto permite, además, la cuantificación de las actividades que provocarán con mayor recurrencia cada impacto identificado.

En la siguiente tabla se presenta la matriz de identificación de interacciones, en donde se determinaron las relaciones del Proyecto–entorno, desglosando el Proyecto en etapas y acciones, y el medio en componentes y factores. Para efectos de interpretación las interacciones negativas se identifican con colores diferentes según la etapa donde se presenten.

Para la identificación de impactos, se diseñó una matriz de interacción basada en la Matriz de Leopold y adaptada a las condiciones particulares del proyecto, en la cual se correlaciona las actividades que se realizarán durante las diferentes etapas del proyecto, con los atributos ambientales; en la que cada intersección de columna y renglón determina el impacto que tiene posibilidad de ocurrir en las diferentes etapas del proyecto. Para el llenado de la matriz de identificación de impactos, se empleó la siguiente simbología:

A = Adverso significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar durante un lapso de tiempo prolongado.

a = Adverso poco significativo, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.

B = Benéfico significativo, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.

b = Benéfico poco significativo, cuando la actividad dentro de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Las celdas vacías representan ausencia de interacción entre las obras o actividades y los componentes y factores (atributos) asociados al Proyecto.

Los resultados de la matriz generada se pueden consultar en las Tablas inferiores que se resumen a continuación. Se identificaron un total de 271 interacciones para el Proyecto, repartidas de la siguiente manera: 59 para la etapa de preparación del sitio, 109 para la etapa de construcción, 45 para etapa de operación y mantenimiento y 58 para la etapa de abandono. Las etapas de preparación del sitio y construcción representan el 61.99% de los impactos, la etapa de operación y mantenimiento el 16.61% y la etapa de abandono el 21.40%.

La valoración de significancia gruesa para el Proyecto se resume a continuación. Se contabilizaron 102 interacciones categorizadas como valores "a" (adversos poco significativos) que representan el 37.64% del total, 8 interacciones "A" (adversos significativos) que representan el 2.95% del total, 139 interacciones "b" (benéfico poco significativo) que representan el 51.29% del total y 22 interacciones "B" (benéfico significativo) que representan el 8.12% del total de interacciones.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 3 Matriz de identificación de interacciones donde se determinaron las relaciones Proyecto-entrono para las etapas de preparación del sitio y construcción.

			Preparacion del sitio			Construccion										
			Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	Limpieza, desbarbe y remoción puntual de vegetación	Acciones de manejo ambiental	Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	Construcción de cimentaciones y estructuras	Edificación de condominios	Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	Instalaciones hidraulicas, sanitarias y eléctricas	Paisajismo y establecimiento de vegetación	Acopio temporal y manejo de residuos	Manejo de aguas residuales durante la obra	Transporte de materiales, equipos e insumos	Transporte de personal
Ambiente físico	Atmósfera	Calidad del aire	a	a	b	a	a	a	a	a	a				a	a
		Ruido y vibraciones	a	a		a	a	a	a	a	a				a	a
	Geología	Relieve				a	a	a								
		Estabilidad de taludes/geoformas					a									
	Agua superficial y subterranea	Escurrimientos superficiales				a	a		a	a						
		Provisión o infiltración de agua al subsuelo				a	a	a	a	a		b				
		Patrón de drenaje				a	a		a	a						
	Suelo	Calidad del suelo			b	a	a	a		a	a	b	b	b		
		Erosión		a	b	a	a					b				
		Captura de carbono		a								b				
		Uso actual		a		a		a	a	a						
		Compactación	a			a	a	a		a	a				a	
	Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)			b	a	a						b	b		
		Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)			b		a	a					b	b	a	
Ambiente biológico	Flora y Fauna terrestre	Distribución y abundancia Flora		a	b							B				
		Especies protegidas o de interés especial Flora														
		Biodiversidad Flora		a								b				
		Distribucion y abundancia Fauna	a	a	b	a	a	a	a			b	b		a	
		Especies protegidas o de interés especial-Fauna		a	b		a									
		Biodiversidad Fauna		a								b				
		Funcionalidad del sistema		a	b							b				
	Fauna acuatica	Distribución y abundancia plancton														
		Biota bentonica														
		Especies nectónicas														
		Especies protegidas y de interés especial														
	Flora acuatica	Flora acuática														
Paisaje		Visibilidad	a				a	a	a							
		Calidad paisajística	a	a	b	a	a	a	a	a		B	b		a	
		Fragilidad visual		a		a	a	a	a			b				
Ambiente socioeconómico	Población	Demografía y migración														
		Actividades recreativas y culturales														
		Calidad de vida								b	b		b	b		
	Servicio	Servicios e infraestructura							b	b	b					
		Vialidades y acceso	a							b					a	a
		Interacción de las comunidades													a	a
	Economía	Economía regional						b	b						b	
		Empleo y mano de obra						b	b						b	b
		Actividades productivas													b	
		Valor Catastral							b							
Gestión ambiental		Normatividad ambiental	b		B						b		b	b		
		Administración del riesgo ambiental			B						b		b	b		
		Seguimiento ambiental del proyecto	b		B								b			

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 4 Matriz de identificación de interacciones donde se determinaron las relaciones Proyecto-entrono para las etapas de operación y mantenimiento y, abandono.

			Operación y mantenimiento									Abandono			
			Ocupación y operación de viviendas	Tránsito vehicular y estacionamiento	Mantenimiento de edificaciones e infraestructura	Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Mantenimiento de áreas verdes y vegetación	Manejo de residuos sólidos urbanos	Manejo y conducción de aguas residuales	Abastecimiento y consumo de agua	Operación de áreas comunes y servicios	Retiro de instalaciones y limpieza	Demolición y retiro de materiales	Estabilización y restauración de superficies	Monitoreo posterior al cierre
Ambiente físico	Atmósfera	Calidad del aire		a	a							a	a		
		Ruido y vibraciones		a	a						a	a	a		
	Geología	Relieve											a	b	
		Estabilidad de taludes/geoformas												b	
	Agua superficial y subterranea	Escurrimientos superficiales												b	
		Provisión o infiltración de agua al subsuelo					b							b	
		Patrón de drenaje												b	
	Suelo	Calidad del suelo				b	b	b	b			a	a	b	b
		Erosión					b						a	B	b
		Captura de carbono					b							b	
		Uso actual													
		Compactación											a		
	Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)						b	b				a		
		Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)		a		b			b				a		
Ambiente biológico	Flora y Fauna terrestre	Distribución y abundancia Flora					B							B	b
		Especies protegidas o de interés especial Flora													
		Biodiversidad Flora					b							b	
		Distribucion y abundancia Fauna		a			b	b					a	b	b
		Especies protegidas o de interés especial-Fauna													
		Biodiversidad Fauna					b							b	
		Funcionalidad del sistema					b							b	b
	Fauna acuatica	Distribución y abundancia plancton													
		Biota bentonica													
		Especies nectónicas													
		Especies protegidas y de interés especial													
	Flora acuatica	Flora acuática													
Paisaje		Visibilidad											a		
		Calidad paisajística		a	b		B	b			b	b	a	B	b
		Fragilidad visual					b						a	b	
Ambiente socioeconómico	Población	Demografía y migración	b												
		Actividades recreativas y culturales	b								b				
		Calidad de vida	b		b	b		b	b	b	b	b			
	Servicio	Servicios e infraestructura	b		b	b		b	b	a	b				
		Vialidades y acceso		a								a	a		
		Interacción de las comunidades		a											
	Economía	Economía regional	b		b					b	b				
		Empleo y mano de obra			b								b		
		Actividades productivas	b								b				
		Valor Catastral	b								b				
Gestión ambiental		Normatividad ambiental						b	b						b
		Administración del riesgo ambiental				b		b	b						b
		Seguimiento ambiental del proyecto										b			B

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 5 Resumen de la matriz de identificación de interacciones donde se determinaron las relaciones Proyecto-entrono para las etapas del Proyecto.

RESUMEN DE LA IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																													
Por componente de la etapa	a	7	13	0	14	17	12	10	9	4	0	0	0	8	4	0	7	2	0	0	0	0	1	1	4	13	0	0
	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	2	0	10	0	0	2	4	3	4	9	9	6	3	1	7	0	5	5	9	8	7	2	7	3	1	12	8
	B	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1

		Preparacion del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
Por etapa del proyecto	a	20	78	11	17
	A	0	0	0	0
	b	12	41	50	24
	B	3	2	2	4
		35	121	63	45

Por el proyecto	a	126
	A	0
	b	127
	B	11

PROPORCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES (%)					
Por etapa del proyecto	a	7.58	29.55	4.17	6.44
	A	0.00	0.00	0.00	0.00
	b	4.55	15.53	18.94	9.09
	B	1.14	0.76	0.76	1.52
		13.26	**45.83**	**23.86**	**17.05**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV.2. Caracterización de los impactos.

IV.2.1. Indicadores de impacto identificados en las interacciones.

Tabla IV. 6 Impactos identificados

Componentes	Factores	Impactos	Producido por
Atmósfera	Calidad del aire	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de gases de combustión y generación o resuspensión de partículas. Control y reducción de emisiones mediante acciones de manejo ambiental.	Preliminares; limpieza y deshierbe; acondicionamiento del terreno; excavaciones; cimentaciones; edificación; construcción de áreas comunes; instalaciones; transporte de materiales y personal; tránsito vehicular; mantenimiento; retiro y demolición. Acciones de manejo ambiental como efecto benéfico.
	Ruido y vibraciones	Incremento temporal de los niveles de ruido y vibraciones derivados de actividades constructivas, tránsito y mantenimiento.	Preliminares; limpieza; acondicionamiento; excavaciones; cimentaciones; edificación; áreas comunes; instalaciones; transporte; tránsito vehicular; mantenimiento; operación de áreas comunes; retiro y demolición.
Geología	Relieve	Modificación localizada de la configuración superficial del terreno. Recuperación parcial de las condiciones del terreno en un eventual cierre.	Acondicionamiento y nivelación; excavaciones; cimentaciones; demolición. Estabilización y restauración de superficies.
	Estabilidad de taludes/geoformas	Alteración puntual de la estabilidad superficial durante excavaciones. Recuperación mediante estabilización de superficies.	Excavaciones para cimentaciones e instalaciones; estabilización y restauración de superficies.
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	Modificación localizada de la relación entre infiltración y escurrimiento y de la generación de microescurrimientos como consecuencia del acondicionamiento y posterior **sellamiento de la superficie del AP**. El efecto se limita espacialmente al AP y deberá manejarse mediante las soluciones de captación y conducción pluvial previstas, evitando concentraciones artificiales de flujo, erosión o arrastre de materiales hacia superficies colindantes.	Acondicionamiento; excavaciones; edificación; áreas comunes. Paisajismo, mantenimiento de vegetación y estabilización/restauración de superficies como acciones favorables.
	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	**Disminución de la infiltración potencial dentro del AP durante el acondicionamiento y la operación del Proyecto.** Bajo la condición actual se estima una infiltración potencial de aproximadamente **1.47 m³/año**. Durante el periodo temporal de acondicionamiento, la disminución correspondiente a tres meses se estima en aproximadamente **0.37 m³**. Para la operación, bajo el supuesto conservador de sellamiento prácticamente completo del AP, la reducción permanente se estima en **1.47 m³/año** respecto de la condición actual. El efecto se restringe espacialmente al AP y se atiende mediante el manejo pluvial previsto y mediante la **reforestación compensatoria de 1 ha dentro del AI**,	Acondicionamiento y nivelación; cimentaciones; edificación; construcción de áreas comunes y superficies acondicionadas. La reforestación de 1 ha dentro del AI constituye la medida compensatoria asociada con esta modificación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		destinada a incrementar progresivamente la cobertura vegetal y la infiltración potencial en dicha superficie.	
	Patrón de drenaje	Modificación localizada de la distribución y concentración de los flujos pluviales **dentro del AP**, asociada con el acondicionamiento y sellamiento de la superficie. No se prevé modificación de cauces ni del patrón regional de drenaje, debido a que el AP no intercepta cauces regionales ni recibe aportaciones significativas de escurrimientos externos.	Acondicionamiento; excavaciones; edificación y construcción de áreas comunes; estabilización y restauración de superficies.
Suelo	Calidad del suelo	Alteración localizada de las propiedades superficiales del suelo por intervención física y riesgo potencial de contaminación. Mejoramiento mediante manejo ambiental y restauración.	Preliminares; acondicionamiento; excavaciones; cimentaciones; instalaciones; residuos; aguas residuales; retiro y demolición. Manejo ambiental, paisajismo y restauración como acciones favorables.
	Erosión	Incremento temporal de la susceptibilidad a erosión hídrica y eólica durante la exposición del terreno en la etapa constructiva. Para un periodo representativo de tres meses se estima un incremento atribuible al Proyecto de aproximadamente **0.1064 ton por erosión hídrica** y **1.7509 ton por erosión eólica**. Una vez concluidas las obras y protegida la superficie mediante edificaciones y demás elementos acondicionados, no se prevé la permanencia de suelo mineral desnudo susceptible de erosión dentro del AP. La reforestación de 1 ha dentro del AI complementará las medidas de conservación de suelo.	Limpieza y deshierbe; acondicionamiento; excavaciones; demolición. Acciones de manejo ambiental, paisajismo, mantenimiento de vegetación y restauración.
	Captura de Carbono	Disminución muy localizada de la capacidad de captura de carbono asociada con la remoción de la escasa cobertura herbácea existente en el AP; recuperación parcial mediante el establecimiento de vegetación dentro del Proyecto y la reforestación de 1 ha dentro del AI.	Limpieza y remoción puntual de vegetación. Paisajismo, mantenimiento de áreas verdes y restauración.
	Uso actual	Transformación permanente de superficies actualmente abiertas hacia uso habitacional y de servicios asociado al Proyecto.	Limpieza y deshierbe; acondicionamiento; cimentaciones; edificación y construcción de áreas comunes.
	Compactación	Compactación localizada por tránsito, acondicionamiento, excavaciones y construcción.	Preliminares; acondicionamiento; excavaciones; cimentaciones; áreas comunes; instalaciones; transporte de materiales; demolición.
Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)	Riesgo de incorporación de sólidos suspendidos a escurrimientos locales por exposición y movilización de materiales. Reducción mediante manejo adecuado y estabilización.	Acondicionamiento; excavaciones; manejo de residuos; aguas residuales; demolición. Acciones de manejo ambiental y restauración.
	Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)	Riesgo potencial de contaminación por fugas o derrames accidentales de combustibles, lubricantes o sustancias empleadas durante construcción y mantenimiento.	Excavaciones; cimentaciones; transporte de materiales; tránsito vehicular; mantenimiento; manejo de residuos y demolición. Medidas de manejo ambiental y mantenimiento preventivo reducen el riesgo.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora	Reducción localizada de cobertura vegetal durante preparación del sitio y recuperación mediante establecimiento y mantenimiento de vegetación regional.	Limpieza y remoción puntual de vegetación. Paisajismo, mantenimiento de áreas verdes, acciones de manejo ambiental y restauración.
	Especies protegidas o de interés especial Flora	**No se identificaron interacciones directas**, al no registrarse especies de flora bajo categoría de riesgo dentro del AP que sean afectadas por las obras evaluadas.	No aplica.
	Biodiversidad de flora	Modificación de la condición florística del AP por eliminación de la cobertura herbácea existente. La afectación se presenta sobre una comunidad **altamente simplificada**, en la que durante el muestreo únicamente se registró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), especie introducida y sin categoría de riesgo. En consecuencia, la intervención no implica la pérdida de especies vegetales nativas registradas en el AI o la RE ni una reducción significativa de la diversidad florística regional.	Limpieza y deshierbe. Paisajismo, mantenimiento de áreas verdes y restauración.
	Distribución y abundancia de fauna	Desplazamiento temporal de ejemplares por presencia humana, ruido, tránsito y modificación localizada del hábitat. Recuperación parcial asociada con vegetación y manejo ambiental.	Preliminares; limpieza; acondicionamiento; excavaciones; cimentaciones; edificación; transporte; tránsito y demolición. Manejo ambiental, paisajismo y restauración como acciones favorables.
	Especies protegidas o de interés especial-Fauna	No se registraron especies de fauna incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del AP. No obstante, en el AI y la RE se registró *Callisaurus draconoides*, clasificada como **Amenazada (A)**, por lo que existe un riesgo preventivo asociado con el posible desplazamiento de ejemplares hacia las áreas de trabajo durante la construcción. Este riesgo será atendido mediante recorridos previos, supervisión ambiental y, cuando resulte necesario, rescate y reubicación de fauna.	Limpieza y deshierbe; excavaciones y acciones constructivas con presencia de personal y maquinaria. Rescate y reubicación de fauna como medida preventiva.
	Biodiversidad de fauna	Reducción localizada y temporal de la diversidad faunística por perturbación y modificación del hábitat; recuperación parcial mediante revegetación.	Limpieza y actividades constructivas. Paisajismo, mantenimiento de vegetación y restauración.
	Funcionalidad del sistema	Modificación localizada de funciones ecológicas asociadas con cobertura vegetal, suelo y uso del espacio por fauna.	Limpieza, acondicionamiento y actividades constructivas. Acciones de manejo ambiental, vegetación regional y restauración favorecen su recuperación.
Fauna acuática	Distribución y abundancia del plancton	**No se identificaron interacciones.**	El Proyecto no contempla obras o descargas directas al medio acuático.
	Biota bentónica	**No se identificaron interacciones.**	No existen obras dentro del ambiente acuático.
	Especies nectónicas	**No se identificaron interacciones.**	No se identificó una vía causal directa de afectación.
	Especies protegidas y de interés especial	**No se identificaron interacciones.**	No se contemplan intervenciones en el medio acuático.
Flora acuática	Flora acuática	**No se identificaron interacciones.**	El Proyecto es terrestre y no contempla intervención directa del ambiente acuático.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Paisaje	Visibilidad	Modificación de las visuales actuales por incorporación de nuevas edificaciones y estructuras; alteración temporal adicional durante construcción y eventual demolición.	Preliminares; excavaciones; cimentaciones; edificación; demolición. Restauración contribuye a recuperar las condiciones visuales en un eventual cierre.
	Calidad paisajística	Modificación directa y permanente de la expresión visual del AP por incorporación de elementos construidos; mejoramiento local mediante paisajismo y vegetación regional.	Actividades constructivas, tránsito y mantenimiento. Paisajismo, mantenimiento de vegetación, manejo ambiental y restauración generan efectos positivos.
	Fragilidad visual	Incremento del contraste visual por incorporación de elementos construidos en un terreno predominantemente abierto; reducción mediante integración arquitectónica y paisajística.	Limpieza; acondicionamiento; excavaciones; cimentaciones; edificación. Paisajismo, mantenimiento de vegetación y restauración.
Población	Demografía y migración	Incremento localizado de población residente y temporal asociado con ocupación de las viviendas y demanda de servicios.	Ocupación y operación de viviendas.
	Actividades recreativas y culturales	Incremento de oportunidades de uso recreativo y residencial del área.	Ocupación de viviendas y operación de áreas comunes y servicios.
	Calidad de vida	Mejoramiento asociado con disponibilidad de vivienda, infraestructura, servicios y espacios comunes; posibles molestias temporales durante construcción y tránsito.	Áreas comunes; instalaciones; operación de viviendas; mantenimiento; manejo de servicios; operación de áreas comunes.
Servicio	Servicios e infraestructura	Incremento en la disponibilidad y demanda de infraestructura hidráulica, sanitaria, eléctrica y urbana.	Edificación; áreas comunes; instalaciones; operación y mantenimiento; abastecimiento de agua; manejo de residuos y aguas residuales.
	Vialidades y acceso	Incremento temporal del tránsito durante construcción y operación; utilización de vialidades existentes para acceso al Proyecto.	Preliminares; transporte de materiales y personal; tránsito vehicular; retiro y demolición.
	Interacción de las comunidades	Modificación temporal de la movilidad y demanda de servicios locales; aumento de la interacción entre residentes, visitantes y prestadores de servicios.	Transporte de materiales y personal; tránsito vehicular; ocupación del desarrollo y actividades de servicios.
Economía	Economía regional	Derrama económica derivada de adquisición de materiales, contratación de servicios, construcción, mantenimiento y operación del desarrollo.	Cimentaciones; edificación; transporte; operación de viviendas; mantenimiento; áreas comunes y servicios.
	Empleo y mano de obra	Generación temporal y permanente de oportunidades de empleo directo e indirecto.	Construcción, transporte, mantenimiento, operación y eventual cierre del Proyecto.
	Actividades productivas	Incremento de demanda de comercio, servicios, mantenimiento y actividades asociadas con el sector inmobiliario y turístico.	Transporte de materiales; ocupación de viviendas; operación y mantenimiento de áreas comunes y servicios.
	Valor catastral	Potencial incremento del valor inmobiliario y catastral asociado con la consolidación del desarrollo y la infraestructura existente.	Edificación, ocupación y operación del Proyecto y áreas comunes.
Gestión ambiental	Normatividad ambiental	Fortalecimiento del cumplimiento mediante aplicación de obligaciones, medidas y programas ambientales establecidos para el Proyecto.	Acciones de manejo ambiental; paisajismo; manejo de residuos y aguas residuales; operación y seguimiento.
	Manejo y administración del riesgo ambiental	Reducción y control de riesgos asociados con derrames, residuos, emisiones, contingencias y funcionamiento de instalaciones.	Acciones de manejo ambiental; instalaciones; manejo de residuos; aguas residuales; mantenimiento y seguimiento.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	Seguimiento ambiental del proyecto	Verificación continua del cumplimiento y eficacia de las medidas ambientales durante las distintas etapas.	Acciones de manejo ambiental, manejo de residuos, retiro de obra y monitoreo posterior al cierre.

IV.2.2. Valoración de los impactos.

Posteriormente, los resultados de la identificación de impactos, fueron valorados en términos de magnitud e importancia mediante la Matriz de Significancias, en la relación proyecto-sistema ambiental, que aporte elementos de juicio en la descripción de impactos y las medidas de mitigación de impactos ambientales aplicables en cada caso. Para ello, se determinó la definición y el alcance de los criterios en la calificación de los impactos en los términos señalados (magnitud e importancia). Los impactos se califican en una escala de 0 a +/-10 según su magnitud y de 0 a 5 según su importancia.

Como resultado de ello, se identifican los impactos más relevantes que requieren su atención y tratamiento. En cada una de las celdas marcadas con diagonal se anotará el valor de la magnitud en la mitad superior izquierda y el valor de la importancia en la mitad inferior derecha, pasando a analizar y discutir cada impacto para ajustar los valores preliminares asignados a las interacciones o para modificar el diseño de las obras propuestas. El peso relativo que se asigna a cada variable y los ajustes que se hacen a los valores, se determinan a nivel de grupo interdisciplinario.

En particular, para la estimación de los valores de magnitud de los impactos ambientales de cada una de las acciones consideradas, inicialmente se determinaron las interacciones existentes entre acción programada y factor ambiental; los valores de magnitud se estimaron considerando los siguientes elementos:

1.	Extensión o cobertura del impacto
2.	Duración del impacto
3.	Continuidad
4.	Intensidad del impacto
5.	Acumulación y/o sinergia del impacto considerado

Estos elementos fueron evaluados por el consenso de los expertos (cualitativa), en escala de 1 a 10 asignándose valores negativos a los impactos adversos y positivos a los impactos benéficos. El valor 0 no existe y es en ese caso cuando no hay interacción directa entre el factor ambiental y el componente del proyecto. A continuación, se describe cada uno de los conceptos de calificación utilizados en la evaluación de impactos:

Tabla IV. 7 Criterios de magnitud en la valoración de impactos ambientales.

Término	Definición
Extensión del efecto (E):	Tamaño de la superficie o volumen afectado por una determinada acción.
Duración del impacto (D):	Lapso de tiempo durante el cual se manifiesta el efecto ambiental de la ejecución de una acción de proyecto.
Continuidad o frecuencia del efecto (C):	Frecuencia con la cual se produce determinado efecto o presencia del mismo en relación con el periodo de tiempo que abarca la acción que lo provoca.
Intensidad del impacto (I):	Nivel de aproximación del efecto con respecto a estándares existentes (límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas, la proporción de las existencias del factor ambiental en el área de estudio que serán afectadas por el impacto o, valores predeterminados en la literatura).
Acumulación del efecto (A):	Presencia de los efectos aditivos en los impactos.
Sinergia (S):	Interacción de orden mayor entre impactos que resulta en la potencialización del efecto de uno o varios de ellos.

Evaluar de 1 - 10 la **extensión** o cobertura del impacto. Ejemplo: si la acción a evaluar cubre toda el área del proyecto o comprende todo o una fracción del recurso ambiental afectado Será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

Tabla IV. 8 Criterios de extensión en la valoración de impactos ambientales.

Criterio de extensión o cobertura	
10: La acción comprende el 100% del área del proyecto o bien tiene efectos en toda el área y en alrededores.	5: La acción comprende la mitad del área del proyecto o bien el recurso afectado se encuentra presente en el 50% del área y este es afectado por la acción en su totalidad.
9: La acción comprende el 100% del área del proyecto, pero no tiene efectos en toda el área y en alrededores.	4: La acción comprende la mitad del área del proyecto, pero el recurso afectado no se encuentra presente en el área de las obras permanentes.

8: La acción comprende el 80% del área del proyecto o bien tiene efectos en toda el área y en alrededores.	3: La acción comprende cerca del 25 % del área del proyecto
7: La acción comprende el 80% del área del proyecto, pero no tiene efectos en toda el área y en alrededores.	2: La acción comprende menos del 25 % del área del proyecto, pero es notoria la acción
6: La acción comprende más del 60% del área del proyecto o tiene efectos en toda el área y en alrededores.	1: la cobertura del impacto comprende solo una pequeña fracción del área del proyecto o del recurso afectado, impacto puntual.

Evaluar la **duración** del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

Tabla IV. 9 Criterios de duración en la valoración de impactos ambientales.

Criterio de duración	
10 equivale a un impacto de duración prolongada en la etapa evaluada	5 equivale a impacto de duración significante en acciones de una etapa evaluada
9 equivale a un impacto de duración larga en la etapa evaluada	4 equivale a impacto de duración suficiente en toda la etapa evaluada
8 equivale a un impacto de duración alta, en toda la etapa evaluada	3 equivale a impacto de duración suficiente en acciones de una etapa evaluada
7 equivale a impacto de duración alta, en acciones de una etapa evaluada	2 equivale a impacto de duración perceptible
6 equivale a impacto de duración significante en toda la etapa evaluada	1 equivale a impacto sin duración de afectación

Evaluar la **continuidad** del impacto de 1 -10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

Tabla IV. 10 Criterios de continuidad en la valoración de impactos ambientales.

Criterio de continuidad	
10 equivale a un impacto de continuidad prolongada en la etapa que sin duda deriva en otras repercusiones al ambiente	5 equivale a impacto de duración significante en acciones de una etapa evaluada repercusión local
9 equivale a un impacto de continuidad larga en la etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente	4 equivale a impacto de continuidad suficiente en toda la etapa evaluada

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

8 equivale a un impacto de continuidad alta, en toda la etapa evaluada que deriva en otras repercusiones al ambiente	3 equivale a impacto de continuidad suficiente en acciones de una etapa evaluada
7 equivale a impacto de continuidad alta, en acciones de una etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente	2 equivale a impacto de continuidad perceptible
6 equivale a impacto de continuidad significante en toda la etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente	1 equivale a impacto sin continuidad, solo de repercusión directa

Evaluar la **Intensidad** (profundidad) del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

Tabla IV. 11 Criterios de intensidad en la valoración de impactos ambientales.

Criterio de intensidad	
10 equivale a un impacto de intensidad muy alta en la etapa evaluada, siendo un impacto muy fuerte	5 equivale a impacto de intensidad significante en acciones de una etapa evaluada
9 equivale a un impacto de intensidad larga en la etapa evaluada siendo un impacto muy fuerte	4 equivale a impacto de intensidad suficiente en toda la etapa evaluada.
8 equivale a un impacto de intensidad alta, en toda la etapa evaluada siendo un impacto fuerte	3 equivale a impacto de intensidad suficiente en acciones de una etapa evaluada
7 equivale a impacto de intensidad alta, en acciones de una etapa evaluada siendo un impacto fuerte	2 equivale a impacto de intensidad perceptible
6 equivale a impacto de intensidad significante en toda la etapa evaluada	1 equivale a impacto sin intensidad de afectación, prácticamente imperceptible

Evaluar la **Acumulación** y/o Sinergia del impacto de 1 a10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

Tabla IV. 12 Criterios de acumulación y sinergia en la valoración de impactos ambientales.

Criterio de acumulación y/o sinergia	
10: Acumulativo y sinérgico, inevitable (hay certeza de que ocurrirá)	5: Potencialmente acumulativo o sinérgico (no hay certeza de que ocurrirá)

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

9: Acumulativo y sinérgico, puede ser evitable (con medidas de mitigación)	4: Acumulativo o sinérgico, con baja probabilidad de presentarse
8: Acumulativo o Sinérgico, inevitable (hay certeza de que ocurrirá)	3: Acumulativo o sinérgico, poco probable
7: Acumulativo o Sinérgico, inevitable (no hay certeza de que ocurrirá)	2: Acumulativo o sinérgico, no probable
6: Potencialmente acumulativo o sinérgico (hay certeza de que ocurrirá)	1: No acumulativo, no sinérgico,

Es importante destacar que los resultados acumulados en magnitud de impactos resultaron con saldo positivo. El Anexo 8 contiene la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental que muestra la memoria de cálculo de la magnitud e importancia de cada impacto evaluado.

Para la estimación de la **importancia** se consideraron los elementos siguientes:

1. Reversibilidad
2. Mitigabilidad
3. Residualidad
4. Valor económico
5. Valor sociocultural

Estos elementos fueron evaluados en escala de +1 a + 5. Para la estimación de cada uno de los elementos se requirió de la participación de un equipo multidisciplinario, con conocimiento de campo de la zona del proyecto, sobre la base de una evaluación preliminar realizada por el área encargada de la integración de la evaluación.

Tabla IV. 13 Criterios de importancia en la valoración de impactos ambientales

Término	**Definición**
Reversibilidad del impacto (R):	Posibilidad de que el factor afectado pueda volver a su estado original, una vez producido el impacto y suspendida la acción tensionante.
Mitigabilidad (M):	Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o compensatorias a un determinado impacto.
Residualidad (Re):	Aquellos impactos que aún con medidas de mitigación no es posible controlar la totalidad de la afectación.

Valor económico (Ve):	Aquellos impactos que inciden directamente en la inversión del promovente y la afectación de recursos económicos de externos al proyecto.
Valor sociocultural (Vs):	Aquellos impactos que modifican parámetros poblacionales como migración, usos y costumbres del entorno del proyecto.

Para explicar el empleo de los **rangos de valoración**, se enlistan los siguientes criterios:

Evaluar la **reversibilidad** del impacto de 1 a 5. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5 equivale a un impacto 100% irreversible
4 impacto reversible a muy corto plazo
3 impacto reversible inmediatamente después de que suceda la acción
2 impacto reversible espontáneamente
1 impacto 100% reversible

Evaluar la **mitigabilidad** (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: El impacto no tiene mitigabilidad / ecosistema frágil
4: El impacto no tiene mitigabilidad / el ecosistema no frágil
3: Acciones sin rango de importancia sin medida de mitigación efectiva.
2: Acciones con rango de importancia con medida de mitigación efectiva.
1: la zona prácticamente no requiere medida de mitigación por el proyecto.

Evaluar la **residualidad** de factor ambiental a evaluar (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: El impacto ambiental es residual sin medida de mitigación efectiva
4: El impacto ambiental es residual con medida de mitigación efectiva
3: El impacto ambiental no es residual con medida de mitigación efectiva
2: No hay interacción directa
1: No hay residualidad del impacto, existe medida de mitigación efectiva

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Evaluar la **importancia** por el valor económico del recurso (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: Recurso con muy alto valor económico
4: Recurso con alto valor económico
3: Recurso con cierto valor económico
2: Recurso con muy poco valor económico
1: Recurso prácticamente sin valor económico.

Evaluar la **importancia** por el valor sociocultural del recurso (1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: Recurso con muy alto valor sociocultural
4: Recurso con alto valor sociocultural
3: Recurso con cierto valor sociocultural
2: Recurso con muy poco valor sociocultural
1: Recurso prácticamente sin valor socio-cultural

Identificando con un signo negativo al impacto adverso y con signo positivo a los impactos benéficos. Los resultados acumulados en importancia de impactos salieron en saldo positivo. Lo anterior puede analizarse a detalle en la Tabla inferior.

Significancia.

Para valorar la significancia de los impactos ambientales, fue necesario ver en conjunto la evaluación de magnitud e importancia y no como evaluaciones únicas. Para ello, se realizó la siguiente operación aritmética sencilla:

Evaluación final del impacto = Importancia + Magnitud

Tabla IV. 14 Resumen de valoración de magnitud e importancia del proyecto

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

			Preparacion del sitio				Construccion														Operación y mantenimiento										Abandono			
			Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo		Limpieza, desmonte y remoción parcial de vegetación		Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies		Excavaciones para cimentaciones e instalaciones		Construcción de cimentaciones y estructuras		Edificación de condominios		Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas		Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas		Paisajismo y establecimiento de vegetación		Acopio temporal y manejo de residuos		Manejo de aguas residuales durante la obra		Transporte de materiales, equipos e insumos		Transporte del personal		Ocupación y operación de viviendas		Tránsito vehicular y estacionamiento		Mantenimiento de edificaciones e infraestructura		Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas		Mantenimiento de áreas verdes y vegetación		Manejo de residuos sólidos urbanos		Manejo y conducción de aguas residuales		Abastecimiento y consumo de agua		Operación de áreas comunes y servicios		Retiro de instalaciones y limpieza		Demolición y retiro de materiales		Estabilización y restauración de superficies		Monitoreo posterior al cierre	
Ambiente físico	Atmósfera	Calidad del aire	-9	-6	-9	-6	-9	-6	-9	-6	-9	-6	-9	-6	-9	-6	0	0	0	0	0	0	-9	-6	-9	-6	0	0	-18	-8	-18	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	-6	-9	-6	0	0	0	0
		Ruido y vibraciones	-9	-7	-9	-7	-9	-7	-9	-7	-9	-7	-9	-7	-9	-7	0	0	0	0	0	0	-9	-7	-9	-7	0	0	-18	-8	-18	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	-18	-8	-9	-7	-9	-7	0	0	0	0
	Geología	Relieve	0	0	0	0	-14	-8	-14	-8	-14	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-8	21	9	0	0
		Estabilidad de taludes/geoformas	0	0	0	0	0	-9	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
	Hidrología superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	0	0	0	0	-11	-9	-11	-9	0	0	-22	-11	-22	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
		Provisión o infiltración de agua al subsuelo	0	0	0	0	-11	-8	-11	-8	-21	-10	-21	-10	-21	-10	0	20	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
		Patrón de drenaje	0	0	0	0	-11	-9	-11	-9	0	0	-22	-11	-22	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
	Suelo	Calidad del suelo	0	0	0	8	-13	-8	-13	-8	-13	-8	0	0	-13	-8	-13	-8	17	8	17	8	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	17	8	17	8	17	8	17	8	0	0	0	0	-13	-8	-13	-8	21	9	21	9
		Erosión	0	0	-13	-8	-13	-8	-13	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-13	-8	26	14	21	9
		Captura de carbono	0	0	-15	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
		Uso actual	0	0	-16	-9	0	0	-16	-9	0	0	-24	-12	-24	-12	-24	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Compactación	-14	-8	0	0	-14	-8	-14	-8	-14	-8	0	0	-14	-8	-14	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-8	0	0	0	0
	Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)	0	0	0	9	14	0	0	-9	-7	-9	-7	0	0	0	0	0	0	0	14	9	14	9	-9	-7	0	0	0	0	-9	-7	0	0	14	9	0	0	0	0	14	9	0	0	0	0	-9	-7	0	0
Ambiente biológico	Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia Flora	0	0	-14	-9	21	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	14	21	9
		Especies protegidas o de interés especial Flora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biodiversidad Flora	0	0	-14	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
		Distribucion y abundancia Fauna	-12	-7	-12	-7	18	9	-12	-7	-12	-7	-12	-7	-12	-7	0	0	18	9	18	9	0	0	-12	-7	0	0	0	0	-12	-7	0	0	18	9	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	21	9
		Especies protegidas o de interés especial-Fauna	0	0	-13	-10	19	10	0	0	-13	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biodiversidad Fauna	0	0	-12	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
		Funcionalidad del sistema	0	0	-12	-7	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	21	9
	Fauna acuática	Distribución y abundancia plancton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biota bentonica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Especies nectónicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Especies protegidas y de interés especial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flora acuática	Flora acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Paisaje	Visibilidad	-14	0	0	0	0	0	-14	-10	-24	-13	-24	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-10	0	0
		Calidad paisajística	-14	-10	-14	-10	18	11	-14	-10	-24	-13	-24	-13	-24	-13	0	0	26	14	18	11	0	0	-14	-10	0	0	0	0	-18	-11	18	11	0	0	26	14	18	11	0	0	0	0	18	11	-14	-10	26	14	21	9
		Fragilidad visual	0	0	-14	-10	0	0	-14	-10	-24	-13	-24	-13	0	0	0	0	18	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-10	21	9	0	0
Ambiente socioeconomico	Poblacion	Demografía y migración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Actividades recreativas y culturales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	14	10	0	0	14	12	14	12	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0	18	12	18	12	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0
	Servicio	Servicios e infraestructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	14	10	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0	18	12	18	12	0	0	0	0	22	12	18	12	0	0
		Vialidades y acceso	-13	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	-9	-12	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	9	-12	-9	0	0	0	0
		Interacción de las comunidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	-9	-12	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Economia	Economía regional	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	0	0	0	0	18	12	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0	18	12	18	12	0	0	0	0
		Empleo y mano de obra	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	14	10	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	0	0	0	0
		Actividades productivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	14	10	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0
		Valor Catastral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0	0
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	19	10	0	0	26	15	0	0	0	0	0	0	0	0	19	10	0	0	19	10	19	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	10	19	10	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
		Administración del riesgo ambiental	0	0	0	0	26	15	0	0	0	0	0	0	19	10	0	0	19	10	19	10	19	10	0	0	0	0	0	0	0	0	19	10	19	10	19	10	0	0	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0
		Seguimiento ambiental del proyecto	19	10	0	0	26	15	0	0	0	0	0	0	0	0	19	10	0	0	19	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	10	0	0	26	14

Tabla IV. 15 Matriz de valoración de significancia que adiciona la Importancia y Magnitud de los impactos ambientales del proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

			Preparacion del sitio			Construccion												Operación y mantenimiento										Abandono			
			Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	Limpieza, desmonte y remoción puntual de vegetación	Acciones de manejo ambiental	Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	Construcción de cimentaciones y estructuras	Edificación de condominios	Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Paisajismo y establecimiento de vegetación	Acopio temporal y manejo de residuos	Manejo de aguas residuales durante la obra	Transporte de materiales, equipos e insumos	Transporte de personal	Ocupación y operación de viviendas	Tránsito vehicular y estacionamiento	Mantenimiento de edificaciones e infraestructura	Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Mantenimiento de áreas verdes y vegetación	Manejo de residuos sólidos urbanos	Manejo y conducción de aguas residuales	Abastecimiento y consumo de agua	Operación de áreas comunes y servicios	Retiro de instalaciones y limpieza	Demolición y retiro de materiales	Estabilización y restauración de superficies	Monitoreo posterior al cierre
Ambiente físico	Atmósfera	Calidad del aire	-15	-15	25	-15	-15	-15	-15	-15	-15	0	0	0	-15	-15	0	-26	-26	0	0	0	0	0	0	-15	-15	0	0
		Ruido y vibraciones	-16	-16	0	-16	-16	-16	-16	-16	-16	0	0	0	-16	-16	0	-26	-26	0	0	0	0	0	-26	-16	-16	0	0
	Geología	Relieve	0	0	0	-22	-22	-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-22	30	0
		Estabilidad de taludes/geoformas	0	0	0	0	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
	Agua superficial y subterranea	Escurrimientos superficiales	0	0	0	-20	-20	0	-33	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
		Provisión o infiltración de agua al subsuelo	0	0	0	-19	-19	-31	-31	-31	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	30	0
		Patrón de drenaje	0	0	0	-20	-20	0	-33	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
	Suelo	Calidad del suelo	0	0	25	-21	-21	-21	0	-21	-21	25	25	25	0	0	0	0	0	25	25	25	25	0	0	-21	-21	30	30
		Erosión	0	-21	26	-21	-21	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	-21	40	30
		Captura de Carbono	0	-23	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	30	0
		Uso actual	0	-25	0	-25	0	-36	-36	-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Compactación	-22	0	0	-22	-22	-22	0	-22	-22	0	0	0	-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-22	0	0
	Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)	0	0	23	0	-16	-16	0	0	0	0	23	23	-16	0	0	-16	0	23	0	0	23	0	0	0	-16	0	0
Ambiente biológico	Flora y fauna terrestre	Distribucion y abundancia Flora	0	-23	30	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	40	30
		Especies protegidas o de interes especial Flora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biodiversidad Flora	0	-23	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	30	0
		Distribucion y abundancia Fauna	-19	-19	27	-19	-19	-19	-19	0	0	27	27	0	-19	0	0	-19	0	0	27	27	0	0	0	0	-19	30	30
		Especies protegidas o de interes especial-Fauna	0	-23	29	0	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biodiversidad Fauna	0	-19	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	30	0
		Funcionalidad del sistema	0	-19	27	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	30	30
	Fauna acuatica	Distribución y abundancia plancton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biota bentonica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Especies nectónicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Especies protegidas y de interés especial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flora acuatica	Flora acuatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paisaje		Visibilidad	-24	0	0	0	-24	-37	-37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24	0	0
		Calidad paisajística	-24	-24	29	-24	-24	-37	-37	-37	0	40	29	0	-24	0	0	-29	29	0	40	29	0	0	29	29	-24	40	30
		Fragilidad visual	0	-24	0	-24	-24	-37	-37	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	-24	30	0
Ambiente socioeconomico	Poblacion	Demografia y migracion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Actividades recreativas y culturales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0
		Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	24	24	0	26	26	0	0	30	0	30	30	0	30	30	30	30	24	0	0	0
	Servicio	Servicios e infraestructura	0	0	0	0	0	0	24	24	24	0	0	0	0	0	30	0	30	30	0	30	30	-34	30	0	0	0	0
		Vialidades y acceso	-21	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	-21	-21	0	-29	0	0	0	0	0	0	0	-21	-21	0	0
		Interaccion de las comunidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21	-21	0	-29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Economia	Economia regional	0	0	0	0	0	24	24	0	0	0	0	0	24	0	30	0	30	0	0	0	0	30	30	0	0	0	0
		Empleo y mano de obra	0	0	0	0	0	24	24	0	0	0	0	0	24	24	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0
		Actividades productivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	30	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0
		Valor Catastral	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	29	0	41	0	0	0	0	0	29	0	29	29	0	0	0	0	0	0	0	29	29	0	0	0	0	0	30
		Administración del riesgo ambiental	0	0	41	0	0	0	0	0	29	0	29	29	0	0	0	0	0	29	0	29	29	0	0	0	0	0	30
		Seguimiento ambiental del proyecto	29	0	41	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	40
			-83	-274	364	-268	-321	-261	-198	-172	32	326	217	132	-82	-49	210	-174	97	137	326	199	166	26	183	9	-221	480	280
			7			-644											1170									548			
			0.61%			-56.05%											101.83%									47.69%			

Para facilitar la comparación, se estandarizaron las valoraciones a un intervalo base de 1-100; considerando además los rangos de valores máximos obtenidos como los de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

mayor significancia. De acuerdo al rango se valores obtenidos en la evaluación final de los impactos, se definieron los niveles de significancia indicados en la Tabla inferior.

Tabla IV. 16 Resumen de valoración de magnitud e importancia del proyecto

SIGNIFICANCIA			
Categoría	Nivel de significancia	Descripción	Rango de valores (+ -)
No Significativos	Irrelevantes	Alteraciones de muy baja afectación a los componentes y que no comprometen la integridad de los procesos ecosistémicos.	1 - 25
	Moderados	Alteraciones que afectan componentes sin poner en riesgo los procesos.	26 - 50
Significativos	Severos	Alteraciones que sin medidas de mitigación afectan el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro de la RE.	51 - 75
	Críticos	Alteraciones que aún y con medidas de mitigación afectan el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro de la RE.	76 - 100

La Tabla inferior presenta la matriz con los resultados de la evaluación final de cada impacto generado en cada una de las etapas de desarrollo del Proyecto, codificado por color del nivel de significancia según los criterios antes citados.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 17 Matriz de nivel de significancia de impactos ambientales.

			Preparacion del sitio			Construccion											Operación y mantenimiento									Abandono			
			Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	Limpieza, desmonte y remoción puntual de vegetación	Acciones de manejo ambiental	Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	Construcción de cimentaciones y estructuras	Edificación de condominios	Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Paisajismo y establecimiento de vegetación	Acopio temporal y manejo de residuos	Manejo de aguas residuales durante la obra	Transporte de materiales, equipos e insumos	Transporte de personal	Ocupación y operación de viviendas	Tránsito vehicular y estacionamiento	Mantenimiento de edificaciones e infraestructura	Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Mantenimiento de áreas verdes y vegetación	Manejo de residuos sólidos urbanos	Manejo y conducción de aguas residuales	Abastecimiento y consumo de agua	Operación de áreas comunes y servicios	Retiro de instalaciones y limpieza	Demolición y retiro de materiales	Estabilización y restauración de superficies	Monitoreo posterior al cierre
Ambiente físico	Atmosfera	Calidad del aire	-37	-37	61	-37	-37	-37	-37	-37	-37	0	0	0	-37	-37	0	-63	-63	0	0	0	0	0	0	-37	-37	0	0
		Ruido y vibraciones	-39	-39	0	-39	-39	-39	-39	-39	-39	0	0	0	-39	-39	0	-63	-63	0	0	0	0	0	-63	-39	-39	0	0
	Geología	Relieve	0	0	0	-54	-54	-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-54	73	0
		Estabilidad de taludes/geoformas	0	0	0	0	-37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0
	Agua superficial y subterranea	Escurrimientos superficiales	0	0	0	-49	-49	0	-80	-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0
		Provisión o infiltración de agua al subsuelo	0	0	0	-46	-46	-76	-76	-76	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	73	0
		Patrón de drenaje	0	0	0	-49	-49	0	-80	-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0
	Suelo	Calidad del suelo	0	0	61	-51	-51	-51	0	-51	-51	61	61	61	0	0	0	0	0	61	61	61	61	0	0	-51	-51	73	73
		Erosión	0	-51	63	-51	-51	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	-51	98	73
		Captura de Carbono	0	-56	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	73	0
		Uso actual	0	-61	0	-61	0	-88	-88	-88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Compactación	-54	0	0	-54	-54	-54	0	-54	-54	0	0	0	-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-54	0	0
	Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)	0	0	56	0	-39	-39	0	0	0	0	56	56	-39	0	0	-39	0	56	0	0	56	0	0	0	-39	0	0
Ambiente biológico	Flora y fauna terrestre	Distribucion y abundancia Flora	0	-56	73	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	98	73
		Especies protegidas o de interes especial Flora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biodiversidad Flora	0	-56	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	73	0
		Distribucion y abundancia Fauna	-46	-46	66	-46	-46	-46	-46	0	0	66	66	0	-46	0	0	-46	0	0	66	66	0	0	0	0	-46	73	73
		Especies protegidas o de interes especial-Fauna	0	-56	71	0	-56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biodiversidad Fauna	0	-46	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	73	0
		Funcionalidad del sistema	0	-46	66	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	73	73
	Fauna acuática	Distribución y abundancia plancton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biota bentonica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Especies nectónicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Especies protegidas y de interés especial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flora acuática	Flora acuatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paisaje		Visibilidad	-59	0	0	0	-59	-90	-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-59	0	0
		Calidad paisajística	-59	-59	71	-59	-59	-90	-90	-90	0	98	71	0	-59	0	0	-71	71	0	98	71	0	0	71	71	-59	98	73
		Fragilidad visual	0	-59	0	-59	-59	-90	-90	0	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	-59	73	0
Ambiente socioeconomico	Población	Demografía y migracion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Actividades recreativas y culturales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0
		Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	59	59	0	63	63	0	0	0	73	0	73	73	0	73	73	73	73	59	0	0	0
	Servicio	Servicios e infraestructura	0	0	0	0	0	0	59	59	59	0	0	0	0	0	73	0	73	73	0	73	73	-83	73	0	0	0	0
		Vialidades y acceso	-51	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	-51	-51	0	-71	0	0	0	0	0	0	0	-51	-51	0	0
		Interaccion de las comunidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-51	-51	0	-71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Economía	Economía regional	0	0	0	0	0	59	59	0	0	0	0	0	59	0	73	0	73	0	0	0	0	73	73	0	0	0	0
		Empleo y mano de obra	0	0	0	0	0	59	59	0	0	0	0	0	59	59	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0
		Actividades productivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	73	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0
		Valor Catastral	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	71	0	100	0	0	0	0	0	71	0	71	71	0	0	0	0	0	0	0	71	71	0	0	0	0	0	73
		Administración del riesgo ambiental	0	0	100	0	0	0	0	0	71	0	71	71	0	0	0	0	0	71	0	71	71	0	0	0	0	0	73
		Seguimiento ambiental del proyecto	71	0	100	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	98
			-203	-668	888	-655	-785	-636	-480	-418	79	795	530	322	-199	-119	511	-424	237	334	795	486	405	63	446	23	-540	1170	682
			17			-1566											2853									1335			
			0.61%			-55.83%											101.71%									47.59%			

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

SIGNIFICANCIA

		ADVERSOS	BENÉFICOS
NO SIGNIFICATIVOS	IRRELEVANTES	-1 A -25	1 A 25
	MODERADOS	-26 A -50	26 A 50
SIGNIFICATIVOS	SEVEROS	-51 A -75	51 A 75
	CRITICOS	-76 A -100	76 A 100

Finalmente, la Tabla inferior resume los niveles de significancia de los impactos evaluados a partir de la integración de la magnitud y la importancia, lo que permite identificar aquellos efectos que, por su naturaleza y permanencia, pueden requerir un análisis posterior de residualidad. De las **264 interacciones identificadas**, **256 presentaron un valor de significancia distinto de cero** y fueron clasificadas dentro de los rangos establecidos. De éstas, **51.95 % corresponden a impactos de naturaleza benéfica y 48.05 % a impactos adversos**.

Entre los impactos adversos, considerando el total de interacciones evaluadas en la matriz de significancia, **7.03 % corresponden a impactos críticos y 22.66 % a impactos severos**, mientras que **18.36 % se clasifican como moderados**. Por su parte, los impactos benéficos presentan **4.30 % de impactos críticos y 47.66 % de impactos severos**. En conjunto, los resultados muestran un **balance ligeramente favorable hacia los impactos benéficos**, aunque con una proporción importante de impactos adversos severos y críticos que deberán ser considerados en la definición de medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental.

Tabla IV. 18 Resumen de significancia de impactos ambientales.

SIGNIFICANCIA		IMPACTOS AMBIENTALES						Impactos Totales	%
		ADVERSOS		%	BENÉFICOS		%		
		Intervalo	Subtotal		Intervalo	Subtotal			
No Significativos	Irrelevantes	-1 A -25	0	0%	1 A 25	0	0%	0	0%
	Moderados	-26 A -50	47	18%	26 A 50	0	0%	47	18%
Significativos	Severos	-51 A -75	58	23%	51 A 75	122	48%	180	70%
	Críticos	-76 A -100	18	7%	76 A 100	11	4%	29	11%
TOTALES			123	48%		133	52%	256	100%

La Figura inferior presenta una representación gráfica de la distribución de los impactos ambientales de acuerdo con su naturaleza y nivel de significancia. En ella se muestra, por una parte, la proporción que representan los impactos adversos y benéficos respecto del total de interacciones evaluadas y, por otra, la distribución particular de los niveles de significancia dentro de cada grupo.

Los resultados muestran una proporción relativamente equilibrada entre ambas naturalezas, con **48.05 % de impactos adversos y 51.95 % de impactos benéficos**. Sin embargo, la distribución por nivel de significancia presenta diferencias importantes:

entre los impactos adversos se identificaron **47 moderados, 58 severos y 18 críticos**, mientras que los impactos benéficos corresponden a **122 severos y 11 críticos**. De esta manera, aunque el número total de impactos adversos y benéficos es similar, los resultados evidencian una **ligera predominancia de los impactos benéficos**, particularmente por la concentración de éstos en la categoría de impactos severos.

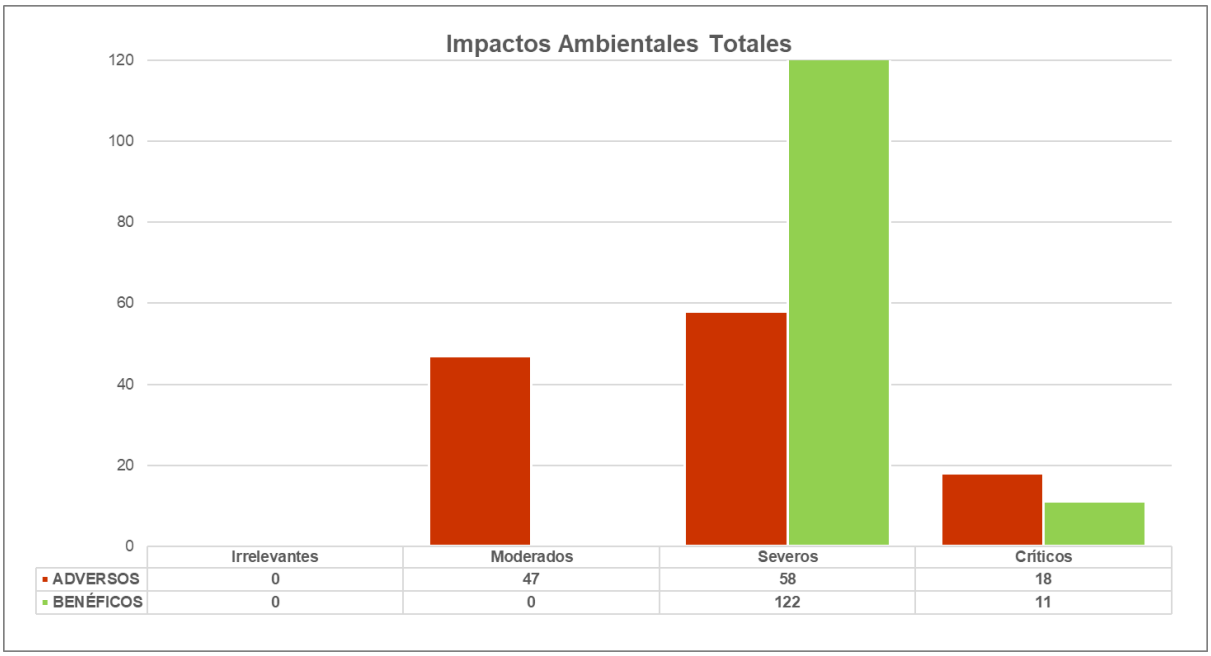


Figura IV. 3 Representación gráfica de la proporción por naturaleza y nivel de los impactos ambientales del Proyecto.

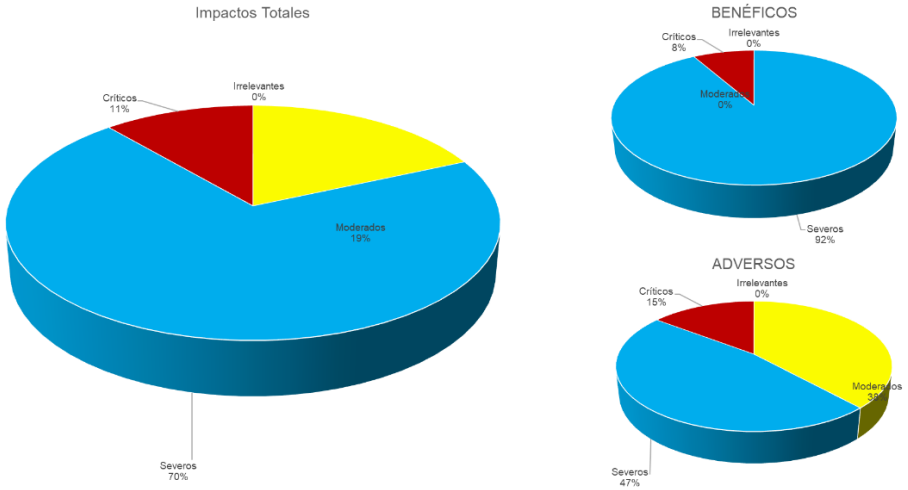


Figura IV. 4 Representación gráfica de la proporción de los impactos totales, benéficos y adversos según su nivel de significancia estimado.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Descripción de impacto por etapa y componente ambiental.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN		
Componente ambiental	**Actividades del Proyecto / interacciones**	**Descripción del impacto**
Atmósfera – Calidad del aire	P–Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo. P–Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación. C–Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies. C–Excavaciones para cimentaciones e instalaciones. C–Construcción de cimentaciones y estructuras. C–Edificación de condominios. C–Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes. C–Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. C–Transporte de materiales, equipos e insumos. C–Transporte de personal.	**Disminución temporal de la calidad del aire** por generación y resuspensión de partículas, así como emisiones de gases de combustión provenientes de maquinaria, equipo y vehículos. Las afectaciones se concentran en los frentes activos de obra y tienen carácter temporal. Las acciones de manejo ambiental generan una interacción benéfica al reducir y controlar estas emisiones.
Atmósfera – Ruido y vibraciones	P–Preliminares. P–Limpieza y deshierbe. C–Acondicionamiento y nivelación. C–Excavaciones. C–Cimentaciones y estructuras. C–Edificación. C–Andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes. C–Instalaciones. C–Transporte de materiales y equipos. C–Transporte de personal.	**Incremento temporal de los niveles de ruido y vibraciones** asociado con maquinaria, herramientas, vehículos y actividades constructivas. Su manifestación será principalmente diurna, localizada y limitada al periodo de ejecución de las obras.
Geología – Relieve	C–Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies. C–Excavaciones para cimentaciones e instalaciones. C–Construcción de cimentaciones y estructuras.	**Modificación localizada del relieve y de la configuración superficial del terreno**, principalmente por nivelaciones, excavaciones y desplante de infraestructura. Debido a la reducida superficie del AP y a que las modificaciones se concentran en las áreas de obra, el efecto es de alcance local.
Geología – Estabilidad de taludes/geoformas	C–Excavaciones para cimentaciones e instalaciones.	**Alteración puntual y temporal de la estabilidad superficial del terreno** durante las excavaciones. No se prevé la generación de grandes cortes o taludes, por lo que la interacción es localizada y susceptible de control mediante prácticas constructivas adecuadas.
Agua superficial y subterránea – Escurrimientos superficiales	C–Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies. C–Excavaciones. C–Edificación de condominios. C–Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes.	**Modificación localizada de la generación, concentración y dirección de los microescurrimientos superficiales**, derivada del acondicionamiento del terreno y de la incorporación progresiva de superficies construidas. El efecto se circunscribe al AP y no implica modificación de los principales escurrimientos de la RE.
Agua superficial y subterránea – Provisión o infiltración de agua al subsuelo	C–Acondicionamiento y nivelación. C–Excavaciones. C–Construcción de cimentaciones y estructuras. C–Edificación. C–Construcción de áreas comunes. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	Durante la fase de intervención se presenta una reducción de la infiltración potencial dentro del AP. Bajo las condiciones actuales se estima una infiltración aproximada de **1.47 m³/año**; considerando conservadoramente una infiltración igual a cero durante un periodo representativo de tres meses de acondicionamiento y exposición del terreno, la disminución temporal atribuible al Proyecto corresponde aproximadamente a **0.37 m³**. Durante la operación, para efectos de la evaluación se adoptó un escenario conservador de **sellamiento prácticamente completo del AP**, por lo que la infiltración potencial se considera igual a cero y la reducción permanente respecto de la condición actual se estima en **1.47 m³/año**. Este efecto corresponde exclusivamente a la infiltración local

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		del agua de lluvia y no debe interpretarse como una reducción equivalente de la recarga profunda del acuífero Costa de Hermosillo.
Agua superficial y subterránea – Patrón de drenaje	C–Acondicionamiento y nivelación. C–Excavaciones. C–Edificación. C–Andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes.	**Redistribución localizada del patrón de drenaje superficial** dentro del AP por cambios en microtopografía y presencia de superficies construidas. No se prevé alteración generalizada de la red hidrológica regional.
Suelo – Calidad del suelo	C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones y estructuras. C–Áreas comunes. C–Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. C–Acopio temporal y manejo de residuos. C–Manejo de aguas residuales.	**Alteración localizada de las propiedades superficiales del suelo** por movimiento, excavación y ocupación física, además de un riesgo potencial de contaminación por residuos o derrames accidentales. Las acciones de manejo ambiental y de residuos actúan positivamente al prevenir o reducir dichas afectaciones.
Suelo – Erosión	P–Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación. C–Acondicionamiento y nivelación. C–Excavaciones. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	La exposición temporal del suelo durante las actividades de preparación y construcción incrementará su susceptibilidad a erosión hídrica y eólica. Bajo las condiciones actuales, la pérdida potencial por erosión hídrica en el AP se estima en **2.411 t/año**, mientras que bajo una condición temporal de suelo descubierto aumenta a **2.836 t/año**, equivalente a un incremento anualizado de **0.4254 t/año**. Considerando un periodo representativo de tres meses de exposición, el incremento atribuible al Proyecto corresponde aproximadamente a **0.1064 t**. Para erosión eólica, la pérdida potencial actual se estima en **7.512 t/año**, aumentando a **14.515 t/año** bajo una condición de suelo descubierto. El incremento anualizado es de aproximadamente **7.0035 t/año**, equivalente a **1.7509 t** durante tres meses. Una vez concluidas las obras y protegida la superficie mediante edificaciones y demás elementos acondicionados, no se prevé la permanencia de suelo mineral desnudo susceptible de erosión dentro del AP.
Suelo – Captura de Carbono	P–Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	**Disminución puntual de la capacidad de captura de carbono** asociada con la remoción de vegetación existente; el efecto es reducido debido a la muy baja cobertura presente en el AP. El establecimiento posterior de vegetación regional genera una interacción benéfica al recuperar progresivamente esta función.
Suelo – Uso actual	P–Limpieza y deshierbe. C–Acondicionamiento. C–Construcción de cimentaciones y estructuras. C–Edificación. C–Construcción de áreas comunes.	**Transformación del uso actual de las superficies intervenidas hacia un uso habitacional y de servicios**, congruente con la condición urbanizada y la zonificación aplicable al sitio. La modificación es permanente dentro de las superficies destinadas a infraestructura y edificaciones.
Suelo – Compactación	P–Preliminares. C–Acondicionamiento y nivelación. C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Áreas comunes. C–Instalaciones. C–Transporte de materiales, equipos e insumos.	**Compactación localizada del suelo** por circulación de personal, vehículos y equipos, así como por actividades de acondicionamiento y construcción. Se concentra en las superficies directamente intervenidas.
Calidad del agua – SST	C–Acondicionamiento y nivelación. C–Excavaciones. C–Acopio temporal y manejo de residuos. C–Manejo de aguas residuales.	**Riesgo potencial de incorporación de sólidos suspendidos a los escurrimientos locales** por exposición y movilización de partículas del suelo durante las obras. El manejo adecuado de materiales y residuos reduce la probabilidad de transporte fuera del AP.
Calidad del agua – Grasas y aceites	C–Excavaciones. C–Cimentaciones y estructuras. C–Transporte de materiales, equipos e insumos. C–Acopio temporal y manejo de residuos. C–Manejo de aguas residuales.	**Riesgo potencial de contaminación del suelo y de escurrimientos por grasas, aceites o hidrocarburos** provenientes de vehículos, maquinaria o equipo. Corresponde principalmente a un riesgo accidental, prevenible mediante mantenimiento, control de derrames y manejo adecuado de residuos.
Flora y fauna terrestre –	P–Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación. P–Acciones de	**Reducción localizada de la cobertura vegetal existente en las superficies de intervención. La afectación es limitada debido a que el AP presenta una cobertura vegetal muy**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Distribución y abundancia de flora	manejo ambiental. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	**baja y durante el muestreo únicamente se registró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*). La remoción será gradual y se concentrará en las superficies requeridas por las obras. El paisajismo y establecimiento de vegetación regional generarán posteriormente una recuperación parcial de cobertura dentro de las superficies no selladas**.
Flora y fauna terrestre – Especies protegidas o de interés especial de flora	—	**No se identificaron interacciones directas**, al no haberse registrado dentro del AP especies de flora bajo categoría de riesgo que sean afectadas por las actividades evaluadas.
Flora y fauna terrestre – Biodiversidad de flora	P–Limpieza y remoción puntual de vegetación. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	**La intervención modificará la condición florística actual del AP mediante la eliminación de la cobertura herbácea existente. Sin embargo, la superficie presenta una comunidad altamente simplificada, con una sola especie vegetal registrada, zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), especie introducida y sin categoría de riesgo. En consecuencia, la intervención no implica la pérdida de especies vegetales nativas registradas en el AI o la RE ni una reducción significativa de la diversidad florística regional**.
Flora y fauna terrestre – Distribución y abundancia de fauna	P–Preliminares. P–Limpieza y deshierbe. P–Acciones de manejo ambiental. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones y estructuras. C–Transporte de materiales y equipos. C–Paisajismo.	**Desplazamiento temporal de fauna** por presencia humana, ruido, movimiento de maquinaria y modificación localizada del hábitat. La ejecución gradual de las obras favorece el desplazamiento hacia zonas circundantes y las acciones de manejo ambiental reducen el riesgo de afectación directa.
Flora y fauna terrestre – Especies protegidas o de interés especial de fauna	P–Limpieza y deshierbe. P–Acciones de manejo ambiental. C–Excavaciones.	**Dentro del AP no se registraron especies de fauna incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, en el AI y la RE se registró *Callisaurus draconoides*, especie clasificada como Amenazada (A). Por ello, durante la preparación del sitio y las excavaciones existe un riesgo preventivo asociado con el posible desplazamiento o ingreso de ejemplares hacia las áreas de trabajo.** **Antes y durante las actividades de intervención deberán realizarse recorridos de inspección, acciones de ahuyentamiento y, cuando corresponda, rescate y reubicación de fauna, con especial atención a ejemplares de baja movilidad o que pudieran utilizar refugios próximos al suelo o ingresar a excavaciones abiertas**.
Flora y fauna terrestre – Biodiversidad de fauna	P–Limpieza y deshierbe. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	**Disminución localizada y temporal de la diversidad faunística** asociada con perturbación y reducción de espacios de refugio; el establecimiento de vegetación regional favorece posteriormente condiciones de uso del sitio por fauna.
Flora y fauna terrestre – Funcionalidad del sistema	P–Limpieza y deshierbe. P–Acciones de manejo ambiental. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	**Modificación localizada de funciones ecológicas asociadas con suelo, vegetación y utilización del espacio por fauna**. Debido al contexto urbanizado del entorno y a la reducida superficie del AP, no se prevé una pérdida generalizada de funcionalidad en la RE.
Paisaje – Visibilidad	P–Preliminares. C–Excavaciones. C–Cimentaciones y estructuras. C–Edificación de condominios.	**Modificación de las visuales existentes** por incorporación progresiva de estructuras y edificaciones en un terreno actualmente abierto y de elevada exposición visual.
Paisaje – Calidad paisajística	P–Preliminares. P–Limpieza y deshierbe. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Edificación. C–Construcción de áreas comunes. C–Paisajismo. C–Transporte de materiales.	**Alteración de la calidad paisajística durante la construcción** por presencia de maquinaria, materiales, superficies intervenidas y edificaciones en desarrollo. El paisajismo y el establecimiento de vegetación regional constituyen interacciones favorables para la integración visual del Proyecto.
Paisaje – Fragilidad visual	P–Limpieza y deshierbe. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones.	**Incremento del contraste visual del AP** por incorporación de elementos construidos en una superficie predominantemente abierta. El efecto puede reducirse

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	C–Cimentaciones y estructuras. C–Edificación. C–Paisajismo.	mediante integración arquitectónica, mantenimiento y establecimiento de vegetación.
Población – Calidad de vida	C–Construcción de áreas comunes. C–Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. C–Manejo de residuos. C–Manejo de aguas residuales.	Las actividades constructivas generan temporalmente molestias asociadas con ruido, tránsito y presencia de obra; paralelamente, la incorporación progresiva de infraestructura y servicios constituye un **efecto favorable sobre las condiciones futuras de habitabilidad y funcionamiento del desarrollo**.
Servicios – Servicios e infraestructura	C–Edificación de condominios. C–Construcción de áreas comunes. C–Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.	**Incremento y consolidación de infraestructura y servicios urbanos** requeridos para la operación del desarrollo habitacional.
Servicios – Vialidades y acceso	P–Preliminares. C–Transporte de materiales, equipos e insumos. C–Transporte de personal.	**Incremento temporal del flujo vehicular en las vialidades de acceso**, asociado con traslado de materiales, trabajadores y equipo; su efecto es temporal y se concentra durante la construcción.
Servicios – Interacción de las comunidades	C–Transporte de materiales, equipos e insumos. C–Transporte de personal.	**Incremento temporal de la interacción entre trabajadores, prestadores de servicios y población local**, junto con posibles molestias puntuales asociadas con la movilidad durante el periodo constructivo.
Economía – Economía regional	C–Cimentaciones y estructuras. C–Edificación. C–Transporte de materiales, equipos e insumos.	**Derrama económica local y regional** derivada de adquisición de materiales, contratación de servicios y ejecución de las obras.
Economía – Empleo y mano de obra	C–Cimentaciones. C–Edificación. C–Transporte de materiales. C–Transporte de personal.	**Generación temporal de empleos directos e indirectos**, tanto para actividades constructivas como para suministro de materiales, transporte y servicios asociados.
Economía – Actividades productivas	C–Transporte de materiales, equipos e insumos.	**Incremento temporal de la demanda de bienes y servicios** relacionados con construcción, transporte, comercio y proveeduría regional.
Economía – Valor catastral	C–Edificación de condominios.	**Potencial incremento del valor inmobiliario y catastral** asociado con la consolidación del desarrollo y la incorporación de nuevas edificaciones e infraestructura.
Gestión ambiental – Normatividad ambiental	P–Preliminares. P–Acciones de manejo ambiental. C–Paisajismo. C–Acopio y manejo de residuos. C–Manejo de aguas residuales.	**Fortalecimiento del cumplimiento ambiental** mediante la aplicación de las medidas, obligaciones y programas previstos para las obras.
Gestión ambiental – Manejo y administración del riesgo ambiental	P–Acciones de manejo ambiental. C–Instalaciones. C–Acopio y manejo de residuos. C–Manejo de aguas residuales.	**Reducción de riesgos ambientales** mediante medidas preventivas para control de derrames, residuos, emisiones, contingencias y funcionamiento seguro de las instalaciones.
Gestión ambiental – Seguimiento ambiental del Proyecto	P–Preliminares. P–Acciones de manejo ambiental. C–Acopio y manejo de residuos.	**Verificación del cumplimiento y eficacia de las medidas ambientales** durante preparación del sitio y construcción, permitiendo detectar desviaciones y aplicar medidas correctivas oportunamente.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y ABANDONO		
Componente ambiental	**Actividades del Proyecto / interacciones**	**Descripción del impacto**
Atmósfera – Ruido y vibraciones	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura. OP–Operación de áreas comunes y servicios. A–Retiro de instalaciones y limpieza. A–Demolición y retiro de materiales.	**Incremento localizado de los niveles de ruido** por circulación vehicular, actividades de mantenimiento y funcionamiento cotidiano del desarrollo. En el escenario de cierre se presentaría un incremento temporal por actividades de retiro y demolición.
Geología – Relieve	A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración de superficies.	En un eventual abandono, la demolición podría generar **alteraciones puntuales del relieve superficial**; posteriormente, las acciones de estabilización y restauración permitirían reconformar las superficies intervenidas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Geología – Estabilidad de taludes/geoformas	A–Estabilización y restauración de superficies.	**Mejoramiento de la estabilidad superficial del terreno** mediante reconformación, estabilización y restauración de las superficies afectadas durante un eventual cierre.
Agua superficial y subterránea – Escurrimientos superficiales	A–Estabilización y restauración de superficies.	La restauración de superficies favorecería la **recuperación de condiciones locales de escurrimiento**, reduciendo concentraciones de flujo y superficies susceptibles a erosión.
Agua superficial y subterránea – Provisión o infiltración de agua al subsuelo	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	El mantenimiento de superficies no selladas y vegetadas favorece la **conservación de la infiltración local**. En un eventual cierre, la restauración de superficies podría ampliar progresivamente las áreas con capacidad de infiltración. No debe interpretarse este efecto como recarga profunda del acuífero.
Agua superficial y subterránea – Patrón de drenaje	A–Estabilización y restauración de superficies.	La estabilización y reconformación del terreno permitiría **restablecer parcialmente el drenaje superficial local** en las áreas que hubieran sido ocupadas por infraestructura.
Suelo – Calidad del suelo	OP–Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Retiro de instalaciones y limpieza. A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración. A–Monitoreo posterior al cierre.	Durante la operación existe un **riesgo potencial de afectación del suelo** asociado con residuos, mantenimiento y fallas accidentales en instalaciones; su manejo adecuado constituye una interacción favorable. En un eventual cierre, la demolición y retiro generan afectaciones temporales, mientras que la estabilización, restauración y seguimiento favorecen la recuperación del suelo.
Suelo – Erosión	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración de superficies. A–Monitoreo posterior al cierre.	El mantenimiento de vegetación contribuye a **disminuir la susceptibilidad a la erosión**. En un eventual cierre, la demolición podría incrementar temporalmente la exposición del suelo, mientras que la estabilización y restauración generan un efecto benéfico al recuperar cobertura y estabilidad superficial.
Suelo – Captura de Carbono	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	La conservación y establecimiento de vegetación regional favorecen progresivamente la **captura de carbono en la biomasa vegetal**, aunque su contribución debe interpretarse a escala local.
Suelo – Compactación	A–Demolición y retiro de materiales.	En un eventual cierre, la circulación de maquinaria y equipo durante la demolición y retiro podría provocar **compactación temporal y localizada del suelo**.
Calidad del agua – SST	OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Demolición y retiro de materiales.	El manejo adecuado de residuos y aguas residuales reduce el **riesgo de incorporación de sólidos a escurrimientos locales**. Durante una eventual demolición podría incrementarse temporalmente la movilización de partículas.
Calidad del agua – Grasas y aceites	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Demolición y retiro de materiales.	Existe un **riesgo potencial de contaminación por grasas, aceites o sustancias asociadas con vehículos y actividades de mantenimiento**. Corresponde principalmente a eventos accidentales y controlables mediante mantenimiento preventivo, manejo de residuos y respuesta a derrames.
Flora y fauna terrestre – Distribución y abundancia de flora	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies. A–Monitoreo posterior al cierre.	El mantenimiento de vegetación regional genera un **efecto favorable sobre la cobertura y abundancia de flora**. En un eventual cierre, la restauración y seguimiento permitirían incrementar progresivamente la cobertura vegetal de las superficies liberadas.
Flora y fauna terrestre – Biodiversidad de flora	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	La conservación y restauración con vegetación regional favorecen la **diversidad vegetal local**, especialmente en las superficies no selladas.
Flora y fauna terrestre – Distribución y abundancia de fauna	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración. A–Monitoreo posterior al cierre.	El tránsito y presencia humana pueden provocar **perturbación o desplazamiento localizado de fauna**. En contraste, el mantenimiento de vegetación y la eventual restauración de superficies favorecen la recuperación de espacios susceptibles de ser utilizados por fauna.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Flora y fauna terrestre – Biodiversidad de fauna	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	El mantenimiento y recuperación de vegetación generan condiciones favorables para la **utilización del sitio por diferentes especies de fauna**, particularmente en áreas no selladas.
Flora y fauna terrestre – Funcionalidad del sistema	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies. A–Monitoreo posterior al cierre.	La conservación de superficies vegetadas y su eventual restauración favorecen la **recuperación de funciones ecológicas locales** vinculadas con suelo, vegetación e interacción con fauna.
Paisaje – Visibilidad	A–Demolición y retiro de materiales.	En un eventual cierre, la demolición generaría una **alteración temporal de las visuales** por presencia de maquinaria, materiales y superficies intervenidas.
Paisaje – Calidad paisajística	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura. OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Operación de áreas comunes y servicios. A–Retiro de instalaciones y limpieza. A–Demolición y retiro. A–Estabilización y restauración. A–Monitoreo posterior al cierre.	Durante la operación, el mantenimiento de edificaciones, vegetación, áreas comunes y limpieza favorece la **integración y conservación de la calidad paisajística**, mientras que el tránsito constituye una perturbación menor. En un eventual cierre, la demolición produciría una alteración temporal, seguida de una recuperación progresiva mediante restauración.
Paisaje – Fragilidad visual	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración de superficies.	El mantenimiento de vegetación contribuye a **reducir el contraste visual de las edificaciones**. La demolición aumentaría temporalmente la perturbación visual, mientras que la restauración favorecería la recuperación del paisaje.
Población – Demografía y migración	OP–Ocupación y operación de viviendas.	La ocupación del desarrollo implica un **incremento localizado de población residente y flotante**, asociado con el uso habitacional y turístico de las viviendas.
Población – Actividades recreativas y culturales	OP–Ocupación y operación de viviendas. OP–Operación de áreas comunes y servicios.	La operación del desarrollo incrementa la **disponibilidad y utilización de espacios recreativos y de convivencia** asociados con las áreas comunes.
Población – Calidad de vida	OP–Ocupación y operación de viviendas. OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura. OP–Mantenimiento de instalaciones. OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. OP–Abastecimiento y consumo de agua. OP–Operación de áreas comunes y servicios. A–Retiro de instalaciones y limpieza.	La disponibilidad de vivienda, servicios, mantenimiento e infraestructura genera un **efecto favorable sobre las condiciones de habitabilidad y funcionamiento del desarrollo**. En un eventual cierre, la pérdida de estas funciones representaría una modificación de las condiciones de uso del sitio.
Servicios – Servicios e infraestructura	OP–Ocupación y operación de viviendas. OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura. OP–Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. OP–Abastecimiento y consumo de agua. OP–Operación de áreas comunes y servicios.	La operación genera **demanda permanente de infraestructura y servicios urbanos**, mientras que las actividades de mantenimiento aseguran su funcionamiento. El abastecimiento de agua constituye una presión sobre la infraestructura existente que deberá administrarse adecuadamente.
Servicios – Vialidades y acceso	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. A–Retiro de instalaciones y limpieza. A–Demolición y retiro de materiales.	El funcionamiento del desarrollo incrementará el **tránsito asociado con residentes, visitantes y prestadores de servicios** en las vialidades existentes. Durante un eventual cierre, las actividades de retiro y demolición incrementarían temporalmente la circulación de vehículos de carga.
Servicios – Interacción de las comunidades	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento.	Se presenta un **incremento de la interacción entre residentes, visitantes, prestadores de servicios y población local**, así como una mayor utilización de las vialidades y servicios del entorno.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Economía – Economía regional	OP–Ocupación y operación de viviendas. OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura. OP–Abastecimiento y consumo de agua. OP–Operación de áreas comunes y servicios.	La operación genera **derrama económica asociada con mantenimiento, consumo de bienes, contratación de servicios y funcionamiento del desarrollo residencial y turístico**.
Economía – Empleo y mano de obra	OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura.	Se generan **oportunidades de empleo para mantenimiento, servicios y conservación de las instalaciones**, aunque en menor intensidad que durante la etapa constructiva.
Economía – Actividades productivas	OP–Ocupación y operación de viviendas. OP–Operación de áreas comunes y servicios.	El funcionamiento del desarrollo genera **demanda de comercio, servicios, mantenimiento, proveeduría y actividades asociadas con el sector residencial y turístico**.
Economía – Valor catastral	OP–Ocupación y operación de viviendas. OP–Operación de áreas comunes y servicios.	La consolidación y mantenimiento del desarrollo puede contribuir al **incremento y conservación del valor inmobiliario y catastral** de las propiedades.
Gestión ambiental – Normatividad ambiental	OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Monitoreo posterior al cierre.	El cumplimiento de las disposiciones aplicables al manejo de residuos, aguas residuales y seguimiento ambiental constituye un **efecto favorable asociado con la gestión ambiental del Proyecto**.
Gestión ambiental – Manejo y administración del riesgo ambiental	OP–Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Monitoreo posterior al cierre.	Las actividades de mantenimiento, control de residuos y seguimiento permiten **prevenir, detectar y atender riesgos ambientales asociados con la operación del desarrollo**.
Gestión ambiental – Seguimiento ambiental del Proyecto	A–Retiro de instalaciones y limpieza. A–Monitoreo posterior al cierre.	En un eventual cierre, el seguimiento ambiental permitiría **verificar la estabilidad de las superficies restauradas y la eficacia de las medidas de recuperación**, así como identificar oportunamente necesidades adicionales de intervención.

Descripción de impactos ambientales adversos significativos.

La Tabla inferior presenta una matriz de cribado con los impactos ambientales adversos significativos (Severos y Críticos) del Proyecto. A continuación, se describen en fichas individuales los alcances de cada uno de estos impactos.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 19 Cribado de matriz de impactos ambientales significativos adversos del Proyecto.

			Preparacion del sitio			Construccion											Operación y mantenimiento								Abandono			
			Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	Limpieza, desmonte y remoción puntual de vegetación	Acciones de manejo ambiental	Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	Construcción de cimentaciones y estructuras	Edificación de condominios	Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Paisajismo y establecimiento de vegetación	Acopio temporal y manejo de residuos	Manejo de aguas residuales durante la obra	Transporte de materiales, equipos e insumos	Transporte de personal	Ocupación y operación de viviendas	Tránsito vehicular y estacionamiento	Mantenimiento de edificaciones e infraestructura	Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	Mantenimiento de áreas verdes y vegetación	Manejo de residuos sólidos urbanos	Abastecimiento y consumo de agua	Operación de áreas comunes y servicios	Retiro de instalaciones y limpieza	Demolición y retiro de materiales	Estabilización y restauración de superficies	Monitoreo posterior al cierre
Ambiente físico	Atmósfera	Calidad del aire	-37	-37	61	-37	-37	-37	-37	-37	-37	0	0	0	-37	-37	0	-63	-63	0	0	0	0	0	-37	-37	0	0
		Ruido y vibraciones	-39	-39	0	-39	-39	-39	-39	-39	-39	0	0	0	-39	-39	0	-63	-63	0	0	0	0	-63	-39	-39	0	0
	Geología	Relieve	0	0	0	-54	-54	-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-54	73	0
		Estabilidad de taludes/geoformas	0	0	0	0	-37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0
	Agua superficial y subterranea	Escurrimientos superficiales	0	0	0	-49	-49	0	-80	-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0
		Provisión o infiltración de agua al subsuelo	0	0	0	-46	-46	-76	-76	-76	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	73	0
	Suelo	Calidad del suelo	0	0	61	-51	-51	-51	0	-51	-51	61	61	61	0	0	0	0	0	61	61	61	0	0	-51	-51	73	73
		Erosión	0	-51	63	-51	-51	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	-51	98	73
		Captura de Carbono	0	-56	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	73	0
		Uso actual	0	-61	0	-61	0	-88	-88	-88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Compactación	-54	0	0	-54	-54	-54	0	-54	-54	0	0	0	-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-54	0	0
	Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)	0	0	56	0	-39	-39	0	0	0	0	56	56	-39	0	0	-39	0	56	0	0	0	0	0	-39	0	0
Ambiente biológico	Flora y fauna terrestre	Distribucion y abundancia Flora	0	-56	73	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	98	73
		Biodiversidad Flora	0	-56	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	73	0
		Distribucion y abundancia Fauna	-46	-46	66	-46	-46	-46	-46	0	0	66	66	0	-46	0	0	-46	0	0	66	66	0	0	0	-46	73	73
		Biodiversidad Fauna	0	-46	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	73	0
		Funcionalidad del sistema	0	-46	66	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	73	73
	Fauna acuática	Distribución y abundancia plancton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Biota bentonica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Especies nectónicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Especies protegidas y de interés especial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flora acuática	Flora acuatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paisaje		Visibilidad	-59	0	0	0	-59	-90	-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-59	0	0
		Calidad paisajística	-59	-59	71	-59	-59	-90	-90	-90	0	98	71	0	-59	0	0	-71	71	0	98	71	0	71	71	-59	98	73
		Fragilidad visual	0	-59	0	-59	-59	-90	-90	0	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	-59	73	0
Ambiente socioeconomico	Población	Demografia y migracion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Actividades recreativas y culturales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0
		Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	59	59	0	63	63	0	0	73	0	73	73	0	73	73	73	59	0	0	0
	Servicio	Servicios e infraestructura	0	0	0	0	0	0	59	59	59	0	0	0	0	0	73	0	73	73	0	73	-83	73	0	0	0	0
		Vialidades y acceso	-51	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	-51	-51	0	-71	0	0	0	0	0	0	-51	-51	0	0
		Interaccion de las comunidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-51	-51	0	-71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Economia	Economia regional	0	0	0	0	0	59	59	0	0	0	0	0	59	0	73	0	73	0	0	0	73	73	0	0	0	0
		Empleo y mano de obra	0	0	0	0	0	59	59	0	0	0	0	0	59	59	0	0	73	0	0	0	0	0	0	59	0	0
		Actividades productivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	73	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0
		Valor Catastral	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	71	0	100	0	0	0	0	0	71	0	71	71	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	73
		Administración del riesgo ambiental	0	0	100	0	0	0	0	0	71	0	71	71	0	0	0	0	0	71	0	71	0	0	0	0	0	73
		Seguimiento ambiental del proyecto	71	0	100	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	98

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Fichas con la descripción de impactos significativos de naturaleza adversa.

Tabla IV. 20 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre calidad del aire

Componente: Atmósfera			
Factor Ambiental: Calidad del aire			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Operación y mantenimiento**	• Tránsito vehicular y estacionamiento	• Severo (-63)	• La circulación recurrente de vehículos de residentes, visitantes y prestadores de servicios generará emisiones de gases de combustión y partículas asociadas al tránsito vehicular. Debido a su continuidad durante la vida útil del Proyecto, el efecto adquiere mayor permanencia que las emisiones temporales de la construcción, aunque se concentra principalmente en vialidades y áreas de estacionamiento.
• **Operación y mantenimiento**	• Mantenimiento de edificaciones e infraestructura	• Severo (-63)	• Las actividades periódicas de mantenimiento pueden generar emisiones por el empleo de vehículos, herramientas y equipos, así como partículas y, dependiendo de la actividad, compuestos asociados con pinturas, recubrimientos y materiales de reparación. El efecto será periódico y localizado.

Tabla IV. 21 Ficha descriptiva de impactos adversos por ruido y vibraciones

Componente: Atmósfera			
Factor Ambiental: Ruido y vibraciones			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Operación y mantenimiento**	• Tránsito vehicular y estacionamiento	• Severo (-63)	• La circulación y maniobra de vehículos generará emisiones sonoras recurrentes dentro y en los accesos inmediatos al Proyecto. Su continuidad durante la etapa de operación determina la significancia obtenida, aunque la intensidad esperada se mantiene asociada al uso habitacional y de servicios.
• **Operación y mantenimiento**	• Mantenimiento de edificaciones e infraestructura	• Severo (-63)	• Las actividades de conservación y reparación implicarán el empleo temporal de herramientas, equipos y vehículos que incrementarán los niveles sonoros en los sectores donde se efectúen los trabajos.
• **Operación y mantenimiento**	• Operación de áreas comunes y servicios	• Severo (-63)	• El funcionamiento cotidiano de áreas comunes y servicios generará ruido asociado con presencia de usuarios, funcionamiento de equipos y actividades recreativas, con carácter recurrente durante la vida útil del Proyecto.

Tabla IV. 22 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre el relieve

Componente: Geología			
Factor Ambiental: Relieve			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Construcción**	• Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	• Severo (-54)	• Las nivelaciones y adecuaciones necesarias para el desplante de las obras modificarán localmente la microtopografía y configuración superficial del AP.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

• **Construcción**	• Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	• Severo (-54)	• Las excavaciones producirán modificaciones puntuales del terreno para alojar cimentaciones y redes de servicios.
• **Construcción**	• Construcción de cimentaciones y estructuras	• Severo (-54)	• El desplante de elementos estructurales consolidará la modificación física de las superficies ocupadas por las edificaciones.
• **Abandono***	• Demolición y retiro de materiales	• Severo (-54)	• En un escenario hipotético de cierre, la demolición y retiro de estructuras producirían nuevas alteraciones temporales de la configuración superficial del terreno.

Tabla IV. 23 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre escurrimientos superficiales

Componente: Agua superficial y subterránea			
Factor Ambiental: Escurrimientos superficiales			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Construcción**	• Edificación de condominios	• **Crítico (-80)**	• La incorporación permanente de superficies construidas modifica localmente la relación entre infiltración y escurrimiento, concentrando una mayor proporción del agua precipitada sobre las superficies selladas. El efecto corresponde a la hidrología local del AP y no implica la modificación de los principales escurrimientos de la RE.
• **Construcción**	• Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	• **Crítico (-80)**	• Las superficies acondicionadas o impermeabilizadas modifican la generación, concentración y dirección de microescurrimientos dentro del AP. Su carácter permanente explica la elevada significancia obtenida.

Tabla IV. 24 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre la infiltración local

Componente: Agua superficial y subterránea			
Factor Ambiental: Provisión o infiltración de agua al subsuelo			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Construcción**	• Construcción de cimentaciones y estructuras	• **Crítico (-76)**	• La construcción de cimentaciones, edificaciones y demás superficies acondicionadas reducirá permanentemente la infiltración directa del agua de lluvia dentro del AP. Para efectos de la evaluación se adoptó conservadoramente un escenario de **sellamiento prácticamente completo**, por lo que la infiltración potencial durante la operación se considera igual a cero. • Respecto de la condición actual, estimada en aproximadamente **1.47 m³/año**, la reducción permanente de infiltración potencial corresponde al mismo volumen. Este efecto se restringe espacialmente al AP y representa una modificación de la infiltración local del agua pluvial, sin que deba interpretarse como una reducción equivalente de la recarga profunda del acuífero.
• **Construcción**	• Edificación de condominios	• **Crítico (-76)**	
• **Construcción**	• Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	• **Crítico (-76)**	

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	• La reforestación compensatoria de **1 ha dentro del AI** contribuirá a incrementar progresivamente la cobertura vegetal y la infiltración potencial en la superficie seleccionada.

Tabla IV. 25 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre el patrón de drenaje

Componente: Agua superficial y subterránea			
Factor Ambiental: Patrón de drenaje			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Construcción**	• Edificación de condominios	• **Crítico (-80)**	• La presencia permanente de edificaciones modifica la forma en que la precipitación se distribuye y desplaza superficialmente dentro del AP, al sustituir superficies abiertas por superficies construidas.
• **Construcción**	• Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	• **Crítico (-80)**	• La configuración de áreas comunes y superficies de circulación redistribuye las trayectorias de escurrimiento local. La alteración se concentra dentro del AP y no representa una modificación generalizada de la red de drenaje regional.

Tabla IV. 26 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre la calidad del suelo

Componente: Suelo			
Factor Ambiental: Calidad del suelo			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Construcción**	• Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	• Severo (-51)	• La intervención física modifica las características superficiales del suelo por remoción, redistribución y tránsito de maquinaria.
• **Construcción**	• Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	• Severo (-51)	• Las excavaciones alteran la estructura y disposición original del material edáfico en los sitios directamente intervenidos.
• **Construcción**	• Construcción de cimentaciones y estructuras	• Severo (-51)	• El desplante de cimentaciones implica ocupación y sellamiento permanente del suelo en las superficies correspondientes.
• **Construcción**	• Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	• Severo (-51)	• El acondicionamiento y sellamiento de superficies modifica de manera permanente sus propiedades edáficas y funciones naturales.
• **Construcción**	• Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	• Severo (-51)	• La colocación de redes requiere excavaciones y manipulación del suelo, aunque la afectación se concentra en franjas y sitios específicos.
• **Abandono***	• Retiro de instalaciones y limpieza	• Severo (-51)	• En un eventual cierre, el retiro de instalaciones ocasionaría perturbación temporal del suelo por tránsito, manejo y acopio de materiales.
• **Abandono***	• Demolición y retiro de materiales	• Severo (-51)	• La demolición implicaría exposición y alteración de superficies, además del riesgo de incorporación de residuos si éstos no son retirados adecuadamente.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 27 Ficha descriptiva de impactos adversos por erosión

Componente: Suelo			
Factor Ambiental: Erosión			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	• Severo (-51)	• La disminución puntual de protección superficial incrementa temporalmente la susceptibilidad del suelo arenoso a erosión hídrica y eólica.
• **Construcción**	• Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	• Severo (-51)	• La exposición y movilización del suelo durante el acondicionamiento aumenta temporalmente su susceptibilidad erosiva.
• **Construcción**	• Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	• Severo (-51)	• Las excavaciones generan material suelto susceptible de movilización por viento y escurrimiento mientras permanezca expuesto.
• **Abandono***	• Demolición y retiro de materiales	• Severo (-51)	• La remoción hipotética de infraestructura generaría superficies temporalmente expuestas hasta su estabilización y restauración.

La cuantificación realizada para el AP indica que, considerando un periodo representativo de tres meses de exposición del suelo, el incremento atribuible al Proyecto corresponde aproximadamente a **0.1064 t por erosión hídrica** y **1.7509 t por erosión eólica**. Estos incrementos son temporales y se concentran en la etapa constructiva.

Tabla IV. 28 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre captura de carbono

Componente: Suelo			
Factor Ambiental: Captura de Carbono			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	• Severo (-56)	• La remoción de la escasa cobertura vegetal herbácea existente reduce la biomasa presente y, consecuentemente, la capacidad local de fijación de carbono. La magnitud absoluta se encuentra limitada por la **muy baja cobertura vegetal actual del AP**, y parte de esta función será recuperada mediante el establecimiento posterior de vegetación regional.

Tabla IV. 29 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre el uso actual del suelo

Componente: Suelo			
Factor Ambiental: Uso actual			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	• Severo (-61)	• Constituye el inicio de la transformación física de las superficies que posteriormente serán ocupadas por infraestructura del Proyecto.
• **Construcción**	• Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	• Severo (-61)	• El acondicionamiento consolida la preparación del terreno para el uso habitacional previsto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

• **Construcción**	• Construcción de cimentaciones y estructuras	• **Crítico (-88)**	• La instalación de cimentaciones transforma permanentemente el uso y funcionalidad de las superficies directamente ocupadas.
• **Construcción**	• Edificación de condominios	• **Crítico (-88)**	• La construcción de las edificaciones constituye la principal transformación permanente del uso actual del AP hacia el uso habitacional autorizado y previsto en la planeación urbana aplicable.
• **Construcción**	• Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	• **Crítico (-88)**	• La consolidación de infraestructura complementaria sustituye de manera permanente superficies abiertas por áreas funcionales del desarrollo.

Tabla IV. 30 Ficha descriptiva de impactos adversos por compactación

Componente: Suelo			
Factor Ambiental: Compactación			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	• Severo (-54)	• El ingreso inicial de vehículos, equipo y personal genera presión mecánica sobre superficies de trabajo y accesos.
• **Construcción**	• Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	• Severo (-54)	• La nivelación requiere tránsito y trabajo mecánico que incrementa la densidad aparente del suelo.
• **Construcción**	• Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	• Severo (-54)	• El tránsito de maquinaria y manejo de materiales compacta las áreas inmediatas a los frentes de excavación.
• **Construcción**	• Construcción de cimentaciones y estructuras	• Severo (-54)	• La operación de maquinaria y concentración de actividades constructivas producen compactación en las áreas de trabajo.
• **Construcción**	• Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	• Severo (-54)	• Estas obras requieren conformación y compactación deliberada de superficies para alcanzar las especificaciones constructivas.
• **Construcción**	• Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas	• Severo (-54)	• La apertura y cierre de zanjas y el tránsito asociado generan compactación localizada.
• **Construcción**	• Transporte de materiales, equipos e insumos	• Severo (-54)	• El tránsito recurrente de vehículos de carga provoca compactación sobre accesos y áreas utilizadas durante la construcción.
• **Abandono***	• Demolición y retiro de materiales	• Severo (-54)	• En el escenario hipotético de cierre, la circulación de maquinaria para demolición y transporte produciría compactación temporal adicional.

Tabla IV. 31 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre distribución y abundancia de flora

Componente: Ambiente biológico			
Factor Ambiental: Distribución y abundancia de flora			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

• **Preparación del sitio**	• Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	• Severo (-56)	• La actividad ocasionará una reducción localizada de la cobertura vegetal existente dentro de las superficies requeridas por las obras. La afectación se limita a una cobertura herbácea muy baja, en la que durante el muestreo únicamente se registró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*). Por su condición actual, la intervención no representa la eliminación de una comunidad vegetal estructuralmente desarrollada ni la pérdida de especies nativas características de la Vegetación Halófila Xerófila registrada en el AI y la RE.

Tabla IV. 32 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre biodiversidad de flora

Componente: Ambiente biológico			
Factor Ambiental: Biodiversidad de flora			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	• Severo (-56)	• La intervención eliminará la cobertura herbácea presente en las superficies ocupadas por las obras. Sin embargo, la caracterización del AP registró únicamente una especie vegetal, zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), por lo que la riqueza florística actual es muy reducida. En consecuencia, aun cuando la interacción conserva la clasificación asignada en la matriz, la afectación se presenta sobre una comunidad florísticamente simplificada y no implica pérdida de especies vegetales nativas o bajo categoría de riesgo.

Tabla IV. 33 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre especies de fauna protegidas o de interés especial

Componente: Ambiente biológico			
Factor Ambiental: Especies protegidas o de interés especial-Fauna			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	• Severo (-56)	• La intervención inicial puede ocasionar desplazamiento, perturbación o riesgo de afectación de ejemplares presentes dentro del AP, particularmente especies de baja movilidad o que utilicen refugios próximos al suelo. Previamente a la intervención deberán ejecutarse acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación cuando correspondan.
• **Construcción**	• Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	• Severo (-56)	• Las excavaciones pueden representar un riesgo de caída, atrapamiento o afectación para ejemplares de fauna que permanezcan o ingresen a los frentes de obra, por lo que se requiere inspección y rescate durante la ejecución de los trabajos.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 34 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre visibilidad

Componente: Paisaje			
Factor Ambiental: Visibilidad			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	• Severo (-59)	• La incorporación de señalización, equipos, materiales y frentes de trabajo modifica temporalmente las visuales actuales de un terreno predominantemente abierto.
• **Construcción**	• Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	• Severo (-59)	• Los frentes de excavación, materiales y maquinaria introducen elementos contrastantes dentro del campo visual del AP.
• **Construcción**	• Construcción de cimentaciones y estructuras	• **Crítico (-90)**	• La aparición progresiva de estructuras verticales modifica de manera permanente las condiciones de visibilidad del sitio y constituye una transformación claramente perceptible del paisaje actual.
• **Construcción**	• Edificación de condominios	• **Crítico (-90)**	• Las edificaciones constituyen los elementos de mayor presencia visual del Proyecto y modifican de manera permanente las líneas de visión existentes hacia y a través del AP.
• **Abandono***	• Demolición y retiro de materiales	• Severo (-59)	• La demolición produciría una alteración visual temporal por maquinaria, materiales fragmentados y áreas expuestas hasta concluir la restauración.

Tabla IV. 35 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre calidad paisajística

Componente: Paisaje			
Factor Ambiental: Calidad paisajística			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	• Severo (-59)	• La instalación temporal de elementos de obra y el inicio de actividades introduce componentes antrópicos adicionales en la escena visual.
• **Preparación del sitio**	• Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	• Severo (-59)	• La intervención modifica localmente textura, cobertura y apariencia del terreno.
• **Construcción**	• Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	• Severo (-59)	• Las superficies niveladas y expuestas modifican temporalmente el carácter visual del terreno.
• **Construcción**	• Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	• Severo (-59)	• Las excavaciones, acopios y maquinaria generan alteraciones visuales asociadas directamente con el proceso constructivo.
• **Construcción**	• Construcción de cimentaciones y estructuras	• **Crítico (-90)**	• La incorporación de estructuras constituye una transformación permanente de la composición paisajística del AP.
• **Construcción**	• Edificación de condominios	• **Crítico (-90)**	• Las edificaciones modifican de manera sustancial la configuración paisajística actual al incorporar volúmenes construidos permanentes.
• **Construcción**	• Construcción de andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	• **Crítico (-90)**	• La urbanización de las superficies exteriores consolida el cambio de una superficie abierta hacia un paisaje predominantemente construido.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

• **Construcción**	• Transporte de materiales, equipos e insumos	• Severo (-59)	• La circulación de vehículos y presencia temporal de materiales incrementa la perturbación visual durante el periodo constructivo.
• **Operación y mantenimiento**	• Tránsito vehicular y estacionamiento	• Severo (-71)	• La presencia recurrente de vehículos forma parte de la nueva condición visual del desarrollo y modifica de manera permanente la percepción cotidiana del sitio.
• **Abandono***	• Demolición y retiro de materiales	• Severo (-59)	• En un eventual cierre, las actividades de demolición producirían un deterioro temporal de la calidad visual hasta concluir la restauración de las superficies.

Tabla IV. 36 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre fragilidad visual

Componente: Paisaje			
Factor Ambiental: Fragilidad visual			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	• Severo (-59)	• La intervención inicial aumenta temporalmente la exposición visual de las superficies de trabajo y su contraste con el entorno inmediato.
• **Construcción**	• Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies	• Severo (-59)	• La modificación de textura y microtopografía incrementa la susceptibilidad visual del AP frente a nuevos elementos construidos.
• **Construcción**	• Excavaciones para cimentaciones e instalaciones	• Severo (-59)	• Las excavaciones constituyen elementos visibles y contrastantes durante la fase constructiva.
• **Construcción**	• Construcción de cimentaciones y estructuras	• **Crítico (-90)**	• Las estructuras emergentes incrementan de manera permanente el contraste visual respecto de la condición abierta actual del terreno.
• **Construcción**	• Edificación de condominios	• **Crítico (-90)**	• La altura, volumen y permanencia de las edificaciones representan la transformación de mayor incidencia sobre la fragilidad visual del AP.
• **Abandono***	• Demolición y retiro de materiales	• Severo (-59)	• Las actividades de demolición generarían temporalmente alta exposición visual de superficies y materiales hasta concluir las acciones de restauración.

Tabla IV. 37 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre servicios e infraestructura

Componente: Ambiente socioeconómico			
Factor Ambiental: Servicios e infraestructura			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Operación y mantenimiento**	• Abastecimiento y consumo de agua	• **Crítico (-83)**	• La ocupación del desarrollo generará una demanda permanente de agua para consumo habitacional, servicios y mantenimiento de áreas comunes. La significancia asignada deriva de la continuidad de esta demanda durante la vida útil del Proyecto y del contexto regional de disponibilidad hídrica. El Proyecto **no contempla la perforación de pozos ni la extracción directa de agua subterránea**. El abastecimiento se

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	realizará principalmente mediante **agua desalada**, por lo que la demanda generada deberá manejarse mediante criterios de uso eficiente, mantenimiento preventivo de instalaciones y control de fugas.

Tabla IV. 38 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre vialidades y acceso

Componente: Ambiente socioeconómico			
Factor Ambiental: Vialidades y acceso			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Preparación del sitio**	• Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo	• Severo (-51)	• El ingreso inicial de personal, equipo e insumos incrementará temporalmente la utilización de las vialidades que comunican con el Proyecto.
• **Construcción**	• Transporte de materiales, equipos e insumos	• Severo (-51)	• La circulación de vehículos de carga incrementará temporalmente el tránsito y las maniobras en las rutas de acceso durante la construcción.
• **Construcción**	• Transporte de personal	• Severo (-51)	• El traslado periódico de trabajadores aumentará temporalmente la circulación vehicular asociada con el Proyecto.
• **Operación y mantenimiento**	• Tránsito vehicular y estacionamiento	• Severo (-71)	• La ocupación del desarrollo generará tránsito recurrente de residentes, visitantes y prestadores de servicios, incrementando de manera permanente la utilización de las vialidades existentes.
• **Abandono***	• Retiro de instalaciones y limpieza	• Severo (-51)	• En un escenario de cierre, el traslado de equipos y residuos incrementaría temporalmente el tránsito en las vialidades de acceso.
• **Abandono***	• Demolición y retiro de materiales	• Severo (-51)	• El transporte de materiales producto de demolición implicaría circulación temporal de vehículos de carga hasta concluir su retiro del sitio.

Tabla IV. 39 Ficha descriptiva de impactos adversos sobre la interacción de las comunidades

Componente: Ambiente socioeconómico			
Factor Ambiental: Interacción de las comunidades			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
• **Construcción**	• Transporte de materiales, equipos e insumos	• Severo (-51)	• El tránsito asociado con el suministro de materiales incrementará temporalmente la interacción entre las actividades de construcción y los usuarios habituales de las vialidades y servicios del entorno.
• **Construcción**	• Transporte de personal	• Severo (-51)	• El desplazamiento de trabajadores incrementará temporalmente la presencia de población vinculada con las obras y la demanda puntual de bienes y servicios locales.
• **Operación y mantenimiento**	• Tránsito vehicular y estacionamiento	• Severo (-71)	• Durante la operación aumentará de manera recurrente la interacción entre residentes, visitantes, prestadores de servicios y población local, principalmente a través del uso compartido de vialidades, establecimientos y servicios de Bahía de Kino.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Con base en la identificación y evaluación de impactos ambientales realizada en el presente Capítulo, se concluye que el Proyecto generará impactos de naturaleza adversa y benéfica. Los impactos adversos de mayor relevancia se relacionan principalmente con la transformación física permanente del Área del Proyecto durante la construcción, particularmente por el acondicionamiento del terreno, excavaciones, cimentaciones, edificación y conformación de áreas comunes; durante la operación destacan la demanda de agua, el tránsito vehicular y algunos efectos asociados con la ocupación permanente del sitio. Los impactos benéficos se vinculan principalmente con las acciones de manejo ambiental, paisajismo, mantenimiento de áreas verdes, gestión de residuos y aguas residuales, así como con los efectos socioeconómicos derivados de la operación del desarrollo.

De manera específica, se concluye lo siguiente:

1. **Los impactos adversos de mayor significancia sobre el medio físico se relacionan con la modificación del uso actual del suelo,** el sellamiento de superficies y la consecuente modificación local de la infiltración, los microescurrimientos y el patrón de drenaje. Estos efectos se concentran espacialmente dentro del AP y no representan una modificación generalizada de la dinámica hidrológica de la RE.

   Para efectos de la evaluación se adoptó conservadoramente un escenario de sellamiento prácticamente completo del AP, estimándose una reducción permanente de la infiltración potencial de aproximadamente 1.47 m³/año respecto de la condición actual. Esta disminución corresponde a infiltración local del agua de lluvia y no representa una reducción equivalente de la recarga profunda del acuífero.

2. **La intervención de la cobertura vegetal genera efectos asociados sobre suelo, erosión, captura de carbono, flora, fauna y paisaje**; sin embargo, el AP presenta actualmente una cobertura vegetal muy baja y las actividades previstas corresponden a limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación, no a un desmonte generalizado. Los efectos erosivos adquieren mayor relevancia durante el periodo temporal de exposición del suelo y disminuyen posteriormente mediante el establecimiento de vegetación regional, el mantenimiento de superficies no selladas y las medidas de estabilización previstas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

3. **Los impactos sobre fauna se manifiestan principalmente como perturbación y desplazamiento temporal durante la preparación del sitio y construcción**, así como por el riesgo de afectación de ejemplares durante la limpieza, excavaciones y presencia de maquinaria y personal. La aplicación previa y continua de acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación, junto con el mantenimiento de áreas vegetadas, permitirá reducir la probabilidad de afectaciones directas. No se identificaron interacciones directas del Proyecto con fauna o flora acuática.

4. **Los impactos sobre calidad del aire, ruido, suelo y calidad del agua son predominantemente localizados y susceptibles de control mediante prácticas adecuadas de construcción y operación.** Las emisiones atmosféricas y de partículas, el ruido, la generación de residuos y el riesgo de incorporación de sólidos, grasas o aceites se relacionan directamente con el uso de maquinaria, transporte, mantenimiento y manejo de materiales. Su magnitud puede reducirse mediante control de polvos, mantenimiento preventivo de equipos, manejo adecuado de residuos y aguas residuales, prevención y atención de derrames y supervisión ambiental.

5. **El paisaje constituye uno de los componentes con modificaciones permanentes más evidentes**, debido a la incorporación de edificaciones, estructuras y áreas urbanizadas en una superficie actualmente abierta. Estos efectos se manifiestan sobre la visibilidad, calidad paisajística y fragilidad visual; no obstante, se desarrollan dentro de un contexto territorial con presencia urbana consolidada en la RE. El paisajismo, el establecimiento y mantenimiento de vegetación regional y la integración de las áreas no selladas contribuirán a reducir el contraste visual del Proyecto durante su operación.

En el componente socioeconómico, el Proyecto genera efectos favorables relacionados con empleo, derrama económica, disponibilidad de vivienda, infraestructura, servicios y operación de áreas comunes. No obstante, la demanda permanente de agua constituye un impacto adverso relevante durante la operación, particularmente por el contexto regional de disponibilidad hídrica, por lo que deberá mantenerse un uso eficiente del recurso. El Proyecto no contempla extracción directa de agua subterránea mediante pozos.

En términos generales, la evaluación indica que los impactos directos se concentran principalmente en el **AP**, mientras que en el **AI** predominan efectos indirectos y las oportunidades de mejoramiento asociadas con las medidas ambientales. A escala de la **RE**, no se prevé una modificación generalizada de su estructura ambiental, de la red de drenaje regional ni de la funcionalidad de los ecosistemas presentes.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV.3. Descripción de la Medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas de prevención, mitigación, corrección y, cuando corresponda, compensación se conciben como un sistema integrado de manejo ambiental aplicable a las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del Proyecto. Su implementación tendrá como propósito evitar afectaciones fuera del Área del Proyecto (AP), reducir las superficies y periodos de exposición del suelo, controlar emisiones, ruido, residuos y riesgos de contaminación, conservar la funcionalidad de los procesos físicos locales —principalmente infiltración, escurrimiento y estabilidad superficial— y favorecer la integración ambiental de las superficies no selladas mediante el establecimiento y mantenimiento de vegetación regional.

De manera transversal, se contará con supervisión ambiental durante las actividades que impliquen intervención directa del terreno, con atribuciones para verificar el cumplimiento de las medidas establecidas, identificar desviaciones y solicitar acciones correctivas. El seguimiento se documentará mediante bitácoras y evidencias de campo relacionadas, entre otros aspectos, con control de polvo, mantenimiento de maquinaria y vehículos, manejo de residuos, atención de derrames, acciones de protección y rescate de fauna, manejo de vegetación y conservación de superficies no selladas.

Asimismo, se establecerán lineamientos obligatorios para el personal y contratistas respecto al uso de áreas autorizadas, orden y limpieza, almacenamiento de materiales, manejo de residuos y respuesta ante contingencias. Las actividades de mayor emisión sonora se realizarán preferentemente en horario diurno, evitando maniobras innecesarias, ralentí prolongado de equipos y otras prácticas que incrementen molestias hacia el entorno inmediato. Se mantendrá la prohibición de realizar quemas de vegetación, residuos o cualquier otro material dentro del AP.

Durante la operación, las aguas residuales sanitarias generadas por las viviendas y servicios serán conducidas hacia los **biodigestores previstos para su tratamiento**. El efluente tratado podrá utilizarse para riego de áreas verdes únicamente cuando cumpla con las condiciones de calidad aplicables; en caso contrario, deberá recibir el tratamiento complementario o manejo correspondiente. Los lodos generados serán retirados mediante prestadores autorizados. No se permitirán descargas de aguas residuales al suelo, subsuelo ni a escurrimientos.

El Proyecto no contempla una etapa programada de abandono debido a su vida útil prolongada; por ello, las medidas asociadas al cierre únicamente serán aplicables en caso de que, en el futuro, se determine un retiro definitivo de infraestructura. En dicho supuesto deberán establecerse previamente las acciones específicas de demolición, manejo de residuos, estabilización y restauración de las superficies afectadas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV.3.1.Atmósfera

Las medidas para el componente atmosférico se orientan principalmente al control de emisiones de partículas y gases de combustión durante la preparación del sitio y construcción, así como a la reducción de ruido generado por maquinaria, vehículos, herramientas y actividades de mantenimiento. La intervención se desarrollará progresivamente, evitando mantener superficies innecesariamente expuestas y restringiendo la circulación de maquinaria y vehículos a las áreas y accesos requeridos para la ejecución de las obras.

Cuando las condiciones de humedad del terreno y la intensidad de las actividades lo requieran, se realizará humectación de las superficies de trabajo y de los materiales susceptibles de generar polvo. El transporte de materiales finos, producto de excavaciones o residuos con posibilidad de dispersión se efectuará mediante vehículos que permitan mantener la carga contenida y, cuando resulte necesario, cubierta. Se evitarán sobrecargas, derrames durante el traslado y permanencia innecesaria de materiales pulverulentos sin protección.

La maquinaria, vehículos y equipos utilizados deberán mantenerse en condiciones adecuadas de operación mediante mantenimiento preventivo y correctivo, incluyendo revisión de motores, sistemas de escape, filtros y componentes asociados con la combustión. No se permitirá la operación prolongada de unidades que presenten emisiones ostensiblemente anormales ni el funcionamiento en ralentí cuando no sea necesario para la actividad constructiva.

Para el control de ruido, las actividades de mayor intensidad sonora se concentrarán preferentemente en horario diurno. La maquinaria y los equipos deberán operar con sistemas de escape y silenciadores funcionales, evitando aceleraciones, golpes de materiales y maniobras innecesarias. También se limitará la velocidad vehicular dentro del AP y en los accesos inmediatos cuando las condiciones de seguridad y operación lo permitan.

Durante la operación, el impacto atmosférico se concentrará principalmente en el tránsito vehicular asociado con residentes, visitantes y prestadores de servicios, así como en actividades periódicas de mantenimiento. Debido a que estas emisiones se encuentran relacionadas directamente con el uso cotidiano del desarrollo, las medidas se orientarán a mantener una circulación ordenada, evitar permanencias innecesarias de vehículos encendidos y conservar en condiciones adecuadas las áreas de estacionamiento y circulación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La supervisión ambiental verificará el cumplimiento de estas medidas y, cuando se identifiquen episodios recurrentes de polvo o ruido, podrá solicitar ajustes en horarios, secuencias de trabajo, frecuencia de humectación o condiciones de operación de los equipos.

IV.3.2. Residuos sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos

El manejo de residuos se realizará de forma diferenciada de acuerdo con su naturaleza y con la etapa del Proyecto en que sean generados. Durante la preparación del sitio y construcción se establecerán recipientes y áreas de almacenamiento temporal claramente identificadas, evitando la dispersión de residuos por viento, su mezcla innecesaria o su abandono sobre el terreno. La recolección se efectuará con la frecuencia necesaria para impedir acumulaciones y los residuos serán entregados a los sistemas municipales o prestadores autorizados, según corresponda.

Los residuos de construcción y de manejo especial, incluidos sobrantes de materiales, empaques, restos de concreto, materiales de excavación no aprovechables y otros residuos asociados con las obras, deberán segregarse y manejarse de manera que se favorezca su reutilización o valorización cuando resulte técnica y ambientalmente viable. Los materiales que no puedan ser aprovechados deberán retirarse del AP y trasladarse a sitios autorizados.

Los residuos peligrosos que eventualmente se generen por mantenimiento de maquinaria, vehículos o equipos —como aceites usados, filtros, estopas, absorbentes o materiales contaminados con hidrocarburos— se almacenarán temporalmente en recipientes compatibles, cerrados e identificados, dentro de un área controlada y protegida contra derrames. Su retiro se realizará mediante prestadores autorizados, conservando la documentación correspondiente.

No se permitirá realizar mantenimiento mayor de maquinaria directamente sobre suelo natural salvo que exista una condición excepcional que impida su traslado; en tal caso deberán colocarse elementos de protección superficial y disponer de materiales absorbentes para atención inmediata de derrames.

Los residuos vegetales derivados de la limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación serán manejados sin quema. Cuando sus características lo permitan, podrán triturarse y aprovecharse como material orgánico o cobertura superficial en áreas no selladas y de paisajismo, evitando acumulaciones que puedan generar obstrucciones, riesgos de incendio o condiciones inadecuadas de manejo.

Durante la operación, los residuos sólidos urbanos generados por residentes y usuarios serán separados, almacenados temporalmente en recipientes adecuados y entregados al sistema de recolección correspondiente. Las áreas destinadas al almacenamiento deberán mantenerse limpias, cerradas o protegidas de manera que se evite la dispersión de residuos, generación de olores y acceso de fauna.

IV.3.3. Geología y geomorfología

Las medidas relacionadas con geología y geomorfología se orientan a limitar las modificaciones del relieve a las superficies estrictamente necesarias para el desplante de edificaciones, cimentaciones, instalaciones, andadores, estacionamientos y áreas comunes. Las actividades de acondicionamiento, nivelación y excavación se efectuarán conforme al proyecto ejecutivo y a las especificaciones geotécnicas aplicables, evitando excavaciones, rellenos o movimientos de materiales fuera de las áreas previstas.

Debido a que el AP presenta una topografía de baja complejidad y no se contemplan grandes cortes, terraplenes ni taludes asociados con infraestructura lineal, las medidas se concentran en conservar la estabilidad de las excavaciones temporales, evitar acumulaciones innecesarias de material y restituir las superficies inmediatamente después de la instalación de infraestructura subterránea.

Los materiales producto de excavación que resulten adecuados podrán reutilizarse en rellenos y conformación de superficies dentro del propio Proyecto, siempre que cumplan con las especificaciones técnicas correspondientes. Los excedentes que no puedan aprovecharse se retirarán y dispondrán en sitios autorizados. Durante su almacenamiento temporal deberán evitarse montículos inestables o localizados en zonas donde puedan interferir con el drenaje superficial.

Las excavaciones se mantendrán abiertas únicamente durante el tiempo necesario para ejecutar las obras correspondientes y deberán contar con las condiciones de seguridad requeridas. Una vez concluida la instalación de cimentaciones o redes, las superficies serán rellenadas, compactadas y conformadas conforme a las especificaciones del proyecto, evitando depresiones que favorezcan encharcamientos o concentraciones artificiales de escurrimiento.

La estabilización de superficies se realizará de manera progresiva conforme avance la obra, reduciendo el tiempo de exposición del terreno. En las superficies que permanecerán sin sellar se favorecerá el establecimiento de vegetación regional y una conformación compatible con el drenaje local, de manera que se reduzca la susceptibilidad a erosión y se mantengan condiciones adecuadas de infiltración superficial.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

En caso de un cierre definitivo futuro, las medidas de restauración deberán considerar el retiro de elementos que carezcan de utilidad, la reconformación de superficies, la eliminación de condiciones de inestabilidad y el establecimiento de cobertura vegetal en aquellos sitios donde resulte técnica y ambientalmente procedente.

IV.3.4. Agua superficial y subterránea

Las medidas se orientan a conservar la funcionalidad de los escurrimientos locales, evitar la concentración artificial de flujo y mantener, en la medida técnicamente posible, la capacidad de infiltración de las superficies no selladas del Proyecto. Durante la preparación del sitio y construcción se mantendrán libres las trayectorias naturales de escurrimiento dentro del AP, evitando la colocación de materiales, residuos o acopios en depresiones o zonas donde puedan obstruir o desviar el flujo superficial.

Las actividades de nivelación, excavación y conformación de superficies se realizarán de manera progresiva, procurando que la microtopografía resultante no genere encharcamientos ni concentraciones innecesarias de escurrimiento. Las superficies terminadas deberán integrarse al sistema de drenaje previsto para el desarrollo, de manera que el agua pluvial sea conducida y distribuida sin generar procesos erosivos ni afectaciones a predios colindantes.

Durante la operación del Proyecto, la ocupación del suelo por edificaciones, estructuras, andadores, estacionamientos y demás elementos de infraestructura modificará de manera permanente las condiciones de infiltración dentro del AP. Para efectos de la evaluación ambiental se adopta conservadoramente un escenario de sellamiento prácticamente completo, bajo el cual la infiltración potencial se reduce de aproximadamente 1.47 m^3/año en la condición actual a 0 m^3/año durante la operación. Las áreas verdes y de paisajismo previstas en el diseño contribuirán a la integración ambiental del desarrollo, sin que ello implique considerar una recuperación cuantitativa de la infiltración potencial estimada para la condición inicial.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la intervención del terreno deberá realizarse de manera progresiva para reducir el tiempo de exposición de las superficies intervenidas. Bajo el escenario conservador de evaluación, que considera una infiltración potencial nula durante el acondicionamiento del terreno, se estima una disminución temporal de aproximadamente 0.37 m^3 durante tres meses representativos de exposición. Una vez concluidas las obras, permanecerá la modificación de la capacidad de infiltración asociada con el sellamiento del suelo, por lo que las medidas de manejo pluvial deberán orientarse a controlar los escurrimientos generados directamente sobre el AP, prevenir encharcamientos y evitar afectaciones a los predios colindantes.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Adicionalmente, dentro del Área de Influencia se implementará la reforestación de **1 ha en un sector seleccionado con cobertura vegetal muy baja**, como medida complementaria de mejoramiento ambiental. Esta acción permitirá incrementar progresivamente la infiltración local en dicha superficie, además de generar beneficios asociados con control de erosión, cobertura vegetal y funcionalidad ecológica. La infiltración evaluada en el Proyecto corresponde a **infiltración local del agua en el suelo** y no deberá interpretarse como recarga directa o profunda del acuífero Costa de Hermosillo.

IV.3.5. Suelo

Las medidas de protección del suelo se enfocan en reducir la superficie y duración de la intervención, evitar contaminación, controlar la compactación fuera de las áreas estrictamente necesarias y prevenir procesos erosivos durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Las áreas de trabajo deberán mantenerse claramente delimitadas y no se permitirá la circulación de vehículos, maquinaria o almacenamiento de materiales fuera de los sectores requeridos para las obras.

La limpieza y deshierbe se realizará de manera gradual y únicamente en las superficies donde la vegetación interfiera con las actividades constructivas. No se contempla un desmonte generalizado del AP. La vegetación que pueda conservarse sin interferir con las obras deberá permanecer en sitio, particularmente en las superficies que formarán parte de las áreas no selladas.

El material producto de excavaciones se manejará de forma que se evite su dispersión por viento o arrastre por escurrimiento. Cuando sus características lo permitan, podrá reutilizarse en rellenos, nivelaciones o conformación de superficies. Los excedentes deberán retirarse oportunamente y disponerse en sitios autorizados. Los acopios temporales se ubicarán fuera de zonas de concentración de escurrimientos y se mantendrán únicamente durante el tiempo indispensable.

La compactación se restringirá a las áreas donde resulte necesaria por requerimientos estructurales o constructivos. En las superficies no destinadas a pavimentación o desplante de infraestructura se evitará la circulación reiterada de maquinaria y vehículos. Las áreas temporalmente afectadas deberán acondicionarse al concluir los trabajos, favoreciendo la recuperación de su estructura superficial y el posterior establecimiento de vegetación.

Para prevenir la contaminación del suelo se evitará el mantenimiento mayor de maquinaria sobre suelo natural. Cuando sea indispensable realizar alguna intervención menor, se utilizarán superficies impermeables, charolas de contención o materiales

absorbentes. Cualquier derrame deberá ser contenido inmediatamente, retirando el material contaminado y manejándolo conforme a su clasificación.

En materia de erosión, la obra se desarrollará de manera progresiva para reducir el tiempo durante el cual permanezcan superficies descubiertas. Se aplicará humectación cuando exista riesgo de erosión eólica significativa y se controlará el arrastre de suelo mediante estabilización de superficies y establecimiento oportuno de vegetación. Los cálculos efectuados muestran que, para un periodo representativo de **tres meses de exposición del suelo**, el incremento atribuible al Proyecto corresponde aproximadamente a **0.1064 t por erosión hídrica** y **1.7509 t por erosión eólica**. En consecuencia, las medidas de control se concentrarán principalmente durante el periodo constructivo en que existan superficies temporalmente expuestas.

En las superficies no selladas se favorecerá el establecimiento de especies regionales. Complementariamente, la reforestación de **1 ha dentro del AI**, en un sector de muy baja cobertura vegetal, permitirá mejorar progresivamente las condiciones del suelo, reducir su susceptibilidad a erosión y recuperar parcialmente funciones vinculadas con cobertura vegetal y captura de carbono.

IV.3.6. Calidad del agua terrestre: sólidos suspendidos (SST) y grasas/aceites

Las medidas para prevenir afectaciones por sólidos suspendidos totales se concentran en evitar el transporte de suelo, sedimentos y residuos fuera de las áreas de trabajo. Los materiales producto de excavación se almacenarán temporalmente fuera de zonas de escurrimiento y deberán mantenerse protegidos cuando exista riesgo de dispersión por viento o lluvia. No se permitirá depositar suelo, residuos o materiales de construcción en zonas donde puedan ser movilizados hacia áreas colindantes o hacia cuerpos de agua.

La secuencia constructiva deberá reducir el tiempo de exposición de las superficies intervenidas y, cuando se presenten lluvias durante el periodo de obra, se verificará que los escurrimientos no estén transportando cantidades relevantes de sedimentos. En caso de detectarse arrastres, se aplicarán medidas correctivas como retiro del material acumulado, estabilización de superficies y protección temporal del suelo.

Para grasas y aceites se mantendrá un manejo preventivo enfocado en evitar fugas y derrames de combustibles, lubricantes u otras sustancias utilizadas por maquinaria y vehículos. Los equipos deberán recibir mantenimiento preventivo y no se permitirá su operación cuando presenten fugas evidentes.

Las áreas donde se almacenen temporalmente sustancias o residuos con contenido de hidrocarburos deberán contar con recipientes compatibles, elementos de contención y materiales absorbentes. En caso de derrame se realizará su contención inmediata, recuperación del producto, retiro del suelo o absorbentes contaminados cuando corresponda y manejo posterior como residuo de acuerdo con su clasificación.

Durante la operación, el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y el **tratamiento de las aguas residuales sanitarias mediante biodigestores** constituirán las principales medidas preventivas. El efluente tratado solamente podrá destinarse al riego cuando cumpla con las condiciones de calidad aplicables. No se permitirán descargas de aguas residuales al suelo, subsuelo, escurrimientos, Laguna La Cruz ni al medio marino.

IV.3.7. Flora y fauna terrestre

Las medidas para flora y fauna terrestre se orientan principalmente a reducir la afectación directa durante la preparación del sitio y construcción, considerando que el AP presenta una cobertura vegetal muy baja y que las actividades previstas corresponden a limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación.

Antes de iniciar la intervención de cada frente se realizará una inspección para identificar ejemplares de fauna y condiciones que puedan funcionar como refugio. Cuando se detecten organismos que no se desplacen por sí mismos, se aplicarán acciones de rescate y reubicación por personal calificado, particularmente en el caso de reptiles y especies de baja movilidad.

La limpieza del terreno se desarrollará gradualmente, avanzando de manera que se favorezca el desplazamiento natural de la fauna hacia áreas colindantes. No se permitirá la captura, caza, colecta, comercialización, posesión o molestia deliberada de fauna silvestre por parte del personal. Asimismo, deberán protegerse madrigueras, nidos u otros sitios de refugio cuando se detecten fuera de las superficies directamente requeridas por las obras.

Durante las excavaciones se realizarán inspecciones periódicas para verificar que no existan ejemplares atrapados. En caso de detectar fauna dentro de zanjas o excavaciones, ésta deberá ser retirada y reubicada por personal capacitado antes de continuar los trabajos.

En flora, se conservarán los individuos y parches de vegetación que no interfieran con la construcción. La remoción se limitará a la superficie estrictamente necesaria y se

privilegiará, cuando resulte viable, el aprovechamiento de material vegetal regional en las acciones posteriores de paisajismo y revegetación.

El Proyecto incorporará vegetación regional en las superficies no selladas del AP y mantendrá dichas áreas durante la operación. Esta medida permitirá recuperar parcialmente cobertura vegetal, mejorar condiciones de refugio para fauna y disminuir la susceptibilidad del suelo a erosión.

Como medida complementaria se realizará la **reforestación de 1 ha dentro del Área de Influencia**, seleccionando un sector que presente cobertura vegetal muy baja. La medida deberá utilizar especies compatibles con las condiciones ambientales locales y contemplar seguimiento para evaluar supervivencia y establecimiento.

Durante la operación se mantendrán velocidades reducidas en las áreas internas y accesos del desarrollo, especialmente en sectores donde pudiera presentarse tránsito de fauna. La iluminación exterior deberá orientarse exclusivamente hacia las áreas que requieran seguridad y funcionalidad, evitando una dispersión innecesaria de luz hacia superficies naturales colindantes.

Debido a que el Proyecto corresponde a un desarrollo habitacional y no a una infraestructura lineal carretera, **no se contempla la construcción de pasos de fauna**. Las medidas de conectividad se enfocarán en conservar superficies no selladas, mantener vegetación regional y reducir barreras o perturbaciones innecesarias dentro del AP.

IV.3.8.Paisaje y componente antropogénico: señalización, prevención de accidentes e integración visual

Las medidas para paisaje se orientan a reducir el contraste visual durante la construcción y favorecer la integración progresiva del Proyecto con el entorno urbano y costero de Bahía de Kino. Durante la preparación del sitio y construcción se mantendrán los frentes de trabajo ordenados, con materiales y residuos concentrados en áreas definidas y con retiro oportuno de excedentes.

Los acopios temporales deberán limitarse al tiempo estrictamente necesario y ubicarse de forma que reduzcan obstrucciones visuales y riesgos para la circulación. Los residuos no deberán permanecer dispersos dentro del AP y las superficies donde concluyan trabajos deberán limpiarse antes de abrir nuevos frentes de intervención.

La construcción se desarrollará gradualmente, evitando mantener simultáneamente grandes superficies intervenidas cuando no sea necesario. Conforme se concluyan las

obras en cada sector, deberán acondicionarse las superficies no selladas e iniciar el establecimiento de vegetación, de manera que la integración visual avance simultáneamente con la construcción.

El Proyecto contempla áreas destinadas a paisajismo y establecimiento de vegetación dentro del AP, las cuales contribuirán a reducir el contraste visual entre las edificaciones y el entorno inmediato y favorecerán la integración del desarrollo con las características urbanas y costeras de Bahía de Kino.

Durante la construcción se mantendrán los frentes de trabajo ordenados, se limitará la permanencia innecesaria de materiales y residuos y se realizará la limpieza progresiva de las superficies conforme concluyan las actividades. Durante la operación, el mantenimiento de las áreas verdes, edificaciones, áreas comunes e infraestructura permitirá conservar condiciones adecuadas de integración visual y calidad paisajística.

Las edificaciones, áreas comunes, iluminación y demás elementos exteriores deberán mantenerse en condiciones adecuadas durante la operación. La iluminación se orientará hacia los espacios donde sea necesaria para seguridad y funcionamiento, evitando iluminación excesiva hacia el exterior del Proyecto.

En materia de seguridad, los frentes activos deberán contar con señalización preventiva y delimitación visible. El personal utilizará el equipo de protección requerido para cada actividad y las rutas de circulación interna de vehículos y maquinaria deberán mantenerse claramente identificadas durante la construcción. Cuando los trabajos impliquen ingreso o salida de vehículos de carga hacia las vialidades existentes, se aplicarán medidas de señalización y control de maniobras para evitar interferencias innecesarias con la circulación local.

En conjunto, el orden de obra, la limpieza permanente, la conservación de superficies no selladas, el establecimiento de vegetación regional y el mantenimiento posterior de las áreas comunes permitirán reducir la afectación visual temporal de la construcción y favorecer la integración del Proyecto dentro del contexto urbano y paisajístico del Área de Influencia.

Iv.3.9. Cumplimiento normativo y control interno

Como eje transversal de la gestión ambiental del Proyecto, se establece el cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de emisiones a la atmósfera, ruido, manejo de residuos, aguas residuales, protección de suelo, prevención de derrames y protección de flora y fauna silvestre. Este cumplimiento deberá observarse

durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento, de acuerdo con las actividades que se desarrollen en cada una de ellas.

La maquinaria, vehículos y equipos utilizados deberán mantenerse en condiciones adecuadas de operación y cumplir, cuando resulte aplicable, con las disposiciones y límites establecidos para emisiones y ruido. De igual forma, el manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos se realizará conforme a su clasificación y mediante los mecanismos de almacenamiento, recolección, transporte y disposición correspondientes. Las aguas residuales deberán conducirse y manejarse de manera que se eviten descargas al suelo, subsuelo, escurrimientos o cuerpos de agua.

En materia de biodiversidad, el personal deberá observar las restricciones establecidas para la protección de flora y fauna silvestre, incluyendo la prohibición de captura, colecta, caza, comercialización o afectación deliberada de ejemplares, así como la aplicación de acciones de rescate y reubicación cuando sean requeridas.

El cumplimiento normativo se integrará al esquema de supervisión ambiental mediante inspecciones periódicas, bitácoras, registros fotográficos y documentación de respaldo. El responsable de la supervisión ambiental verificará el cumplimiento de las medidas establecidas, identificará desviaciones y dará seguimiento a las acciones correctivas necesarias.

La documentación generada permitirá mantener trazabilidad sobre la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación, así como acreditar el cumplimiento de las obligaciones ambientales asociadas con el Proyecto y facilitar la elaboración de los informes de seguimiento que, en su caso, sean requeridos por la autoridad competente.

Tabla IV. 40 Medidas de prevención, mitigación y/o compensación.

Componente ambiental	Factor ambiental	Prevención, mitigación y/o compensación
Atmósfera	Calidad del aire	Delimitar los frentes de trabajo y restringir el tránsito de maquinaria y vehículos a las áreas necesarias. Aplicar humectación en superficies y materiales susceptibles de generar polvo cuando las condiciones lo requieran. Mantener cubiertas las cargas de materiales finos durante su transporte. Evitar ralentí innecesario y mantener maquinaria, equipos y vehículos en condiciones adecuadas mediante mantenimiento preventivo y correctivo. Prohibir la quema de residuos, vegetación o cualquier otro material.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Atmósfera	Ruido y vibraciones	Realizar preferentemente en horario diurno las actividades de mayor emisión sonora. Mantener silenciadores y sistemas de escape en condiciones funcionales. Reducir maniobras, aceleraciones y golpes innecesarios. Controlar la velocidad vehicular dentro del AP y utilizar protección auditiva cuando las condiciones laborales lo requieran. Ajustar horarios, secuencias o equipos cuando la supervisión ambiental detecte molestias recurrentes.
Geología	Relieve	Limitar nivelaciones, excavaciones y rellenos a las superficies estrictamente necesarias para las obras previstas. Ejecutar las actividades conforme al proyecto ejecutivo y especificaciones geotécnicas. Reutilizar material de excavación cuando resulte técnicamente adecuado y retirar los excedentes a sitios autorizados. Conformar progresivamente las superficies intervenidas evitando depresiones o irregularidades innecesarias.
Geología	Estabilidad de taludes/geoformas	Mantener las excavaciones abiertas únicamente durante el tiempo necesario. Aplicar criterios de estabilidad y seguridad en paredes y bordes de excavación. Rellenar, compactar y conformar las superficies una vez concluidas las obras correspondientes. Evitar acumulaciones inestables de materiales.
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	Mantener libres las trayectorias locales de escurrimiento y evitar acopios, residuos o materiales en zonas de concentración de flujo. Conformar las superficies de manera que no generen encharcamientos ni concentraciones erosivas. Integrar las superficies construidas y no selladas al sistema de manejo pluvial previsto para el desarrollo.
Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Limitar el sellamiento a las superficies requeridas por las edificaciones e infraestructura y conservar las superficies no selladas previstas en el diseño, favoreciendo en ellas el establecimiento de vegetación regional. Reducir al mínimo el periodo de exposición del suelo durante la construcción y mantener funcional el sistema de manejo pluvial. Para efectos de la evaluación cuantitativa de impactos se adoptó conservadoramente un escenario de **sellamiento prácticamente completo del AP**, sin acreditar la infiltración potencial de las superficies no selladas. Como medida compensatoria se realizará la **reforestación de 1 ha dentro del AI**, en un sector seleccionado por presentar una cobertura vegetal inicial muy baja.
Agua superficial y subterránea	Patrón de drenaje	Conservar las trayectorias de drenaje local en la medida técnicamente posible. Evitar modificaciones innecesarias de la microtopografía y concentraciones artificiales de flujo. Mantener libres las zonas destinadas a conducción pluvial y verificar durante la construcción que materiales y residuos no obstruyan el drenaje superficial.
Suelo	Calidad del suelo	Delimitar estrictamente las superficies de intervención. Evitar tránsito, almacenamiento o actividades fuera de las áreas necesarias. No realizar mantenimiento mayor de maquinaria sobre suelo natural. Utilizar elementos de contención para prevenir

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		derrames y retirar inmediatamente materiales o suelo contaminado cuando ocurra un evento accidental. Mantener orden y limpieza permanente en los frentes de trabajo.
Suelo	Erosión	Desarrollar la obra de manera progresiva para disminuir simultáneamente la superficie de suelo expuesto. Aplicar humectación cuando exista riesgo de erosión eólica. Evitar acopios de material suelto en zonas susceptibles de arrastre. Estabilizar oportunamente las superficies terminadas. La reforestación de 1 ha en el AI complementará la reducción de susceptibilidad erosiva.
Suelo	Captura de Carbono	Limitar la remoción de la cobertura vegetal herbácea a las superficies que interfieran directamente con las obras. Complementar la recuperación de esta función mediante la reforestación de 1 ha en un sector de muy baja cobertura vegetal dentro del AI.
Suelo	Uso actual	Respetar estrictamente los límites del AP y evitar la ocupación de superficies adicionales. Concentrar las edificaciones e infraestructura dentro de las áreas establecidas en el diseño. Mantener las superficies no selladas previstas y evitar su posterior ocupación no contemplada.
Suelo	Compactación	Restringir la circulación de maquinaria y vehículos a rutas y áreas de trabajo definidas. Compactar únicamente aquellas superficies donde sea requerido por las especificaciones constructivas. Evitar tránsito reiterado sobre áreas destinadas a vegetación o superficies no selladas y acondicionar las zonas temporalmente utilizadas al finalizar los trabajos.
Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)	Ubicar materiales de excavación y acopios fuera de zonas de escurrimiento. Reducir el periodo de exposición del suelo y proteger materiales finos cuando exista riesgo de dispersión. Evitar el arrastre de sedimentos fuera del AP y aplicar medidas correctivas de estabilización cuando se detecten procesos de transporte de sólidos.
Calidad del agua	Calidad del agua terrestre (grasas y aceites)	Mantener maquinaria y vehículos en buenas condiciones para prevenir fugas. Prohibir la descarga de combustibles, aceites o lubricantes al suelo. Disponer de materiales absorbentes y elementos de contención para atención inmediata de derrames. Manejar los residuos contaminados como corresponda y mediante prestadores autorizados.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora; biodiversidad de flora	Realizar limpieza, deshierbe y remoción vegetal únicamente donde interfiera con las obras, evitando un desmonte generalizado. Conservar los individuos y parches que puedan permanecer dentro de las superficies no selladas. Establecer vegetación regional en áreas de paisajismo y ejecutar la reforestación de 1 ha dentro del AI.
Flora y fauna terrestre	Especies protegidas o de interés especial de flora	No se identificaron interacciones directas sobre especies de flora bajo categoría de riesgo dentro del AP. No obstante, previo a la

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		intervención se verificará la presencia de ejemplares que requieran protección y se evitará la afectación innecesaria de vegetación fuera de las áreas de obra.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de fauna; biodiversidad de fauna	Realizar inspecciones previas a la intervención de cada frente. Ejecutar la limpieza progresivamente para favorecer el desplazamiento natural de fauna. Prohibir captura, caza, colecta o molestia deliberada. Mantener velocidades reducidas en las áreas de trabajo y evitar dejar excavaciones abiertas sin inspección.
Flora y fauna terrestre	Especies protegidas o de interés especial de fauna	Implementar acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación por personal calificado cuando se detecten ejemplares en riesgo. Inspeccionar excavaciones y frentes antes del inicio de actividades. Mantener registros de los rescates y liberaciones efectuadas.
Flora y fauna terrestre	Funcionalidad del sistema	Conservar superficies no selladas y vegetación regional dentro del AP; evitar afectaciones fuera de los límites autorizados; mantener áreas vegetadas durante la operación y complementar la recuperación funcional mediante la reforestación de 1 ha dentro del AI.
Paisaje	Visibilidad	Mantener ordenados los frentes de obra y reducir el tiempo de permanencia de maquinaria, acopios y materiales. Retirar oportunamente excedentes y residuos. Favorecer la integración progresiva de las edificaciones mediante establecimiento temprano de vegetación en las superficies terminadas.
Paisaje	Calidad paisajística	Mantener limpieza permanente de frentes y áreas comunes. Concentrar materiales y residuos en zonas definidas. Implementar paisajismo con vegetación regional y mantener adecuadamente las áreas verdes durante la operación.
Paisaje	Fragilidad visual	Reducir simultáneamente las superficies intervenidas; conservar la vegetación que no interfiera con las obras; iniciar el establecimiento vegetal conforme concluyan los trabajos en cada sector y orientar la iluminación únicamente hacia las áreas necesarias para seguridad y funcionamiento.
Población	Demografía y migración; actividades recreativas y culturales; calidad de vida	Mantener condiciones adecuadas de seguridad, orden y funcionamiento durante construcción y operación. Minimizar molestias temporales por ruido, tránsito y obra. Mantener en condiciones adecuadas las áreas comunes, infraestructura y servicios del desarrollo.
Servicios	Servicios e infraestructura	Coordinar la incorporación y operación de redes hidráulicas, sanitarias y eléctricas con la infraestructura disponible. Mantenerlas mediante programas preventivos y correctivos. Evitar fugas y atender oportunamente fallas que puedan generar afectaciones ambientales.
Servicios	Vialidades y acceso	Programar el ingreso y salida de materiales y personal para reducir interferencias con el tránsito local. Mantener señalización preventiva durante las obras y controlar las maniobras de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		vehículos de carga. Durante la operación, mantener accesos y estacionamientos en condiciones adecuadas.
Servicios	Interacción de las comunidades	Informar y señalizar actividades que puedan afectar temporalmente accesos o circulación. Evitar obstrucciones innecesarias de vialidades y mantener condiciones de seguridad para residentes, visitantes y población del entorno.
Economía	Economía regional; empleo y mano de obra; actividades productivas	Favorecer, cuando resulte técnica y económicamente viable, la contratación de mano de obra y servicios disponibles en la región. Mantener condiciones laborales y ambientales adecuadas durante la construcción, operación y mantenimiento.
Economía	Valor catastral	Mantener las edificaciones, infraestructura, áreas comunes y paisaje en condiciones adecuadas durante la vida útil del Proyecto, contribuyendo a conservar la funcionalidad y calidad del desarrollo.
Gestión ambiental	Normatividad ambiental	Mantener un esquema de supervisión ambiental que verifique el cumplimiento de las disposiciones aplicables, condicionantes y medidas establecidas para el Proyecto. Conservar bitácoras, registros fotográficos y documentación que permita acreditar su aplicación.
Gestión ambiental	Manejo y administración del riesgo ambiental	Establecer procedimientos para prevención y atención de derrames, manejo de residuos, seguridad de instalaciones y respuesta ante contingencias. Mantener equipos y materiales de respuesta disponibles y capacitar al personal involucrado.
Gestión ambiental	Seguimiento ambiental del Proyecto	Realizar inspecciones periódicas y documentar la aplicación y eficacia de las medidas ambientales. Corregir oportunamente desviaciones y mantener evidencia de manejo de residuos, rescate de fauna, control de emisiones, revegetación, reforestación y demás acciones aplicables.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV.4. Impactos residuales y acumulativos

La identificación de los impactos residuales deriva del cribado de la matriz de magnitud e importancia de impactos ambientales; considerando exclusivamente los impactos de naturaleza adversa severa a crítica. A continuación, se describe los principales impactos residuales identificados.

Tabla IV. 41 Impactos residuales del proyecto

Componente	Factor ambiental	Etapa del Proyecto / Actividad	Impacto residual después de medidas
Atmósfera	Calidad del aire	Operación y mantenimiento / Tránsito vehicular y estacionamiento	Permanecen emisiones residuales de gases de combustión y partículas asociadas con la circulación cotidiana de vehículos. El mantenimiento vehicular, control de velocidad y organización de la circulación reducen su intensidad, pero no eliminan completamente el efecto mientras exista tránsito asociado con la operación del Proyecto.
Atmósfera	Ruido y vibraciones	Operación y mantenimiento / Tránsito vehicular y estacionamiento	Se mantiene un nivel residual de ruido asociado con el tránsito de residentes, visitantes y prestadores de servicios. El efecto es localizado y puede reducirse mediante control de velocidad y mantenimiento de las áreas de circulación, pero permanece mientras opere el desarrollo.
Agua superficial y	Escurrimientos superficiales	Construcción / Edificación de condominios	La presencia permanente de edificaciones modifica localmente la proporción de precipitación que infiltra y la que se transforma en escurrimiento. Aun con un manejo adecuado del drenaje pluvial, permanece una redistribución residual de los microescurrimientos dentro del AP.
Agua superficial y	Escurrimientos superficiales	Construcción / Andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	Las superficies construidas y acondicionadas modifican permanentemente la generación y conducción de escurrimientos dentro del AP. Las medidas de drenaje y conservación de superficies no selladas reducen el efecto, pero no restituyen completamente la condición previa.
Agua superficial y	Provisión o infiltración de agua al	Construcción / Construcción de cimentaciones y estructuras	Permanece una pérdida localizada de infiltración directa en las superficies ocupadas permanentemente por cimentaciones. Este efecto es inherente al sellamiento del suelo y no puede eliminarse mediante medidas de manejo.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Construcción / Edificación de condominios	El sellamiento asociado con las edificaciones reduce de manera permanente la infiltración potencial dentro del AP. Para efectos de la evaluación se adoptó conservadoramente un escenario de sellamiento prácticamente completo, por lo que la reducción permanente de la infiltración potencial se estima en aproximadamente **1.47 m³/año** respecto de la condición actual. Este efecto permanece durante la vida útil del Proyecto y corresponde exclusivamente a la infiltración local del agua de lluvia, sin que represente una reducción equivalente de la recarga profunda del acuífero.
Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Construcción / Andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	Se mantiene una reducción residual de la infiltración potencial asociada con las superficies acondicionadas y ocupadas permanentemente por el Proyecto. Para efectos de la evaluación cuantitativa se adoptó un escenario conservador de sellamiento prácticamente completo del AP. Como medida compensatoria se contempla la **reforestación de 1 ha dentro del AI**, seleccionada en una superficie con cobertura vegetal inicial muy baja.
Agua superficial y	Patrón de drenaje	Construcción / Edificación de condominios	Permanece una modificación localizada del patrón de drenaje debido a la presencia de edificaciones que interrumpen o redirigen las trayectorias originales de escurrimiento. El manejo pluvial permite controlar el flujo, pero la configuración previa no se recupera completamente.
Agua superficial y	Patrón de drenaje	Construcción / Andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	La distribución de superficies construidas genera una nueva configuración de conducción pluvial dentro del AP. El efecto residual es permanente pero espacialmente limitado al desarrollo y no implica una modificación de la red de drenaje de la RE.
Suelo	Calidad del suelo	Construcción / Cimentaciones, edificaciones y áreas comunes	Permanece una alteración residual de las propiedades físicas del suelo en las superficies ocupadas de manera permanente, principalmente por compactación, excavación y sellamiento. Las medidas de manejo reducen las afectaciones fuera de dichas superficies, pero no restituyen la funcionalidad edáfica dentro de la huella construida.
Suelo	Erosión	Preparación del sitio y construcción / Limpieza, acondicionamiento y excavaciones	Después de aplicar estabilización, humectación y establecimiento de vegetación, el residual erosivo disminuye considerablemente. Puede mantenerse susceptibilidad localizada en superficies recientemente intervenidas hasta que la cobertura vegetal y la estabilidad superficial se encuentren plenamente establecidas.
Suelo	Captura de carbono	Preparación del sitio / Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	Permanece una pérdida residual de capacidad de captura de carbono en aquellas superficies que posteriormente sean selladas. El establecimiento de vegetación regional dentro del AP y la reforestación de 1 ha en el AI compensan parcialmente esta pérdida, pero no restituyen la función en la huella edificada.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Suelo	Uso actual	Construcción / Construcción de cimentaciones y estructuras	Se mantiene un cambio residual permanente del uso y función de las superficies ocupadas por infraestructura, al pasar de una condición abierta a una superficie construida destinada al desarrollo habitacional.
Suelo	Uso actual	Construcción / Edificación de condominios	La transformación del uso actual es permanente dentro de la huella edificada. Las medidas ambientales reducen efectos secundarios, pero no revierten el cambio de uso asociado con la operación del Proyecto.
Suelo	Uso actual	Construcción / Andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	Permanece la transformación física de las superficies destinadas a infraestructura complementaria. El residual se restringe al AP y forma parte de la configuración permanente del desarrollo.
Suelo	Compactación	Preparación del sitio y construcción / Acondicionamiento, excavaciones, cimentaciones y tránsito de obra	La compactación puede reducirse en superficies temporalmente utilizadas mediante acondicionamiento y recuperación del suelo; sin embargo, permanece de manera permanente en las áreas donde constituye un requisito estructural para edificaciones, estacionamientos y demás infraestructura.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora	Preparación del sitio / Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	La pérdida de individuos vegetales en las superficies posteriormente construidas constituye un efecto residual permanente. La baja cobertura vegetal inicial del AP y el establecimiento de vegetación regional reducen la magnitud global del residual.
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad de flora	Preparación del sitio / Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	Permanece la pérdida de la cobertura herbácea originalmente presente en las superficies ocupadas por las obras. No obstante, la condición inicial del AP corresponde a una comunidad florísticamente muy simplificada, en la que durante el muestreo únicamente se registró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*). Por ello, el impacto residual no implica la pérdida de especies vegetales nativas registradas en el AI o la RE ni una reducción significativa de la diversidad florística regional.
Flora y fauna terrestre	Especies protegidas o de interés especial de fauna	Preparación del sitio y construcción / Limpieza y excavaciones	Dentro del AP no se registraron especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, en el AI y la RE se registró *Callisaurus draconoides*, especie clasificada como **Amenazada (A)**, por lo que durante la construcción permanece un riesgo residual asociado con el eventual desplazamiento o ingreso de ejemplares hacia las áreas de trabajo. Las acciones de inspección, ahuyentamiento, rescate y reubicación reducen considerablemente este riesgo, aunque no eliminan por completo la posibilidad de interacción entre la fauna y los frentes de obra.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Paisaje	Visibilidad	Construcción / Cimentaciones, estructuras y edificación de condominios	La presencia de edificaciones constituye una modificación visual permanente. El paisajismo, mantenimiento de vegetación y ordenamiento de las áreas comunes reducen el contraste, pero no eliminan la incorporación de nuevos volúmenes construidos al paisaje.
Paisaje	Calidad paisajística	Construcción y operación / Edificación, áreas comunes y tránsito vehicular	Permanece una transformación residual del paisaje por sustitución de una superficie predominantemente abierta por un desarrollo habitacional. La integración arquitectónica y vegetal disminuye el contraste visual, aunque la nueva configuración paisajística permanece durante la vida útil del Proyecto.
Paisaje	Fragilidad visual	Construcción / Cimentaciones, estructuras y edificación de condominios	El cambio en la composición visual del AP permanece como impacto residual debido a la presencia de estructuras y edificaciones. Las áreas vegetadas permiten reducir su percepción y favorecer la integración con el contexto urbano y costero, sin eliminar completamente el efecto.
Servicios	Servicios e infraestructura	Operación y mantenimiento / Abastecimiento y consumo de agua	Permanece una demanda de agua durante toda la operación del desarrollo. Las medidas de ahorro, mantenimiento de instalaciones y uso eficiente reducen el consumo, pero no eliminan la presión asociada con la incorporación de nuevos usuarios en un contexto regional de disponibilidad hídrica limitada.
Servicios	Vialidades y acceso	Operación y mantenimiento / Tránsito vehicular y estacionamiento	Se mantiene un incremento residual del tránsito asociado con residentes, visitantes y prestadores de servicios. La adecuada organización de accesos y estacionamientos reduce interferencias, pero la utilización adicional de las vialidades permanece durante la operación.
Servicios	Interacción de las comunidades	Operación y mantenimiento / Tránsito vehicular y estacionamiento	La incorporación del desarrollo genera una interacción permanente adicional entre residentes, visitantes, prestadores de servicios y población local. Este efecto forma parte de la integración del Proyecto con la dinámica urbana de Bahía de Kino.

La identificación de los impactos residuales deriva del cribado de la matriz de magnitud e importancia de impactos ambientales; considerando exclusivamente los impactos de naturaleza adversa severa y crítica. A continuación, se describe los principales impactos acumulativos.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 42 Impactos acumulativos del proyecto

Componente	Factor ambiental	Etapa del Proyecto / Actividad	Impacto acumulativo y/o sinérgico
Atmósfera	Calidad del aire	Operación y mantenimiento / Tránsito vehicular y estacionamiento	**Acumulativo:** las emisiones provenientes de los vehículos asociados con el Proyecto se adicionan a las generadas por el tránsito existente en Bahía de Kino y aumentan de manera recurrente durante la operación. **Sinérgico:** bajo condiciones de viento, la circulación sobre superficies con polvo o material fino puede incrementar simultáneamente emisiones de combustión y resuspensión de partículas.
Atmósfera	Ruido y vibraciones	Operación y mantenimiento / Tránsito vehicular y estacionamiento	**Acumulativo:** el ruido del tránsito asociado al desarrollo se suma al generado por la circulación existente y otras actividades urbanas del entorno. **Sinérgico:** la coincidencia temporal entre tránsito, mantenimiento de edificaciones y operación de áreas comunes puede incrementar los niveles sonoros y la perturbación temporal sobre receptores próximos y fauna local.
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	Construcción / Edificación de condominios	**Acumulativo:** la incorporación de superficies construidas se adiciona al proceso de impermeabilización existente en el entorno urbano, incrementando progresivamente la proporción de precipitación que se transforma en escurrimiento superficial. **Sinérgico:** el sellamiento combinado con lluvias intensas y superficies temporalmente expuestas puede incrementar la concentración de flujo y el transporte de sedimentos.
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	Construcción / Andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes	**Acumulativo:** la incorporación de superficies acondicionadas incrementa progresivamente el área con menor capacidad de infiltración dentro del AP. **Sinérgico:** si el drenaje superficial presenta obstrucciones por residuos o sedimentos, el incremento del escurrimiento puede favorecer encharcamientos, erosión localizada o concentración de flujo.
Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Construcción / Cimentaciones y estructuras	**Acumulativo:** el sellamiento localizado se suma al producido por otras superficies construidas dentro del AP y al proceso de urbanización del entorno. **Sinérgico:** la disminución puntual de infiltración, combinada con superficies impermeables contiguas, puede aumentar el volumen de agua que debe conducirse superficialmente durante los eventos de precipitación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Construcción / Edificación de condominios y áreas comunes	**Acumulativo**: la reducción de la infiltración potencial asociada con las edificaciones y demás superficies acondicionadas se mantiene durante la vida útil del Proyecto y se adiciona al proceso de impermeabilización existente en el entorno urbano. Para efectos de la evaluación se adoptó conservadoramente un escenario de sellamiento prácticamente completo del AP, estimándose una reducción permanente de la infiltración potencial de aproximadamente 1.47 m³/año respecto de la condición actual. **Sinérgico**: la combinación de sellamiento, compactación y modificación de la microtopografía puede incrementar la proporción del agua de lluvia que debe manejarse superficialmente durante los eventos de precipitación, aumentando la importancia de mantener funcional el sistema de manejo pluvial previsto para el Proyecto.
Agua superficial y subterránea	Patrón de drenaje	Construcción / Edificación y áreas comunes	**Acumulativo:** cada superficie construida contribuye a establecer una configuración distinta de las trayectorias locales de escurrimiento dentro del AP. **Sinérgico:** la modificación de microtopografía combinada con superficies impermeables y eventos intensos de precipitación puede producir concentraciones puntuales de flujo si el drenaje no se mantiene funcional.
Suelo	Calidad del suelo	Construcción / Acondicionamiento, excavaciones y cimentaciones	**Acumulativo:** la repetición de excavaciones, tránsito de maquinaria y ocupación de nuevas superficies incrementa progresivamente el área con modificación de propiedades físicas del suelo. **Sinérgico:** compactación, exposición del suelo y manejo inadecuado de materiales pueden interactuar incrementando simultáneamente erosión y pérdida de calidad edáfica.
Suelo	Erosión	Preparación del sitio / Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	**Acumulativo:** mientras las superficies permanezcan expuestas, cada evento de viento o precipitación puede producir pérdida adicional de partículas. **Sinérgico:** reducción de cobertura vegetal, suelo expuesto, tránsito de maquinaria y vientos característicos de la zona pueden incrementar conjuntamente la erosión eólica; durante lluvias, la misma condición puede favorecer erosión hídrica y transporte de sedimentos.
Suelo	Erosión	Construcción / Acondicionamiento y excavaciones	**Acumulativo:** la exposición sucesiva de superficies puede incrementar temporalmente la pérdida de suelo hasta que se complete su estabilización. **Sinérgico:** las superficies desnudas combinadas con escurrimientos concentrados pueden generar mayor movilización de sedimentos que cualquiera de estos procesos de manera aislada.
Suelo	Captura de carbono	Preparación del sitio / Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	**Acumulativo:** la disminución de biomasa se suma a las pérdidas de cobertura asociadas con la transformación urbana del entorno. **Sinérgico:** la pérdida de vegetación acompañada por compactación o erosión puede dificultar el establecimiento posterior de cobertura vegetal y retrasar la recuperación de la función de captura de carbono.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Suelo	Uso actual	Construcción / Cimentaciones, edificación y áreas comunes	**Acumulativo:** la transformación permanente del AP se adiciona al proceso de consolidación urbana existente en el AI y la RE. **Sinérgico:** el cambio de uso combinado con sellamiento, incremento de tránsito y demanda de servicios puede intensificar las presiones ambientales propias del crecimiento urbano.
Suelo	Compactación	Preparación del sitio y construcción / Tránsito de maquinaria y conformación de superficies	**Acumulativo:** el tránsito reiterado puede incrementar progresivamente la compactación en superficies utilizadas de manera recurrente. **Sinérgico:** compactación y pérdida de cobertura reducen simultáneamente infiltración y estabilidad superficial, incrementando la generación de escurrimiento y susceptibilidad a erosión.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora	Preparación del sitio / Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	**Acumulativo:** la reducción localizada de cobertura vegetal se adiciona a la transformación existente en el entorno urbano. **Sinérgico:** pérdida de cobertura, compactación y erosión pueden disminuir conjuntamente las condiciones para regeneración natural de la vegetación.
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad de flora	Preparación del sitio / Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación	**Acumulativo**: la eliminación localizada de la cobertura herbácea existente en el AP se adiciona a la transformación de superficies vegetadas asociada con el proceso de urbanización del entorno. Sin embargo, debido a que durante el muestreo del AP únicamente se registró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), la intervención no implica la pérdida de especies vegetales nativas registradas en el AI o la RE. **Sinérgico**: las condiciones de aridez, la baja cobertura vegetal inicial, la compactación y la modificación física del suelo pueden limitar el establecimiento espontáneo de vegetación en las superficies intervenidas.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de fauna	Preparación del sitio y construcción / Limpieza, excavaciones y presencia de maquinaria	**Acumulativo:** la perturbación repetida durante las distintas fases de construcción puede provocar desplazamientos sucesivos de fauna hacia áreas colindantes. **Sinérgico:** ruido, movimiento de maquinaria, presencia humana y reducción de refugios pueden aumentar conjuntamente la respuesta de evitación y el riesgo para especies de baja movilidad.
Flora y fauna terrestre	Especies protegidas o de interés especial de fauna	Preparación del sitio y construcción / Limpieza y excavaciones	**Acumulativo:** intervenciones sucesivas incrementan las oportunidades de encuentro entre fauna y actividades de obra durante el periodo constructivo. **Sinérgico:** disminución de refugios, excavaciones abiertas y presencia de maquinaria pueden incrementar conjuntamente el riesgo de atrapamiento o afectación de ejemplares si no se ejecutan oportunamente las medidas de rescate.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Flora y fauna terrestre	Funcionalidad del sistema	Preparación del sitio, construcción y operación	**Acumulativo:** la transformación de suelo y vegetación dentro del AP implica una reducción permanente de algunas funciones ecológicas en las superficies selladas. **Sinérgico:** sellamiento, compactación, modificación del escurrimiento y disminución de cobertura vegetal interactúan sobre infiltración, estabilidad del suelo y disponibilidad local de espacios para fauna. La conservación de superficies no selladas y su vegetación reduce esta interacción.
Paisaje	Visibilidad	Construcción / Cimentaciones, estructuras y edificación	**Acumulativo:** la incorporación progresiva de nuevas edificaciones se suma a los elementos urbanos ya presentes en el entorno y modifica de manera permanente las visuales del sitio. **Sinérgico:** la presencia simultánea de estructuras, maquinaria, acopios y superficies expuestas durante construcción incrementa temporalmente el contraste visual.
Paisaje	Calidad paisajística	Construcción y operación / Edificación, áreas comunes y tránsito	**Acumulativo:** la consolidación del desarrollo se incorpora al proceso de transformación del paisaje urbano de Bahía de Kino. **Sinérgico:** edificaciones, superficies construidas, tránsito e iluminación pueden generar conjuntamente un contraste mayor que el producido por cada elemento de forma independiente; el paisajismo y la vegetación regional reducen este efecto.
Paisaje	Fragilidad visual	Construcción / Cimentaciones, estructuras y edificación	**Acumulativo:** la incorporación permanente de volúmenes construidos incrementa la transformación visual del AP respecto de su condición abierta actual. **Sinérgico:** la combinación de edificaciones, superficies selladas, iluminación y pérdida de cobertura puede intensificar el contraste visual, particularmente durante las primeras etapas de operación antes del establecimiento completo de la vegetación.
Servicios	Servicios e infraestructura	Operación y mantenimiento / Abastecimiento y consumo de agua	**Acumulativo:** la demanda de agua del Proyecto se adiciona al consumo existente de la localidad durante toda su vida útil. **Sinérgico:** la incorporación de nuevos usuarios, periodos de alta ocupación y condiciones regionales de disponibilidad limitada pueden coincidir temporalmente e incrementar la presión sobre el sistema de abastecimiento. El uso eficiente del recurso y mantenimiento de instalaciones permiten reducir dicha presión.
Servicios	Vialidades y acceso	Operación y mantenimiento / Tránsito vehicular y estacionamiento	**Acumulativo:** los viajes asociados con residentes, visitantes y prestadores de servicios se adicionan al tránsito existente en las vialidades del entorno. **Sinérgico:** periodos de mayor ocupación, actividades turísticas y concentración temporal de vehículos pueden incrementar conjuntamente la demanda de circulación y estacionamiento.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV.5. Pronóstico del escenario

IV.5.1. Escenarios ambientales

La ejecución del Proyecto implica modificaciones sobre distintos componentes ambientales, principalmente suelo, vegetación, fauna, paisaje e infiltración local, así como efectos indirectos sobre escurrimientos superficiales, calidad del aire, ruido y demanda de servicios. La magnitud y permanencia de estas modificaciones dependen del tipo de actividad, de la superficie intervenida, de la duración de cada etapa y de la aplicación efectiva de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación previstas.

Con la finalidad de analizar la evolución probable de las condiciones ambientales, se comparan las tendencias de la **Región Ecológica (RE), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP)** bajo distintos escenarios. Este análisis permite diferenciar las tendencias derivadas de los procesos urbanos y ambientales existentes de aquellas atribuibles directamente al Proyecto y valorar la capacidad de las medidas ambientales para reducir sus efectos.

Para el análisis se consideran tres horizontes temporales: **corto plazo, de 1 a 5 años; mediano plazo, de 6 a 10 años; y largo plazo, de 11 a 15 años**. Estos periodos permiten representar la etapa de construcción, la consolidación progresiva de la operación y la evolución de las medidas de manejo y restauración implementadas.

Los escenarios considerados son:

1. **Escenario tendencial sin Proyecto.**

2. **Escenario con Proyecto sin aplicación de medidas de mitigación.**

3. **Escenario con Proyecto y aplicación de medidas de prevención, mitigación, control y compensación.**

Para facilitar la comparación entre escenarios se utiliza una escala cualitativa de calidad ambiental de **1 a 5**, donde los valores mayores representan condiciones más cercanas a las características ambientales existentes y los valores menores reflejan un mayor grado de modificación:

5: condición con mayor apego a las características ambientales originales o actuales de referencia.
4: condición escasamente modificada.
3: condición moderadamente modificada.
2: condición altamente modificada.

1: condición con degradación elevada del componente evaluado.

La valoración no representa por sí misma una medición absoluta del estado de conservación, sino una herramienta comparativa para analizar la tendencia relativa de cada componente ambiental bajo los tres escenarios considerados.

IV.5.1.1. Escenario Ambiental tendencial sin considerar el proyecto.

En ausencia del Proyecto, las condiciones ambientales del área mantendrían una tendencia de modificación gradual relacionada principalmente con el proceso de urbanización y consolidación de Bahía de Kino. La RE presenta una condición heterogénea en la que coexisten superficies urbanizadas, áreas con **Vegetación Halófila Xerófila** y ambientes vinculados con el sistema costero; una proporción importante de la RE se encuentra actualmente ocupada por desarrollo urbano.

Dentro del AI, la tendencia esperada corresponde a la continuidad de las condiciones actuales, aunque con posibilidad de modificaciones graduales asociadas con el crecimiento urbano, tránsito, expansión de servicios y transformación de predios próximos. La cobertura vegetal presenta variaciones espaciales, desde sectores con mejores condiciones de vegetación hasta zonas con cobertura muy baja, por lo que la calidad ambiental no es homogénea en toda esta unidad.

En el AP, la ausencia del Proyecto implicaría mantener, al menos en el corto plazo, una superficie predominantemente abierta, con **muy baja cobertura vegetal**, suelo arenoso y funciones ambientales locales asociadas principalmente con infiltración superficial, generación de microescurrimientos, almacenamiento temporal de humedad y presencia ocasional de fauna. No obstante, debido a su ubicación dentro de un contexto urbano y a la tendencia de desarrollo existente en el entorno, no puede asumirse que estas condiciones permanecerían inalteradas indefinidamente.

La evolución sin Proyecto no implicaría nuevas superficies selladas dentro del AP ni la incorporación de las edificaciones consideradas actualmente. Por ello, la infiltración local, la microtopografía, el patrón de escurrimientos y la condición visual del terreno permanecerían inicialmente similares a las actuales. Asimismo, no se generarían los impactos temporales asociados con excavaciones, movimiento de materiales, emisiones de polvo, ruido o tránsito de construcción.

Sin embargo, a escala de la RE y del AI continuarían actuando procesos ambientales y antrópicos ya existentes, entre ellos la urbanización progresiva, fragmentación de superficies naturales, tránsito vehicular, presencia de especies introducidas,

generación de residuos y presión creciente sobre infraestructura y servicios. Por tanto, el escenario sin Proyecto no corresponde a una condición estática o prístina, sino a la continuidad de una **tendencia de transformación urbana gradual**.

En el corto plazo, la calidad ambiental del AP permanecería cercana a su condición actual; en el mediano y largo plazo, su evolución dependería principalmente de la dinámica urbana del sector. Para la RE, la tendencia general sería hacia una mayor consolidación de las superficies urbanizadas, mientras que los sectores naturales conservarían mayor funcionalidad en la medida en que no sean objeto de nuevas intervenciones.

Tabla IV. 43 1Escenario de las tendencias ambientales sin proyecto.

Componente	Factor ambiental-social-antrópico	Corto plazo 1–5 años	Mediano plazo 6–10 años	Largo plazo 11–15 años
Atmósfera	Generación de polvos	4	4	3
	Emisiones atmosféricas y olores	4	4	3
	Nivel de ruido	4	4	3
Geología	Relieve	4	4	3
	Estabilidad de geoformas	4	4	3
Suelo	Calidad y propiedades del suelo	4	3	3
	Erosión	4	3	3
	Uso actual	4	3	2
	Compactación	4	3	3
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	4	4	3
	Infiltración local	4	3	3
	Patrón de drenaje	4	4	3
	Disponibilidad de agua	3	3	2
Calidad del agua	Sólidos suspendidos	4	4	3
	Grasas y aceites	4	4	3
Vegetación	Cobertura vegetal	4	3	3
	Diversidad florística	4	3	3
	Condición de la vegetación	4	3	3
Fauna	Distribución y abundancia	4	3	3
	Condiciones del hábitat	4	3	3
	Funcionalidad ecológica local	4	3	3
Paisaje	Visibilidad	4	3	3
	Calidad paisajística	4	3	2
	Fragilidad visual	4	3	3
Componente socioeconómico	Servicios e infraestructura	4	3	3
	Vialidades y acceso	4	3	3
	Demanda de agua	3	3	2

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La calidad del aire dentro de la RE se encuentra influida principalmente por las condiciones climáticas propias de Bahía de Kino, la circulación vehicular, las superficies con escasa cobertura vegetal y las actividades urbanas existentes. Sin la realización del Proyecto no se esperan modificaciones abruptas en el corto plazo; sin embargo, el crecimiento urbano y el aumento gradual del tránsito podrían incrementar las emisiones y los niveles de ruido durante los horizontes de mediano y largo plazo.

La generación de partículas presenta además una relación directa con la aridez, los vientos y la presencia de superficies arenosas con cobertura vegetal reducida. Por ello, aun sin el Proyecto, pueden presentarse episodios de resuspensión de polvo, particularmente durante periodos secos y bajo condiciones de viento. Este fenómeno forma parte de la dinámica ambiental actual y puede incrementarse conforme aumente la superficie urbanizada o alterada dentro de la RE.

En cuanto al recurso hídrico, la región presenta condiciones naturales de aridez y una disponibilidad limitada. El acuífero Costa de Hermosillo presenta actualmente una condición deficitaria, por lo que la presión sobre el abastecimiento constituye una tendencia regional independiente de la ejecución del Proyecto. Sin éste, no se produciría el sellamiento adicional previsto dentro del AP; no obstante, el crecimiento urbano de Bahía de Kino podría continuar incrementando la demanda de agua en el mediano y largo plazo.

Respecto a los escurrimientos superficiales y la infiltración, la ausencia del Proyecto permitiría conservar inicialmente la condición actual del AP, caracterizada por superficies arenosas, microtopografía local y una cobertura vegetal muy baja. Sin embargo, la tendencia de urbanización del entorno podría generar progresivamente nuevas superficies impermeables, cambios en el drenaje local y disminución de áreas con capacidad de infiltración.

Los suelos del AP y del AI presentan características propias de ambientes costeros áridos, con materiales arenosos y superficies susceptibles a movilización por viento cuando se encuentran desprovistas de vegetación. En ausencia del Proyecto, los procesos erosivos continuarían asociados principalmente con la acción eólica, eventos de precipitación y perturbaciones derivadas de actividades urbanas. La expansión gradual de superficies construidas o compactadas en el entorno podría incrementar estas presiones durante los periodos de mediano y largo plazo.

La calidad del suelo también puede verse afectada por tránsito, compactación, disposición inadecuada de residuos y otras actividades propias de la expansión urbana. Debido a ello, aun sin la ejecución del Proyecto, no puede suponerse una recuperación espontánea generalizada de las condiciones edáficas, especialmente en sectores que actualmente presentan baja cobertura vegetal o se encuentran próximos a áreas urbanizadas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

La vegetación dentro de la RE presenta una distribución heterogénea, coexistiendo superficies urbanizadas con sectores de vegetación natural. Dentro del AP la cobertura vegetal es muy baja, mientras que en el AI existen sectores con diferentes grados de cobertura. Sin el Proyecto, esta condición podría mantenerse en el corto plazo, aunque en horizontes mayores la continuidad de la expansión urbana puede favorecer la reducción y fragmentación progresiva de superficies vegetadas.

La fauna mantiene una relación directa con la disponibilidad y continuidad de la vegetación, los espacios de refugio y el grado de perturbación humana. Por ello, la modificación progresiva de la cobertura y el aumento de actividades urbanas pueden generar cambios en la distribución y abundancia de fauna aun sin la realización del Proyecto. Los sectores con mayor grado de urbanización tienden a presentar menores oportunidades de refugio para especies sensibles y una mayor presencia de especies tolerantes a ambientes antropizados.

El paisaje también seguiría una tendencia de transformación relacionada con la consolidación urbana de Bahía de Kino. En ausencia del Proyecto, el AP conservaría inicialmente su condición abierta; sin embargo, la incorporación progresiva de construcciones, vialidades y servicios en terrenos próximos puede reducir gradualmente la continuidad visual de las superficies abiertas y aumentar el carácter urbano de la RE.

En términos generales, el escenario sin Proyecto no representa una condición ambiental estática ni una trayectoria de recuperación natural. La tendencia esperada corresponde a una **modificación gradual asociada con el crecimiento urbano, la demanda de servicios, el tránsito, la pérdida localizada de cobertura vegetal y la transformación del paisaje**, con diferencias de intensidad entre la RE, el AI y el AP.

IV.5.1.2. Escenario ambiental con el Proyecto sin medidas de mitigación

La incorporación del Proyecto sin medidas de prevención, mitigación, control o compensación produciría una modificación más intensa de las condiciones ambientales del AP, principalmente por la intervención del suelo, el sellamiento de superficies, la construcción de edificaciones e infraestructura, el incremento temporal de emisiones y ruido durante la obra y la posterior ocupación y operación del desarrollo.

Debido a la interacción existente entre los componentes ambientales, la alteración de uno de ellos puede generar efectos asociados sobre otros. La reducción de cobertura vegetal y la intervención del suelo pueden incrementar temporalmente la erosión; el sellamiento modifica la relación infiltración–escurrimiento; la transformación física del

AP modifica el paisaje; y la operación incrementa la demanda de agua, servicios y tránsito. Sin medidas ambientales, estos efectos presentarían una mayor magnitud, duración y posibilidad de interacción acumulativa o sinérgica.

Tabla IV. 44 Escenario de las tendencias ambientales con Proyecto y sin medidas de mitigación.

Componente	Factor ambiental-social-antrópico	Corto plazo 1–5 años	Mediano plazo 6–10 años	Largo plazo 11–15 años
Atmósfera	Generación de polvos	3	4	4
	Emisiones atmosféricas y olores	3	4	4
	Nivel de ruido	3	3	3
Geología	Relieve	3	3	3
	Estabilidad de geoformas	4	4	4
Suelo	Calidad y propiedades del suelo	2	2	2
	Erosión	2	3	3
	Uso actual	2	2	2
	Compactación	2	2	2
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	2	2	2
	Infiltración local	2	2	2
	Patrón de drenaje	2	2	2
	Disponibilidad de agua	3	2	2
Calidad del agua	Sólidos suspendidos	3	4	4
	Grasas y aceites	3	4	4
Vegetación	Cobertura vegetal	2	2	2
	Diversidad florística	3	3	3
	Condición de la vegetación	2	2	2
Fauna	Distribución y abundancia	3	3	3
	Condiciones del hábitat	3	3	3
	Funcionalidad ecológica local	3	3	3
Paisaje	Visibilidad	2	2	2
	Calidad paisajística	2	2	2
	Fragilidad visual	2	2	2
Componente socioeconómico	Servicios e infraestructura	3	3	3
	Vialidades y acceso	3	3	3
	Demanda de agua	3	2	2

Considerando la ejecución del Proyecto dentro de la RE, pero suponiendo la ausencia de medidas de prevención, mitigación, control y compensación, se producirían modificaciones de mayor intensidad principalmente dentro del AP. Los efectos más relevantes corresponderían al sellamiento permanente del suelo, reducción localizada de infiltración, modificación de microescurrimientos y patrón de drenaje, pérdida de

cobertura vegetal, transformación del paisaje y aumento de la demanda de agua durante la operación.

Este escenario representa una condición conservadora en la que los impactos identificados en la evaluación se manifiestan sin mecanismos específicos de control. En consecuencia, aquellos efectos temporales vinculados con construcción podrían alcanzar mayor magnitud y duración, mientras que los impactos permanentes asociados con la ocupación del suelo se mantendrían durante toda la vida útil del Proyecto.

Tabla IV. 45 Descripción del escenario ambiental del proyecto sin aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

Rubro	Escenario ambiental considerado sin mitigación
Atmósfera	Durante la preparación del sitio y construcción, la ausencia de medidas de control favorecería una mayor generación y dispersión de polvo por limpieza, acondicionamiento, excavaciones, movimiento de materiales y tránsito de vehículos. Asimismo, el funcionamiento de maquinaria y equipo incrementaría temporalmente las emisiones de combustión y los niveles de ruido. En operación, el tránsito vehicular y las actividades de mantenimiento mantendrían emisiones y ruido de manera recurrente.
Geología y relieve	Las actividades de nivelación, excavación y construcción modificarían localmente la microtopografía y configuración superficial del AP. Sin criterios de control y estabilización, podrían mantenerse irregularidades, depresiones o acumulaciones de material que favorezcan encharcamientos o concentraciones de escurrimiento. Debido a las características relativamente planas del sitio, no se esperan modificaciones geomorfológicas regionales.
Suelo	El suelo presentaría una afectación directa por excavación, compactación, ocupación y sellamiento en las superficies destinadas a edificaciones e infraestructura. Sin delimitación estricta de áreas de trabajo podrían ampliarse innecesariamente las superficies compactadas. La exposición del suelo durante construcción incrementaría su susceptibilidad a erosión hídrica y eólica, mientras que derrames o manejo inadecuado de residuos aumentarían el riesgo de contaminación puntual.
Agua superficial y subterránea	El sellamiento de superficies reduciría la infiltración directa en la huella construida y aumentaría la proporción de precipitación convertida en escurrimiento. Sin un manejo adecuado de la microtopografía y drenaje podrían formarse concentraciones locales de flujo, encharcamientos y puntos de erosión. En ausencia de conservación de superficies no selladas, el efecto sobre la infiltración local sería mayor. Durante la operación, la demanda de agua del desarrollo se mantendría de manera permanente.
Calidad del agua	La falta de medidas para manejo de suelo, residuos y sustancias podría favorecer el transporte de sólidos suspendidos durante eventos de lluvia y aumentar el riesgo de incorporación de grasas, aceites o hidrocarburos a los escurrimientos locales. La ausencia de protocolos de contención y respuesta incrementaría la probabilidad de que incidentes menores generaran afectaciones puntuales al suelo y agua.

Vegetación	La ejecución del Proyecto sin medidas específicas podría provocar una remoción mayor a la estrictamente necesaria, reduciendo la cobertura vegetal y limitando la posibilidad de conservar individuos presentes dentro de las superficies no selladas. Sin paisajismo ni establecimiento de vegetación regional, la recuperación de cobertura sería lenta debido a las condiciones áridas y a la muy baja cobertura inicial del AP.
Fauna	La presencia de personal, maquinaria, ruido, excavaciones y reducción de refugios provocaría desplazamiento de fauna durante la construcción. Sin inspecciones previas, rescate y reubicación aumentaría el riesgo de afectación directa a ejemplares de baja movilidad o que utilicen refugios dentro de las superficies intervenidas. Durante la operación, la urbanización del AP modificaría de manera permanente las condiciones locales de hábitat.
Paisaje	La construcción de estructuras y edificaciones transformaría de manera permanente la condición visual actualmente abierta del AP. Sin medidas de orden, limpieza, integración vegetal y mantenimiento, el contraste visual sería mayor durante construcción y operación, especialmente por superficies expuestas, almacenamiento desordenado de materiales, residuos e incorporación de elementos urbanos sin integración paisajística.
Componente socioeconómico	El Proyecto generaría empleo, consumo de bienes y demanda de servicios; sin embargo, la ausencia de medidas de manejo incrementaría molestias asociadas con tránsito, ruido y actividades constructivas. Durante la operación se produciría una demanda adicional y permanente de agua, infraestructura y servicios. Sin medidas de eficiencia y mantenimiento, estas presiones serían mayores y podrían acumularse con las existentes en Bahía de Kino.

En el corto plazo, el escenario sin mitigación presentaría los mayores efectos sobre suelo, erosión, vegetación, fauna, calidad del aire y paisaje debido a la concentración de actividades constructivas. En el mediano y largo plazo disminuirían varios impactos temporales, pero permanecerían aquellos derivados de la transformación física del AP, principalmente **cambio de uso, compactación y sellamiento del suelo, modificación de la infiltración y escurrimiento local, transformación paisajística y demanda de agua**.

A diferencia de un proyecto carretero, la afectación no se manifiesta como fragmentación de un corredor lineal ni como efecto barrera regional. En este caso, la principal modificación corresponde a la **consolidación de una superficie habitacional dentro de un contexto que ya presenta desarrollo urbano**, por lo que los efectos se concentran espacialmente en el AP y, de manera indirecta, en el AI.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

IV.5.1.3. Escenario ambiental con el proyecto y medidas de mitigación de impactos

La ejecución del Proyecto generará modificaciones sobre componentes abióticos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos, principalmente dentro del AP. Algunos impactos asociados con el sellamiento del suelo, cambio de uso, incorporación permanente de edificaciones y modificación del paisaje no son reversibles; sin embargo, la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación propuestas permitirá reducir su magnitud, limitar su expresión espacial y evitar afectaciones adicionales fuera de las superficies requeridas.

Las medidas planteadas se orientan particularmente al control de polvo y ruido, prevención de derrames, manejo adecuado de residuos y aguas residuales, reducción del periodo de exposición del suelo, conservación de superficies no selladas, manejo de escurrimientos, establecimiento de vegetación regional, protección de flora y fauna, integración paisajística y uso eficiente del agua. Adicionalmente, la reforestación de **1 ha dentro del AI**, en un sector con cobertura vegetal muy baja, contribuirá a mejorar progresivamente determinadas funciones ambientales.

Bajo este escenario, se espera que los impactos temporales disminuyan conforme concluyan las actividades constructivas, mientras que los impactos permanentes se mantengan principalmente dentro del AP. A escala del AI y de la RE, las medidas permiten reducir la propagación de efectos y conservar la funcionalidad ambiental general, sin eliminar las transformaciones inherentes a la presencia permanente del desarrollo.

Tabla IV. 46 Escenario de las tendencias ambientales con Proyecto y con medidas de mitigación

Componente	Factor ambiental-social-antrópico	Corto plazo 1–5 años	Mediano plazo 6–10 años	Largo plazo 11–15 años
Atmósfera	Generación de polvos	4.5	4.5	4.5
	Emisiones atmosféricas y olores	4.5	4.5	4.5
	Nivel de ruido	4.3	4.2	4.0
Geología	Relieve	3.5	3.5	3.5
	Estabilidad de geoformas	4.3	4.3	4.3
Suelo	Calidad y propiedades del suelo	3.8	3.8	3.8
	Erosión	4.5	4.5	4.5
	Uso actual	2.8	2.8	2.8
	Compactación	3.2	3.2	3.2
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	3.8	3.8	3.8
	Infiltración local	4.0	4.0	4.0

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	Patrón de drenaje	3.8	3.8	3.8
	Disponibilidad de agua	3.5	3.3	3.2
Calidad del agua	Sólidos suspendidos	4.5	4.5	4.5
	Grasas y aceites	4.5	4.5	4.5
Vegetación	Cobertura vegetal	4.0	4.2	4.3
	Diversidad florística	4.0	4.2	4.3
	Condición de la vegetación	4.0	4.2	4.3
Fauna	Distribución y abundancia	4.0	4.1	4.1
	Condiciones del hábitat	3.8	4.0	4.0
	Funcionalidad ecológica local	3.8	4.0	4.0
Paisaje	Visibilidad	3.0	3.2	3.3
	Calidad paisajística	3.2	3.5	3.7
	Fragilidad visual	3.0	3.3	3.5
Componente socioeconómico	Servicios e infraestructura	4.2	4.3	4.3
	Vialidades y acceso	4.0	4.0	4.0
	Demanda de agua	3.5	3.3	3.2

La valoración muestra que la aplicación de medidas permite mejorar de manera importante el escenario respecto de la condición con Proyecto sin mitigación. Los componentes que mantienen valores menores corresponden principalmente a aquellos donde existe una **transformación física permanente**, como uso del suelo, paisaje y demanda de agua. En contraste, los componentes asociados con erosión, calidad del agua, calidad del aire, vegetación y fauna presentan una recuperación progresiva o una condición ambiental más favorable mediante la aplicación y seguimiento de las medidas propuestas.

A continuación, se describe brevemente la tendencia esperada para los principales componentes ambientales directamente involucrados con la ejecución del Proyecto.

Tabla IV. 47 Escenario ambiental con proyecto y con medidas de mitigación.

Rubro	Escenario ambiental con Proyecto y con medidas de mitigación
Geología y relieve	Las modificaciones del relieve no pueden eliminarse por completo debido a las nivelaciones, excavaciones y cimentaciones requeridas; sin embargo, pueden limitarse estrictamente a las superficies necesarias. La ejecución conforme al proyecto ejecutivo, el control de excavaciones y la conformación progresiva de las superficies permitirán evitar alteraciones innecesarias de la microtopografía y mantener condiciones de estabilidad. No se prevén modificaciones geomorfológicas relevantes fuera del AP.
Suelo	El sellamiento y ocupación del suelo representan impactos permanentes en las superficies destinadas a edificaciones e infraestructura. Las medidas de delimitación de áreas, restricción del tránsito, prevención de derrames, reducción

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	del periodo de exposición y estabilización de superficies permitirán disminuir afectaciones adicionales. En las áreas destinadas a paisajismo y establecimiento de vegetación se favorecerá la conservación de cobertura vegetal y la integración ambiental de las superficies previstas para este fin.
Erosión	La susceptibilidad a erosión será mayor durante las fases en las que exista suelo expuesto; sin embargo, el desarrollo progresivo de la obra, la humectación, estabilización oportuna y establecimiento de vegetación permitirán disminuir considerablemente el efecto. La reforestación de **1 ha dentro del AI** contribuirá adicionalmente a mejorar cobertura y estabilidad del suelo en un sector actualmente de muy baja cobertura vegetal.
Agua superficial y subterránea	Las edificaciones y superficies acondicionadas modificarán localmente la relación entre infiltración y escurrimiento. Para efectos de la evaluación se adoptó conservadoramente un escenario de sellamiento prácticamente completo del AP, estimándose una reducción permanente de la infiltración potencial de aproximadamente **1.47 m³/año** respecto de la condición actual. Las medidas de manejo pluvial permitirán controlar la conducción de los escurrimientos generados dentro del AP y evitar concentraciones innecesarias de flujo. La reducción estimada corresponde a la infiltración local del agua de lluvia y no representa una disminución equivalente de la recarga profunda del acuífero.
Calidad del agua	El control de materiales, residuos y sustancias reducirá el riesgo de incorporación de sólidos suspendidos, grasas y aceites a los escurrimientos. El mantenimiento de maquinaria, disponibilidad de materiales absorbentes y atención inmediata de derrames permitirán mantener el riesgo de contaminación en niveles bajos. Durante la operación, las aguas residuales sanitarias serán conducidas hacia los biodigestores previstos para su tratamiento. El efluente tratado podrá utilizarse para riego de áreas verdes únicamente cuando cumpla con las condiciones de calidad aplicables; en caso contrario, deberá recibir el tratamiento complementario o manejo correspondiente. Los lodos generados serán retirados mediante prestadores autorizados. No se contemplan descargas directas al suelo, subsuelo, escurrimientos, Laguna La Cruz ni al medio marino.
Vegetación	La intervención de la cobertura vegetal se limitará a las superficies requeridas para la construcción. Debido a que durante el muestreo del AP únicamente se registró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), con cobertura muy baja, la afectación se concentrará sobre una comunidad florísticamente simplificada. El establecimiento de vegetación regional en las áreas previstas para paisajismo y la reforestación de 1 ha dentro del AI, en un sector seleccionado por presentar cobertura vegetal muy baja, permitirán incrementar progresivamente la cobertura vegetal.
Fauna	Las actividades iniciales pueden provocar desplazamiento de fauna y riesgo de afectación de organismos de baja movilidad. Dentro del AP únicamente se registraron *Dipsosaurus dorsalis* y *Quiscalus mexicanus*, ninguna de ellas incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, debido al registro de *Callisaurus draconoides*, especie Amenazada, dentro del AI y la RE, se aplicarán inspecciones previas, acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación cuando corresponda. Durante la operación, el control de velocidad, el manejo adecuado de residuos y el mantenimiento de las áreas con vegetación contribuirán a reducir perturbaciones innecesarias sobre la fauna.
Paisaje	La incorporación de edificaciones constituye una modificación permanente que no puede eliminarse mediante medidas de mitigación. Sin embargo, el orden de

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	obra, el retiro oportuno de residuos, el establecimiento y mantenimiento de vegetación en las áreas destinadas a paisajismo y la adecuada orientación de la iluminación permitirán reducir progresivamente el contraste visual y favorecer la integración del desarrollo con el contexto urbano y costero de Bahía de Kino.
Servicios e infraestructura	La operación incrementará la demanda de agua, energía, manejo de aguas residuales, recolección de residuos y utilización de vialidades. El mantenimiento preventivo de las instalaciones, el uso eficiente del agua, la atención oportuna de fugas y el funcionamiento adecuado de los sistemas previstos para el Proyecto permitirán reducir la presión asociada con su operación.
Componente socioeconómico	La operación del Proyecto generará efectos favorables asociados con vivienda, empleo, contratación de servicios, derrama económica y uso de infraestructura. Las medidas de ordenamiento del tránsito, mantenimiento de accesos, manejo adecuado de residuos y funcionamiento de servicios permitirán reducir molestias potenciales hacia la población del entorno y favorecer la integración del desarrollo a la dinámica urbana de Bahía de Kino.

En el **corto plazo**, las mayores modificaciones estarán vinculadas con construcción, principalmente intervención del suelo, generación de polvo y ruido, modificación temporal de cobertura vegetal y alteración visual. Con la aplicación de las medidas propuestas, estos efectos disminuirán progresivamente conforme se concluyan los frentes de obra.

En el **mediano plazo**, el establecimiento de vegetación en las áreas destinadas a paisajismo, la reforestación de 1 ha dentro del AI y el funcionamiento regular de las medidas de manejo permitirán mejorar progresivamente las condiciones de cobertura vegetal, integración paisajística y disponibilidad local de espacios utilizables por fauna, mientras que permanecerán las modificaciones asociadas con el cambio de uso, la ocupación del suelo y la infraestructura.

En el **largo plazo**, el escenario ambiental estará determinado principalmente por la operación del desarrollo. Los efectos residuales se concentrarán en las superficies construidas, la modificación permanente del paisaje, el tránsito y la demanda de agua. No obstante, con mantenimiento adecuado, seguimiento ambiental y aplicación continua de las medidas previstas, se prevé que estos efectos se mantengan espacialmente concentrados en el AP y no representen una modificación generalizada de la funcionalidad ambiental de la RE.

IV.6. Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del Proyecto tiene como propósito verificar la aplicación y eficacia de las medidas de prevención, mitigación, control y, cuando corresponda, compensación establecidas en la presente MIA durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento. Su aplicación permitirá

dar seguimiento a los impactos ambientales identificados, con énfasis en aquellos clasificados como severos o críticos, así como en los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos determinados en el presente Capítulo.

La vigilancia ambiental se orientará a asegurar que las obras y actividades se desarrollen dentro de los límites del **Área del Proyecto (AP)** y conforme a las características evaluadas, evitando afectaciones innecesarias hacia el **Área de Influencia (AI)** y la **Región Ecologica (RE)**. Asimismo, permitirá verificar el cumplimiento de las medidas ambientales comprometidas y de las condicionantes que, en su caso, establezca la autoridad ambiental en la resolución correspondiente.

Durante la preparación del sitio y construcción, el PVA dará seguimiento al control de emisiones de polvo y ruido; delimitación de frentes y áreas de trabajo; manejo de materiales y residuos; prevención y atención de derrames; condiciones del suelo; erosión; manejo de escurrimientos; protección de flora y fauna; limpieza de frentes; establecimiento de vegetación en las áreas destinadas para este fin; y seguimiento de las medidas de compensación.

El componente de monitoreo ambiental establecerá indicadores y mecanismos de seguimiento que permitan evaluar el comportamiento de los factores ambientales con mayor relevancia. Entre ellos se considerarán la presencia de emisiones visibles de polvo; condiciones de operación de maquinaria y vehículos; evidencias de erosión o arrastre de sedimentos; condiciones de las superficies intervenidas y estabilizadas; funcionamiento del manejo pluvial; presencia de residuos o sustancias contaminantes; registros de fauna encontrada, rescatada o reubicada; desarrollo de la vegetación establecida y condiciones de las áreas destinadas a paisajismo.

Durante la operación y mantenimiento, el seguimiento se concentrará en aquellos impactos que permanecen durante la vida útil del Proyecto, particularmente el manejo de residuos sólidos urbanos, el funcionamiento de los biodigestores y manejo de las aguas residuales, el mantenimiento de las áreas verdes y de paisajismo, el funcionamiento de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, el uso eficiente del agua, el tránsito vehicular, la calidad paisajística y el mantenimiento general de la infraestructura.

La reforestación de **1 ha dentro del AI**, en un sector del AI seleccionado por presentar una cobertura vegetal inicial aproximada de 0 a 5 **%**, deberá incorporarse expresamente al PVA. Su seguimiento incluirá, al menos, la verificación de la superficie intervenida, especies empleadas, establecimiento de los ejemplares, supervivencia, reposición cuando resulte necesaria y evolución de la cobertura vegetal. Este seguimiento permitirá evaluar adicionalmente los beneficios asociados con protección del suelo, reducción de erosión e incremento progresivo de la infiltración local.

De manera complementaria, el PVA integrará procedimientos de prevención y respuesta ante contingencias ambientales. Se considerarán particularmente los derrames accidentales de combustibles, aceites o sustancias utilizadas durante las obras; manejo inadecuado de residuos; detección de fauna dentro de excavaciones o frentes activos; episodios de erosión o arrastre de sedimentos derivados de lluvias; fallas en instalaciones sanitarias; y cualquier situación que pueda provocar una afectación ambiental no prevista.

Ante la detección de una desviación, el responsable de la supervisión ambiental deberá identificar su causa, establecer la medida correctiva correspondiente, verificar su ejecución y documentar el resultado. Cuando una medida no produzca el desempeño esperado, deberá ajustarse su frecuencia, intensidad o procedimiento de aplicación, manteniendo un esquema de manejo adaptativo durante el desarrollo del Proyecto.

El seguimiento se documentará mediante **bitácoras de supervisión, registros fotográficos, listas de verificación, comprobantes de manejo y disposición de residuos, registros de mantenimiento, evidencias de rescate y reubicación de fauna, seguimiento de vegetación y reforestación, así como reportes de incidentes y acciones correctivas**. Esta información constituirá la base para los informes de cumplimiento que sean requeridos por la autoridad ambiental.

A continuación, se presentan de manera resumida los principales componentes del PVA, los indicadores de seguimiento y los mecanismos de verificación aplicables a cada etapa del Proyecto.

Programa de Vigilancia Ambiental para las etapas de preparación del sitio y construcción.

Tabla IV. 48 Programa de vigilancia ambiental para las etapas de preparación del sitio y construcción

Componente ambiental	Factor ambiental	Actividades del Proyecto / interacciones	Descripción del impacto	Prevención, mitigación y/o compensación

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Atmósfera	Calidad del aire	P–Preliminares, trazo y delimitación de áreas de trabajo. P–Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación. C–Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies. C–Excavaciones. C–Cimentaciones y estructuras. C–Edificación de condominios. C–Construcción de áreas comunes. C–Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. C–Transporte de materiales, equipos e insumos. C–Transporte de personal.	Incremento temporal de partículas suspendidas y emisiones de combustión por movimiento de suelo, manejo de materiales, maquinaria y vehículos.	Delimitar frentes y rutas de tránsito; reducir superficies expuestas; aplicar humectación cuando sea necesaria; cubrir materiales finos durante su transporte; controlar velocidades; mantener maquinaria y vehículos en buenas condiciones y prohibir quemas.
Atmósfera	Ruido y vibraciones	P–Preliminares. P–Limpieza y deshierbe. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones y estructuras. C–Edificación. C–Áreas comunes. C–Instalaciones. C–Transporte de materiales y personal.	Incremento temporal de los niveles sonoros y vibraciones asociado con maquinaria, herramientas, transporte y actividades constructivas.	Realizar preferentemente en horario diurno las actividades de mayor emisión sonora; mantener silenciadores funcionales; evitar ralentí, golpes y maniobras innecesarias; controlar velocidad y utilizar EPP auditivo cuando corresponda.
Geología	Relieve	C–Acondicionamiento, nivelación y conformación de superficies. C–Excavaciones. C–Construcción de cimentaciones y estructuras.	Modificación localizada de la microtopografía y configuración superficial del AP.	Limitar nivelaciones, excavaciones y rellenos a lo estrictamente necesario; ejecutar obras conforme al proyecto ejecutivo; reutilizar material adecuado y retirar excedentes; conformar progresivamente las superficies intervenidas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Geología	Estabilidad de taludes/geoformas	C–Excavaciones para cimentaciones e instalaciones.	Alteración puntual de la estabilidad superficial durante la apertura de excavaciones.	Mantener excavaciones abiertas únicamente durante el tiempo necesario; aplicar criterios de estabilidad y seguridad; evitar acumulaciones inestables de material y rellenar y compactar oportunamente las superficies intervenidas.
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	C–Acondicionamiento y nivelación. C–Excavaciones. C–Edificación. C–Andadores, banquetas, estacionamientos y áreas comunes.	Modificación localizada de la generación, concentración y dirección de microescurrimientos superficiales dentro del AP.	Mantener libres las trayectorias naturales de escurrimiento; evitar acopios en zonas de concentración; conformar superficies para prevenir encharcamientos y erosión; integrar las obras al sistema de manejo pluvial previsto.
Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Edificación. C–Áreas comunes. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	Reducción de la infiltración potencial durante la construcción y pérdida permanente de esta función en el escenario conservador de operación. La disminución temporal correspondiente a tres meses de intervención se estima en aproximadamente **0.37 m³**, mientras que la reducción permanente respecto de la condición actual se estima en **1.47 m³/año**.	Reducir al mínimo el periodo de exposición del suelo durante la construcción y mantener funcional el sistema de manejo pluvial previsto para el Proyecto. Como medida compensatoria, ejecutar la **reforestación de 1 ha dentro del AI**, en un sector seleccionado por presentar una cobertura vegetal inicial muy baja.
Agua superficial y subterránea	Patrón de drenaje	C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Edificación. C–Áreas comunes.	Redistribución localizada de las trayectorias de drenaje superficial dentro del AP.	Evitar modificaciones innecesarias de la microtopografía; mantener libres las zonas de conducción pluvial; verificar que materiales y residuos no obstruyan los escurrimientos y conservar un sistema funcional de drenaje durante construcción y operación.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Suelo	Calidad del suelo	P–Preliminares. P–Limpieza y deshierbe. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Áreas comunes. C–Instalaciones. C–Manejo de residuos. C–Transporte de materiales.	Alteración de propiedades físicas del suelo por excavación, movimiento, compactación y ocupación; riesgo potencial de contaminación por residuos o derrames.	Delimitar estrictamente las áreas de intervención; evitar mantenimiento mayor sobre suelo natural; disponer de elementos de contención y absorbentes; atender inmediatamente derrames; mantener orden y limpieza y retirar oportunamente materiales contaminados.
Suelo	Erosión	P–Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Paisajismo.	Incremento temporal de la susceptibilidad a erosión hídrica y eólica por exposición del suelo.	Secuenciar la obra para reducir superficies desnudas; aplicar humectación cuando exista riesgo de erosión eólica; controlar materiales sueltos; estabilizar oportunamente superficies y establecer vegetación regional. La reforestación de 1 ha en el AI complementará estas acciones.
Suelo	Captura de carbono	P–Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	Disminución localizada de biomasa y de la capacidad de captura de carbono por remoción vegetal y sellamiento de parte del AP.	Limitar la remoción de la cobertura vegetal herbácea a las superficies estrictamente requeridas por las obras. Establecer vegetación regional en las áreas destinadas a paisajismo y complementar la recuperación de cobertura vegetal mediante la reforestación de **1 ha dentro del AI**.
Suelo	Uso actual	P–Limpieza y deshierbe. C–Acondicionamiento. C–Cimentaciones y estructuras. C–Edificación. C–Áreas comunes.	Transformación permanente de parte del AP hacia uso habitacional y de servicios.	Respetar estrictamente los límites del AP; evitar apertura de superficies adicionales; mantener la distribución de obras, áreas comunes y espacios de paisajismo conforme al diseño autorizado, evitando la ocupación posterior de superficies no contempladas en el Proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Suelo	Compactación	P–Preliminares. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Áreas comunes. C–Instalaciones. C–Transporte de materiales.	Compactación localizada por tránsito y operación de maquinaria, vehículos y actividades constructivas.	Restringir tránsito a rutas definidas; compactar únicamente donde lo requiera el diseño; evitar circulación reiterada sobre superficies destinadas a vegetación y acondicionar las áreas temporalmente utilizadas al finalizar los trabajos.
Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)	C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Manejo de materiales y residuos.	Riesgo potencial de incorporación de sólidos suspendidos a los escurrimientos locales.	Ubicar acopios fuera de zonas de escurrimiento; proteger materiales finos; reducir el tiempo de exposición de suelo; evitar arrastres fuera del AP y estabilizar superficies donde se detecte movilización de sedimentos.
Calidad del agua	Calidad del agua terrestre (grasas y aceites)	C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Transporte de materiales. C–Mantenimiento de equipos. C–Manejo de residuos.	Riesgo potencial de contaminación por fugas o derrames de grasas, aceites y combustibles.	Mantener equipos y vehículos en buenas condiciones; prohibir descargas al suelo; disponer de kits de derrames y elementos de contención; recuperar inmediatamente sustancias derramadas y manejar los materiales contaminados mediante prestadores autorizados.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora	P–Limpieza, deshierbe y remoción puntual de vegetación. C–Paisajismo.	Reducción localizada de individuos y cobertura vegetal dentro de las superficies directamente intervenidas.	Evitar un desmonte generalizado; conservar vegetación que no interfiera con las obras; limitar la remoción al área estrictamente necesaria; establecer vegetación regional en superficies no selladas y ejecutar la reforestación de 1 ha dentro del AI.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Flora y fauna terrestre	Especies protegidas o de interés especial de flora	—	No se identificaron interacciones directas sobre especies de flora bajo categoría de riesgo dentro del AP.	Verificar previamente los frentes de trabajo; evitar afectaciones innecesarias a vegetación fuera de las superficies de intervención y aplicar medidas específicas en caso de detectarse ejemplares de interés.
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad de flora	P–Limpieza y remoción puntual de vegetación. C–Paisajismo.	Modificación localizada de la condición florística del AP por remoción de la cobertura herbácea existente. La afectación se presenta sobre una comunidad altamente simplificada, en la que durante el muestreo únicamente se registró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*).	Limitar la remoción vegetal a las superficies estrictamente requeridas por las obras. Utilizar especies regionales en las áreas destinadas a paisajismo y ejecutar la reforestación de **1 ha dentro del AI** en el sitio seleccionado para esta medida.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de fauna	P–Preliminares. P–Limpieza. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Transporte de materiales.	Perturbación y desplazamiento temporal de fauna por ruido, presencia humana, maquinaria y modificación localizada de refugios.	Realizar inspecciones previas de frentes; desarrollar la limpieza gradualmente; aplicar acciones de ahuyentamiento y rescate; prohibir captura, caza o colecta; mantener control de velocidad y manejo adecuado de residuos.
Flora y fauna terrestre	Especies protegidas o de interés especial de fauna	P–Limpieza y deshierbe. C–Excavaciones.	Dentro del AP no se registraron especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, debido al registro de *Callisaurus draconoides*, especie Amenazada (A), dentro del AI y la RE, existe un riesgo preventivo asociado con el eventual desplazamiento o ingreso de ejemplares hacia los frentes de obra.	Ejecutar rescate y reubicación por personal calificado; inspeccionar excavaciones y frentes antes del inicio de actividades; mantener registros de organismos rescatados y liberados.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Flora y fauna terrestre	Biodiversidad de fauna	P–Limpieza. C–Paisajismo y establecimiento de vegetación.	Disminución localizada y temporal de diversidad faunística por perturbación del sitio.	Evitar perturbaciones innecesarias durante las actividades constructivas, mantener vegetación en las áreas destinadas para este fin y reducir la velocidad vehicular dentro del desarrollo. Realizar inspecciones de fauna cuando las actividades puedan generar riesgo de atrapamiento o desplazamiento.
Flora y fauna terrestre	Funcionalidad del sistema	P–Limpieza. C–Acondicionamiento. C–Paisajismo.	Modificación localizada de funciones asociadas con suelo, vegetación e interacción con fauna.	Evitar afectaciones fuera de los límites del AP, mantener la vegetación prevista en las áreas destinadas a paisajismo y complementar las medidas de mejoramiento ambiental mediante la reforestación de **1 ha dentro del AI**.
Paisaje	Visibilidad	P–Preliminares. C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Edificación.	Modificación progresiva y permanente de las visuales por incorporación de estructuras y edificaciones.	Mantener orden de obra; limitar acopios; retirar oportunamente excedentes; iniciar establecimiento vegetal conforme concluyan los frentes y mantener áreas verdes durante la operación.
Paisaje	Calidad paisajística	P–Preliminares. P–Limpieza. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Edificación. C–Áreas comunes. C–Paisajismo.	Alteración temporal durante construcción y transformación permanente de la configuración paisajística por incorporación del desarrollo.	Mantener limpieza y orden en los frentes de trabajo, retirar oportunamente residuos y excedentes, utilizar vegetación regional en las áreas destinadas a paisajismo y mantener adecuadamente las áreas comunes y los elementos exteriores del Proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Paisaje	Fragilidad visual	P–Limpieza. C–Acondicionamiento. C–Excavaciones. C–Cimentaciones. C–Edificación.	Incremento del contraste visual respecto de la condición abierta actual del terreno.	Reducir superficies desnudas simultáneas; conservar vegetación existente; establecer progresivamente vegetación regional; orientar iluminación únicamente hacia las áreas necesarias y mantener elementos exteriores en buenas condiciones.
Componente socioeconómico	Calidad de vida	C–Transporte de materiales. C–Transporte de personal. C–Construcción de infraestructura y servicios.	Molestias temporales por tránsito, ruido y actividades constructivas, junto con efectos favorables derivados de incorporación de infraestructura y servicios.	Programar ingresos y salidas de vehículos; mantener accesos funcionales; aplicar señalización preventiva; controlar polvo y ruido y mantener comunicación y condiciones de seguridad en las áreas próximas a los frentes de obra.
Servicios	Servicios e infraestructura	C–Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.	Incorporación y demanda progresiva de infraestructura y servicios para la operación del desarrollo.	Verificar el adecuado funcionamiento de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas previstas para el Proyecto. Mantener los sistemas mediante acciones preventivas y correctivas, atender oportunamente fugas o fallas y asegurar el funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
Servicios	Vialidades y acceso	C–Transporte de materiales, equipos e insumos. C–Transporte de personal.	Incremento temporal de tránsito y maniobras vehiculares durante la construcción.	Programar horarios de transporte; señalizar accesos; controlar velocidad y maniobras de vehículos de carga y evitar obstrucciones innecesarias a la circulación local.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Gestión ambiental	Normatividad ambiental	P–Acciones de manejo ambiental. C–Manejo de residuos, vegetación y fauna.	Riesgo de incumplimiento de las medidas y obligaciones ambientales durante las diferentes etapas.	Mantener supervisión ambiental, bitácoras, registros fotográficos y evidencia documental; verificar cumplimiento de medidas y aplicar acciones correctivas cuando se detecten desviaciones.
Gestión ambiental	Manejo y administración del riesgo	P–Acciones de manejo ambiental. C–Manejo de residuos y sustancias.	Riesgo de contingencias ambientales por derrames, manejo inadecuado de residuos o incidentes durante las obras.	Establecer procedimientos de respuesta; contar con materiales absorbentes y equipo de atención; capacitar al personal y documentar incidentes y acciones correctivas.
Gestión ambiental	Seguimiento ambiental del Proyecto	Todas las etapas de preparación y construcción.	Necesidad de verificar la eficacia de las medidas y detectar oportunamente desviaciones.	Aplicar el PVA mediante inspecciones periódicas, listas de verificación, registros fotográficos, seguimiento de fauna y vegetación, control de residuos y documentación de medidas correctivas.

Programa de Vigilancia Ambiental para la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla IV. 49 Programa de vigilancia ambiental para las etapas de Operación y mantenimiento y Abandono

Componente ambiental	Factor ambiental	Actividades del Proyecto / interacciones	Descripción del impacto	Prevención, Mitigación y/o Compensación
Atmósfera	Calidad del aire	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura. A–Retiro de instalaciones y limpieza. A–Demolición y retiro de materiales.	Emisiones de gases de combustión y partículas asociadas con el tránsito vehicular, actividades periódicas de mantenimiento y, en un eventual cierre, con el uso de maquinaria y transporte durante retiro y demolición.	Mantener velocidades moderadas y circulación ordenada dentro del desarrollo; evitar ralentí innecesario; mantener vehículos y equipos en condiciones adecuadas. Durante mantenimiento o eventual cierre, aplicar humectación cuando exista generación de polvo, cubrir materiales finos y retirar oportunamente residuos y excedentes.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Atmósfera	Ruido y vibraciones	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura. OP–Operación de áreas comunes y servicios. A–Retiro de instalaciones y limpieza. A–Demolición y retiro de materiales.	Incremento localizado y recurrente de ruido por circulación vehicular, mantenimiento y operación de áreas comunes. En un eventual cierre, incremento temporal por maquinaria y actividades de demolición.	Controlar velocidad y maniobras vehiculares; mantener equipos y vehículos en buenas condiciones; realizar actividades de mantenimiento de mayor emisión sonora preferentemente en horario diurno; evitar maniobras y operación innecesaria de equipos. En cierre, limitar trabajos ruidosos a horarios definidos.
Geología	Relieve	A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración de superficies.	Alteración temporal de la configuración superficial durante un eventual retiro de infraestructura, seguida de reconformación del terreno.	Limitar las actividades de demolición a las superficies estrictamente necesarias; retirar materiales y residuos; reconformar progresivamente las superficies y evitar depresiones o irregularidades que favorezcan erosión o encharcamiento.
Geología	Estabilidad de taludes/geoformas	A–Estabilización y restauración de superficies.	Modificación temporal de la estabilidad superficial durante un eventual cierre.	Reconformar y estabilizar las superficies intervenidas; evitar acumulaciones inestables de materiales y mantener pendientes compatibles con las condiciones locales del terreno.
Agua superficial y subterránea	Escurrimientos superficiales	A–Estabilización y restauración de superficies.	Posible modificación temporal de los microescurrimientos durante un eventual retiro de infraestructura.	Mantener libres las trayectorias de flujo; evitar acumulación de materiales o residuos en zonas de escurrimiento y reconformar las superficies para favorecer un drenaje superficial estable.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	Durante la operación permanece la reducción de la infiltración potencial asociada con la ocupación y acondicionamiento permanente del AP. Para efectos de la evaluación se adoptó conservadoramente un escenario de sellamiento prácticamente completo, estimándose una reducción de **1.47 m³/año** respecto de la condición actual. En un eventual cierre, la restauración de superficies podría favorecer la recuperación progresiva de esta función.	Mantener funcional el sistema de manejo pluvial durante la operación y evitar modificaciones no previstas que incrementen innecesariamente la concentración de escurrimientos. La reforestación de **1 ha dentro del AI** constituye la medida compensatoria asociada con la reducción de infiltración potencial. En un eventual cierre, las superficies liberadas deberán ser reconformadas y restauradas cuando resulte técnicamente viable.
Agua superficial y subterránea	Patrón de drenaje	A–Estabilización y restauración de superficies.	Redistribución temporal del drenaje local durante un eventual retiro de infraestructura.	Reconformar las superficies de manera que se mantengan trayectorias de flujo funcionales y no se generen concentraciones artificiales de escurrimiento.
Suelo	Calidad del suelo	OP–Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Retiro de instalaciones y limpieza. A–Demolición y retiro de materiales.	Riesgo potencial de contaminación del suelo por residuos, fugas, derrames o fallas en instalaciones; en cierre, alteración temporal por demolición, tránsito y manejo de materiales.	Mantener instalaciones en condiciones adecuadas; atender inmediatamente fugas y derrames; disponer de absorbentes y elementos de contención; almacenar temporalmente residuos en sitios definidos; entregar residuos a prestadores autorizados. En cierre, retirar materiales y residuos y restaurar superficies afectadas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Suelo	Erosión	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración de superficies.	Durante la operación, la cobertura vegetal reduce la susceptibilidad a erosión. En un eventual cierre, la demolición puede generar temporalmente superficies expuestas.	Mantener la cobertura vegetal y estabilizar áreas degradadas. En cierre, reducir el tiempo de exposición del suelo, aplicar humectación cuando sea necesaria y establecer oportunamente vegetación en las superficies restauradas.
Suelo	Captura de carbono	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	La vegetación establecida mantiene una función local de captura de carbono. En cierre, las superficies restauradas pueden recuperar progresivamente esta función.	Mantener y reponer vegetación regional cuando sea necesario; evitar remoción innecesaria y favorecer el establecimiento vegetal en superficies restauradas.
Suelo	Compactación	A–Demolición y retiro de materiales.	Compactación localizada por tránsito de maquinaria y vehículos durante un eventual cierre.	Restringir tránsito a rutas definidas; evitar circulación innecesaria y descompactar aquellas superficies donde la compactación no sea requerida después del cierre.
Calidad del agua	Calidad de agua terrestre (SST)	OP–Manejo de residuos sólidos urbanos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Demolición y retiro de materiales.	Riesgo de incorporación de sólidos a los escurrimientos por manejo inadecuado de residuos o exposición temporal de materiales durante demolición.	Mantener residuos confinados; evitar su dispersión; conservar limpias las superficies de circulación y drenaje; proteger materiales finos y estabilizar oportunamente áreas intervenidas durante un eventual cierre.
Calidad del agua	Calidad del agua terrestre (grasas y aceites)	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de instalaciones. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Demolición y retiro de materiales.	Riesgo potencial de contaminación por grasas, aceites o hidrocarburos provenientes de vehículos, equipos o actividades de mantenimiento.	Mantener vehículos e instalaciones en buenas condiciones; atender fugas y derrames de manera inmediata; utilizar charolas, absorbentes y recipientes compatibles; prohibir la disposición de aceites al suelo y manejar residuos contaminados mediante prestadores autorizados.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	La conservación de vegetación regional favorece la cobertura vegetal durante la operación. En un eventual cierre, la restauración puede incrementar progresivamente la cobertura de superficies liberadas.	Mantener áreas verdes con especies regionales; reponer ejemplares cuando sea necesario; evitar introducción innecesaria de especies exóticas y favorecer revegetación de superficies restauradas.
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad de flora	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	La vegetación regional contribuye a mantener diversidad vegetal local; la restauración posterior a un cierre puede favorecer su recuperación.	Mantener una composición vegetal compatible con las condiciones ambientales del sitio y utilizar especies regionales en reposiciones y restauración.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de fauna	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración.	Perturbación localizada por tránsito y presencia humana durante la operación; desplazamiento temporal durante un eventual cierre.	Mantener velocidades reducidas; evitar persecución, captura o molestia de fauna; inspeccionar áreas antes de mantenimiento intensivo o demolición; rescatar y reubicar ejemplares cuando sea necesario; conservar superficies vegetadas.
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad de fauna	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración de superficies.	Las áreas vegetadas mantienen condiciones de refugio y utilización del sitio para fauna tolerante al entorno urbano.	Conservar vegetación regional, reducir perturbaciones innecesarias y mantener superficies no selladas con cobertura vegetal.
Flora y fauna terrestre	Funcionalidad del sistema	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Estabilización y restauración.	Durante la operación permanecen funciones ecológicas locales asociadas principalmente con la vegetación establecida, el manejo del suelo y la utilización ocasional del sitio por fauna adaptada al entorno urbano.	Mantener adecuadamente la vegetación prevista dentro del Proyecto, evitar afectaciones adicionales fuera de las superficies autorizadas y complementar las acciones de mejoramiento ambiental mediante la reforestación de **1 ha dentro del AI**.
Paisaje	Visibilidad	A–Demolición y retiro de materiales.	Alteración visual temporal por maquinaria, residuos y superficies expuestas durante un eventual cierre.	Mantener orden y limpieza; limitar acopios; retirar oportunamente materiales y residuos y restaurar progresivamente las superficies liberadas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Paisaje	Calidad paisajística	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. OP–Mantenimiento de edificaciones e infraestructura. OP–Mantenimiento de áreas verdes. OP–Manejo de residuos. OP–Operación de áreas comunes y servicios. A–Retiro y demolición.	Transformación permanente del paisaje por presencia del desarrollo; deterioro potencial si no se mantienen edificaciones, áreas verdes y espacios comunes. En cierre, alteración temporal por demolición.	Mantener edificaciones, áreas comunes y vegetación en buenas condiciones; conservar limpieza; evitar acumulaciones de residuos; reponer vegetación y controlar iluminación exterior. En cierre, retirar residuos y restaurar las superficies intervenidas.
Paisaje	Fragilidad visual	OP–Mantenimiento de áreas verdes y vegetación. A–Demolición y retiro de materiales. A–Estabilización y restauración.	Persistencia del contraste visual generado por las edificaciones durante la operación. En cierre, incremento temporal de la perturbación visual seguido de recuperación progresiva.	Mantener la vegetación destinada a integración paisajística, orientar la iluminación únicamente hacia las áreas necesarias para seguridad y funcionamiento, conservar en buenas condiciones los elementos exteriores y, en un eventual cierre, revegetar progresivamente las superficies restauradas.
Población	Calidad de vida	OP–Ocupación y operación de viviendas. OP–Mantenimiento de infraestructura. OP–Manejo de residuos. OP–Manejo de aguas residuales. OP–Operación de áreas comunes y servicios.	Efectos principalmente favorables por disponibilidad y funcionamiento del desarrollo, junto con molestias potenciales asociadas a tránsito, ruido o deficiencias en servicios.	Mantener infraestructura y servicios en condiciones adecuadas; atender oportunamente fallas, residuos, fugas o molestias; conservar áreas comunes y aplicar controles operativos para reducir afectaciones al entorno.
Servicios	Servicios e infraestructura	OP–Ocupación de viviendas. OP–Mantenimiento de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. OP–Manejo de residuos. OP–Manejo de aguas residuales. OP–Abastecimiento y consumo de agua.	Demanda permanente de agua, energía, manejo de aguas residuales, gestión de residuos y demás servicios requeridos durante la operación.	Aplicar mantenimiento preventivo; reparar fugas; promover uso eficiente del agua; mantener instalaciones hidráulicas y sanitarias funcionales y coordinar el manejo de residuos con los servicios disponibles.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Servicios	Vialidades y acceso	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento. A–Retiro de instalaciones. A–Demolición y retiro de materiales.	Incremento permanente del tránsito durante la operación y temporal durante un eventual cierre.	Organizar accesos y estacionamientos; controlar velocidad y maniobras; mantener señalización y evitar obstrucciones a las vialidades del entorno. En cierre, programar transporte de materiales para reducir interferencias.
Servicios	Interacción de las comunidades	OP–Tránsito vehicular y estacionamiento.	Mayor interacción entre residentes, visitantes, prestadores de servicios y población de Bahía de Kino.	Mantener accesos funcionales y seguros; reducir molestias por tránsito y ruido y atender oportunamente situaciones que puedan afectar la convivencia con el entorno urbano.
Economía	Economía regional, empleo y actividades	OP–Ocupación de viviendas. OP–Mantenimiento. OP–Operación de áreas comunes y servicios.	Generación de demanda de servicios, mantenimiento, comercio y empleo durante la operación.	Favorecer, cuando resulte viable, la contratación de servicios y mano de obra disponible en la región; mantener condiciones adecuadas de operación y mantenimiento del desarrollo.
Gestión ambiental	Normatividad ambiental	OP–Manejo de residuos. OP–Manejo y conducción de aguas residuales. A–Monitoreo posterior al cierre.	Riesgo de incumplimiento de obligaciones ambientales durante la operación o eventual cierre.	Mantener registros, bitácoras y documentación de cumplimiento; verificar periódicamente el manejo de residuos, aguas residuales, vegetación y demás medidas aplicables.
Gestión ambiental	Manejo y administración del riesgo ambiental	OP–Mantenimiento de instalaciones. OP–Manejo de residuos. OP–Manejo de aguas residuales. A–Monitoreo posterior al cierre.	Riesgo de contingencias por fugas, derrames, fallas de instalaciones o manejo inadecuado de residuos.	Mantener procedimientos de respuesta, materiales de contención, mantenimiento preventivo y capacitación del personal responsable. Documentar y corregir cualquier incidente ambiental.
Gestión ambiental	Seguimiento ambiental del Proyecto	Operación y mantenimiento. A–Retiro de instalaciones, estabilización y monitoreo posterior al cierre.	Necesidad de verificar de manera continua la eficacia de las medidas y la evolución de los impactos residuales.	Aplicar el PVA mediante inspecciones, registros fotográficos, bitácoras, seguimiento de vegetación y reforestación, revisión del manejo pluvial, manejo de residuos, funcionamiento de instalaciones hidráulicas y sanitarias y documentación de las acciones correctivas implementadas.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Seguimiento y control (monitoreo)

El seguimiento y control constituye el eje operativo del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y tiene como finalidad verificar, de manera sistemática y documentada, que las obras y actividades del Proyecto se desarrollen conforme a lo evaluado y autorizado, que las medidas de prevención, mitigación, control y compensación se apliquen oportunamente y que su efectividad sea suficiente para reducir los impactos ambientales identificados.

El seguimiento combinará inspecciones de campo, revisión documental, monitoreo de indicadores y registro de evidencias, con énfasis en los componentes que presentan impactos severos, críticos, residuales, acumulativos o sinérgicos. Entre los principales aspectos a verificar se incluirán el control de polvo y ruido, condiciones del suelo, presencia de erosión, funcionamiento de escurrimientos, condiciones de las superficies intervenidas y estabilizadas, manejo de residuos y aguas residuales, prevención de derrames, protección de flora y fauna, mantenimiento de áreas verdes, desempeño de la reforestación de 1 ha dentro del AI y condiciones generales del paisaje.

La supervisión ambiental deberá mantener bitácoras, registros fotográficos, listas de verificación, comprobantes de manejo de residuos, registros de mantenimiento, evidencias de rescate y reubicación de fauna y documentación de las acciones correctivas implementadas. Cuando se detecten desviaciones, incumplimientos o una eficacia menor a la prevista, se establecerán medidas correctivas y se verificará posteriormente su cumplimiento.

El esquema de seguimiento tendrá carácter adaptativo, de manera que la frecuencia o intensidad de las acciones de control pueda ajustarse cuando los resultados obtenidos indiquen la necesidad de reforzar alguna medida. Durante la operación y mantenimiento, el monitoreo se concentrará particularmente en el funcionamiento de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, el uso eficiente del agua, el funcionamiento de los biodigestores y manejo de las aguas residuales, la gestión de residuos, el mantenimiento de la vegetación y áreas comunes, el tránsito vehicular, la calidad paisajística y la evolución de los impactos residuales identificados.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla IV. 50 Tabla de seguimiento y control del proyecto

Componente / Factor	Etapa y actividades asociadas	Indicador verificable (control)	Método de seguimiento	Frecuencia	Criterio de cumplimiento / umbral de control	Evidencia / registro	Responsable
Atmósfera / Calidad del aire	**P y C:** Preliminares; limpieza y deshierbe; acondicionamiento y nivelación; excavaciones; cimentaciones; edificación; transporte de materiales y personal.	Presencia de polvo visible; emisiones anormales de maquinaria; condiciones de limpieza.	Recorridos en campo; inspección visual; revisión de mantenimiento de equipos.	Semanal y durante actividades intensivas o episodios de viento.	Ausencia de emisiones persistentes de polvo fuera del frente de trabajo; maquinaria sin emisiones visibles anormales; aplicación de humectación cuando resulte necesaria.	Bitácora; lista de verificación; fotografías; registros de mantenimiento.	Supervisor ambiental / contratista.
Atmósfera / Calidad del aire	**OP:** Tránsito vehicular y estacionamiento; mantenimiento de edificaciones e infraestructura.	Emisiones visibles; generación de polvo durante mantenimiento; funcionamiento adecuado de vehículos y equipos.	Inspección visual durante actividades de mantenimiento.	Durante mantenimiento y cuando se presenten incidencias.	Sin generación recurrente de polvo ni emisiones anormales atribuibles a las actividades del Proyecto.	Bitácora y evidencia fotográfica.	Responsable ambiental del Proyecto.
Atmósfera / Ruido y vibraciones	**P y C:** Excavaciones; cimentaciones; edificación; instalaciones; transporte de materiales y personal.	Horarios de trabajo; estado de silenciadores; quejas o incidencias por ruido.	Recorridos; revisión de horarios y equipos; registro de incidencias.	Semanal.	Actividades de mayor emisión sonora realizadas preferentemente en horario diurno; equipos con silenciadores funcionales; ausencia de quejas recurrentes no atendidas.	Bitácora; checklist; registro de incidencias.	Supervisor ambiental / contratista.
Atmósfera / Ruido y vibraciones	**OP:** Tránsito vehicular; mantenimiento de	Eventos recurrentes de ruido;	Inspección y registro de actividades de mantenimiento.	Durante mantenimientos	Sin actividades de alta emisión sonora fuera de	Reportes y fotografías.	Responsable ambiental.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	infraestructura; operación de áreas comunes.	funcionamiento de equipos.		y por incidencia.	horarios establecidos; medidas correctivas aplicadas cuando corresponda.		
Geología / Relieve y estabilidad superficial	**C:** Acondicionamiento; nivelación; excavaciones; cimentaciones.	Excavaciones fuera del área prevista; irregularidades, depresiones o acumulaciones inestables.	Inspección visual de frentes y comparación con áreas autorizadas.	Semanal durante movimientos de tierra.	Intervención limitada a las superficies proyectadas; excavaciones estabilizadas y superficies reconformadas al concluir los trabajos.	Bitácora; fotografías antes-durante-después.	Supervisor ambiental / residente de obra.
Suelo / Calidad del suelo	**P y C:** Acondicionamiento; excavaciones; tránsito de maquinaria; manejo de materiales y residuos.	Manchas, derrames, residuos dispersos; circulación fuera de áreas autorizadas.	Inspección de frentes, sitios de almacenamiento y áreas de maquinaria.	Semanal y posterior a cualquier incidente.	Cero derrames sin atender; residuos confinados; ausencia de contaminación visible; tránsito restringido a áreas de trabajo.	Checklist; bitácora; fotografías; comprobantes de disposición.	Supervisor ambiental / contratista.
Suelo / Erosión	**P y C:** Limpieza; acondicionamiento; excavaciones; superficies temporalmente expuestas.	Evidencias de deflación, arrastre de suelo, surcos o acumulación de sedimentos.	Inspección visual, particularmente después de lluvias o vientos intensos.	Semanal y posterior a eventos meteorológicos relevantes.	Sin procesos erosivos activos que se extiendan fuera de las superficies intervenidas; aplicación inmediata de estabilización cuando se detecten.	Bitácora; fotografías comparativas; registro de medidas correctivas.	Supervisor ambiental.
Suelo / Compactación	**P y C:** Tránsito de maquinaria y vehículos; acondicionamiento de superficies.	Circulación fuera de rutas establecidas; compactación de superficies	Inspección visual y control de rutas.	Semanal.	Maquinaria y vehículos restringidos a las rutas y áreas de trabajo definidas; ausencia de	Checklist; fotografías.	Supervisor ambiental / residente.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

		destinadas a vegetación.			compactación innecesaria fuera de las superficies requeridas por las obras.		
Agua superficial y subterránea / Escurrimientos y patrón de drenaje	**C:** Nivelación; excavaciones; edificación; áreas comunes.	Obstrucciones, encharcamientos, concentraciones de flujo, arrastre de materiales.	Recorridos de inspección y revisión posterior a eventos de lluvia.	Semanal durante construcción y posterior a lluvias relevantes.	Trayectorias de escurrimiento libres; ausencia de obstrucciones, erosión localizada o encharcamientos atribuibles a materiales o residuos de obra.	Bitácora; fotografías; reporte posterior a lluvias.	Supervisor ambiental / residente.
Agua superficial y subterránea / Infiltración local	**C y OP: acondicionamiento, cimentaciones, edificación, áreas comunes y operación del Proyecto**.	Condiciones de las superficies intervenidas, funcionamiento del manejo pluvial y ausencia de ocupaciones o modificaciones adicionales no contempladas en el Proyecto.	Inspección visual de las superficies del AP y verificación del funcionamiento del sistema de manejo pluvial.	Mensual durante construcción y semestral en operación.	Ausencia de ocupaciones adicionales no previstas; sistema de manejo pluvial funcional y sin obstrucciones. Para efectos de la evaluación ambiental se mantiene como referencia una reducción permanente de la infiltración potencial de aproximadamente **1.47 m³/año** respecto de la condición actual.	Bitácora, registro fotográfico y reportes de inspecció.	Responsable ambiental / administración del desarrollo.
Calidad del agua / SST	**P y C:** Excavaciones; acondicionamiento; almacenamiento de materiales.	Arrastre de sedimentos; materiales depositados en zonas de escurrimiento.	Inspección visual y recorridos posteriores a lluvia.	Semanal y posterior a lluvias.	Sin arrastre relevante de sedimentos fuera del AP; acopios fuera de	Bitácora; fotografías.	Supervisor ambiental.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

					trayectorias de escurrimiento.		
Calidad del agua / Grasas y aceites	**P y C:** Operación de maquinaria y vehículos; manejo de sustancias y residuos. **OP:** Mantenimiento.	Manchas, fugas, película iridiscente, almacenamiento inadecuado de aceites o absorbentes.	Inspección en sitio y revisión de manejo de residuos.	Semanal en construcción y durante mantenimiento en operación.	Cero descargas de aceites, combustibles o sustancias contaminantes al suelo, subsuelo o escurrimientos; fugas y derrames atendidos inmediatamente; residuos contaminados manejados conforme a su clasificación.	Bitácora; reporte de incidente; fotografías; comprobantes o manifiestos.	Supervisor ambiental / responsable ambiental.
Residuos / RSU, manejo especial y peligrosos	**P, C y OP:** Generación y almacenamiento de residuos.	Segregación; recipientes adecuados; residuos dispersos; frecuencia de retiro.	Inspección de áreas de almacenamiento y revisión documental.	Semanal durante obra; mensual en operación.	Residuos confinados, identificados y retirados oportunamente; ausencia de disposición sobre suelo o áreas no autorizadas.	Bitácora; fotografías; comprobantes de recolección y disposición.	Supervisor ambiental / administración .
Aguas residuales / Manejo y tratamiento	**C: servicios sanitarios durante la obra. OP: generación de aguas residuales sanitarias, conducción hacia biodigestores, operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento.** .	Fugas, derrames, olores anormales, fallas de conducción o tratamiento, condiciones de operación de los biodigestores y manejo de lodos .	Inspección visual y revisión de registros de operación, mantenimiento y retiro de lodos .	Durante construcción: semanal. Durante operación: mensual y cuando se presente alguna incidencia .	Ausencia de descargas de aguas residuales al suelo, subsuelo, escurrimientos, Laguna La Cruz o medio marino; biodigestores en condiciones funcionales; fallas atendidas oportunamente y lodos retirados mediante	Bitácora, reportes de mantenimiento, registros de retiro de lodos, comprobantes correspondientes y evidencia fotográfica .	Responsable ambiental / administración .

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

					prestadores autorizados. .		
Flora / Cobertura y diversidad	**P y C:** Limpieza y remoción puntual; paisajismo. **OP:** Mantenimiento de áreas verdes.	Superficie intervenida; condición de la cobertura vegetal; establecimiento y mantenimiento de la vegetación utilizada en las áreas de paisajismo.	Inspección directa y registro fotográfico comparativo.	Durante intervención y trimestral durante establecimiento .	Remoción limitada a las superficies requeridas por las obras; mantenimiento adecuado de la vegetación establecida y reposición cuando resulte necesaria	Bitácora; fotografías; registro de plantación y mantenimiento.	Supervisor ambiental / especialista.
Fauna / Distribución y especies de interés	**P y C:** Limpieza; excavaciones; presencia de maquinaria.	Registro de ejemplares observados, ahuyentados, rescatados o reubicados, incluyendo cualquier eventual registro de especies en categoría de riesgo que ingresen a los frentes de obra.	Inspección previa de frentes y excavaciones; registro de rescates.	Antes de intervenir cada frente y durante actividades de riesgo.	Cero afectaciones deliberadas; rescate de ejemplares que no puedan desplazarse por sí mismos; excavaciones inspeccionadas antes de continuar labores.	Fichas de rescate; fotografías; bitácora.	Personal calificado / supervisor ambiental.
Reforestación en AI	**Establecimiento y mantenimiento de 1 ha dentro del AI, en un sector seleccionado por presentar una cobertura vegetal inicial aproximada de 0 a 5 %.**	Superficie reforestada; especies utilizadas; supervivencia; reposición; evolución de cobertura.	Inspección directa, conteo de ejemplares y registro fotográfico.	AI establecimiento ; trimestral durante el primer año y posteriormente conforme al programa.	Superficie de 1 ha establecida; supervivencia compatible con las metas del programa y reposición de pérdidas cuando corresponda.	Fichas de campo; fotografías; planos; registros de mantenimiento.	Responsable ambiental / especialista en vegetación.
Paisaje / Visibilidad, calidad y	**P y C:** Frentes de obra, acopios, edificación y paisajismo. **OP:**	Orden y limpieza; residuos visibles; estado de vegetación;	Inspección visual y registro fotográfico comparativo.	Semanal en construcción; trimestral en operación.	Frentes sin residuos dispersos; acopios	Checklist; fotografías antes-durante-después.	Supervisor ambiental / administración .

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

fragilidad visual	Mantenimiento de edificaciones y áreas verdes.	superficies deterioradas.			controlados; superficies terminadas acondicionadas; áreas verdes y elementos exteriores en condiciones adecuadas.		
Servicios / Abastecimiento y consumo de agua	**OP:** Ocupación de viviendas; mantenimiento de instalaciones; áreas comunes.	Fugas; mantenimiento de instalaciones; consumos disponibles cuando se cuente con registros.	Inspección de instalaciones y revisión de registros de mantenimiento/consumo.	Mensual.	Ausencia de fugas persistentes; reparación oportuna; aplicación de prácticas de uso eficiente del agua.	Bitácora; reportes de mantenimiento y consumo disponibles.	Administración / responsable ambiental.
Vialidades y acceso / Tránsito	**C y OP:** Transporte de materiales y personal; tránsito vehicular y estacionamiento.	Obstrucciones, maniobras inseguras, velocidad y condiciones de accesos.	Inspección visual y registro de incidencias.	Durante transporte intensivo y periódicamente en operación.	Accesos funcionales; ausencia de obstrucciones recurrentes; cumplimiento de señalización y control interno de velocidad.	Bitácora; fotografías; registro de incidencias.	Residente / administración.
Gestión ambiental / Cumplimiento y medidas correctivas	**Todas las etapas.**	Número de desviaciones; acciones correctivas abiertas/cerradas; cumplimiento de medidas y condicionantes.	Auditoría interna de bitácoras, evidencias y recorridos de verificación.	Mensual durante obra y conforme al PVA durante operación.	Toda desviación con acción correctiva definida, responsable y fecha de atención; ausencia de incumplimientos recurrentes.	Matriz de seguimiento; informes; bitácoras; registros fotográficos.	Responsable ambiental del Proyecto.
Cierre hipotético / Estabilidad y restauración	**A:** Retiro de instalaciones; demolición; estabilización y	Residuos remanentes; estabilidad del terreno; erosión;	Recorridos de verificación y comparación fotográfica.	Durante las actividades y posteriormente conforme al programa	Sitio libre de residuos; superficies estables; ausencia de	Informe de cierre; fichas de sitio; fotografías y reportes de monitoreo.	Responsable ambiental / especialista.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

	restauración; monitoreo posterior.	establecimiento vegetal.	específico de cierre.	erosión activa significativa; establecimiento progresivo de vegetación donde corresponda.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Con base en la evaluación realizada para el Proyecto, los impactos ambientales identificados presentan diferente magnitud, duración y permanencia. Una parte importante de los efectos asociados con la preparación del sitio y construcción es **temporal, localizada y susceptible de prevención o mitigación**; sin embargo, también se identificaron impactos **severos y críticos**, así como efectos residuales vinculados con la transformación permanente de superficies dentro del AP.

Los principales impactos adversos permanentes se relacionan con el **cambio de uso y sellamiento del suelo, modificación localizada de la infiltración y de los microescurrimientos, compactación, transformación del paisaje y demanda de agua durante la operación**. Estos efectos se concentran principalmente dentro del AP y no implican una modificación generalizada de la estructura ambiental de la RE.

Respecto del componente biológico, las afectaciones se concentran en la remoción de la cobertura vegetal herbácea existente, la perturbación temporal de fauna y el riesgo de interacción de ejemplares con los frentes de obra durante las actividades iniciales y excavaciones. Dentro del AP únicamente se registraron *Dipsosaurus dorsalis* y *Quiscalus mexicanus*, ninguna de ellas incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, debido al registro de *Callisaurus draconoides*, especie Amenazada (A), dentro del AI y la RE, se mantendrán medidas de inspección previa, ahuyentamiento, rescate y reubicación cuando corresponda. El establecimiento de vegetación en las áreas destinadas a paisajismo y la reforestación de **1 ha dentro del AI** complementarán las medidas previstas para el componente biológico.

Las medidas de prevención, mitigación, control y compensación propuestas se orientan a disminuir la magnitud de los impactos identificados, evitar afectaciones fuera de las áreas requeridas, controlar emisiones, ruido, erosión, residuos y derrames, mantener funcional el manejo pluvial, proteger la flora y fauna y dar seguimiento a los impactos residuales durante la operación.

En términos generales, el Proyecto mantiene sus efectos directos principalmente dentro del AP, mientras que en el AI y la RE predominan efectos indirectos y acumulativos asociados con el contexto urbano existente. El Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar la aplicación y eficacia de las medidas, establecer acciones correctivas cuando sean necesarias y mantener evidencia documental del cumplimiento ambiental del Proyecto.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXOS. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Formatos de presentación

Planos definitivos

Se presenta en el Anexo 4 Plano del proyecto

Fotografías

Ver Anexo 8. Memoria fotográfica del proyecto

Videos

Otros Anexos

Anexo 1. Acta constitutiva y poder.

Anexo 2. Título de propiedad.

Anexo 3. Copia de alta del SAT.

Anexo 4. Plano del proyecto y estudios.

Anexo 5. Planes y programas.

Anexo 6. Shapes y kml

Anexo 7. Memorias de calculo

Anexo 8. Memoria fotográfica

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

BIBLIOGRAFIA.

Brown, D. E. (1994). *Biotic communities: Southwestern United States and northwestern Mexico*. University of Utah Press.

Canter, L. W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental* (2.ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana de España.

Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora. (2018). *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora: Reporte final*. CEDES.

Comisión Nacional del Agua. (2008). *Estudio hidrológico del estado de Sonora*. CONAGUA.

Comisión Nacional del Agua. (2023). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Costa de Hermosillo (2619), estado de Sonora*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas.

Comisión Nacional del Agua. (2023). *Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos*. *Diario Oficial de la Federación*.

Comisión Nacional del Agua, & Servicio Meteorológico Nacional. (2026). *Normales climatológicas 1991–2020: Estación climatológica 26082 San Isidro, Hermosillo, Sonora*. CONAGUA.

Comisión Nacional Forestal. (2010). *Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales*. CONAFOR.

Comisión Nacional Forestal. (2013). *Restauración de ecosistemas forestales: Guía básica para comunicadores*. CONAFOR.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2019). *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*. CONABIO.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2023). *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*. CONABIO.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s. f.). *Regionalización hidrológica*. CONABIO.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s. f.). *Regionalización marina*. CONABIO.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s. f.). *Regionalización terrestre*. CONABIO.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Comisión Técnica Consultiva para la Determinación del Coeficiente de Agostadero. (1974). *Tipos de vegetación del estado de Sonora: Brigada No. 1 Sonora*. Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Comisión Técnica Consultiva para la Determinación del Coeficiente de Agostadero. (1989). *Manual de los tipos de vegetación para el estado de Sonora*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Conesa Fernández-Vítora, V. (1995). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (2.ª ed.). Mundi-Prensa.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (s. f.). *Apéndices I, II y III de la CITES*. Secretaría de la CITES.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). *Status of the world's soil resources: Main report*. FAO.

García, E. (1989). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana* (4.ª ed.). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

Gobierno del Estado de Sonora. (2021). *Plan Estatal de Desarrollo 2021–2027*. Gobierno del Estado de Sonora.

H. Ayuntamiento de Hermosillo. (2025). *Plan Municipal de Desarrollo de Hermosillo 2025–2027*. H. Ayuntamiento de Hermosillo.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1981). *Carta edafológica, escala 1:250 000*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1981). *Carta geológica, escala 1:250 000*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1981). *Carta de hidrología superficial, escala 1:250 000*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1981). *Carta de hidrología subterránea, escala 1:250 000*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1993). *Estudio hidrológico del estado de Sonora*. INEGI & Gobierno del Estado de Sonora.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2001). *Diccionario de datos de hidrología superficial, escala 1:250 000*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). *Conjunto de datos de erosión del suelo, escala 1:250 000, serie I*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). *Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo, escala 1:250 000, serie I*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). *Conjunto de datos vectoriales edafológicos, escala 1:250 000, serie II*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). *Conjunto de datos vectoriales de fisiografía, escala 1:1 000 000*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). *Conjunto de datos vectoriales de hidrología superficial, escala 1:250 000, serie I*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). *Conjunto de datos vectoriales geológicos, escala 1:250 000*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). *Continuo de Elevaciones Mexicano*. INEGI.

International Union for Conservation of Nature. (2022). *The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN.

IUSS Working Group WRB. (2015). *World reference base for soil resources 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps* (Update 2015). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact* (Geological Survey Circular 645). U.S. Geological Survey.

Montes León, M. A. L., Uribe Alcántara, E. M., & García Celis, E. (2011). Mapa nacional de erosión potencial. *Tecnología y Ciencias del Agua, 2*(1), 5–17. Tecnología y ciencias del agua

Moreno, C., Weaver, A., Bourillón, L., Torre, J., Égido, J., & Rojo, M. (2005). *Diagnóstico ambiental y socioeconómico de la región marina-costera de Bahía de Kino, Isla Tiburón, Sonora, México: Documento de trabajo y discusión para promover un desarrollo sustentable*. Comunidad y Biodiversidad, A. C.

Morgan, R. P. C. (2005). *Soil erosion and conservation* (3rd ed.). Blackwell Publishing.

Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons.

Ordóñez-Gálvez, J. J. (2011). *Balance hídrico superficial*. Sociedad Geográfica de Lima.

Rau, J. G., & Wooten, D. C. (1980). *Environmental impact analysis handbook*. McGraw-Hill.

Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2005). *Estimación de la erosión del suelo*. SAGARPA.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2000). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental*. *Diario Oficial de la Federación*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental—Especies nativas de México de flora y fauna*

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

silvestres—Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio—Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Modificación al numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición*. *Diario Oficial de la Federación*.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, conservación del recurso agua—Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*. *Diario Oficial de la Federación*.

Servicio Geológico Mexicano. (2018). *Cartografía geológica de la Costa de Hermosillo*. GeoInfoMex.

Shreve, F., & Wiggins, I. L. (1964). *Vegetation and flora of the Sonoran Desert* (Vols. 1–2). Stanford University Press.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning* (Agriculture Handbook No. 537). U.S. Department of Agriculture.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXO 1. ACTA CONSTITUTIVA Y PODER DEL REPRESENTANTE LEGAL.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXO 2. TITULO DE PROPIEDAD.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXO 3. COPIA DE ALTA DEL SAT.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXO 4. PLANO DEL PROYECTO Y ESTUDIOS

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXO 5. PLANES Y PROGRAMAS

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXO 6. SHAPES Y KML

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXO 7. MEMORIAS DE CALCULO

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

ANEXO 8. MEMORIA FOTOGRÁFICA

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG