XICARÚ
RESORTS

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL SECTOR TURÍSTICO MODALIDAD: PARTICULAR CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL HOTEL XICARÚ MANDINGA

Alvarado, Veracruz

XICARÚ RESORTS
S.A. DE CV.

Xicaru Resorts S.A. DE C.V.
RFC: XRE2506215S0

Emparan #536, Veracruz, Centro, 91700
tel. 228 177 8471
xicaruchachalacas@gmail.com

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 9

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO: 9
I.1.1 Nombre del proyecto 9
I.1.2 Ubicación del proyecto 9
I.1.3 Duración del proyecto 14
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 16
I.2.1 Nombre o razón social 16
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 16
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 16
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificación 16
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio 16

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 17

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 17
II.1.1 Naturaleza del proyecto 17
II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto 17
II.1.3 Inversión requerida 25
II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 25
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 27
II.2.1. Programa de trabajo 30
II.2.2 Representación gráfica local 32
II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción 35
II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento 53
II.2.5 Etapa de abandono del sitio 56
II.2.6 Utilización de explosivos 56
II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 56
II.2.7. Generación de gases efecto invernadero 62
II.2.7.1. Generará gases efecto invernadero 65
II.2.7.2. Por cada gas de efecto invernadero, estime la cantidad emitida. 66
II.2.7.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto 68

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 70

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 70
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental 70
Normas Oficiales Mexicanas 71
Áreas Naturales Protegidas 74
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 75
Programa De Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 83
Plan Veracruzano de Desarrollo 2025-2030. 98
Plan Municipal de Desarrollo Alvarado 2022-2025. 100
Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Alvarado, Ver 101

Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Ver. 102

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 104

Delimitación del área de influencia del proyecto 104
Delimitación del sistema ambiental 104
IV. 3.1 Caracterización y análisis del sistema ambiental 106
IV.3.1.1 Medio abiótico 107
a) Clima y fenómenos meteorológicos 107
b) Geología y Estratigrafía 111
c) Suelos: 115
d) Agua 121
e) Caracterización de la Zona Marina y Litoral 123
IV. 3.1.2 Medio biótico. 129
Inventario de Flora (Vegetación) 129
Vegetación de manglar 135
Inventario de Fauna 149
IV. 3.1.3 Medio socioeconómico 165
Demografía y Población 165
IV. 3.1.4 Paisaje 170
IV.3.2 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (SA) 172

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 174

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 174
V.2. Caracterización de los impactos 176
V.2.1. Indicadores de impacto 179
Resultados 181

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 210

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 210
VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 210
Diagnóstico 210
Estrategia de Restauración 211
Acciones y Líneas de Acción 211
Conservación y restauración de suelos 212
Restauración de la cubierta vegetal y reforestación 212
Conservación y recuperación de la fauna silvestre 212
Gestión integral del recurso hídrico 212
Educación ambiental y participación comunitaria 212
Programación y Metas 213
Cronograma de Actividades 213
Metas e Indicadores de Cumplimiento 214
Meta de Conservación de Suelo y Agua 214
Meta de Restauración Vegetal 214
Meta de Protección de Fauna 214
Meta de Responsabilidad Social 214

Evaluación de Resultados 214
Mecanismos de Financiamiento 215
Asignación Presupuestaria 215
Fuente y Administración de Recursos 215
VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) 215
Sistema de Monitoreo Ambiental 216
Indicadores de Desempeño y Medios de Verificación 216
Informes de Evaluación de Resultados 216
Medidas de mitigación específicas y detalladas 217

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 228

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 229
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 230
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 233
VII.4. Pronóstico ambiental. 235
VII.5 Conclusiones 236

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 237

VIII.1 Presentación de la información 237
VIII.1.1 Cartografía 237
VIII.1.2 Fotografías 260

CONCLUSIÓN 268

GLOSARIO 270

BIBLIOGRAFÍA 271

Índice de Tablas

Tabla I. 1. Cronograma del Proyecto 14
Tabla II. 1. Cuadro de construcción, terreno, superficie 752.50 m² 22
Tabla II. 2. Cuadro de construcción, vialidad de acceso (ya existente), superficie 162.48 m² 23
Tabla II. 3. Cuadro de construcción, desplante del hotel, superficie 361.00 m² 23
Tabla II. 4. Tabla resumen del Proyecto Arquitectónico 34
Tabla II. 5. Cronograma de Preparación del sitio 35
Tabla II. 6. Cronograma de Etapa de Construcción 40
Tabla II. 7. Modelos y capacidades de manejo por usuarios 42
Tabla II. 8. Cronograma de Etapa de Operación y Mantenimiento 53
Tabla II. 9. Generación de Gas de Efecto Invernadero (GEI) 67

Tabla III. 1. Vinculación con el POEGT 76
Tabla III. 2. Vinculación con el POEMRGMMC 83
Tabla III. 3. Vinculación con el POEMRGMMC, acciones específicas 90
Tabla III. 4. Vinculación con el PVD 99

Tabla IV. 1. Proyección de Variaciones de Temperatura para el año 2025 (Región Mandinga-Alvarado) 107
Tabla IV. 2. Proyección de Precipitación Mensual para el año 2025 (Región Mandinga)..... 109
Tabla IV. 3. Caracterización Física de las Masas de Agua 124
Tabla IV. 4. Listado de la composición florística registrada dentro del polígono de 2.7 ha, referido como el área de estudio. Símbolos y abreviaturas: FB = forma biológica; 1 = Manglar; 2 = Vegetación secundaria de acahual; y 3 = Pastizal. 132
Tabla IV. 5. Muestra el análisis del índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato arbóreo que se encontró conformando a la vegetación de manglar. 137
Tabla IV. 6. Análisis del índice de valor de importancia (IVI) de las especies arbóreas que conformaron a la vegetación de manglar. 138
Tabla IV. 7. Análisis del índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato arbustivo registrado dentro de la vegetación de manglar. 138
Tabla IV. 8.Análisis del índice de valor de importancia (IVI) de las especies arbustivas presentes dentro de la vegetación de manglar. 138
Tabla IV. 9. Análisis del índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato herbáceo registrado dentro de la vegetación de manglar. 139
Tabla IV. 10. Análisis del índice de valor de importancia (IVI) de las especies herbáceas presentes dentro de la vegetación de manglar. 139
Tabla IV. 11. Índice de diversidad de Shannon del estrato arbóreo registrado en la vegetación secundaria de acahual..... 140
Tabla IV. 12. Índices de valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo encontrado en la vegetación de acahual. 140
Tabla IV. 13.Índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato arbustivo que conformó a la vegetación de acahual. 141
Tabla IV. 14. Índice de valor de importancia (IVI) del estrato arbustivo presente en la vegetación de acahual. 141
Tabla IV. 15. Índice de diversidad de Shannon del estrato herbáceo registrado en la vegetación secundaria de acahual. 141
Tabla IV. 16.índice de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo de la vegetación secundaria de acahual. 142
Tabla IV. 17. Índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato herbáceo de la vegetación de pastizal. 142
Tabla IV. 18. Muestra los índices de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo en la vegetación de pastizal. 143
Tabla IV. 19. Clase Magnoliopsida, orden Alismatales..... 143
Tabla IV. 20.. Clase Magnoliopsida, orden Asterales 143
Tabla IV. 21. Clase Magnoliopsida, orden caryophyllales 144
Tabla IV. 22. Clase Magnoliopsida, orden Commelinales 144
Tabla IV. 23. Clase Magnoliopsida, orden Fabales 144
Tabla IV. 24. Clase Magnoliopsida, orden Gentianales..... 145
Tabla IV. 25. Clase Magnoliopsida, orden Lamiales..... 145
Tabla IV. 26. Clase Magnoliopsida, orden Magnoliales..... 145
Tabla IV. 27. Clase Magnoliopsida, orden Malpighiales..... 145

Tabla IV. 28. Clase Magnoliopsida, orden Malvales 146
Tabla IV. 29. Clase Magnoliopsida, orden Myrtales 146
Tabla IV. 30.Clase Magnoliopsida, orden Poales 147
. Tabla IV. 31.Clase Magnoliopsida, orden Rosales 147
Tabla IV. 32. Clase Magnoliopsida, orden Sapindales 148
Tabla IV. 33.Clase Magnoliopsida, orden Solanales 148
Tabla IV. 34. Clase Magnoliopsida, orden Vitales 148
Tabla IV. 35. Clase Polypodiopsida, orden Polypodiales 148
Tabla IV. 36. Riqueza de familias y géneros de anfibios en el área de estudio. 154
Tabla IV. 37. Familias y géneros de reptiles en el área analizada. 154
Tabla IV. 38. Familias y géneros de aves con mayor riqueza en el área de estudio. 155
Tabla IV. 39. Riqueza taxonómica de mamíferos en el área de estudio y zona circundante. 156
Tabla IV. 40. Clase Amphibia, orden Anura 157
Tabla IV. 41. Clase Reptilia, orden Crocodylia 157
Tabla IV. 42. Clase Reptilia, orden Squamata 157
Tabla IV. 43. Clase Reptilia, orden Testudines 158
Tabla IV. 44. Clase Aves, orden Anseriformes 159
Tabla IV. 45. Clase Aves, orden Cathartiformes 159
Tabla IV. 46. Clase Aves, orden Passeriformes 159
Tabla IV. 47. Clase Aves, orden Pelecaniformes 160
Tabla IV. 48. Clase Aves, orden Psittaciformes 160
.Tabla IV. 49. Clase Mammalia, orden Carnivora 160
Tabla IV. 50. Clase Mammalia, orden Chiroptera 161
Tabla IV. 51. Clase Mammalia, orden Cingulata 161
Tabla IV. 52. Clase Mammalia, orden Didelphimorphia 161
Tabla IV. 53. Clase Mammalia, orden Lagomorpha 162
Tabla IV. 54. Clase Mammalia, orden Pilosa 162
Tabla IV. 55. Clase Mammalia, orden Rodentia 162
Tabla IV. 56. Coordenadas zona de análisis 162
Tabla IV. 57. Coordenadas puntos de muestreo 163
Tabla IV. 58. Coordenadas vértices de eje de transectos 164
Tabla IV. 59. Datos geográficos. 166
Tabla IV. 60. Evolución de la población. 167
Tabla IV. 61. Habitantes principales en localidades. 167
Tabla IV. 62. Población por tamaño de localidad. 167
Tabla IV. 63. Tasa de crecimiento media. 168
Tabla IV. 64. Población por grupos de edad. 168
Tabla IV. 65. Estadísticas vitales 168

Tabla V. 1. Acciones humanas. 176
Tabla V. 2. Factores ambientales. 177
Tabla V. 3. Rango de interacción proyecto-ambiente. 182
Tabla V. 4. Resumen de evaluación de impacto ambiental 182

Tabla VI. 1. Cronograma de actividades, proyecto de restauración 213
Tabla VI. 2.. Asignación presupuestaria 215
Tabla VI. 3.Indicadores de desempeño 216
Tabla VI. 4. Medida de Mitigación/prevención/compensación 1 219
Tabla VI. 5.. Medida de Mitigación/prevención/compensación 2 219
Tabla VI. 6. Medida de Mitigación/prevención/compensación 3 220
Tabla VI. 7. Medida de Mitigación/prevención/compensación 4 220
Tabla VI. 8. Medida de Mitigación/prevención/compensación 5 221
Tabla VI. 9. Medida de Mitigación/prevención/compensación 6 222
Tabla VI. 10. Medida de Mitigación/prevención/compensación 7 223
Tabla VI. 11. Medida de Mitigación/prevención/compensación 8 223
Tabla VI. 12. Medida de Mitigación/prevención/compensación 9 224
Tabla VI. 13. Medida de Mitigación/prevención/compensación 10 224
Tabla VI. 14. Medida de Mitigación/prevención/compensación 11 225
Tabla VI. 15. Medida de Mitigación/prevención/compensación 12 226
Tabla VI. 16. Medidas de Mitigación/prevención/compensación por plazo de aplicación 226

Índice de figuras

Figura I. 1. Ubicación del proyecto 9
Figura I. 2. Vista al suroeste del límite de la propiedad 10
Figura I. 3. Vista al suroeste del límite de la propiedad 10
Figura I. 4. Vista hacia el noroeste de la colindancia este 11
Figura I. 5. Vista hacia el este de la vialidad de entrada desde la Av. Paseo Mandinga 11
Figura I. 6. Vista hacia el sur del acceso al predio. 12
Figura I. 7. Detalle del canal existente 12
Figura I. 8. Vista hacia el suroeste de la Laguna Mandinga 13
Figura I. 9. Colindancia sureste del sitio 13

Figura II. 1. Macrolocalización 18
Figura II. 2. Microlocalización 19
Figura II. 3. construcciones dentro del área del proyecto 19
Figura II. 4. Superficie del Hotel en 2006 de Google Earth 20
Figura II. 5. Superficie del Hotel en 2012 de Google Earth 20
Figura II. 6. Superficie del Hotel en 2023 de Google Earth 21
Figura II. 7. Imagen *in situ* 21
Figura II. 8. Esquema de superficie de áreas verdes y el proyecto 24
Figura II. 9. El proyecto respecto a la línea de la ZOFEMAT 25
Figura II. 10. área de acceso 26
Figura II. 11. El proyecto respecto a la línea de la ZOFEMAT 32
Figura II. 12. Planta Baja del Hotel Xicarú 33
Figura II. 13. Superposición del Hotel Xicarú 34
Figura II. 14. Corte esquema de conexión del sistema de tratamiento 42
Figura II. 15. Esquema de Reactor biológico Rotoplas 43

Figura II. 16. Corte ejemplo constructivo de pozo 45

Figura III. 1. Regionalización Ambiental (biofísica) Nacional..... 79
Figura III. 2. Escenario Contextual: Estado del medio ambiente (2008) 80
Figura III. 3. Escenario Tendencial a corto plazo (2012) 80
Figura III. 4. Escenario Tendencial a mediano plazo (2023) 81
Figura III. 5. Escenario Tendencial a largo plazo (2033) 81
Figura III. 6. . Áreas de Atención Prioritaria del POEGT 82
Figura III. 7.Unidades Biofísica..... 82

Figura IV. 1. Sistema Ambiental 105
Figura IV. 2. Clima del proyecto 108
Figura IV. 3. Incidencia de Fenómenos Hidrometeorológicos Extremos (2020-2025) 111
Figura IV. 4. Geología del Hotel 111
Figura IV. 5.Edafología 113
Figura IV. 6. Hidrología superficial a nivel micro-cuenca..... 114
Figura IV. 7. Hidrología subterránea del proyecto 114
Figura IV. 8. Uso de suelo y vegetación..... 115
Figura IV. 9. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación mediante análisis multiespectral. 118
Figura IV. 10. Caracterización micro-local de coberturas mediante imagen satelital Sentinel-2 (Copernicus/ESA). El cuadro rojo delimita el polígono del proyecto, asentado sobre suelo antropizado y respetando la barrera de manglar colindante). 120
Figura IV. 11. Caracterización micro-local de coberturas mediante imagen satelital Sentinel-2 -3 120
Figura IV. 12. Caracterización micro-local de coberturas mediante imagen satelital Sentinel-2 -4 121
Figura IV. 13. Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal más cercana al proyecto..... 125
Figura IV. 14. Área Natural Protegida (ANP) de carácter Estatal más cercana al proyecto 126
Figura IV. 15. Región Prioritaria Marina más cercana al proyecto 127
Figura IV. 16. El proyecto fuera del Área de Conservación de las Aves..... 127
Figura IV. 17. Sitios Ramsar cercanos del proyecto 128
Figura IV. 18. Polígono del área de estudio donde se llevaron a cabo actividades para la caracterización de la vegetación. 132
Figura IV. 19. Transectos dentro del Manglar..... 134
Figura IV. 20. Medición del DAP, como parte de la evaluación de la estructura de los individuos de mangle blanco registrados dentro de dos fragmentos de vegetación de manglar. 135
Figura IV. 21. Conteo de plántulas de mangle blanco que se encontraron presentes en dos de los transectos..... 136
Figura IV. 22. Toma de coordenadas y marcaje de los transectos (izquierda), medición del DAP de un individuo de mangle negro (centro) y conteo de especies herbáceas por método de cuadrante (derecha). 136
Figura IV. 23. Raíces de mangle rojo (*R. mangle*) en forma de zancos (izquierda) y frutos en forma de lapicero (derecha). Especie en categoría de Amenazadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 137

Figura V. 1. Proceso y metodología de evaluación 176

Figura V. 2. Valorización de impactos 176
Figura V. 3. Impactos identificados 183
Figura V. 4**.Comportamiento esperado del proyecto** 184

Figura VI. 1**.** Malla de criba y ejemplo de montaje en colindancias 227

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

I.1. Datos generales del proyecto:

I.1.1 Nombre del proyecto

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL HOTEL XICARÚ MANDINGA

I.1.2 Ubicación del proyecto

El Hotel Xicarú Mandinga se ubicará en la calle Paraíso, C.P. 95266, en la localidad de Mandinga y Matoza, municipio de Alvarado, Veracruz.

- **Coordenadas:** 19° 02' 56.20" Norte y 96° 04' 35.01" Oeste.
- **Proximidad estratégica a la Laguna de Mandinga:** El proyecto se desarrollará a escasos metros del cuerpo lagunar, un enclave que le otorgará vistas panorámicas excepcionales y una integración natural con las actividades acuáticas de la zona.

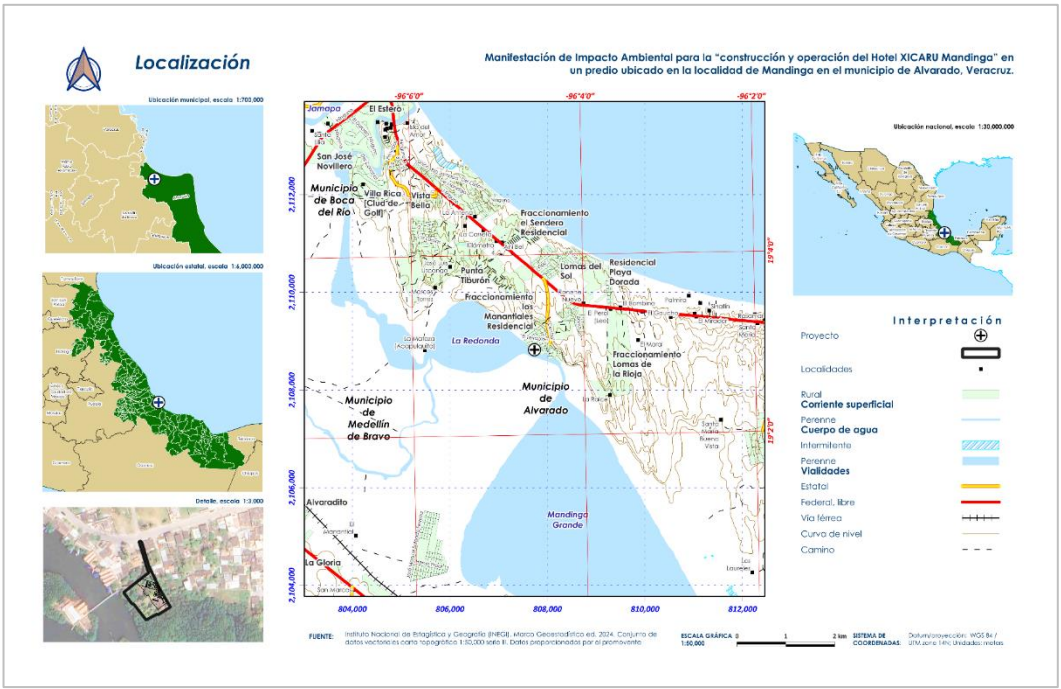


Figura I. 1. Ubicación del proyecto

El polígono del proyecto, que abarca una superficie total de 752.50 m^2, en las Figuras I. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se observan las áreas colindantes.

Dada la información cartográfica y de ubicación básica, este el polígono se encuentra inmerso dentro entre el área urbana, pastizal, así como al suroeste del ecosistema de manglares correspondiente al

sistema lagunar de Mandinga y Matosa, por lo que dicha colindancia constituye un área de alta sensibilidad ecológica.





Figura I. 2. Vista al suroeste del límite de la propiedad





Figura I. 3. Vista al suroeste del límite de la propiedad





Figura I. 4. Vista hacia el noroeste de la colindancia este





Figura I. 5. Vista hacia el este de la vialidad de entrada desde la Av. Paseo Mandinga





Figura I. 6. Vista hacia el sur del acceso al predio.





Figura I. 7. Detalle del canal existente





Figura I. 8. Vista hacia el suroeste de la Laguna Mandinga





Figura I. 9. Colindancia sureste del sitio

Anexo 1. Croquis de ubicación

I.1.3 Duración del proyecto

El tiempo de ejecución del proyecto, desde la preparación del sitio hasta la puesta en operación comprende un periodo de 24 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción.

Para la operación del proyecto no se contempla un tiempo definido ya que éste dependerá de la demanda, mantenimiento a las instalaciones entre otros factores.

Tabla I. 1. Cronograma del Proyecto

CONCEPTO	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PREPARACIÓN																								
Tramites																								
Ahuyentamiento y reubicación de Fauna																								
Deslinde topográfico de polígono y curvas de nivel.																								
Limpieza y despalme																								
Excavaciones																								
Compactación y relleno																								
Transporte de maquinaria																								
Movimiento de tierras, firmes y estructura metálica																								
CONSTRUCCIÓN																								
Red de agua potable																								
Red de drenaje sanitario y pluvial Biodigestor																								
Energía eléctrica y alumbrado																								
Barda perimetral																								

Construcción																								
Cimentación y pisos																								
Ventilación y control climático																								
Iluminación																								
Bioseguridad y manejo de residuos																								
Infraestructura complementaria																								
OPERACIÓN																								
Recepción y atención de huésped																								➡
Bioseguridad y control sanitario																								➡
Capacitación y registro del personal																								➡
Monitoreo y Evaluación de Bioseguridad																								➡

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

[redacted]

Persona física.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted]

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

Persona física

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

[redacted]

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Vicente Raúl Hernández Hernández

[redacted]

Dirección para notificaciones del responsable técnico

[redacted]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

El proyecto "Construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga", localizado en el municipio de Alvarado, Veracruz, contempla el desarrollo de un complejo de uso turístico y habitacional de mediana escala.

Arquitectónicamente, el inmueble constará de tres niveles con una capacidad total de 12 habitaciones, distribuidas equitativamente por nivel.

La etapa de preparación del sitio requerirá la demolición de la infraestructura actualmente existente en el predio para dar paso a la nueva edificación.

Con este proyecto se busca satisfacer la demanda de hospedaje residencial para estadías prolongadas, fusionando las comodidades del servicio hotelero con el confort de una vivienda en una zona de alto valor turístico.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El objetivo del proyecto consiste en ofrecer alojamiento de tipo residencial, enfocado en estancias prolongadas dentro de un entorno de vocación turística.

Para el desplante de la nueva obra, la etapa de preparación del sitio contempla el desmantelamiento y la demolición de la infraestructura preexistente que actualmente ocupa la huella constructiva del polígono

II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto

Macrolocalización

El proyecto denominado **“Construcción y operación del Hotel XICARÚ Mandinga”** se encuentra situado geográficamente en la localidad de Mandinga, dentro de la jurisdicción del municipio de Alvarado, en el estado de Veracruz.

A nivel macrolocal, el área de estudio se inserta en una zona de alta dinámica costera y lagunar.

El polígono municipal de Alvarado establece sus límites geográficos territoriales de la siguiente manera:

- **Al Norte:** Colinda con el municipio de Boca del Río.
- **Al Noroeste:** Limita con el municipio de Medellín de Bravo.
- **Al Oeste:** Hace frontera con los municipios de Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave.
- **Al Suroeste:** Colinda con el municipio de Acula.
- **Al Sur y Sureste:** Limita con los municipios de Tlacotalpan y Lerdo de Tejada.
- **Al Este:** El municipio mantiene su frente litoral colindando íntegramente con el Golfo de México.



Figura II. 1. Macrolocalización

Microlocalización

A nivel local, el polígono del proyecto se encuentra inserto dentro de los límites de la localidad de Mandinga y Matoza.

En su entorno inmediato, el predio interactúa con diversas dinámicas territoriales, colindando con asentamientos humanos como el Fraccionamiento Los Manantiales Residencial y la Colonia Unidad Antorchista.

Desde una perspectiva hidrológica y ambiental, destaca su colindancia directa con el cuerpo de agua perenne denominado "La Redonda".

Para la delimitación precisa del área a esta escala de detalle, el análisis cartográfico se apoyó en la Red Nacional de Caminos (RNC) (INEGI, 2024c) y en la capa vectorial de Localidad Urbana y Rural Amanzanada (INEGI, 2019).

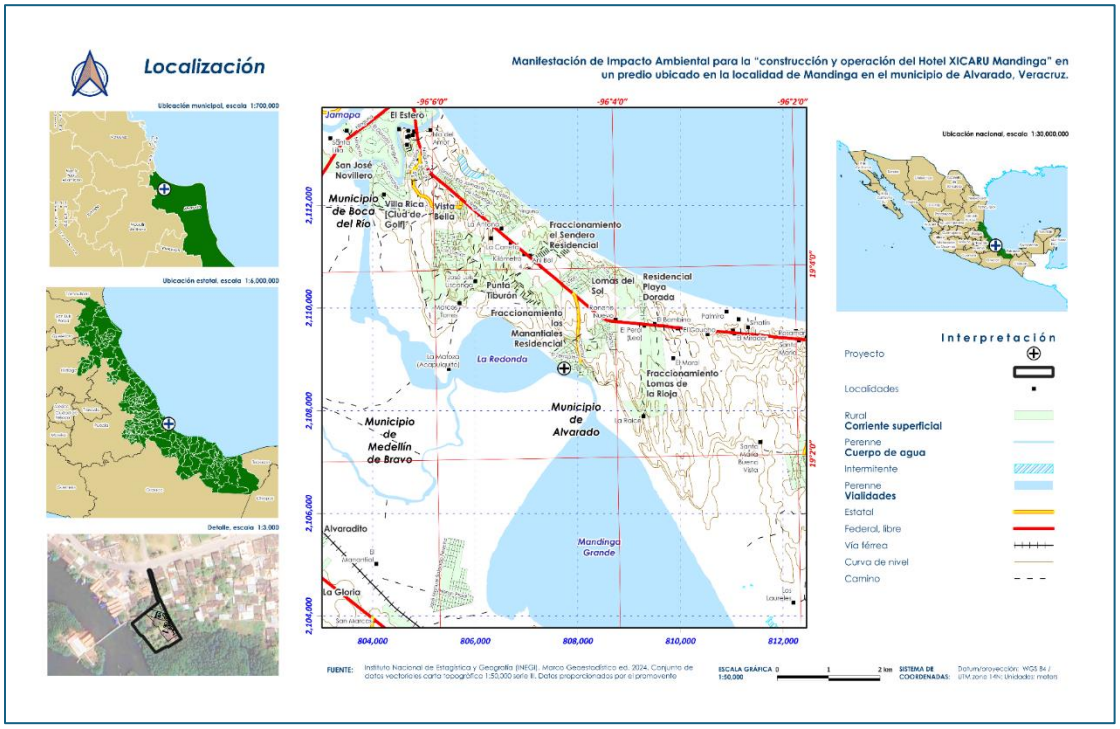


Figura II. 2. Microlocalización

El área de estudio se encuentra inserta dentro de la traza urbana de la localidad de Mandinga y Matoza, un sector que se ha consolidado por su fuerte vocación turística, comercial y gastronómica.

Actualmente, el polígono del proyecto presenta una huella constructiva correspondiente a obras civiles preexistentes, conformadas por planchas de concreto, mallas perimetrales y estructuras techadas.



Figura II. 3. construcciones dentro del área del proyecto

Como parte de las actividades de preparación del sitio, se llevará a cabo la demolición y el desmantelamiento de dichas estructuras a fin de habilitar la superficie y permitir el desplante de las nuevas instalaciones del hotel.

Es fundamental destacar que el área de desplante presenta un grado de perturbación histórico con una antigüedad superior a los veinte años. Para corroborar la preexistencia de infraestructura y la ausencia

de cobertura vegetal original, se realizó un análisis retrospectivo utilizando la cartografía histórica de la plataforma Google Earth Pro.

La secuencia cronológica evidencia la dinámica del sitio previo a su adquisición:

- **Año 2006:** Se aprecia claramente la preexistencia de superficies de rodamiento y cimentación en el área de estudio (**Figura II.4)**.



Figura II. 4. Superficie del Hotel en 2006 de Google Earth
Fuente: *Google Earth Pro*. Versión 7.3.6, Google, 2024.

- **Año 2012:** Es evidente la lotificación del terreno y el desplante de obra civil para uso habitacional, destacando espacios que ya se encontraban totalmente desprovistos de vegetación **(Figura II.5)**.



Figura II. 5. Superficie del Hotel en 2012 de Google Earth
Fuente: *Google Earth Pro*. Versión 7.3.6, Google, 2024

- **Febrero de 2023:** En fechas previas a la compra de los lotes, la imagen satelital muestra la presencia de áreas techadas (simulando galeras) y únicamente la existencia aislada de algunas palmeras, manteniendo su condición de sitio impactado **(Figura II.6)**.



Figura II. 6. Superficie del Hotel en 2023 de Google Earth
Fuente: *Google Earth Pro*. Versión 7.3.6, Google, 2024

- **Año 2025:** Se realizó el levantamiento de una memoria fotográfica *in situ* que confirma las condiciones observadas satelitalmente, documentando físicamente el abandono de las construcciones preexistentes y la carencia de vegetación natural en las áreas de interés **(Figura II.7)**.



Figura II. 7. Imagen *in situ*

El proyecto denominado "Construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga", localizado en la localidad de Mandinga, municipio de Alvarado, Veracruz, se desplantará sobre un polígono con una superficie total de 752.50 m².

De acuerdo con su programa arquitectónico, el complejo contempla una superficie total de construcción de 989.72 m² distribuidos en cuatro plantas (una planta baja de 311.05 m², un primer nivel de 312.28 m², un segundo nivel de 203.58 m² y un tercer nivel de 162.81 m²), integrando además un espacio de 49 m² destinado para estacionamiento.

Para mantener el equilibrio hidrológico del predio y el cumplimiento normativo, el diseño reserva **373.04 m²** como superficie libre de construcción (áreas verdes), lo que garantiza la infiltración de agua y una integración armónica con el entorno lagunar

Tabla II. 1. Cuadro de construcción, terreno, superficie 752.50 m²

LADO (EST-PV)	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADA Y	COORDENADA X
			1	2,108,844.17	807,728.72
1 - 2	S 24°10'52.65" E	8.51	2	2,108,836.41	807,732.20
2 - 3	S 35°56'25.41" E	1.52	3	2,108,835.17	807,733.10
3 - 4	N 62°24'37.49" E	3.84	4	2,108,836.95	807,736.50
4 - 5	S 25°17'34.76" E	13.05	5	2,108,825.16	807,742.08
5 - 6	S 28°13'48.29" E	14.43	6	2,108,812.45	807,748.90
6 - 7	S 33°06'26.95" E	5.17	7	2,108,808.11	807,751.72
7 - 8	S 52°06'38.99" W	14.66	8	2,108,799.11	807,740.16
8 - 9	N 40°22'30.89" W	11.47	9	2,108,807.85	807,732.73
9 - 10	N 25°55'52.63" W	10	10	2,108,816.84	807,728.35
10 - 11	S 58°47'08.09" W	1.97	11	2,108,815.82	807,726.67
11 - 12	N 51°04'43.18" W	4.2	12	2,108,816.46	807,723.40
12 - 13	N 31°27'17.60" W	3	13	2,108,821.02	807,721.84
13 - 14	N 58°42'43.14" E	2.03	14	2,108,822.07	807,723.57
14 - 15	N 46°24'00.04" W	7.44	15	2,108,827.21	807,716.18
15 - 16	N 47°24'02.70" W	7	16	2,108,831.95	807,713.03
16 - 1	N 52°04'56.78" E	19.89	1	2,108,844.17	807,728.72

Tabla II. 2. Cuadro de construcción, vialidad de acceso (ya existente), superficie 162.48 m²

LADO (EST-PV)	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADA Y	COORDENADA X
			17	2,108,884.27	807,715.61
17 - 18	N 82°34'56.41" E	2.66	18	2,108,884.61	807,718.25
18 - 19	S 26°27'58.17" E	3.64	19	2,108,881.35	807,719.87
19 - 20	S 16°27'11.57" E	16.65	20	2,108,865.39	807,724.58
20 - 21	S 17°24'05.57" E	11.79	21	2,108,854.14	807,728.11
21 - 22	S 26°01'48.62" E	6.81	22	2,108,848.01	807,731.10
22 - 4	S 26°01'48.62" E	12.31	4	2,108,836.95	807,736.50
4 - 3	S 62°24'37.49" W	3.84	3	2,108,835.17	807,733.10
3 - 2	N 35°56'25.41" W	1.52	2	2,108,836.41	807,732.20
2 - 26	N 23°59'52.66" W	10.47	26	2,108,845.97	807,727.95
26 - 27	N 20°02'55.62" W	7.72	27	2,108,853.22	807,725.30
27 - 28	N 15°48'38.67" W	12.04	28	2,108,864.80	807,722.02
28 - 29	N 17°54'34.69" W	16.69	29	2,108,880.68	807,716.89
29 - 17	N 19°40'46.49" W	3.81	17	2,108,884.27	807,715.61

Tabla II. 3. Cuadro de construcción, desplante del hotel, superficie 361.00 m²

LADO (EST-PV)	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADA Y	COORDENADA X
			30	2,108,835.18	807,717.23
30 - 31	N 56°36'22.62" E	1.86	31	2,108,836.20	807,718.78
31 - 32	S 74°16'10.18" E	21.11	32	2,108,830.48	807,739.10
32 - 33	S 28°37'46.98" E	24.18	33	2,108,809.25	807,750.68
33 - 35	S 61°22'13.02" W	6	35	2,108,806.38	807,745.42
35 - 36	N 28°37'46.98" W	1.7	36	2,108,807.87	807,744.60
36 - 37	S 61°22'13.02" W	4.54	37	2,108,805.70	807,740.62

37 - 38	N 78°05'08.02" W	1.4	38	2,108,805.99	807,739.25
38 - 39	N 16°15'36.29" E	2.2	39	2,108,808.11	807,739.86
39 - 40	N 73°44'23.57" W	7.01	40	2,108,810.07	807,733.14
40 - 41	N 16°17'00.34" E	12.74	41	2,108,822.29	807,736.71
41 - 42	N 73°43'29.21" W	4.02	42	2,108,823.42	807,732.85
42 - 43	N 73°38'59.71" W	3.87	43	2,108,824.51	807,729.14
43 - 44	N 73°33'01.44" W	4.87	44	2,108,825.89	807,724.47
44 - 45	N 77°28'56.88" W	2	45	2,108,826.32	807,722.51
45 - 46	N 73°29'14.86" W	3.59	46	2,108,827.34	807,719.07
46 - 47	N 16°21'41.99" E	1.64	47	2,108,828.91	807,719.53
47 - 48	N 73°45'36.95" W	3.96	48	2,108,830.02	807,715.73
48 - 30	N 16°14'23.45" E	5.37	30	2,108,835.18	807,717.23

Las áreas verdes corresponden a la superficie del predio menos la superficie del hotel, dado que el espacio de estacionamiento no será pavimentado.

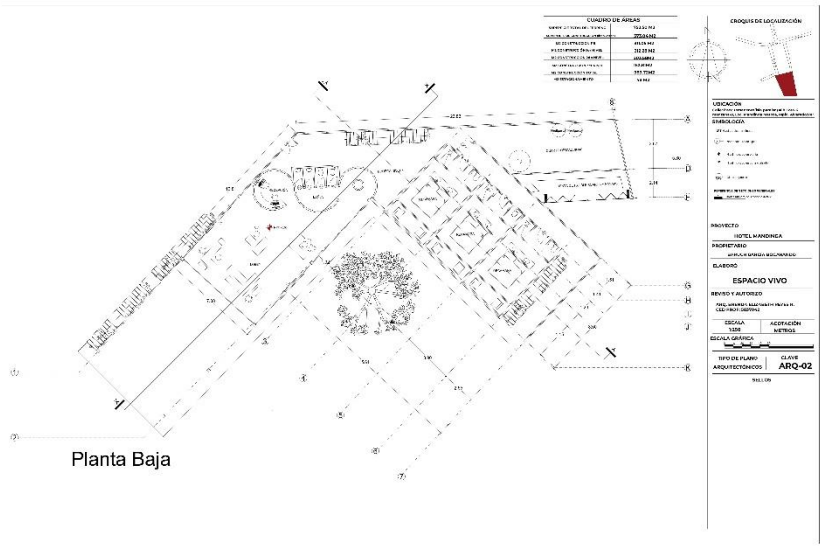


Figura II. 8. Esquema de superficie de áreas verdes y el proyecto

La distribución espacial de la infraestructura del Hotel ha sido concebida en estricto apego a las condicionantes ambientales y legales del sitio.

Tal como se documenta cartográficamente en el plano arquitectónico **ARQ-01**, el desplante de la obra civil está estratégicamente delimitado para **salvaguardar y respetar la restricción de los 20.00 metros de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT)** colindante con el sistema lagunar.

Esta planeación espacial asegura que ninguna obra o actividad del proyecto invada la jurisdicción federal, mitigando impactos directos sobre el cuerpo de agua y respetando el margen de protección costera establecido por la ley.

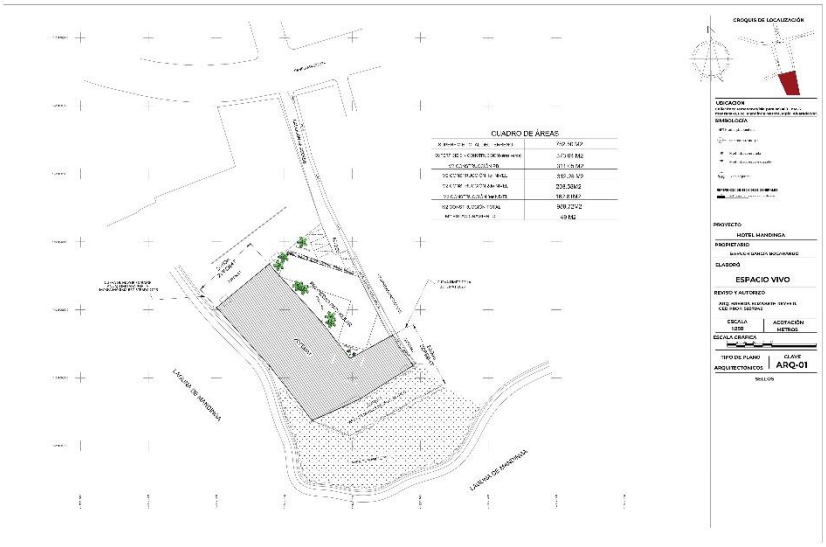


Figura II. 9. El proyecto respecto a la línea de la ZOFEMAT

II.1.3 Inversión requerida

[redacted]

[redacted]

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El l proyecto no se limita a la edificación del inmueble, sino que contempla una integración armónica con este entorno mediante la construcción de vialidades de acceso, guarniciones, banquetas y el establecimiento de áreas verdes.

El acceso principal al polígono del proyecto se encuentra plenamente consolidado y se realiza de manera directa a través de la vía principal denominada Avenida Paseo Mandinga.

Como se constata mediante recorridos de campo y plataformas de visualización geoespacial, esta vialidad se encuentra completamente pavimentada y cuenta con la infraestructura urbana necesaria para el tránsito vehicular fluido.

El predio se ubica inmerso en una zona altamente antropizada y urbanizada, rodeado de establecimientos comerciales (principalmente del giro gastronómico) y asentamientos habitacionales, contando con servicios preexistentes como tendido eléctrico y de telecomunicaciones.

Esta condición de accesibilidad facilita la logística tanto en la etapa de preparación del sitio como en la fase operativa del hotel, descartando la necesidad de realizar apertura de nuevas brechas o caminos que pudieran generar impactos ambientales adicionales por remoción de vegetación. (Figura II.10).



Figura II. 10. área de acceso

Respecto a la infraestructura de servicios básicos, el proyecto aprovechará la cobertura urbana existente en la zona, garantizando su viabilidad operativa:

- **Agua Potable:** El abastecimiento se realizará mediante suministro de la red operada por la Comisión de Agua del Estado de Veracruz (CAEV) del que el promovente ya cuenta con contrato y realizados los pagos al corriente, se adjunta recibo**.**

  Evidencia de pago de servicio de abastecimiento de agua. Dado que en el recibo no se incluye el concepto de drenaje o alcantarillo, se da por entendido que la disposición de aguas residuales se realiza mediante biodigestor, sin embargo, de acuerdo a información de CAEV, "… *existen 14 puntos de descarga hacia la Laguna de Mandinga de manera directa, mismas que tienen un volumen de 35´260,470 metros cúbicos sin que estas sean tratadas bajo la norma oficial*[1]…"

[1] Plan Municipal de Desarrollo Alvarado 2022-2025, disponible en: https://www.veracruz.gob.mx/finanzas/wp-content/uploads/sites/2/2022/PMD/PMD%20Alvarado.Veracruz.2022-2025.pdf

- **Energía Eléctrica:** El suministro se solventará mediante la conexión a la red de distribución de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), aprovechando las líneas aledañas al predio.

- **Telecomunicaciones:** El sitio cuenta con cobertura total para la contratación de servicios de telefonía e internet con proveedores locales.

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** El manejo de los residuos generados durante la etapa operativa será concesionado a una empresa prestadora de servicios debidamente autorizada, por la Secretaría De Medio Ambiente del Estado de Veracruz.

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto "Construcción y operación del Hotel Xicarú Mandinga" consiste en el desarrollo de una infraestructura turística de alojamiento de mediana escala, desplantada sobre una superficie total de **752.50 m²**. El complejo está diseñado bajo principios de arquitectura bioclimática y sostenibilidad, minimizando la huella ecológica en la zona de influencia del sistema lagunar.

A. Etapa de Preparación del Sitio

- **Estudios preliminares:** Realización de ensayos de penetración estándar (SPT) y análisis de capacidad de carga a 2.50 m de profundidad. **De manera precautoria, se integrarán pruebas de permeabilidad (tasa de infiltración) en la zona específica proyectada para el sistema de tratamiento (esquina sureste), así como sondeos para confirmar que el Nivel de Aguas Freáticas (NAF) se encuentre a la profundidad normativa requerida (>1.5 m por debajo del fondo del futuro pozo de absorción), garantizando la viabilidad del biodigestor.**
- **Limpieza, desmonte y trazo:** Remoción de infraestructura preexistente, vegetación no nativa y residuos mediante métodos manuales o maquinaria ligera. **Durante esta fase se realizará el trazo topográfico y la delimitación perimetral estricta del área destinada al biodigestor y al pozo de absorción, restringiendo el paso de maquinaria pesada sobre dicha zona para evitar la compactación del sustrato y preservar su porosidad natural.** Se salvaguardará en todo momento el ecosistema de manglar colindante mediante la instalación de barreras físicas.
- **Caminos provisionales y control de escorrentías:** Habilitación de accesos temporales con materiales permeables (grava/geotextiles) y **canales de desvío pluvial**. Estas estructuras temporales evitarán el arrastre de sedimentos hacia el cuerpo lagunar **y protegerán el área de futura excavación del sistema de tratamiento de aguas residuales contra inundaciones, asolvamiento o reblandecimiento del terreno durante eventos de precipitación.**

  .

B. Etapa de Construcción

- **Cimentación:** Excavación a 3.0 m de profundidad (aprox.) y construcción de una losa de cimentación de concreto armado (50 cm de espesor, f'c = 250 kg/cm²) sobre una base de grava compactada, ideal para distribuir cargas en suelos de capacidad portante media/baja.
- **Estructura y Superestructura:** Edificación de cuatro niveles (Planta Baja + 3 niveles) utilizando un sistema de marcos y contramarcos (columnas de 0.70 m x 0.30 m y trabes de 0.80 x 0.25 m).

Las losas de entrepiso serán nervadas (40 cm de espesor) para cubrir grandes claros sin exceso de peso muerto.

- **Muros y Cubiertas:** Implementación de sistemas prefabricados ligeros (Durock en exteriores y Tablaroca de 12.5 mm en interiores) para reducir cargas y facilitar canalizaciones. Techumbre inclinada (pendiente >15°) con estructura de acero galvanizado.

C. Etapa de Operación y Mantenimiento

- Operación de un hotel con **12 habitaciones** (3 por nivel), un área de restaurante con terraza (40 m²), lobby, áreas comunes y de servicio.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura hotelera, áreas verdes y sistemas de tratamiento de aguas y energías limpias.

Obras Asociadas y Servicios Requeridos

- **Alberca Recreativa:** Construcción de una alberca circular de 10 m de diámetro y profundidad variable (1.2 m a 1.5 m). Estructurada con losa de fondo de 20 cm, muros de contención reforzados, e impermeabilización especializada. Incluye sistema de filtración de alta eficiencia y cloración automática/ozonización.
- **Infraestructura de Servicios Básicos:** Conexión a la red pública de agua potable y red eléctrica de CFE (como respaldo).
- **Áreas Verdes y Paisajismo:** Implementación de jardines con flora nativa (palmas, bugambilias) y franjas de protección ecosistémica con especies asociadas al manglar, utilizando senderos permeables.
- **Estacionamiento:** Área frontal con pavimento permeable para 4 vehículos, promoviendo la infiltración hídrica.

Características Principales de Diseño (Eficiencia y Mitigación de GEI)

Para dar cumplimiento a los criterios de minimización de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y eficiencia energética, el diseño del proyecto integra las siguientes tecnologías y metodologías:

1. Generación de Energías Limpias

- **Sistemas Fotovoltaicos:** Se instalará un sistema de paneles solares interconectado en la techumbre inclinada para cubrir el requerimiento eléctrico base (iluminación y equipos menores), reduciendo el consumo de la red convencional.
- **Energía Eólica:** Se contempla el aprovechamiento del recurso eólico costero mediante la evaluación de aerogeneradores de pequeña escala como sistema complementario.

2. Sistemas de Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

- **Cumplimiento Normativo:** Los equipos de aire acondicionado tipo *Mini-Split Inverter* seleccionados para las 12 habitaciones y áreas comunes darán estricto cumplimiento a las normas **NOM-011-ENER-2006** (Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central) y **NOM-023-ENER-2010** (Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido).

- **Uso de Refrigerantes Naturales:** Para minimizar el Potencial de Agotamiento del Ozono (PAO) y el Potencial de Calentamiento Global (PCG), se **priorizará el uso de equipos con refrigerantes naturales**, tales como el Dióxido de Carbono (CO2 - R744) o sistemas de enfriamiento para las áreas de conservación de alimentos basados en Amoníaco (NH3 - R717) o Hidrocarburos (R-290).

3. Límite Máximo de Consumo Térmico y Eléctrico (LMCT / LMCE)

- **Metodología de Ahorro:** La envolvente del edificio (Durock con aislamiento interior y colores claros) está diseñada para reducir la ganancia térmica por radiación solar.
- **Cálculo Proyectado:** El diseño bioclimático (ventilación cruzada, techos inclinados) y el aislamiento de la envolvente garantizan que la carga térmica total requerida para enfriamiento sea inferior a la línea base, manteniendo el Límite Máximo de Consumo Eléctrico (LMCE) muy por debajo de las edificaciones convencionales de la zona. Se estima un ahorro energético del 30% respecto a un edificio sin estrategias bioclimáticas.

4. Equipos Térmicos y Calentadores de Agua

- Se instalarán sistemas de calentamiento de agua de alta eficiencia acoplados a calentadores solares de agua (termosifón).
- Los equipos de respaldo (calderas/calentadores de paso) contarán con recubrimiento de aislamiento térmico de alta densidad y termostatos de temperatura ajustable y programable para evitar el encendido continuo. Se implementará un **sistema de control de rendimiento** con bitácoras de mantenimiento semestral para garantizar la óptima combustión y evitar fugas térmicas o emisiones excedentes.

5. Iluminación, Aparatos Eléctricos y Sistemas Hídricos

- Instalación de luminarias de tecnología LED de alta eficacia lumínica (NOM-030-ENER-2012) controladas por sensores de movimiento en áreas de servicio y pasillos.
- **Captación Pluvial:** Sistema integrado de canaletas en techumbre que dirige el agua a una cisterna de almacenamiento, pasando por filtros de hojas y arenas, destinada exclusivamente para el riego de áreas verdes y la recarga de inodoros de bajo consumo, reduciendo la huella hídrica del complejo.

II.2.1. Programa de trabajo

CONCEPTO	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PREPARACIÓN																								
Tramites																								
Ahuyentamiento y reubicación de Fauna																								
Deslinde topográfico de polígono y curvas de nivel.																								
Limpieza y despalme																								
Excavaciones																								
Compactación y relleno																								
Transporte de maquinaria																								
Movimiento de tierras, firmes y estructura metálica																								
CONSTRUCCIÓN																								
Red de agua potable																								
Red de drenaje sanitario y pluvial Biodigestor																								
Energía eléctrica y alumbrado																								
Barda perimetral																								
Construcción																								
Cimentación y pisos																								
Ventilación y control climático																								
Iluminación																								
Bioseguridad y manejo de residuos																								
Infraestructura complementaria																								

OPERACIÓN																								
Recepción y atención de huésped																								➡
Bioseguridad y control sanitario																								➡
Capacitación y registro del personal																								➡
Monitoreo y Evaluación de Bioseguridad																								➡

II.2.2 Representación gráfica local

Con el objetivo de ilustrar la distribución espacial de la infraestructura proyectada y su relación con el entorno natural, se presenta la representación gráfica del anteproyecto arquitectónico del "Hotel XICARU Mandinga". El diseño de conjunto ha sido concebido bajo estrictos criterios de mitigación ambiental, adaptándose a las condiciones preexistentes del predio y respetando las limitantes normativas del sistema lagunar.

La representación gráfica del proyecto se fundamenta en los siguientes elementos cartográficos y arquitectónicos:

1. Plano de Conjunto y Delimitación Federal (Plano ARQ-01)

Para garantizar la salvaguarda de los ecosistemas costeros, el diseño espacial del proyecto contempla de manera prioritaria la restricción federal. Como se observa en el Plano ARQ-01, el polígono general del proyecto cuenta con una superficie de 752.50 m².

Dentro de este espacio, la totalidad de la huella constructiva ha sido replegada hacia la porción frontal del predio (colindante con la vía de acceso), respetando íntegramente la franja de 20.00 metros correspondiente a la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), medida a partir del límite de mayor embalse de la Laguna de Mandinga.

Esta disposición gráfica demuestra que no existirá invasión ni afectación directa a la jurisdicción federal ni a la zona de manglar colindante.

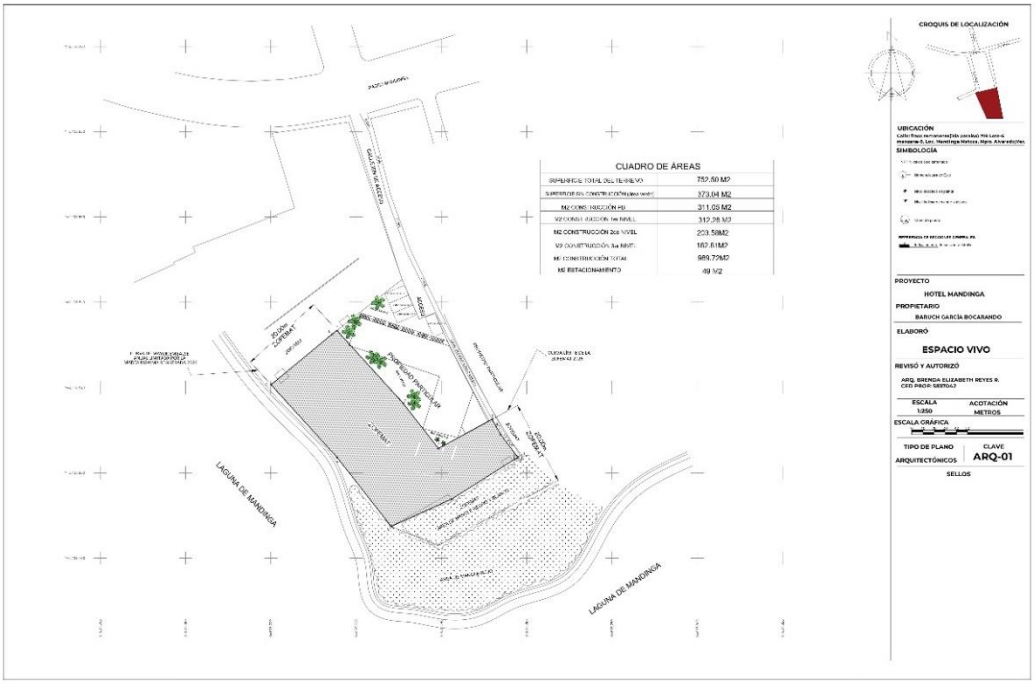


Figura II. 11. El proyecto respecto a la línea de la ZOFEMAT

2. Planta Baja y Distribución de la Huella Constructiva (Plano ARQ-02)

El Plano ARQ-02 (Planta Baja) detalla la ubicación de las obras que interactúan directamente con el suelo. Se ilustra la distribución de la infraestructura de primer contacto, la cual ocupará únicamente 311.05 m² de la superficie total del terreno.

En esta representación se observan las áreas que requerirán mayor detalle de atención por sus efectos ambientales durante la etapa de preparación y construcción:

→ Zona de acceso y estacionamiento: Ubicada al frente del predio, con conexión directa a la vialidad urbana pavimentada (Isla Paraíso / Av. Paseo Mandinga), evitando la apertura de nuevos caminos.

→ Áreas de esparcimiento (Alberca y terrazas): Integradas en la zona central del proyecto, delimitando claramente el área de excavación requerida.

→ Edificación principal: Desplante de las habitaciones y áreas de servicio (recepción, restaurante) ubicadas estratégicamente sobre la zona que históricamente ya presentaba cimentaciones y planchas de concreto (como se demostró en el análisis histórico de la sección II.1.2).

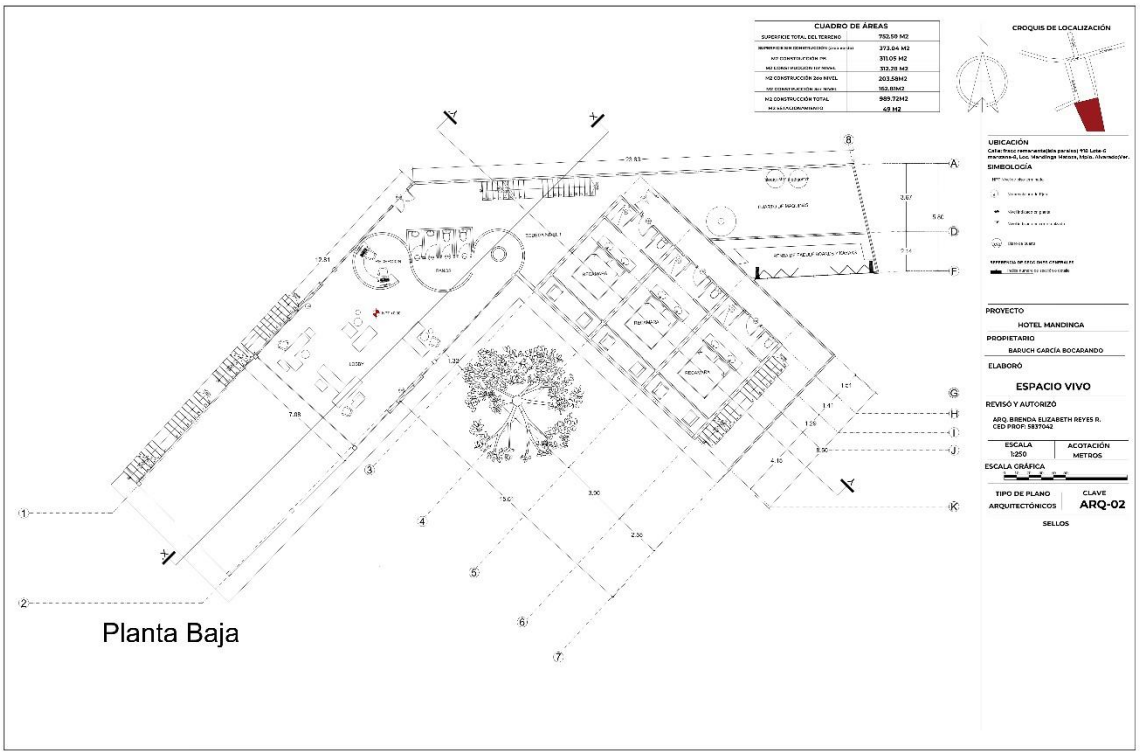


Figura II. 12. Planta Baja del Hotel Xicarú

3. Cuadro General de Áreas

En congruencia con los planos presentados, la dosificación del espacio busca mantener el equilibrio hidrológico del predio. La representación gráfica evidencia la reserva de 373.04 m² destinados exclusivamente como superficie libre de construcción (áreas verdes).

Esta zona libre actuará como un área de amortiguamiento e infiltración pluvial entre la infraestructura hotelera y el cuerpo de agua, fomentando la integración paisajística y la conservación de flora nativa.

Tabla II. 4. Tabla resumen del Proyecto Arquitectónico

Concepto	Superficie
Superficie total del terreno	752.50 m²
Superficie sin construcción (Área Verde)	373.04 m²
Huella de construcción (Planta Baja)	311.05 m²
Construcción 1er Nivel	312.28 m²
Construcción 2do Nivel	203.58 m²
Construcción 3er Nivel	162.81 m²
Superficie total de construcción	989.72 m²
Área de estacionamiento (incluida en PB)	49.00 m²



Figura II. 13. Superposición del Hotel Xicarú

Anexo Planos del Proyecto

II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción

Tabla II. 5. Cronograma de Preparación del sitio

CONCEPTO	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PREPARACIÓN										
Ahuyentamiento y reubicación de Fauna										
Deslinde topográfico de polígono y curvas de nivel.										
Limpieza y despalme										
Excavaciones										
Compactación y relleno										
Transporte de maquinaria										
Movimiento de tierras, firmes y estructura metálica										

Etapa de Preparación del Sitio

Esta etapa comprende el conjunto de actividades preliminares necesarias para adecuar el polígono del proyecto, garantizando que el terreno cuente con las condiciones topográficas, de seguridad y de capacidad de carga requeridas para el desplante de la infraestructura hotelera.

1. **Ahuyentamiento y reubicación de fauna** Previo a cualquier intervención física o movilización de maquinaria en el predio, se aplicarán medidas de mitigación para la protección de la fauna silvestre.

   Se utilizarán métodos de ahuyentamiento direccional (físicos, visuales y auditivos de baja intensidad) para incentivar el desplazamiento natural de especies de movilidad rápida (aves, pequeños mamíferos o reptiles) hacia las áreas naturales adyacentes, como la zona de manglar.

   En caso de detectar especies de lento desplazamiento o anidaciones, personal capacitado procederá a su rescate, captura temporal y reubicación en sitios de conservación con condiciones ecológicas similares, garantizando la preservación de la biodiversidad local.

2. **Deslinde topográfico de polígono y curvas de nivel** Mediante el uso de equipo de precisión (estación total o GPS topográfico), se realizará el trazo y nivelación del terreno.

   Esta actividad consistirá en la materialización física de los linderos del polígono total de 752.50 m² y la marcación de los ejes estructurales.

Un componente crítico de este paso es la **delimitación física y estricta de la restricción de 20.00 metros correspondientes a la ZOFEMAT**, asegurando que la huella constructiva de 311.05 m² quede confinada en el área permitida. Asimismo, se rectificarán las curvas de nivel para planificar adecuadamente las pendientes y los escurrimientos pluviales durante la obra.

3. **Limpieza y despalme** Considerando el alto grado de antropización histórica del predio, esta actividad iniciará con el desmantelamiento y la demolición de las estructuras civiles preexistentes (planchas de concreto, mallas y restos de galeras).

   Posteriormente, se realizará el despalme, que consiste en la remoción cuidadosa de la capa superficial de suelo y de la vegetación introducida o ruderal existente.

   Estas maniobras se ejecutarán empleando métodos manuales y maquinaria ligera, implementando barreras de protección perimetral para evitar cualquier afectación, caída de material o daño a las raíces del ecosistema de manglar colindante.

4. **Excavaciones** Consiste en la remoción controlada del material del subsuelo para alcanzar los niveles de desplante especificados en el diseño estructural.

   Se realizarán excavaciones a una profundidad aproximada de 3.0 metros para alojar la losa de cimentación del edificio principal, y cortes de hasta 1.5 metros de profundidad en la zona frontal para el vaso de la alberca circular.

   Durante este proceso, se implementarán estrictas medidas de control de erosión (como zanjas de derivación o barreras de sedimentos) para impedir que el material excavado sea arrastrado por el viento o la lluvia hacia el cuerpo de agua "La Redonda".

5. **Compactación y relleno** Una vez alcanzadas las cotas de cimentación mediante la excavación, se procederá a la estabilización del fondo.

   Para garantizar la capacidad portante del suelo, se conformará una base estructural mejorada. Esto implicará la colocación de una capa de estabilización de 1.0 metro de espesor utilizando material de banco autorizado y boleos.

   Este material será humectado y compactado por medios mecánicos en capas sucesivas hasta alcanzar el grado de compactación que exigen los cálculos estructurales, formando así una plataforma indeformable para recibir la losa de cimentación.

6. **Transporte de maquinaria** Comprende la movilización y desmovilización del equipo pesado (retroexcavadoras, camiones de volteo, compactadoras) y de los materiales requeridos para la preparación del sitio.

Para evitar la fragmentación de hábitats o la remoción de cubierta vegetal externa al proyecto, el tránsito de estos vehículos se realizará **exclusivamente a través de la vía urbana pavimentada existente (Avenida Paseo Mandinga / Calle Paraíso)**.

El transporte se programará en horarios que minimicen la interferencia con el tránsito local y la dinámica turística de la zona, asegurando que los camiones que transporten material suelto (producto de excavación o demolición) vayan cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas.

7. **Movimiento de tierras, firmes y estructura metálica** Como actividad de transición hacia la etapa de construcción, se ejecutarán los últimos ajustes altimétricos (movimiento de tierras) para conformar las terrazas, el área de estacionamiento y los andadores.

   Posteriormente, se habilitará el vertido de los firmes de concreto para las áreas de primer contacto y la base de la losa de cimentación.

   Simultáneamente, se prepararán los anclajes y se realizará la recepción, acopio y primer montaje de las columnas, perfiles y marcos prefabricados que conformarán la estructura metálica galvanizada de los niveles superiores, dejando el sitio completamente habilitado para el levantamiento de la superestructura.

Requerimiento de Personal (Etapa de Preparación del Sitio)

Para la ejecución de las actividades correspondientes a la etapa de preparación del sitio, se estima la contratación temporal de una plantilla promedio de **12 a 16 trabajadores**. El personal estará distribuido de acuerdo con los siguientes perfiles y cuadrillas:

1. Personal Técnico y de Supervisión (3 a 4 personas)

- **1 Residente de Obra (Ingeniero Civil o Arquitecto):** Encargado de coordinar las actividades de demolición, excavación, logística de maquinaria y cumplimiento del proyecto arquitectónico.
- **1 Supervisor Ambiental / Biólogo:** Fundamental para esta etapa. Será el responsable de ejecutar el ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre, así como de verificar que no se rebase la restricción de la ZOFEMAT y que las barreras de protección del manglar estén correctamente instaladas.
- **1 Topógrafo (y 1 cadenero/ayudante):** Encargados del deslinde del polígono, marcación de la restricción federal y rectificación de niveles para la excavación y cimentación.

2. Personal Operativo Especializado (3 a 4 personas)

- **1 a 2 Operadores de maquinaria pesada:** Personal capacitado para el manejo de la retroexcavadora (para despalme y excavaciones) y la compactadora (para la base de cimentación).
- **2 Choferes de camión de volteo/plataforma:** Encargados del retiro del escombro y material producto de la excavación, así como del transporte de material de banco y estructura metálica, operando bajo las medidas de tránsito establecidas.

3. Mano de Obra Directa (6 a 8 personas)

- **4 a 6 Peones / Ayudantes generales:** Cuadrilla asignada a tareas manuales que no pueden realizarse con maquinaria para evitar daños al entorno. Se encargarán de la limpieza fina, retiro de vegetación ruderal, instalación de mallas perimetrales, colocación de barreras de sedimentos y apoyo en el movimiento de tierras.
- **2 Albañiles / Fierreros:** Personal técnico para el armado del acero de refuerzo en la losa de cimentación, vertido de firmes y primeros anclajes de la estructura metálica.

Consideraciones Socioeconómicas y de Servicios: Como medida de impacto social positivo, se priorizará la contratación de mano de obra local proveniente de la localidad de Mandinga y Matoza, o en su defecto, del municipio de Alvarado.

Asimismo, para dar servicio a esta plantilla de trabajadores durante la preparación del sitio, se habilitará un área de descanso temporal y se instalarán sanitarios portátiles (baños químicos) contratados mediante una empresa autorizada que se encargará del mantenimiento y disposición final de las aguas residuales, garantizando cero descargas al sistema lagunar.

Etapa de Construcción del Sitio

El hotel se diseñará con un total de **12 habitaciones** distribuida en una planta baja y tres niveles, así como áreas comunes y servicios. La distribución será la siguiente:

- **Planta Baja**:
    - **Recepción y Lobby**: Se proyectará un área de entrada principal con acceso directo desde el camino de acceso. Este espacio contará con grandes ventanales de vidrio templado (6 mm de grosor) que ofrecerán vistas hacia la laguna y permitirán la entrada de luz natural. La superficie del lobby se revestirá con cerámica antideslizante de alta resistencia (como cerámica de 30 cm x 30 cm) para garantizar la seguridad de los huéspedes.
    - **Restaurante**: Se ubicará con vista a la laguna, diseñado para ofrecer un ambiente acogedor y natural. Este espacio contará con una terraza al aire libre de aproximadamente 40 m², equipada con mobiliario de madera tratada. La estructura del restaurante incluirá vigas de acero galvanizado para soportar el techo y permitir una amplia abertura hacia el exterior.
    - **Áreas Comunes**: Se crearán espacios para eventos y reuniones, que también tendrán acceso a áreas al aire libre. Se integrarán zonas de descanso con mobiliario confortable y mesas de centro, utilizando materiales reciclados para promover la sostenibilidad.
    - **3 Habitaciones**: Las habitaciones tendrán dimensiones de 3.5 m x 4.5 m, con un diseño que maximizará la ventilación y la luz natural. Cada habitación contará con un balcón privado de 1.5 m x 2 m orientado hacia la laguna, permitiendo vistas panorámicas y

ventilación natural. Los acabados interiores se diseñarán para crear un ambiente relajante y acogedor, con pintura ecológica en tonos suaves.

- **Primer Nivel**:
  - **3 Habitaciones**: Las habitaciones tendrán dimensiones de 3.5 m x 4.5 m, con un diseño que maximizará la ventilación y la luz natural. Cada habitación contará con un balcón privado de 1.5 m x 2 m orientado hacia la laguna, permitiendo vistas panorámicas y ventilación natural. Los acabados interiores se diseñarán para crear un ambiente relajante y acogedor, con pintura ecológica en tonos suaves.

- **Segundo Nivel y Tercer Nivel**:
  - **3 Habitaciones por nivel**: Al igual que en el primer nivel, todas las habitaciones ofrecerán balcones y vistas hacia la laguna. Se integrarán elementos de diseño que reflejen la estética del entorno natural, como paneles de madera reciclada en las paredes.

Estructuras Secundarias

- **Áreas de Servicio**: Incluirán cuartos de limpieza, lavandería y almacenamiento, situados en la parte trasera del hotel para minimizar el impacto visual y acústico en las áreas comunes y habitaciones. Estas áreas se construirán con materiales de bajo costo y alta durabilidad, como bloques de concreto.
- **Estacionamiento**: Se destinará un área para el estacionamiento de vehículos de huéspedes y personal, ubicada en la parte frontal del hotel, con acceso directo desde la calle Paraíso. Este espacio se diseñará para albergar al menos 4 vehículos, utilizando un pavimento permeable para reducir la escorrentía y promover la infiltración de agua. Los demás automóviles serán redireccionados a estacionamientos públicos.

Áreas Verdes

Diseño de Áreas Verdes

El diseño paisajístico del hotel incluirá áreas verdes que no solo embellecerán el entorno, sino que también contribuirán a la sostenibilidad del proyecto. Las áreas verdes se ubicarán estratégicamente para maximizar la biodiversidad y el confort de los huéspedes.

- **Jardines Nativos**:
  - **Ubicación**: Los jardines se situarán alrededor del hotel, especialmente en la entrada y en las áreas comunes, creando un ambiente natural que complemente el diseño del hotel. Se instalarán senderos de grava para facilitar el acceso y reducir el impacto sobre el suelo.
  - **Especies Vegetales**: Se utilizarán plantas nativas que son resistentes a la salinidad y requieren bajo mantenimiento. Algunas de las especies recomendadas incluirán:
    - **Palmas Nativas**: Como la palma de coco (Cocos nucifera), que es representativa de la región y proporcionará sombra.

- **Plantas de Mangle**: Se incluirán barreras de manglares en las áreas cercanas a la laguna, asegurando la protección del ecosistema acuático.
- **Plantas Ornamentales Locales**: Bugambilias (Bougainvillea spp.), que aportarán color y atractivo visual.

Espacios de Recreación

- **Áreas de Descanso**: Se diseñarán espacios de descanso al aire libre equipados con bancos y áreas de sombra, donde los huéspedes podrán disfrutar del entorno natural y relajarse. Se utilizarán muebles de madera tratada y reciclada para reducir el impacto ambiental.
- **Caminos de Acceso**: Se construirán paseos peatonales que conecten las áreas verdes con las entradas del hotel, utilizando materiales permeables que eviten la escorrentía y promuevan la infiltración del agua. Se considerarán bordes de madera o piedra natural para delimitar los caminos.

Protección del Ecosistema de Mangle

- **Barreras de Protección**: Se establecerán barreras físicas para proteger el ecosistema de mangle en la costa de la laguna. Esto incluirá la instalación de cercas naturales utilizando troncos y vegetación nativa, evitando la erosión y el daño por actividades de construcción.
- **Monitoreo Ecológico**: Se implementará un plan de monitoreo para evaluar la salud del ecosistema de mangle durante y después de la construcción, asegurando que no se produzcan daños irreversibles. Esto incluirá estudios periódicos de biodiversidad y calidad del agua.

Tabla II. 6. Cronograma de Etapa de Construcción

CONCEPTO	MESES													
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CONSTRUCCIÓN														
Red de agua potable														
Red de drenaje sanitario y pluvial Biodigestor														
Energía eléctrica y alumbrado														
Barda perimetral														
Construcción														
Cimentación y pisos														
Ventilación y control climático														
Iluminación														
Bioseguridad y manejo de residuos														
Infraestructura complementaria														

Proceso Constructivo

Red de Agua Potable

La instalación se realizará garantizando la estanqueidad del sistema para evitar pérdidas en el subsuelo.

- **Trazo y Excavación:** Localización de la línea de acometida desde la red pública y excavación de zanjas a una profundidad mínima de 0.60 m para protección mecánica.
- **Instalación de Tubería:** Tendido de tubería de PVC hidráulico o CPVC de diámetros variables (según cálculo de demanda), utilizando pegamentos de secado rápido y asegurando el sellado hermético en cada unión.
- **Cuadro de Medición y Válvulas:** Instalación del medidor de flujo y válvulas de seccionamiento para control de mantenimiento en áreas específicas (restaurante, habitaciones, áreas comunes).
- **Pruebas Hidrostáticas:** Verificación de la red bajo presión nominal para detectar y corregir fugas previo al sellado de zanjas.
- **Relleno y Compactación:** Tapado con material cribado (fino) para evitar punzonamientos y compactación final del terreno.

Red de Drenaje Sanitario y Pluvial

Para la gestión integral de las aguas residuales generadas durante la etapa de operación del proyecto, se ha diseñado un sistema de tratamiento autónomo mediante un reactor biológico (Biodigestor).

Dicha infraestructura se ubicará estratégicamente en la esquina sureste del predio, en el área posterior a la bodega y el cuarto de máquinas, garantizando su aislamiento de las áreas de servicio a huéspedes.

El sistema propuesto opera mediante un proceso anaerobio de tres etapas:

1. Sedimentación: El agua ingresa al fondo donde se separan los lodos y el agua.
2. Digestión: El agua atraviesa una cama de lodos donde bacterias inician la descomposición orgánica.
3. Filtración: El efluente atraviesa un filtro de aros PET (material filtrante) que retiene contaminantes residuales antes de la salida

Sus componentes principales son:

a) Cuerpo del Tanque, Fabricado en polietileno de una sola pieza, garantizando hermeticidad y resistencia a la corrosión;
b) Sistema de Autolimpieza, que Incluye una válvula de extracción de lodos que permite la purga sin necesidad de equipo electromecánico o camiones de desazolve;

c) Registro de Lodos, una cámara externa donde se reciben los lodos purgados para su tratamiento con cal y posterior disposición

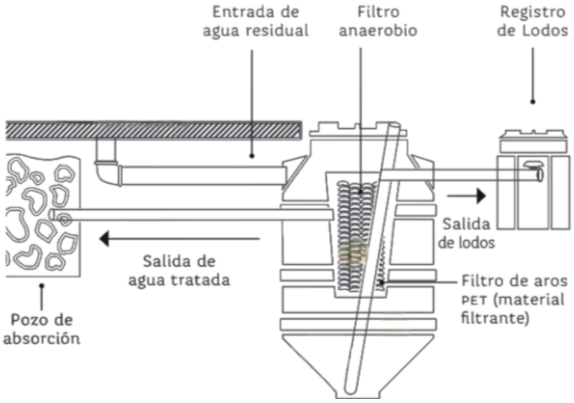


Figura II. 14**.** Corte esquema de conexión del sistema de tratamiento

Determinación del Caudal de Diseño Q

- Población = 32 huéspedes + 10 empleados = 42 usuarios equivalentes.
- Aportación Diaria = 260 L/usuario/día (Criterio de Zona Urbana).
- Gasto Medio Diario Q_{med}: 42 X 260 = 10,920 L/día.
- Gasto Máximo Diario Q_{max}: Aplicando un coeficiente de variación diaria de 1.2, se proyecta un flujo pico de 13,104 L/día.

Selección de Capacidad Instalada

- A partir de información de proveedor se obtienen las capacidades de cada modelo conforme al número aproximado de usuarios:

Tabla II. 7**.** Modelos y capacidades de manejo por usuarios

CAPACIDAD	**RP-600 (600 L)**	**RP-1300 (1 300 L)**	**RP-3000 (3 000 L)**	**RP-7000 (7 000 L)**	**RP-14 000 (14 000 L)**
Nº de usuarios zona rural* (130 L/usuario/día)	5	10	25	60	100
Nº de usuarios zona urbana* (260 L/usuario/día)	2	5	10	23	50
Nº de usuarios oficina* (30 L/usuario/día)	20	43	100	233	450

Fuente: a partir de información proporcionada por el proveedor

Debido a que se requieren la capacidad de manejo de 42 usuarios equivalentes, se selecciona el modelo **RP-14 000** (Capacidad: 14,000 L) con capacidad de 50 usuarios equivalentes, capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales generadas.

El modelo seleccionado permite una retención hidráulica superior a 24 horas para el Q_{max} proyectado, garantizando que el agua atraviese las tres etapas sedimentación, digestión y filtración biológica) antes de llegar al pozo.

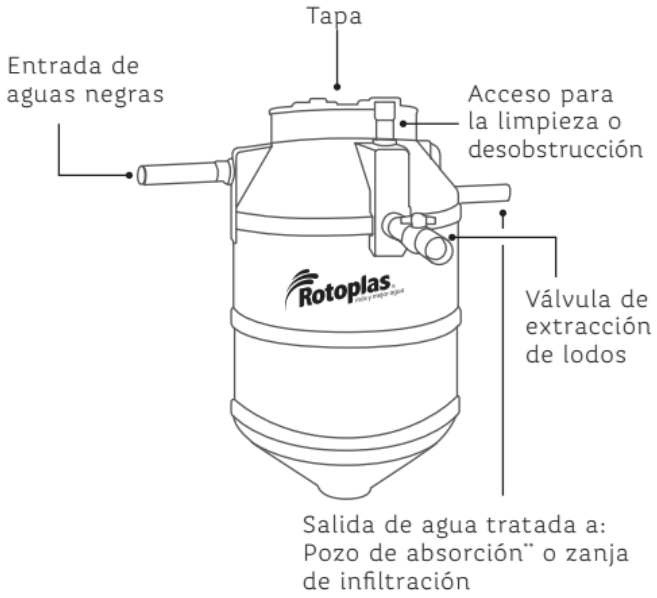


Figura II. 15. Esquema de Reactor biológico Rotoplas

El proceso de relleno del espacio para recibir el reactor es crítico para evitar que el equipo se deforme por la presión lateral del suelo o que existan hundimientos en el área circundante. Se utilizará material inerte (arena, tepetate o suelo granular fino) libre de piedras grandes, escombros o materia orgánica que pueda punzonar el polietileno.

El Biodigestor requiere un desplante con Losa de Cimentación de concreto armado con resistencia f'c = 200 kg/cm², un espesor de 15 cm a 20 cm, Refuerzo con malla electrosoldada 6-6/10-10 o varilla de 3/8" a cada 20 cm en ambos sentidos y Acabado con pulido fino y perfectamente nivelado. Debajo de la losa de concreto, se colocará una cama de **arena o gravilla fina** de 5 a 10 cm, compactada manualmente.

Para equilibrar las presiones, se llenará el Biodigestor con agua limpia conforme se realiza el relleno exterior. El nivel del agua siempre deberá estar aproximadamente 20 cm por encima del nivel del relleno.

El relleno se hará en capas de 20 cm de espesor. Cada capa se compactará mecánicamente con "bailarina" o pisón de mano al 90% - 95% de la prueba Proctor, cuidando de no golpear directamente las paredes del equipo.

En las tuberías de entrada (4") y salida (4"), se instalarán juntas elásticas o conexiones flexibles inmediatamente afuera del tanque para permitir degollamientos en caso de asentamientos menores. Se debe construirá una losa de protección superior apoyada en terreno firme (no apoyada sobre el biodigestor) para transferir las cargas al suelo lateral.

La tubería que conduce a la válvula de extracción estará protegida por un encamisado de concreto o tubería de mayor diámetro para evitar que el peso del relleno compactado la deforme.

La Purga de Lodos se realizará abriendo la válvula de extracción para que el lodo fluya al registro. Estos lodos en el registro se mezclarán con cal, se dejarán secar y podrán enterrarse o enviarse a un relleno sanitario. No se debe reutilizar el agua tratada; su destino final obligatorio es el subsuelo (pozo de absorción).

Dado que el hotel cuenta con un bar, se instalar una trampa de grasas previa a la entrada del biodigestor para evitar la saturación del filtro anaerobio con aceites y grasas.

Especificaciones del Pozo de Absorción

Dimensionamiento

Para recibir 10,920 L/día, el pozo de absorción debe diseñarse según la tasa de infiltración del terreno (previa prueba de permeabilidad):

- Área de Infiltración Requerida: Se debe asegurar que la superficie de contacto (paredes y fondo) sea suficiente para evitar la colmatación y el afloramiento de aguas.
- Profundidad: Debe garantizarse que el fondo del pozo esté al menos 1.5 metros por encima del nivel freático más alto registrado en la zona, para cumplir con los criterios de protección de acuíferos de la NOM.

Cálculo Hidráulico

Conversión y Parámetros de Infiltración:

- Tasa en unidades métricas= (2 in/h) X (25.4 mm/in) = 50.8 mm/h.
- Velocidad de infiltración diaria = (0.0508 m/h) X (24 h) = 1.219 m/día.

Determinación del Área de Infiltración Requerida:

- Volumen de Diseño =10,920 L/día (10.92 m^3/día).
- Área de Absorción Requerida = 10.92 m^3/día / 1.219 1.219 m/día = 8.95 m^2

Dimensionamiento del Pozo de Absorción:

Buscamos una geometría que cubra los 8.95 m^2 de paredes laterales:

- Se propone un diámetro Interno =1.50 m.
- Perímetro de Infiltración =(1.50) X (π)= 4.71 m
- Altura útil de Infiltración =8.95 m^2/ 4.71 m = 1.90 m
  - Altura de Bordo libre = 0.50 m
  - Altura de Filtro de fondo= 0.60 m
  - Profundidad total = 3.00 m

Se proyecta la construcción de un pozo circular con muros de mampostería permeable. La profundidad de 3.00 m permite absorber picos de descarga. El uso de un anillo perimetral de grava graduada entre el muro y el suelo natural permitirá estabilizar la excavación y maximizar la porosidad.

Debido a que la velocidad de infiltración es de 50.8 mm/h, el tiempo de contacto del agua con el suelo es menor respecto a otros tipos de suelo. Derivado de lo anterior el agua debe salir del biodigestor libre de sólidos pesados.

El filtro de aros PET interno debe inspeccionarse para asegurar que no existan canalizaciones que permitan el paso de agua sin tratar y se debe garantizar la distancia mínima de 1.5 m sobre el nivel freático para evitar que bacterias coliformes alcancen el acuífero de forma acelerada.

El Cuerpo del Pozo será de estructura circular con muros de mampostería de piedra o ladrillo con juntas abiertas para permitir la salida lateral del agua. El núcleo central llenará con material pétreo graduado (piedra bola, grava de 2" a 3") para actuar como un filtro secundario de pulimiento; la losa superior contará con una tapa de registro para inspección, evitando la entrada de aguas pluviales que puedan saturar el sistema.

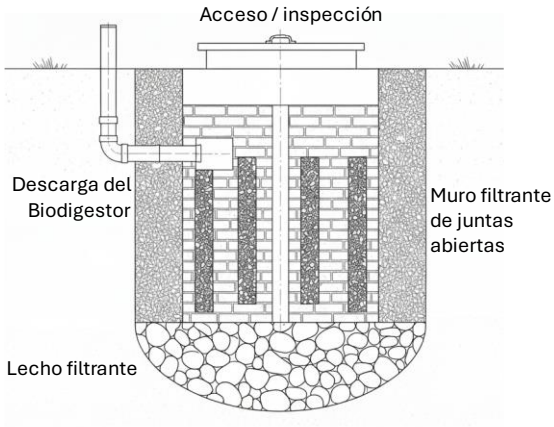


Figura II. 16. Corte ejemplo constructivo de pozo

Al descargar a suelo mediante pozo, el hotel asume la responsabilidad legal de asegurar que el efluente del Biodigestor RP-14 000 no exceda los límites de la NOM-001-SEMARNAT-2021 en los siguientes parámetros críticos:

1. **Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5:** El filtro anaerobio interno de aros PET es vital para reducir la carga orgánica y no saturar la capacidad de autodepuración del suelo.
2. **Sólidos Sedimentables y Suspendidos:** La purga periódica de lodos a través de **la válvula de extracción es** obligatoria para evitar que estos sólidos pasen al pozo de absorción, lo cual causaría la falla del sistema y una violación normativa por contaminación de suelo.
3. **Grasas y Aceites:** Instalará una Trampa de Grasas en el del efluente proveniente del bar y el agua residual se conectará directamente al pozo.

El agua tratada proveniente de este sistema no se utilizará para riego de áreas verdes o servicios sanitarios; su destino final exclusivo es la infiltración a suelo.

Energía Eléctrica y Alumbrado

El diseño se enfoca en la seguridad operativa y la eficiencia energética.

- **Canalizaciones:** Colocación de tubería conduit de polietileno de alta densidad (PAD) o PVC pesado, oculta en losas y muros, y subterránea en áreas exteriores.
- **Cableado y Centros de Carga:** Introducción de conductores de cobre de calibres normativos (según NOM-001-SEDE-2012) y montaje de tableros de distribución con interruptores termomagnéticos de protección.
- **Acometida y Medición:** Construcción del murete de medición siguiendo las especificaciones técnicas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- **Sistema de Tierras:** Instalación de electrodos de puesta a tierra (varillas copperweld) para protección de equipos y usuarios frente a descargas atmosféricas o fallas eléctricas.
- **Alumbrado Eficiente:** Colocación de luminarias con tecnología LED de bajo consumo, con fotoceldas en exteriores para optimizar el uso de energía.

Barda Perimetral

La delimitación del predio se realizará buscando estabilidad estructural y resistencia a la corrosión salina.

- **Cimentación:** Excavación y construcción de cimiento corrido de mampostería de piedra brasa o zapatas aisladas de concreto armado, dependiendo del estudio de mecánica de suelos.
- **Estructura de Refuerzo:** Levantamiento de castillos y cerramientos (cerchas de acero) para confinar los muros y dar rigidez estructural frente a empujes de viento o sismos.
- **Levantamiento de Muros:** Colocación de block de concreto sólido o tabique, asentado con mortero cemento-arena en proporciones adecuadas para ambientes costeros.
- **Acabados y Protección:** Aplicación de aplanados repelentes a la humedad y pintura vinílica con base acrílica resistente a la intemperie y la salinidad, garantizando la durabilidad de la infraestructura.

Cimentación

A. Tipo de Cimentación

- **Losa de Cimentación**: Se optará por una losa de cimentación, adecuada para distribuir uniformemente las cargas de la edificación en suelos con capacidad portante media o baja. Esta losa garantizará estabilidad estructural y facilitará la ejecución del sistema portante superior.

B. Proceso de Cimentación

Perforación y Preparación del Terreno

Se realizará un trabajo de nivelación y consolidación del terreno para preparar la base de las losas de desplante. Se llevará a cabo la estabilización del suelo a 2.50 m de profundidad mediante el uso de materiales de boleos y una capa de estabilización de 1.0 m con material de banco compactado.

En la esquina sureste, se ejecutará una excavación específica a una profundidad de 3.0 m para alojar el Biodigestor RP-14,000. Esta excavación será monitoreada para verificar que el fondo se mantenga por encima del nivel freático local, garantizando una base seca y firme. El excedente de excavación será retirado del sitio para evitar el aporte de sedimentos a la zona de manglar.

Colocación de Losas de Cimentación

El proyecto contempla dos tipologías de cimentación según la carga estructural:

- **Cimentación del Edificio**: Se utilizará una losa de concreto armado de 50 cm de espesor ($f'c$ = 250 kg/cm^2), reforzada con parrilla de acero de ¾" a cada 15 cm. Esta losa se verterá sobre una cama de grava compactada que servirá como filtro estabilizador y base de apoyo.
- **Cimentación del Sistema de Tratamiento**: El biodigestor se desplantará sobre una losa de cimentación técnica de concreto armado de 20 cm de espesor ($f'c$ = 200 kg/cm^2), reforzada con malla electrosoldada. Esta base garantiza el soporte nivelado del equipo, evitando asentamientos diferenciales que pudieran comprometer las conexiones hidráulicas. Debajo de esta losa, se colocará una plantilla de arena de 10 cm perfectamente nivelada.

Control de Calidad y Pruebas de Hermeticidad

Además de los ensayos de compresión en cilindros de concreto para verificar la resistencia estructural ($f'c$), se implementarán controles específicos para el sistema de tratamiento:

- **Prueba de Estanqueidad**: Una vez instalado el biodigestor sobre su losa y antes del relleno final, se realizará una prueba de llenado con agua limpia para verificar la absoluta hermeticidad del cuerpo del tanque y sus conexiones.
- **Protocolo de Relleno Equilibrado:** Se supervisará que el relleno lateral del biodigestor se realice en capas compactadas de 20 cm, manteniendo simultáneamente el nivel de agua interna del equipo 20 cm por encima del relleno exterior, evitando deformaciones por presión lateral del suelo.
- **Registro de Curado**: Se llevará un control estricto de temperaturas y humedad en ambas losas para asegurar la máxima durabilidad del concreto frente a la salinidad ambiental de la zona lagunar.

C. Montaje de Estructura

- **Estructuras Confinadas**: La edificación se levantará mediante marcos y contramarcos estructurales y los muros serán construidos mediante sistema prefabricado de Durock y Tablaroca. Este sistema aportará rigidez estructural y resistencia frente a cargas laterales. Sistema de estructura a base de marcos y contramarcos armados con varillas de acero de refuerzo f'c 4200 kg/cm2 y concreto estructural de resistencia f'c = 250 kg/cm2, con contratrabes de cimentación de medidas 1.50 m por 0.35 m armadas con 8 varillas de ¾" y 6 varillas de ½", con estribos de ½" a cada 15 cm.

  Columnas y Vigas: El sistema de marcos y contramarcos será construido con columnas de medidas de 0.70 m por 0.30 m armadas con 16 varillas de 1" y estribos de ½" a cada 15 cm, con dobles grapas de ½"; y las trabes de cada entrepiso tienen una medida de 0.80 m por 0.25 m,

armadas con 10 varillas de ¾" y 4 varillas de ½", con estribos de 3/8" a cada 15 cm. Se considerará el uso de un sistema de encofrado desechable para facilitar la construcción y reducir los residuos.

- **Losas Nervadas**: Las losas serán nervadas, lo que permitirá cubrir claros grandes sin incrementar excesivamente el peso propio. El sistema de losas será de tipo nervado, de 40 cm de espesor reforzada con malla electrosoldada 6x6 – 10/10.
- **Cálculo Estructural**: Se llevarán a cabo cálculos estructurales utilizando software especializado para verificar que las cargas de las losas, columnas y vigas cumplan con las normativas de seguridad establecidas. Se considerarán factores sísmicos y de viento, dado que la región puede verse afectada por fenómenos naturales.

Paredes y Divisiones

A. Muros Exteriores

- **Materiales**: Se utilizarán sistemas prefabricados de Durock y Tablaroca. Se realizará un acabado exterior de yeso y pintura impermeable, utilizando pinturas a base de agua que minimicen la contaminación.
- **Impermeabilización**: Se aplicará un sistema de impermeabilización en la base de los muros exteriores para proteger contra la humedad. Se utilizarán membranas impermeables que sean amigables con el medio ambiente.

B. Muros Interiores

- **Divisiones de Habitaciones**: Las divisiones internas de cada unidad habitacional se realizarán con paneles de Tablaroca (sistema ligero). Esta elección permitirá una instalación más rápida, menor peso en la estructura y facilidad para canalizaciones eléctricas e hidráulicas. Las divisiones serán de 12.5 mm de espesor y se reforzarán con montantes de acero galvanizado.
- **Acabados**: Pintura de los muros interiores con pintura ecológica y no tóxica, garantizando un ambiente saludable. Se utilizarán productos que no emitan compuestos orgánicos volátiles (COV).

Techado

A. Diseño de Cubiertas y Techumbres

- **Configuración y Desalojo Pluvial:** Se optará por el diseño de cubiertas inclinadas provistas de pendientes de al menos 15°, utilizando recubrimientos de tejas cerámicas o metálicas. Esta configuración geométrica tiene el propósito de facilitar el escurrimiento natural y el desalojo eficiente de las aguas de lluvia, evitando estancamientos.

  Es un criterio restrictivo de diseño que las bajantes pluviales canalicen el agua hacia áreas de infiltración natural independientes, garantizando la total separación de las redes. Bajo ninguna circunstancia las escorrentías pluviales provenientes de los techos serán dirigidas hacia la zona de ubicación del biodigestor ni a su pozo de absorción, previniendo la sobresaturación hídrica del suelo y asegurando la máxima eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales.

- **Estructura y Materiales**: La estructura de soporte de las cubiertas estará conformada por metal galvanizado y perfiles de acero estructural para la fabricación de cerchas. Esta materialidad

asegura una alta resistencia y durabilidad frente a las condiciones de humedad y salinidad propias de la zona colindante a la laguna. Asimismo, la geometría de los techos implementará un diseño bioclimático que favorezca la ventilación cruzada natural en los interiores, reduciendo significativamente la demanda energética asociada al uso de aire acondicionado.

- **Integración de Ventilación del Sistema de Tratamiento (Biodigestor):** Como parte de las instalaciones especiales integradas en el diseño de las techumbres, se habilitará la salida estructural para la columna de ventilación (tubo de venteo) del biodigestor.

  Esta canalización se extenderá de manera vertical hasta superar el nivel máximo de la cubierta, permitiendo la correcta dispersión atmosférica de los gases producto de la digestión anaerobia (biogás). Con esta medida se previenen acumulaciones de presión en el tanque de tratamiento y se anula cualquier percepción de olores en las habitaciones y áreas de uso común del hotel, salvaguardando el confort de los usuarios y la inocuidad del entorno

.

B. Impermeabilización

- **Tratamiento de Impermeabilización**: Aplicar un sistema de impermeabilización en el techo para prevenir filtraciones. Se recomienda el uso de sistemas de impermeabilización que sean amigables con el medio ambiente, como membranas de PVC o TPO.

Instalaciones

A. Sistemas Eléctricos

- **Cableado y Conexiones**: El sistema eléctrico debe incluir cableado de cobre de diferentes calibres (12, 14 y 16 AWG) según la carga. Se instalarán tomacorrientes y switches de calidad, que cumplan con las normativas de seguridad. Se implementará un sistema de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- **Iluminación**: Se diseñará un sistema de iluminación LED eficiente, que minimice el consumo energético. Las luminarias deben ser de diseño estético y funcional, y se utilizarán sensores de movimiento en áreas comunes para optimizar el uso de energía. Además, se considerará la instalación de paneles solares para complementar el sistema eléctrico.

B. Sistemas Hidrosanitarios

- **Redes Hidráulicas y de Conducción Sanitaria:** Para la distribución de agua potable y la recolección de aguas residuales, se instalarán tuberías de PVC de alta especificación (hidráulico y sanitario, respectivamente), asegurando el estricto cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de salud y construcción.
  Las trayectorias de la red sanitaria serán instaladas con las pendientes topográficas y de diseño reglamentarias para garantizar el flujo continuo por gravedad, minimizar pérdidas de carga y evitar obstrucciones. Toda la red de conducción sanitaria operará de manera hermética y convergerá de forma exclusiva hacia el sistema de tratamiento *in situ* (Biodigestor).
- **Muebles Sanitarios y Ecotecnias de Ahorro:** Se equiparán las instalaciones con inodoros, lavamanos y duchas de grado ecológico y bajo consumo hídrico para minimizar la generación de efluentes.
  Todas las descargas domésticas generadas por estos equipos serán canalizadas al Biodigestor RP-14,000 para su estabilización anaerobia. Cabe reiterar que las aguas grises y jabonosas

provenientes de las áreas de servicio (como el bar) pasarán previamente por una trampa de grasas antes de ingresar al colector principal que alimenta al biodigestor, protegiendo así la flora bacteriana del reactor.

- **Sistema de Captación y Separación Pluvial:** De forma totalmente independiente a la red de conducción sanitaria, se implementará un sistema de captación de escorrentías pluviales provenientes de las techumbres.
  Esta agua de lluvia será filtrada, almacenada y destinada exclusivamente para su reutilización en el riego de áreas verdes y el suministro de inodoros, disminuyendo la presión sobre el recurso hídrico de primer uso. Se garantiza la separación absoluta de los sistemas: bajo ningún escenario las aguas pluviales ingresarán al biodigestor, ni el agua residual tratada por este último será reutilizada para riego, siendo su destino final y exclusivo el pozo de absorción**.**

Acabados

A. Pisos

- **Materiales de Piso**: Se utilizarán cerámicas antideslizantes en áreas comunes y habitaciones, y madera tratada en áreas de lujo, garantizando durabilidad y estética. Se debe considerar el uso de materiales que sean sostenibles y de bajo impacto ambiental.

B. Paredes

- **Pintura y Acabados**: Aplicación de pintura ecológica y acabados de alta calidad en todas las paredes. Los baños deberán tener azulejos para facilitar la limpieza y evitar la humedad.

C. Mobiliario

- **Muebles**: Selección de mobiliario que complemente la estética del hotel. Se recomienda el uso de madera reciclada o certificada para minimizar el impacto ambiental. Los muebles deben ser fabricados por proveedores locales para reducir la huella de carbono.

Construcción de la Alberca

Diseño y Ubicación de la Alberca

La alberca del Hotel Xicarú Mandinga será un elemento central en la experiencia del huésped, diseñada para integrarse armoniosamente con el paisaje natural.

- **Ubicación**: La alberca se ubicará en una zona estratégica del terreno, en la parte frontal del hotel, con vistas hacia la laguna. Esto no solo proporcionará un entorno relajante, sino que también permitirá disfrutar de la vegetación circundante.
- **Dimensiones**: La alberca tendrá dimensiones aproximadas de 10 m de diámetro y de forma circular, con una profundidad variable de 1.2 m a 1.5 m. Esta configuración permitirá un uso versátil, tanto para nadar como para disfrutar de actividades recreativas.

Ventilación y Control Climático

El sistema de climatización se instalará priorizando el diseño bioclimático del edificio para reducir la dependencia de equipos mecánicos.

- **Adecuación Bioclimática**: Instalación de cancelería de vidrio templado (6 mm) y aperturas estratégicas en las 12 habitaciones orientadas hacia la laguna para maximizar la ventilación cruzada natural y el confort térmico.
- **Aislamiento Térmico**: Colocación de materiales aislantes en la envolvente del edificio (muros exteriores prefabricados de Durock y techumbres) para reducir la ganancia de calor por radiación solar, disminuyendo el Límite Máximo de Consumo Térmico (LMCT).
- **Montaje de Equipos de Aire Acondicionado**: Instalación de equipos tipo *Mini-Split Inverter* de alta eficiencia. El montaje de las unidades condensadoras (exteriores) se realizará en las azoteas, sobre bases antivibratorias para reducir contaminación acústica.
- **Pruebas de Hermeticidad:** Revisión estricta de las líneas de refrigeración para garantizar cero fugas de gases refrigerantes, dando cumplimiento a las normas NOM-011-ENER-2006 y NOM-023-ENER-2010, priorizando equipos que utilicen refrigerantes de bajo Potencial de Calentamiento Global (PCG).

Iluminación

El proyecto lumínico está diseñado para optimizar el uso de luz natural y reducir el consumo eléctrico nocturno.

- Aprovechamiento de Luz Natural: Colocación de ventanales y domos en áreas de escaleras y lobby para minimizar el encendido de luces durante el día.
- Tendido de Circuitos Independientes: Canalización y cableado exclusivo para los circuitos de iluminación, separados de la red de fuerza (tomacorrientes).
- Instalación de Luminarias de Alta Eficiencia: Colocación de lámparas con tecnología LED en la totalidad del complejo (habitaciones, pasillos, restaurante y exteriores), cumpliendo con la NOM-030-ENER-2012.
- Sistemas de Control Automatizado: Instalación de sensores de movimiento en pasillos, baños de áreas comunes y cuartos de servicio, así como fotoceldas para el encendido automático del alumbrado exterior y de la zona de estacionamiento**.**

Bioseguridad y Manejo de Residuos

Comprende la construcción de la infraestructura necesaria para prevenir la proliferación de vectores y gestionar adecuadamente los desechos.

- **Habilitación del Área de Acopio de Residuos:** Construcción de un cuarto de basura cerrado, ventilado, con piso de concreto lavable y rejilla conectada al drenaje sanitario. Estará seccionado para la separación en fuente de Residuos Sólidos Urbanos (orgánicos e inorgánicos) y Residuos de Manejo Especial.
- **Sistemas de Retención Primaria:** Instalación de trampas de grasa en las tarjas de la cocina del restaurante para evitar que aceites y sólidos colapsen el sistema de tratamiento de aguas.
- **Infraestructura Sanitaria:** Habilitación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales (biodigestores) previo a cualquier descarga o infiltración, asegurando el cumplimiento de la normatividad de salud y prevención de contaminación de la laguna**.**

- **Control de Vectores**: Instalación de mosquiteros en todas las ventanas y respiraderos para prevenir el ingreso de fauna nociva y mosquitos (inherentes a la zona lagunar), garantizando la bioseguridad y salud de los huéspedes sin recurrir a fumigaciones químicas excesivas.

Infraestructura Complementaria

En esta última fase se ejecutan las obras exteriores y tecnológicas que consolidan el carácter sostenible del proyecto.

- **Sistemas de Captación Pluvial:** Instalación de canaletas en los bordes de la techumbre inclinada, conectadas a bajantes de PVC que dirigirán el agua de lluvia hacia filtros de hojas y, posteriormente, a una cisterna exclusiva para su reutilización en riego y sanitarios.
- **Instalación de Energías Renovables:** Montaje de la estructura de soporte y anclaje de paneles solares fotovoltaicos en la techumbre del edificio. Se realizarán las interconexiones a inversores de corriente para sincronizar la generación limpia con la red eléctrica del hotel.
- **Pavimentos Permeables:** Colocación de adopasto, adoquín ecológico o grava triturada en el área de estacionamiento frontal (49 m²) y en los andadores peatonales, permitiendo la infiltración directa del agua al subsuelo y evitando escurrimientos superficiales.
- **Paisajismo y Áreas Verdes (373.04 m²):** Relleno de jardineras con tierra lama (recuperada de la etapa de despalme). Plantación de especies nativas resistentes a la salinidad (palma de coco, bugambilias) y consolidación de la barrera física de protección con vegetación asociada al manglar en la colindancia con la laguna y la ZOFEMAT.

Requerimiento de Personal (Etapa de Construcción)

Para la ejecución de la etapa de construcción del Hotel, se requerirá la contratación de una plantilla laboral promedio estimada entre **25 y 35 trabajadores**.

La magnitud de esta plantilla obedece a la necesidad de ejecutar simultáneamente diversas disciplinas constructivas (obra civil, albañilería, instalaciones e integración arquitectónica).

El personal estará distribuido estratégicamente en las siguientes cuadrillas:

1. Personal Técnico y Administrativo (4 a 5 personas)

- **1 Residente de Obra / Superintendente:** Responsable general de la ejecución del proyecto y control de calidad.
- **1 Supervisor Ambiental y de Seguridad:** Encargado de vigilar el estricto cumplimiento de la restricción de la ZOFEMAT, el manejo de residuos (RCD y RSU), y el uso de equipo de protección personal.
- **1 a 2 Auxiliares Técnicos:** Para control de estimaciones, materiales y logística.
- **1 Topógrafo:** (Con asistencia esporádica) para verificar plomos y niveles de los 4 niveles del edificio.

2. Mano de Obra Especializada en Obra Civil (12 a 15 personas)

- **1 Maestro de Obra:** Coordinador de los frentes de trabajo físico.

- **4 a 6 Albañiles / Oficiales:** Encargados del levantamiento de muros, mampostería, aplicación de aplanados y recubrimientos.
- **3 a 4 Fierreros:** Especialistas en el armado, corte y amarre del acero de refuerzo para columnas, trabes y losas nervadas.
- **3 a 4 Carpinteros de Obra Negra:** Encargados de la cimbra, apuntalamiento y moldes para los colados de concreto.

3. Especialistas en Instalaciones y Acabados (4 a 6 personas)

- **1 a 2 Electricistas:** Para el tendido de red, cableado y conexión de paneles solares.
- **1 a 2 Plomeros:** Para la instalación de la red hidráulica, sanitaria, pluvial y equipos de los baños.
- **Técnicos Especializados (Esporádicos):** Instaladores del sistema de filtración de la alberca y técnicos de climatización (aires acondicionados Inverter).

4. Mano de Obra de Apoyo / Peones (5 a 9 personas)

- **Ayudantes Generales:** Personal asignado para la preparación de mezclas, acarreo de materiales, suministro a los oficiales, limpieza constante de los frentes de trabajo y clasificación de los residuos (separación de escombro, madera, PET, etc.).

Consideraciones Ambientales por el Incremento de Personal: Dado el incremento de la plantilla laboral durante esta etapa, se reforzarán las medidas de mitigación sanitaria.

Se incrementará el número de sanitarios portátiles (baños químicos) a una proporción de **1 cabina por cada 10 a 15 trabajadores**, asegurando su mantenimiento y desazolve por una empresa autorizada, garantizando así cero descargas furtivas al subsuelo o al sistema lagunar adyacente.

Asimismo, se priorizará la contratación de mano de obra local del municipio de Alvarado para fomentar la derrama económica en la comunidad de Mandinga y Matoza.

II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

Tabla II. 8. Cronograma de Etapa de Operación y Mantenimiento

CONCEPTO	MESES													
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO														
Recepción y atención de huésped														❯
Bioseguridad y control sanitario														❯
Capacitación y registro del personal														❯
Monitoreo y Evaluación de Bioseguridad														❯

Etapa de Operación: Protocolos de Servicio y Bioseguridad

Una vez concluida la obra civil, el complejo iniciará su fase operativa. Para el funcionamiento de un hotel boutique de 12 habitaciones con enfoque ecológico, se contempla una plantilla base de **8 a 12 empleados fijos**, organizados bajo estrictos protocolos de atención, bioseguridad y monitoreo ambiental.

Recepción y Atención al Huésped

Este es el primer punto de contacto y es fundamental para integrar al visitante en la cultura de sustentabilidad del proyecto, garantizando que su estancia no genere impactos negativos en la zona de manglar.

- **Actividades Operativas:**
  - **Check-in Ecológico:** Registro de huéspedes priorizando plataformas digitales para la política de "Cero Papel".
  - **Inducción Ambiental:** Información al visitante (mediante señalética o reglamento interno) sobre las políticas ambientales del hotel: prohibición de extraer flora/fauna, respeto a la ZOFEMAT, uso eficiente del agua y energía, y lineamientos para la separación de residuos en las habitaciones.
  - **Gestión de Estancia:** Asignación de las 12 habitaciones, control de reservaciones y gestión de los servicios de estacionamiento y restaurante.

- **Personal Requerido (2 a 3 personas):**
  - 1 Gerente / Administrador general (turno diurno).
  - 1 a 2 Recepcionistas / Concierge (cubriendo turnos para atención 24/7).

Bioseguridad y Control Sanitario

Comprende las labores diarias para mantener la higiene, la salud ocupacional y el manejo adecuado de los residuos generados por la operación del hotel, asegurando cero descargas contaminantes al sistema lagunar.

- **Actividades Operativas:**
  - **Limpieza Sostenible:** Aseo diario de habitaciones, restaurante y áreas comunes utilizando exclusivamente productos de limpieza biodegradables, libres de fosfatos y cloro, para no afectar la flora bacteriana del sistema de tratamiento de aguas (biodigestores).
  - **Gestión de Residuos (RSU):** Recolección interna de los botes de basura separados (orgánico, inorgánico reciclable y no reciclable) y su traslado al cuarto de acopio temporal, previo a su entrega al camión recolector municipal.
  - **Mantenimiento Sanitario:** Limpieza de trampas de grasa en la cocina del restaurante y aplicación de tratamientos biológicos para el control de olores.
  - **Control Ecológico de Vectores:** Revisión de mosquiteros y eliminación de cualquier encharcamiento temporal en jardines para evitar la anidación de mosquitos, recurriendo

a fumigaciones químicas solo como última instancia y utilizando productos avalados por COFEPRIS que no dañen la fauna acuática.

- **Personal Requerido (4 a 5 personas):**
  - 2 a 3 Camaristas / Personal de limpieza.
  - 1 Auxiliar de Áreas Públicas / Lavandería.
  - 1 Encargado de Mantenimiento General (focalizado en trampas de grasa, cisternas y áreas exteriores).

Capacitación y Registro del Personal

Para que las ecotecnias y protocolos funcionen, el factor humano es clave. Esta etapa asegura que todo trabajador comprenda las condicionantes de la MIA y los riesgos laborales.

- **Actividades Operativas:**
  - **Inducción Ambiental y Operativa:** Todo trabajador de nuevo ingreso recibirá capacitación sobre la ubicación y respeto de la restricción de 20 metros de la ZOFEMAT, y el cuidado de las especies de manglar colindantes.
  - **Manejo de Contingencias:** Simulacros y capacitación en protocolos de Protección Civil (evacuación por huracanes o inundaciones, uso de extintores y primeros auxilios).
  - **Expedientes Clínicos y Sanitarios:** Mantenimiento de una bitácora de salud del personal (exámenes médicos periódicos), especialmente para aquellos involucrados en la preparación de alimentos (restaurante), cumpliendo con la NOM-251-SSA1-2009 (Prácticas de higiene).
- **Personal Requerido (Gestión Interna / Externa):**
  - 1 Administrador o Gerente de Recursos Humanos (puede ser el mismo Gerente General).
  - Consultores Externos (Protección Civil / Secretaría de Salud / Especialistas Ambientales) contratados anualmente para impartir las capacitaciones.

Monitoreo y Evaluación de Bioseguridad

Es la fase de auditoría interna. Consiste en la verificación sistemática de que las medidas de mitigación propuestas las cuales operarán eficientemente durante la vida útil del proyecto.

- **Actividades Operativas:**
  - **Bitácoras de Consumo y Eficiencia:** Registro mensual del consumo de energía de la red de CFE vs. lo generado por los paneles solares, así como el volumen de agua potable utilizada.
  - **Análisis de Calidad del Agua:** Toma de muestras trimestrales o semestrales de las descargas del sistema de tratamiento de aguas residuales y del agua de la alberca (parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos) para garantizar el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021.
  - **Inspección de Infraestructura:** Revisión semestral de los sistemas de impermeabilización, estado de las barreras físicas hacia el manglar, e integridad de las tuberías sanitarias.

- **Evaluación de Residuos:** Revisión del volumen de residuos valorizables (PET, cartón) enviados a reciclaje frente a los enviados al relleno sanitario.

- **Personal Requerido (Supervisión):**
  - 1 Gerente General (como responsable legal de la bitácora ambiental).
  - Servicios de Laboratorio Acreditado (EMA) subcontratados para los análisis de calidad del agua.
  - 1 Asesor/Auditor Ambiental externo (contratado esporádicamente para preparar informes de cumplimiento ante SEDEMA/SEMARNAT si la resolutiva de la MIA lo condiciona).

II.2.5 Etapa de abandono del sitio

No se prevé realizarla

II.2.6 Utilización de explosivos

No se utilizarán en ninguna fase

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

Etapa preparación del sitio

A continuación, se detalla la clasificación de los residuos y las estrategias de mitigación para la etapa de preparación del sitio y el personal operativo:

1. Clasificación de Residuos Generados

Categoría de Residuo	Descripción Técnica	Origen
Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	Concreto simple, restos de cimentación, mampostería, ladrillo, mallas ciclónicas y residuos de despalme (tierra y material pétreo).	Demolición de estructuras preexistentes y nivelación del terreno.
Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	Restos de alimentos, envases de PET, aluminio, papel, cartón y empaques de materiales.	Consumo de la plantilla de 12 a 16 trabajadores y desempaque de herramientas.
Residuos Peligrosos (RP)	Estopas impregnadas con hidrocarburos, aceites usados, recipientes de solventes, aditivos o impermeabilizantes.	Mantenimiento menor de maquinaria y aplicación de productos químicos iniciales.
Residuos de Manejo Especial (RME)	Chatarra metálica (perfiles viejos), maderas de cimbra o tarimas y residuos de poda (vegetación ruderal).	Desmantelamiento de galeras y limpieza del predio.

2. Medidas de Mitigación y Manejo Ambiental

Para la Actividad de Preparación (RCD y RME)

- **Separación en Fuente:** Se habilitará un área de acopio temporal dentro del polígono (fuera de la franja de 20m de la ZOFEMAT) para segregar el material pétreo de la chatarra y madera.

- **Reutilización in situ:** El material de demolición (concreto triturado) que esté libre de contaminantes se utilizará como material de relleno o base para los caminos provisionales de acceso, minimizando la salida de escombro.
- **Disposición Final:** El material no reutilizable será transportado por camiones de volteo (cubiertos con lona) hacia sitios de disposición final autorizados por el Ayuntamiento de Alvarado o la SEDEMA.

Para los Empleados (RSU y Residuos Sanitarios)

- **Estación de Residuos:** Se instalarán contenedores debidamente rotulados y con tapa para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Queda estrictamente prohibida la quema de basura o su abandono en la zona de manglar.
- **Gestión Sanitaria:** Se instalarán sanitarios portátiles (baños químicos) en una proporción de 1 por cada 10 trabajadores. El mantenimiento y retiro de lodos residuales se contratará con una empresa especializada, asegurando que no existan vertimientos al suelo o a la laguna.
- **Programa de Educación Ambiental:** Se impartirán charlas de inducción al personal sobre la importancia de la conservación de la Laguna de Mandinga y el manejo correcto de desechos.

Para Residuos Peligrosos (RP)

- **Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP):** Se designará un área techada, con piso de concreto y dique de contención para almacenar aceites o estopas contaminadas.
- **Recolección Especializada:** El retiro de estos residuos se realizará exclusivamente a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT, manteniendo siempre las bitácoras de entrada y salida y los manifiestos de transporte.

Residuos de Manejo Especial (RME) en la Etapa de Construcción

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la normativa estatal de Veracruz, los RME en esta etapa corresponden a aquellos materiales generados por el proceso constructivo que, por su volumen o características, requieren un manejo logístico particular y no deben mezclarse con la basura común ni son considerados peligrosos.

Clasificación de RME generados:

- **Sobres de Material Pétreo y Escombro:** Pedacería de block de concreto, sobrantes de mezcla de los colados de la losa nervada, recortes de mampostería de la barda perimetral y restos de cerámica/azulejos de los acabados de la alberca y habitaciones.
- **Residuos Metálicos (Chatarra):** Recortes de varilla corrugada, alambre recocido, clavos, despuntes de los perfiles de acero galvanizado utilizados en la techumbre y recortes de la malla electrosoldada.
- **Madera y Cimbra:** Pedacería de madera de contacto (triplay), polines y duelas utilizadas para la cimbra de las contratrabes, columnas y losas, así como tarimas de madera (pallets) rotas provenientes del suministro de materiales.

- **Residuos de Sistemas Prefabricados:** Recortes y mermas de los paneles de Durock (exteriores) y Tablaroca (interiores), así como despuntes de la perfilería ligera de aluminio y acero galvanizado de las divisiones.
- **Empaques de Gran Volumen:** Costales vacíos de cemento, cal o yeso (siempre que estén libres de humedad y no sean de productos químicos tóxicos), cajas de cartón de gran tamaño provenientes del desempaque de los equipos de aire acondicionado, calentadores, paneles solares y luminarias.

Residuos Generados por los Empleados (RSU y Sanitarios)

Con una plantilla promedio de 25 a 35 trabajadores diarios, la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) e impactos sanitarios requiere un control estricto, especialmente para evitar que los plásticos ligeros o materia orgánica terminen en el sistema lagunar por acción del viento.

Clasificación de desechos del personal:

- **RSU Orgánicos:** Restos de alimentos provenientes de los almuerzos de los trabajadores (cáscaras, huesos, sobrantes de comida).
- **RSU Inorgánicos:** Envases de PET (botellas de agua/refresco), latas de aluminio, bolsas de plástico, empaques de frituras, vasos y platos desechables, y papel higiénico o toallas de papel.
- **Residuos Sanitarios (Aguas Negras):** Excretas y orina generadas durante la jornada laboral por la plantilla de trabajadores.

Medidas de Mitigación y Manejo Ambiental

Para garantizar el cumplimiento normativo ante la SEDEMA/SEMARNAT y proteger la zona de ZOFEMAT y el manglar, se implementará el siguiente **Plan de Manejo de Residuos en Construcción**:

A. Estrategia para RME (Material de Obra)

- **Área de Segregación:** Se designará una zona específica dentro del predio (alejada de la restricción federal de 20 m) para el acopio clasificado: un espacio para escombro, un contenedor para chatarra metálica y un área para madera.
- **Economía Circular y Reutilización:** * El escombro limpio y triturado se utilizará como material de relleno para las nivelaciones del estacionamiento o andadores, reduciendo la necesidad de extraer nuevo material de banco.
    - La madera de cimbra será reutilizada al máximo en los 4 niveles del edificio.
- **Valorización y Disposición Final:** La chatarra metálica, cartón de gran volumen y costales limpios serán comercializados o donados a recicladores locales. El escombro no utilizable y los recortes de Durock/Tablaroca serán retirados del sitio mediante camiones de volteo con lona protectora y enviados a un sitio de disposición final autorizado por las autoridades ambientales de Veracruz.

B. Estrategia para Empleados (RSU y Sanitarios)

- **Habilitación de Comedor Temporal:** Se designará un área específica techada para el consumo de alimentos. Queda estrictamente prohibido que los trabajadores coman cerca de los bordes de la laguna o en áreas verdes para no atraer fauna silvestre (aves, roedores) con los restos orgánicos.
- **Estaciones de Separación:** Se instalarán botes con tapa y rotulados (**Orgánico / Inorgánico / PET)** en el comedor y frentes de trabajo. Los residuos serán embolsados y entregados al camión recolector del servicio de limpia municipal de Alvarado.
- **Baños Químicos Portátiles:** Para atender a la plantilla de 25-35 trabajadores, se instalarán de **2 a 3 sanitarios portátiles**. El mantenimiento, limpieza y retiro de lodos residuales será contratado mediante una empresa especializada (con bitácora de servicio semanal o quincenal), asegurando **cero descargas de aguas residuales** al subsuelo o al cuerpo de agua perenne "La Redonda".

Identificación y Manejo de Residuos en la Etapa de Operación y mantenimiento

Clasificación de Residuos Generados

Residuos Sólidos Urbanos (RSU) Son los de mayor volumen y se dividen según su potencial de valorización:

- **Orgánicos:** Sobrantes de comida del restaurante, mermas de preparación en cocina (frutas, verduras) y residuos menores de jardinería (hojarasca).
- **Inorgánicos Valorizables (Reciclables):** Envases de PET (botellas de agua), vidrio (botellas de bebidas en el restaurante), cartón, papel, y latas de aluminio provenientes de las habitaciones y áreas comunes.
- **Inorgánicos No Valorizables:** Papel higiénico, toallas sanitarias, envolturas plastificadas, residuos de barrido y material de curación menor (curitas, algodón).

Residuos de Manejo Especial (RME) Por su naturaleza, requieren un acopio distinto al de la basura municipal:

- Aceite Vegetal Usado (AVU): Generado de forma continua por la actividad de fritura en la cocina del restaurante. (Este es un residuo crítico; un litro de aceite puede contaminar miles de litros de agua).
- Residuos de Mantenimiento Mayor: Colchones viejos, mobiliario dado de baja o equipos electrónicos obsoletos (televisiones, frigobares) que se generen a largo plazo.
- Residuos de Poda: Ramas y biomasa generada por el mantenimiento de las áreas verdes (373.04 m²).

Residuos Peligrosos (RP) Generados esporádicamente por las labores de mantenimiento preventivo y correctivo:

- Baterías alcalinas (provenientes de controles remotos de habitaciones y aires acondicionados).
- Envases vacíos de productos químicos de mantenimiento (cloro para alberca, alguicidas, impermeabilizantes, pinturas, o lubricantes para las bombas del cuarto de máquinas).
- Lodos provenientes del desazolve de los biodigestores y trampas de grasa.

Protocolo de Mitigación y Manejo Ambiental

Para garantizar que ningún residuo impacte la franja de la ZOFEMAT o el cuerpo de agua "La Redonda", se implementará el siguiente protocolo operativo:

Separación en Fuente y Acopio (RSU)

- Se instalarán estaciones de separación (botes rotulados para orgánicos, reciclables y no reciclables) en las áreas comunes, cocina y recepción. En las habitaciones se dejarán instrucciones claras para incentivar la participación del huésped.
- Todos los RSU serán trasladados diariamente al Cuarto de Acopio Temporal de Residuos, el cual contará con piso de concreto lavable, techumbre y ventilación, asegurando que no queden expuestos a la intemperie ni a la fauna local. La disposición final se realizará mediante la entrega al servicio de recolección municipal de Alvarado.

Manejo de Aceite Vegetal Usado (AVU)

- Queda estrictamente prohibido verter aceite usado en las tarjas o drenajes. El AVU de la cocina será filtrado y almacenado en bidones herméticos dentro de un área fresca.
- Se establecerá un contrato con una empresa recicladora autorizada por la SEDEMA para la recolección periódica del AVU, el cual puede ser transformado en biodiésel o jabones, fomentando la economía circular.

Gestión de Residuos Peligrosos (RP) y Lodos

- Los RP (baterías, envases de químicos) se acopiarán en contenedores rígidos dentro de un área con dique de contención para evitar derrames.
- Los lodos orgánicos extraídos periódicamente de las trampas de grasa de la cocina y de los sistemas de tratamiento de aguas residuales serán desazolvados exclusivamente por camiones vactor de empresas con permisos vigentes ante SEMARNAT, manteniendo en resguardo los manifiestos de recolección para cualquier inspección de la autoridad ambiental.

Valorización de Orgánicos y Poda

Los residuos de poda y parte de los orgánicos crudos (cáscaras) de la cocina podrán ser triturados y destinados a una composta interna, la cual servirá como abono natural para las barreras de vegetación y jardines nativos del hotel, reduciendo el volumen de basura enviada al relleno sanitario.

Disponibilidad y Suficiencia de Servicios de Infraestructura para el Manejo de Residuos y Emisiones

De conformidad con los requerimientos ambientales, se ha evaluado la disponibilidad de la infraestructura municipal y privada en la localidad de Mandinga y el municipio de Alvarado para la gestión de los residuos sólidos y líquidos del proyecto. Dado que el "Hotel XICARÚ Mandinga" es un desarrollo de mediana escala (12 habitaciones), su demanda de servicios ha sido calculada para no comprometer la infraestructura local actual ni futura.

A continuación, se detalla la disponibilidad y suficiencia por tipo de residuo:

1. Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

- **Disponibilidad local:** La localidad de Mandinga cuenta con la cobertura del servicio público de recolección de limpia pública gestionado por el H. Ayuntamiento de Alvarado, el cual traslada los desechos a los sitios de disposición final (relleno sanitario) autorizados en la región. Adicionalmente, existen recicladores y acopiadores locales para materiales valorizables (PET, cartón, aluminio).
- **Suficiencia del servicio:** Suficiente. El volumen de RSU generado por una plantilla de construcción de hasta 35 trabajadores, y posteriormente por la operación de un hotel boutique de 12 habitaciones, es considerado de bajo impacto.
  El proyecto no generará una sobrecarga en las rutas de recolección municipal. Además, la implementación del "Cuarto de Acopio Temporal" y la separación en fuente (orgánicos, inorgánicos valorizables y no valorizables) reducirá significativamente el volumen final entregado al municipio.

2. Residuos de Manejo Especial (RME) y de Construcción (RCD)

- **Disponibilidad local:** Existen en la región (zona conurbada Alvarado-Boca del Río) diversos prestadores de servicios de transporte (sindicatos de camiones de volteo) y sitios de disposición final de escombro debidamente registrados y autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) de Veracruz.
  Para la etapa operativa, se cuenta con la disponibilidad de empresas recicladoras autorizadas para la recolección de Aceite Vegetal Usado (AVU).
- **Suficiencia del servicio: Suficiente.** La generación de RCD (concreto, mampostería) será un evento temporal y limitado exclusivamente a la Etapa de Preparación del Sitio. La estrategia de economía circular del proyecto (reutilización de escombro triturado para nivelaciones) minimiza la exportación de material.
  Para la etapa operativa, la recolección de AVU y chatarra a través de empresas privadas garantiza que no se sature la infraestructura pública.

3. Residuos Peligrosos (RP) y Lodos de Tratamiento

- **Disponibilidad local:** El manejo de RP (estopas con hidrocarburos, envases de químicos, baterías) y la extracción de lodos de los sistemas de tratamiento no dependen de la infraestructura municipal de Alvarado.
  Estos servicios están garantizados mediante la disponibilidad regional de empresas especializadas (camiones tipo Vactor y recolectores de RP) que cuentan con los permisos vigentes ante la SEMARNAT y la SCT para su traslado a centros de acopio o confinamiento controlado.
- **Suficiencia del servicio**: Suficiente. Al ser servicios contratados de manera privada con empresas de cobertura estatal/nacional, la capacidad de atención está garantizada para cubrir las demandas del proyecto en todas sus etapas sin afectar la logística regional.

4. Gestión de Aguas Residuales y Autonomía Hidrosanitaria

- **Disponibilidad y Factibilidad Local:** Es imperativo destacar que el proyecto "Hotel Xicarú Mandinga" operará bajo un esquema de descarga cero a la red municipal. Dada la infraestructura limitada en la localidad de Mandinga, el proyecto renuncia a cualquier dependencia de sistemas externos, asumiendo la responsabilidad total de la gestión de sus efluentes mediante un modelo de autogestión técnica.
- **Suficiencia y Tecnología Propuesta**: El proyecto es 100% autosuficiente. La mitigación del impacto por generación de aguas residuales se logrará mediante la instalación de un sistema de tratamiento primario de alta eficiencia basado en un Biodigestor Anaerobio Autolimpiable. Esta tecnología ha sido seleccionada por su capacidad de operar de forma pasiva (sin consumo eléctrico constante) y su alta eficiencia en la remoción de sólidos y carga orgánica.
- **Capacidad y Cumplimiento Normativo**: La infraestructura está dimensionada para procesar el gasto máximo diario generado por las 12 habitaciones, el área de bar/restaurante y el personal operativo. El sistema garantiza que el efluente final cumpla estrictamente con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021 (descarga a suelo/infiltración). Se asegura el aislamiento total del cuerpo de agua "La Redonda", ya que el destino final es la infiltración controlada en el subsuelo mediante un pozo de absorción diseñado técnicamente para tal fin.
- **Manejo de Subproductos**: Los lodos estabilizados (lodos residuales) que se generen en el proceso de digestión anaerobia serán purgados y manejados de forma externa a través de empresas prestadoras de servicios ambientales debidamente autorizadas, cerrando el ciclo de manejo sin riesgos de contaminación en el sitio.

II.2.7. Generación de gases efecto invernadero

A continuación, se identifican las fuentes de emisión por etapa del proyecto (directas e indirectas) y las estrategias para minimizar la huella de carbono del complejo.

Los **Alcances 1, 2 y 3** (conocidos en inglés como *Scopes*) son las categorías que establece el **GHG Protocol** (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero), el estándar internacional más utilizado para medir y reportar la Huella de Carbono de una empresa o proyecto.
El objetivo de dividirlos en estos tres alcances es evitar la doble contabilidad (que dos empresas reporten la misma emisión como propia) y ayudar a identificar dónde se tiene mayor control para reducir la contaminación, aplicando:

Alcance 1 (Emisiones Directas)

Son los gases emitidos **directamente** por fuentes que son propiedad o están controladas por tu proyecto. Es decir, la contaminación sale físicamente de tus instalaciones o vehículos.

- **Ejemplos en el hotel:**
  - El humo de los camiones de volteo o retroexcavadoras que son propiedad de la obra.
  - La quema de Gas L.P. en las estufas del restaurante o en las calderas para calentar el agua.
  - Las fugas de gases refrigerantes de los aires acondicionados (aunque no es humo, el gas fugado contamina la atmósfera directamente desde tu equipo).

Alcance 2 (Emisiones Indirectas por Energía)

Son las emisiones **indirectas** causadas por la generación de la energía que el hotel compra y consume. Tú no emites el gas en el hotel, pero al encender la luz, provocas que una planta de energía (lejos de tu predio) queme combustible para mandarte esa electricidad.

- **Ejemplo en el hotel:**
  - Toda la electricidad que le compras a la **CFE**. La emisión ocurre en la termoeléctrica de CFE, pero es tu responsabilidad contabilizarla porque tú demandaste esa energía. *(Aquí es donde tus paneles solares ayudan a reducir tu Alcance 2).*

Alcance 3 (Otras Emisiones Indirectas / Cadena de Valor)

Es la categoría más amplia y compleja. Incluye **todas las demás emisiones indirectas** que ocurren en la cadena de valor de tu proyecto (tanto hacia atrás con tus proveedores, como hacia adelante con tus clientes), pero que tú no controlas directamente.

- **Ejemplos en el hotel:**
  - **Proveeduría (Hacia atrás):** La contaminación que generó la fábrica de Monterrey para hacer el acero o el cemento que usaste, y el diésel que quemó el tráiler para llevártelo a Alvarado.
  - **Operación (Día a día):** La gasolina que queman tus empleados (o huéspedes) para transportarse desde sus casas hasta el hotel.
  - **Residuos (Hacia adelante):** El gas metano que generará la basura de tu hotel una vez que el camión municipal la tire en el relleno sanitario.

Ahora se describen por etapas:

1. Etapa de Preparación del Sitio

Durante esta etapa, la generación de GEI provendrá exclusivamente de **fuentes móviles** (emisiones directas o de Alcance 1).

- **Fuentes de Emisión:** Combustión de combustibles fósiles (principalmente diésel) utilizados por la maquinaria pesada (retroexcavadoras, compactadoras) y los vehículos de carga (camiones de volteo) empleados para la demolición de la infraestructura preexistente, el despalme y la nivelación del terreno.
  Los gases emitidos serán principalmente Dióxido de Carbono (CO_2), Óxidos de Nitrógeno (NO_x) y material particulado.

- **Medidas de Mitigación:** * Se exigirá a los contratistas que toda la maquinaria pesada cuente con sus programas de mantenimiento preventivo y verificación vehicular al corriente, garantizando una combustión eficiente.
  - Se prohibirá mantener los motores encendidos en ralentí (marcha mínima) cuando la maquinaria no esté en operación activa.
  - Se optimizarán las rutas logísticas de los camiones de volteo para evitar viajes en vacío o embotellamientos en la vialidad principal de Mandinga.

2. Etapa de Construcción

La generación de GEI en esta fase incrementa debido al transporte de materiales y el uso de equipos de obra, manteniéndose principalmente como emisiones de **fuentes móviles y equipos menores**.

- **Fuentes de Emisión:** Tránsito continuo de camiones de suministro de materiales (concreto, acero, block), camionetas del personal y operación de equipos menores de combustión interna (si se llegaran a utilizar plantas de luz portátiles o revolvedoras a gasolina).

- **Medidas de Mitigación:**
  - Para reducir las emisiones indirectas por transporte (Alcance 3), se priorizará la proveeduría de materiales de construcción (block, acero, cemento) en comercios locales del municipio de Alvarado o la zona conurbada de Boca del Río, reduciendo la distancia de los fletes.
  - Se realizará la interconexión temporal a la red de CFE lo antes posible para evitar el uso prolongado de generadores eléctricos a diésel o gasolina durante la obra.

3. Etapa de Operación y Mantenimiento

En esta fase, la generación de GEI cambia de un modelo intensivo por combustión a un modelo derivado del consumo energético y de servicios de las 12 habitaciones y el restaurante.

- **Fuentes de Emisión Directas (Alcance 1):** * Combustión de Gas L.P. en las parrillas del restaurante y en el sistema de calderas/calentadores de respaldo.
  - Posibles emisiones fugitivas de gases refrigerantes provenientes de los equipos de aire acondicionado y cámaras de refrigeración del restaurante.

- **Fuentes de Emisión Indirectas (Alcance 2 y 3):**
  - Consumo de energía eléctrica de la red municipal (CFE) para iluminación, bombeo y climatización.
  - Emisiones de Metano (CH4) derivadas de la degradación de los Residuos Sólidos Urbanos (fracción orgánica) si estos terminan en un relleno sanitario.

- **Medidas de Mitigación y Eficiencia (Diseño de Bajo Carbono):**

  - **Desplazamiento de Carga Eléctrica:** La instalación de paneles solares fotovoltaicos en la techumbre del hotel cubrirá la demanda eléctrica base, reduciendo drásticamente las emisiones indirectas asociadas a la generación termoeléctrica de la red pública.
  - **Control Térmico:** El uso de calentadores solares de agua (termosifón) minimizará la quema de Gas L.P. para las duchas de las habitaciones.
  - **Refrigerantes Ecológicos:** Como se especificó en los criterios de diseño, los equipos *Mini-Split Inverter* (NOM-023-ENER-2010) utilizarán refrigerantes de bajo Potencial de Calentamiento Global (PCG) o refrigerantes naturales, reduciendo el impacto de las emisiones fugitivas.
  - **Gestión de Orgánicos:** La separación en fuente de los RSU y el compostaje local de los residuos de jardinería y cocina evitarán que estos materiales generen metano en sitios de disposición final no controlados.

II.2.7.1. Generará gases efecto invernadero

El proyecto **SÍ generará** algunos de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) mencionados, sin embargo, los volúmenes estarán muy por debajo de los umbrales industriales, correspondiendo únicamente a las emisiones típicas de una obra civil temporal y de un establecimiento de servicios turísticos de mediana escala (12 habitaciones).

A continuación, se detalla la presencia y el manejo específico de cada gas contemplado en el proyecto:

1. Dióxido de Carbono (CO2)

- **Presencia:** Es el principal GEI que generará el proyecto.
- **Origen:** Durante la *preparación y construcción*, por la combustión de diésel y gasolina en maquinaria pesada y vehículos de carga. Durante la *operación*, por la combustión de Gas L.P. en las estufas del restaurante y equipos de calentamiento de agua de respaldo.
- **Mitigación:** Su emisión se reducirá drásticamente en la etapa operativa gracias a la instalación de **paneles solares fotovoltaicos** y **calentadores solares de agua**, lo que disminuirá la quema de combustibles fósiles in situ y la demanda de electricidad termoeléctrica.

2. Metano (CH4)

- **Presencia:** Generación mínima y controlada.
- **Origen:** Principalmente asociado al tratamiento de las aguas residuales en la etapa operativa (digestión anaerobia en los biodigestores) y a la descomposición biológica de los residuos orgánicos de la cocina.
- **Mitigación:** Se instalarán biodigestores autolimpiables de alta eficiencia que evitan la emisión descontrolada de biogás. Asimismo, los residuos sólidos orgánicos serán manejados diariamente (separación en fuente) para evitar su fermentación a cielo abierto.

3. Óxido Nitroso (N2O)

- **Presencia:** Trazas poco significativas.
- **Origen:** Subproducto de la combustión interna de los motores diésel de la maquinaria pesada y camiones transportistas durante la fase de construcción.
- **Mitigación:** Se exigirá a los contratistas la bitácora de mantenimiento preventivo y afinación de todos los motores de combustión que ingresen al predio, asegurando una mezcla aire-combustible óptima que reduzca la formación de estos óxidos.

4. Clorofluorocarbonos (CFC) - ESTRICTAMENTE NO GENERADOS

- **Presencia: Nula.** El proyecto no generará ni utilizará CFC bajo ninguna circunstancia.
- **Justificación:** En estricto apego al Protocolo de Montreal y la normatividad mexicana, los equipos de climatización (*Mini-Splits Inverter*) y refrigeración comercial requeridos para el hotel utilizarán **refrigerantes ecológicos** de última generación, con Potencial de Agotamiento de Ozono (PAO) igual a cero, y de muy bajo Potencial de Calentamiento Global (PCG), priorizando el uso de hidrocarburos naturales o equivalentes permitidos.

5. Vapor de Agua (H2O)

- **Presencia:** Sí, de forma natural e inofensiva.
- **Origen:** Evaporación natural del cuerpo de agua de la alberca recreativa y emisiones menores por la cocción de alimentos y combustión de gas L.P.
- **Impacto:** Por su volumen, no representa ninguna alteración al microclima ni contribuye de manera antropogénica al forzamiento radiativo local.

6. Ozono Troposférico (O3)

- **Presencia:** No se emitirá de manera directa.
- **Origen:** El ozono a nivel de suelo es un contaminante secundario formado por la reacción de los Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) en presencia de luz solar.
- **Mitigación:** Al controlar las emisiones de escape de la maquinaria (mediante mantenimiento riguroso) y al asegurar el adecuado almacenamiento de solventes e impermeabilizantes (evitando la evaporación de COVs) en el almacén de Residuos Peligrosos, se inhibirá la formación de ozono troposférico en el área del proyecto.

La generación de GEI por parte del Hotel es considerada de **impacto adverso poco significativo y totalmente mitigable**.

El diseño bioclimático, las ecotecnias integradas y la prohibición absoluta de refrigerantes destructores de ozono garantizan que la huella de carbono del proyecto se mantenga en los niveles más bajos posibles para el sector hotelero.

II.2.7.2. Por cada gas de efecto invernadero, estime la cantidad emitida.

Para la estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producto de la ejecución y operación del "Hotel XICARÚ Mandinga", se utilizó la metodología de cálculo basada en los Factores de Emisión (FE) del Registro Nacional de Emisiones (RENE) y del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Las estimaciones se expresan en **Toneladas de CO2 equivalente (tCO2e)**, integrando el potencial de calentamiento del Dióxido de Carbono (CO2), Metano (CH4) y Óxido Nitroso (N2O).

A continuación, se desglosa la estimación cuantitativa por etapa del proyecto:

A. Etapa de Preparación del Sitio y Construcción (Emisiones Temporales)

En esta etapa, las emisiones provienen de la combustión de Diésel en la maquinaria pesada (retroexcavadora, compactadora) y camiones de transporte durante un periodo estimado de obra activa (movimiento de tierras y levantamiento estructural).

- **Supuesto de cálculo:** Operación estimada de 2,500 litros de diésel consumidos durante toda la fase de obra.
- **Factor de Emisión (INECC):** ~2.68 kg CO2e / litro de diésel.
- **Estimación de Emisiones:**
  - **CO2:** ~6.65 Toneladas.
  - **CH4 y N2O (trazas por combustión):** ~0.05 Toneladas (en CO2e).
- **Total estimado Etapa de Construcción: 6.70 tCO2e** (Emisión de evento único).

B. Etapa de Operación y Mantenimiento (Emisiones Anuales)

Para la operación del hotel de 12 habitaciones, restaurante y áreas comunes, las emisiones se calculan de manera anualizada, tomando en cuenta las reducciones obtenidas por las ecotecnias instaladas (paneles solares y calentadores térmicos).

1. Emisiones por Consumo Eléctrico (Alcance 2 - CFE)

- **Supuesto de cálculo:** Un hotel boutique de esta escala tiene una demanda aproximada de 35,000 kWh/año. Gracias al sistema fotovoltaico proyectado, se estima cubrir un 60% de la demanda, requiriendo de la red pública únicamente 14,000 kWh/año (14 MWh).
- **Factor de Emisión (Aviso SEN 2023):** 0.424 tCO2e / MWh.
- **Estimación anual: 5.93 tCO2e / año.**

2. Emisiones por Combustión Fija (Alcance 1 - Gas L.P.)

- **Supuesto de cálculo:** Consumo en la cocina del restaurante y calentadores de respaldo (días nublados), estimado en 2,000 kg de Gas L.P. al año.
- **Factor de Emisión (INECC):** ~3.0 kg CO2e / kg de Gas L.P.
- **Estimación anual: 6.00 tCO2e / año.**

3. Emisiones por Tratamiento de Aguas Residuales (Metano - CH4)

- **Supuesto de cálculo:** La carga orgánica generada por 12 habitaciones en máxima ocupación, tratada mediante biodigestores anaerobios.
- **Mitigación:** Al tratarse de sistemas cerrados (biodigestores autolimpiables) con extracción periódica de lodos, la liberación de metano a la atmósfera es mínima y controlada, estimando una fuga menor a **0.50 tCO2e / año**.

Tabla II. 9. Generación de Gas de Efecto Invernadero (GEI)

Gas de Efecto Invernadero (GEI)	Origen Principal	Etapa de Construcción (Evento Único)	Etapa de Operación (Proyección Anual)
Dióxido de Carbono (CO2)	Diésel, Gas L.P., Red CFE	~6.65 tCO2	~11.93 tCO2 / año
Metano (CH4)	Tratamiento de aguas, RSU	Trazas despreciables	~0.50 tCO2e / año
Óxido Nitroso (N2O)	Combustión de motores	~0.05 tCO2e	Trazas despreciables
Clorofluorocarbonos (CFC)	Refrigeración / Climatización	0.00	0.00 (Uso de gases ecológicos)
Ozono Troposférico (O3)	Reacciones fotoquímicas	0.00 (No es emisión directa)	0.00
Vapor de Agua (H2O)	Evaporación natural	Sin impacto radiativo	Sin impacto radiativo
TOTAL CO2 equivalente	**Huella de Carbono del Proyecto**	**~6.70 tCO2e**	**~12.43 tCO2e / año**

De acuerdo con la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y el Registro Nacional de Emisiones (RENE), los proyectos considerados de "alto impacto atmosférico" son aquellos que superan las 25,000 tCO2e anuales.

El Hotel XICARÚ Mandinga emitirá apenas el **0.04% de dicho umbral**. Esta clasificación como generador de "micro-emisiones" exime al proyecto de cargas fiscales por carbono y de auditorías

atmosféricas complejas, otorgando total certidumbre legal y administrativa ante la SEMARNAT y la SEDEMA.

2. Viabilidad Ecológica y Capacidad de Carga Las emisiones proyectadas son compatibles con la capacidad de resiliencia del entorno lagunar. La preservación y habilitación de **373.04 m² de áreas verdes** con vegetación nativa y franjas protectoras de manglar (en la colindancia con la ZOFEMAT) funcionarán como un sumidero de carbono a nivel micro-local.

Se estima que la captura de carbono de esta biomasa compensará de manera natural una fracción significativa de las emisiones directas del hotel, logrando un balance ambiental neutral que no contribuye a la acidificación del cuerpo de agua ni altera el microclima de Mandinga.

3. Viabilidad Operativa y Económica Las bajas estimaciones de GEI no son producto de la casualidad, sino el resultado directo del diseño bioclimático y la integración de ecotecnias. La reducción de la huella de carbono se traduce inmediatamente en viabilidad económica para el promovente:

- La disminución en el consumo eléctrico de CFE (gracias a los paneles solares fotovoltaicos) y la reducción en la quema de Gas L.P. (por el uso de calentadores solares) garantizan que los costos operativos del hotel se mantengan bajos, asegurando la rentabilidad del negocio a largo plazo y protegiéndolo contra la volatilidad de los precios de los energéticos.

Se concluye que el diseño del "Hotel XICARÚ Mandinga" es altamente eficiente. Las estimaciones de emisiones presentadas demuestran que el proyecto ha internalizado sus costos ambientales mediante la prevención y el uso de tecnologías limpias. Por lo tanto, el proyecto es **técnica, económica y ambientalmente viable**, compatible con la vocación turística sustentable del municipio de Alvarado.

II.2.7.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

En el contexto del proyecto "Hotel XICARÚ Mandinga", la disipación de energía al medio ambiente se manifestará predominantemente como transferencia de calor (energía térmica) a la atmósfera local. Dado que se trata de un desarrollo de mediana escala (12 habitaciones), la disipación térmica es considerada de magnitud puntual y de bajo impacto.

A continuación, se identifican las fuentes y se presenta la estimación técnica de la energía térmica disipada durante la etapa de operación en momentos de máxima demanda (100% de ocupación en época de verano):

1. Sistemas de Climatización y Refrigeración (Fuente Principal)

La principal fuente de disipación de energía provendrá de las unidades condensadoras (exteriores) de los equipos de aire acondicionado tipo *Mini-Split*, así como de los motores de los equipos de refrigeración comercial en la cocina. De acuerdo con los principios de la termodinámica, estos equipos extraen calor del interior y lo disipan al exterior, sumando el calor generado por el trabajo de sus propios compresores.

- **Capacidad Instalada Estimada:** 12 equipos para habitaciones (12,000 BTU/h c/u) y equipos de mayor capacidad para áreas comunes y restaurante, sumando una carga de enfriamiento aproximada de **200,000 BTU/h** (~16.5 Toneladas de Refrigeración).
- **Cálculo de Disipación de Rechazo:** Considerando el factor de rechazo de calor (aprox. 1.25 veces la carga de enfriamiento), se estima una disipación máxima hacia la atmósfera de **250,000 BTU/h**.
- **Estimación Energética:** Equivalente a una disipación térmica de **~73.2 kW (kilovatios térmicos)** en horas pico.
- **Mitigación:** Al utilizar tecnología *Inverter* (NOM-023-ENER-2010), los compresores no trabajan al 100% de su capacidad de forma continua, por lo que la disipación promedio real será aproximadamente un **40% menor** a este cálculo máximo.

2. Equipos Electromecánicos y Cuarto de Máquinas

Esta categoría incluye la energía disipada por la fricción y el trabajo de las bombas del sistema de filtración de la alberca, bombas presurizadoras de agua potable, y el calor residual de los inversores del sistema de paneles solares fotovoltaicos.

- **Estimación Energética:** La disipación térmica de estos equipos en conjunto se estima en un rango de **8 a 12 kW (térmicos)** durante sus ciclos de operación.

3. Disipación Pasiva (Absorción de Radiación Solar)

Los 989.72 m² de superficie de construcción absorberán radiación solar durante el día y la disiparán como calor sensible hacia el final de la tarde (fenómeno conocido como isla de calor urbano).

- **Mitigación Bioclimática:** Este efecto será mitigado gracias a tres factores de diseño:

    1. El uso de acabados reflectantes (colores claros) en las fachadas y techumbres.
    2. El aislamiento térmico de los paneles prefabricados (Durock).
    3. La presencia de los **373.04 m² de áreas verdes**, cuya evapotranspiración vegetal absorberá gran parte del calor circundante, creando un efecto de enfriamiento adiabático natural.

Sumando las fuentes activas, la disipación térmica máxima estimada del complejo rondará los **85 kW térmicos** en condiciones extremas. Esta cantidad de energía es rápidamente dispersada por la constante dinámica de vientos costeros y la brisa lagunar característica de Mandinga.

Se concluye técnica y ambientalmente que **la energía disipada por el hotel no causará estrés térmico en el ecosistema de manglar colindante ni alterará los patrones microclimáticos de la localidad**, manteniendo el confort térmico tanto para los huéspedes como para la fauna local.

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

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

El artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que la construcción y operación de proyectos, obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o impactos ambientales significativos están sujetos a evaluación y autorización por la SEMARNAT antes de su ejecución.

Su finalidad es prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales negativos que puedan derivarse de cualquier actividad humana, especialmente en ecosistemas sensibles. La construcción del proyecto implica la modificación del suelo, generación de residuos y posibles afectaciones a la biodiversidad local. Debido a lo anterior, y conforme al Art. 28, el proyecto requiere autorización ambiental previa por parte de SEMARNAT mediante la presentación de la manifestación de impacto ambiental esta Secretaría revisa la factibilidad ambiental del proyecto antes de permitir su construcción y operación.

Adicionalmente, el artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental define qué actividades se consideran sujetas a evaluación de en materia de impacto ambiental. El proyecto se encuentra entre las actividades reguladas por estas normas ya que se refiere a una actividad turística y de infraestructura, requiere modificaciones del suelo y existe la posibilidad de generar impactos potenciales en recursos naturales, flora, fauna y servicios ecosistémicos.

Derivado de lo anterior, este proyecto debe presentar manifestación de impacto ambiental ante SEMARNAT y ejecutar las medidas preventivas, y compensación mitigación propuestas en la manifestación además de aquellas que SEMARNAT establezca en los términos y condicionantes del Resolutivo que emita. Lo anterior representa la más importante vinculación del proyecto con la Ley y su Reglamento.

Se incluyen otros documentos que regulan el territorio en el que se desarrolla el proyecto.

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

El artículo 5 del Reglamento en materia de impacto ambiental establece y define las obras y actividades que requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, y en específico el inciso Q, refiere a los *desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros,* siendo, entre otros la construcción y operación de hoteles, que afecte ecosistemas costeros. Dado que el proyecto pretende su desarrollo cercano un cuerpo de agua, y colinda con una zona de mangles, es que se presenta el presente estudio de impacto ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, siendo el cumplimiento de este trámite, por tanto, la más importante vinculación, además del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y los demás términos y condicionantes que la autoridad ambiental establezca.

Normas Oficiales Mexicanas

Se incluyen las Normas Oficiales Mexicanas identificadas con posible vinculación con las diferentes etapas del proyecto

CLAVE	DESCRIPCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CLAUSURA	VINCULACIÓN
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.	X	X		El proyecto cumplirá con lo estipulado en esta norma mediante la inspección regular de las condiciones de seguridad.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	X	X	X	La empresa cumplirá con esta norma según su campo de aplicación.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	X	X	X	La instalación cumplirá con lo establecido en la norma, según su campo de aplicación.
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	X	X	X	La empresa cumplirá con lo establecido en la norma, respetando niveles y tiempos de exposición al ruido y proporcionándoles Equipo de Protección Personal a sus trabajadores. El almacenamiento de sustancias químicas peligrosas se realizará en un cuarto específico.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo		X	X	La instalación cumplirá con esta disposición mediante el resguardo de materiales y equipo.
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	X	X		La empresa cumplirá con esta norma. El personal estará sujeto a revisiones de su audición.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	X	X	X	El equipo de protección personal a utilizar cumplirá con lo establecido en esta norma.
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo	X	X	X	En la instalación se dará cumplimiento con lo establecido en esta norma.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CLAUSURA	VINCULACIÓN
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	X	X	X	La empresa cumplirá con esta norma según su campo de aplicación.
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad		X		En la instalación se dará cumplimiento con lo establecido en esta norma.
NOM-100-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-especificaciones.	X	X	X	El diseño de la instalación cumplirá con lo estipulado en esta norma.
NOM-113-STPS-2009	Seguridad-equipo de protección personal-calzado de protección-clasificación, especificaciones y métodos de prueba. Contiene una aclaración a la modificación de esta NOM.	X	X	X	Durante las labores de construcción se cumplirá con lo establecido en la norma, según su campo de aplicación.
NOM-115-STPS-2009	Seguridad-equipo de protección personal-cascos de protección-clasificación, especificaciones y métodos de prueba.	X	X	X	Durante las labores de construcción se cumplirá con lo establecido en la norma, según su campo de aplicación.
NOM-121-STPS-1996	Seguridad e higiene para los trabajos que se realicen en las minas		X		La instalación dará cumplimiento a esta norma.
NOM-003-SEGOB-2011	Señales y avisos para protección civil.- colores, formas y símbolos.	X	X	X	La empresa cumplirá con esta norma según su campo de aplicación.
NOM-028-ENER-2017	Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.		X		La instalación cumplirá con lo establecido en la norma, según su campo de aplicación.
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	X	X	X	Se dará cumplimiento a las descargas mediante la instalación de un biodigestor.
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	X	X	X	La empresa cumplirá con esta norma según su campo de aplicación, mediante su programa de mantenimiento a equipos y vehículos además de la verificación vehicular.
NOM-042-SEMARNAT-2003	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no	X	X	X	La empresa cumplirá con esta norma según su campo de aplicación, mediante su

CLAVE	DESCRIPCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CLAUSURA	VINCULACIÓN
	metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857				programa de mantenimiento a equipos y vehículos además de la verificación vehicular.
NOM-044-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible	X	X	X	La empresa cumplirá con esta norma según su campo de aplicación, mediante su programa de mantenimiento a equipos y vehículos además de la verificación vehicular.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental.- vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	X	X	X	La empresa cumplirá con esta norma según su campo de aplicación, mediante su programa de mantenimiento a equipos y vehículos además de la verificación vehicular.
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.	X	X	X	Las políticas de protección ambiental se alinearán a lo establecido en la norma, incluyendo actividades de capacitación.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición		X		La instalación cumplirá con esta norma restringiendo las actividades con mayor generación de ruido al horario diurno.
NOM-064-SCFI-2000	Productos eléctricos-luminarios para uso en interiores y exteriores-especificaciones de seguridad y métodos de prueba.		X		La instalación de luminarias cumplirá con esta norma.
NOM-116-SCFI-2018	Industria automotriz - aceites lubricantes para motores a gasolina o a diésel - información comercial.	X	X	X	Los lubricantes empleados por vehículos de la instalación cumplirán con esta norma.
NOM-119-SCFI-2000	Industria automotriz-vehículos automotores-cinturones de seguridad-especificaciones de seguridad y métodos de prueba.	X	X	X	Los vehículos propiedad del proyecto cumplirán con esta norma.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CLAUSURA	VINCULACIÓN
NOM-119-SCFI-2000	Industria automotriz-vehículos automotores-cinturones de seguridad-especificaciones de seguridad y métodos de prueba.	X	X	X	Los vehículos propiedad del proyecto cumplirán con esta norma según su campo de aplicación.
NOM-154-SCFI-2005	Equipos contra incendio-extintores-servicio de mantenimiento y recarga.	X	X	X	Los extintores a utilizar en la instalación cumplirán con esta norma
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización)		X		La instalación cumplirá con lo establecido en la norma.
NOM-007-ENER-2014	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.		X		La instalación cumplirá con lo establecido en la norma.

Es de interés especial la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Esta norma establece criterios para la conservación y restauración de los ecosistemas de manglares, y cualquier actividad que pueda afectar estas áreas debe ser evaluada a través de una MIA. Esta norma busca proteger los manglares, asegurando su integridad ecológica y funcionalidad. La norma es crucial para el desarrollo del Hotel Xicarú Mandinga, ya que proporciona directrices específicas sobre cómo llevar a cabo actividades que puedan impactar los ecosistemas de mangle, prohibiendo actividades que puedan dañarlos y estableciendo la necesidad de planes de conservación. El proyecto, como ya se ha venido mencionando, respetará las comunidades de mangle colindantes no desarrollando actividades mas allá de los límites de la propiedad.

Áreas Naturales Protegidas

El polígono del proyecto se ubica geográficamente fuera de la poligonal decretada del Área Natural Protegida (ANP) con categoría de **Parque Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano" (PNSAV)**.

Por consiguiente, no le resulta directamente aplicable el régimen de zonificación interna establecido en su Programa de Manejo (subzonas núcleo y de amortiguamiento).

No obstante, al emplazarse en las inmediaciones del sistema lagunar interconectado con el Golfo de México, el proyecto se encuentra inmerso dentro de la **Zona de Influencia** del PNSAV.

De conformidad con lo establecido en la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)* y el *Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas*, las obras y actividades que se realicen en las zonas de influencia de las ANP deben sujetarse a un marco normativo orientado a prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales indirectos o externos.

La vinculación jurídica de este proyecto exige garantizar que ninguna de sus etapas altere la dinámica hidrológica, la calidad del agua o la integridad ecológica por conectividad hacia el ecosistema arrecifal.

Para dar estricto cumplimiento a estas disposiciones precautorias, el proyecto asume un modelo de **baja presión ambiental** diseñado específicamente para ecosistemas vulnerables y zonas próximas a cuerpos de agua.

El desarrollo se restringe a una edificación de únicamente **3 niveles**, respetando los siguientes parámetros de ordenamiento territorial:

- **Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) del 50%:** Garantiza que la mitad de la superficie total del predio quede estrictamente libre de huella constructiva.
- **Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) del 150%:** Limita la densidad y el volumen de construcción, previniendo la sobredensificación de la zona costera.

Mitigación de Impactos Indirectos hacia el PNSAV Esta configuración arquitectónica (COS 50%) tiene una fundamentación ambiental directa: permite salvaguardar la permeabilidad natural del suelo y establecer un control eficiente de las escorrentías pluviales. Al evitar la pavimentación total del predio, se previene el arrastre masivo de sedimentos hacia la Laguna de Mandinga.

Asimismo, para inhibir cualquier vector de contaminación indirecta hacia el PNSAV, el proyecto integra el tratamiento in situ de sus efluentes mediante un **sistema de biodigestión de alta eficiencia**. Esta infraestructura hidrosanitaria asegura el cumplimiento normativo de las descargas (NOM-001-SEMARNAT-2021), garantizando que no exista exportación de nutrientes (nitrógeno y fósforo), coliformes o carga orgánica hacia el sistema lagunar.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio decretado en el Diario oficial de la Federación (DOF) el 7 de septiembre de 2012 realiza la regionalización ecológica del país, establece los lineamientos y estrategias ecológicas dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, el mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y el fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Unidad ambiental biofísica 75, Llanura Costera Veracruz Norte. La Unidad Ambiental en la que se ubica el proyecto, no presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es media. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Media. El uso de suelo es Pecuario y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales.

Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. Las estrategias para esta región y su vinculación con el proyecto son:

Tabla III. 1. Vinculación con el POEGT

Estrategia		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto pretende la utilización de materiales de banco que cuenten con autorización en materia de impacto ambiental. No se pretende la caza, pesca o colecta de ejemplares de flora y fauna por parte de los trabajadores del proyecto.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto se desarrolla en terrenos con vocacion pecuaria o agrícola, aprovechando sustentablemente el terreno. No se pretende la caza o colecta de ejemplares de flora y fauna por parte de los trabajadores del proyecto ni el aprovechamiento con fines distintos al establecido para el proyecto.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia; no se pretende la caza o colecta de ejemplares de flora y fauna por parte de los trabajadores del proyecto. Mismo que no afectará vegetación forestal, sino 2 cercos vivos, con vegetación agroforestal empleada para deliitar potreros o parcelas.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No se pretende la caza, pesca o colecta de ejemplares de flora y fauna por parte de los trabajadores del proyecto ni el aprovechamiento con fines distintos al establecido para el proyecto. En cuanto a la biodiversidad, la conservación de las áreas verdes permitirá la conservación de la fauna, como recuros forestal asociada de gran valor ecológico.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Se establecerá en clausula contractual con los contratistas, la prohibición de realizar la caza o colecta de ejemplares de flora y fauna por parte de los trabajadores del proyecto ni el aprovechamiento con fines distintos al establecido para el proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	En el mantenimiento del sitio (control de maleza) se prohibirá el uso de agroquímicos.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	La conservación y enriquecimiento de las áreas verdes, promoverá el cumplimiento de esta directriz y permitirá a mediano plazo la restauración del ecosistema original.

Estrategia		Vinculación
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto pretende la utilización de materiales de banco que cuenten con autorización en materia de impacto ambiental.
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Se utilizarán sanitarios portátiles durante las etapas de preaparación del sitio y construcción. Durante la etapa de operación, se dará tratamiento a las aguas residuales sanitarias y domésticas, a través de un biodigestor.
C) Agua y saneamiento	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.

Estrategia		Vinculación
	a la dinámica del desarrollo nacional.	
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	No se identifica vinculación del proyecto con esta estrategia.

Fuente: Elaborada a partir del POEGT

De acuerdo al POEGT, el proyecto se ubica en la Región 18 que corresponde a Restauración y Aprovechamiento Sustentable. El proyecto considera la implementación de varias acciones que permitan el aprovechamiento sustentable: se ubica en un predio cuyo uso es afín con el proyectado, la conservación del 60.89 % del predio como áreas verdes, el aprovechamiento de agua será bajo los lineamientos legales y técnicos de CONAGUA, la obtención del REGERME y su respectivo Plan de Manejo.

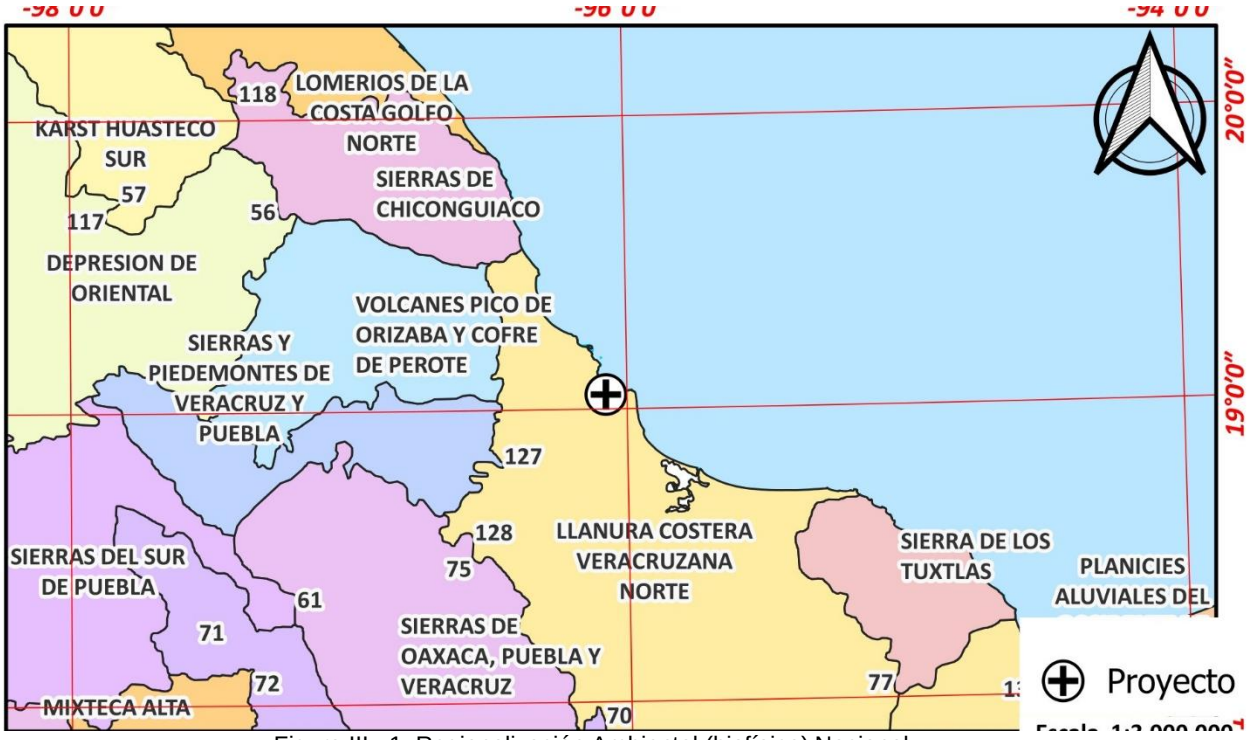


Figura III. 1. Regionalización Ambiental (biofísica) Nacional
Fuente: Elaborada a partir del POEGT

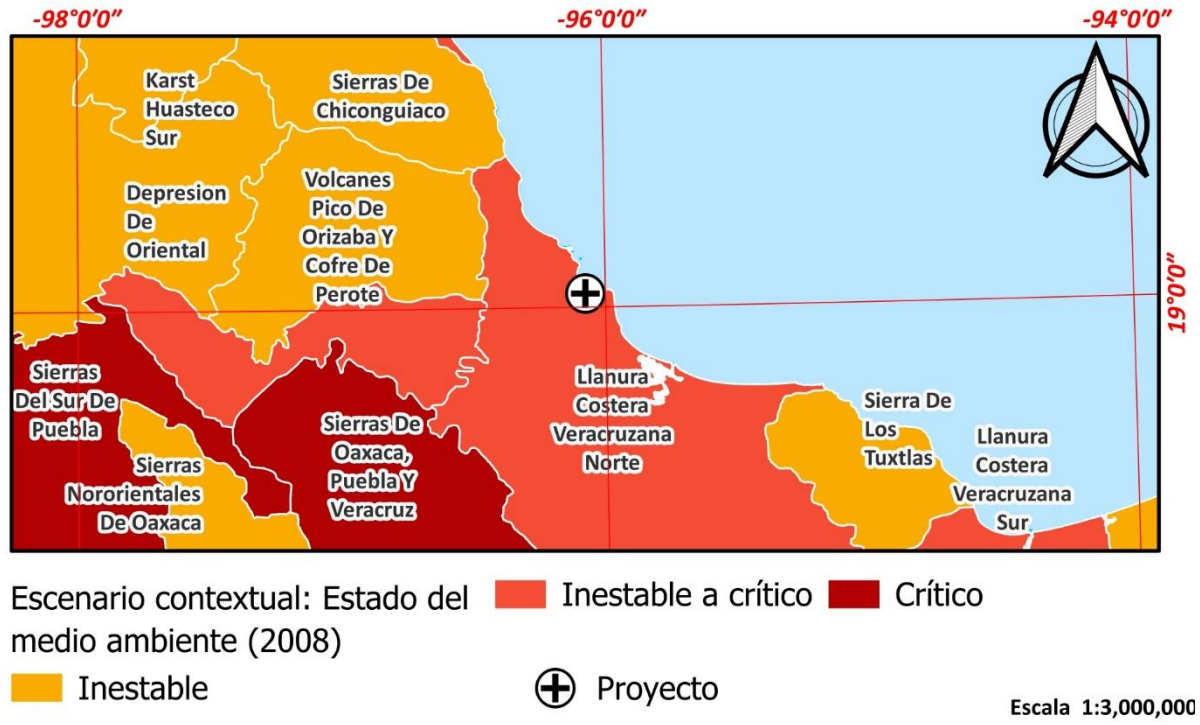


Figura III. 2. Escenario Contextual: Estado del medio ambiente (2008)
Fuente: Elaborada a partir del POEGT

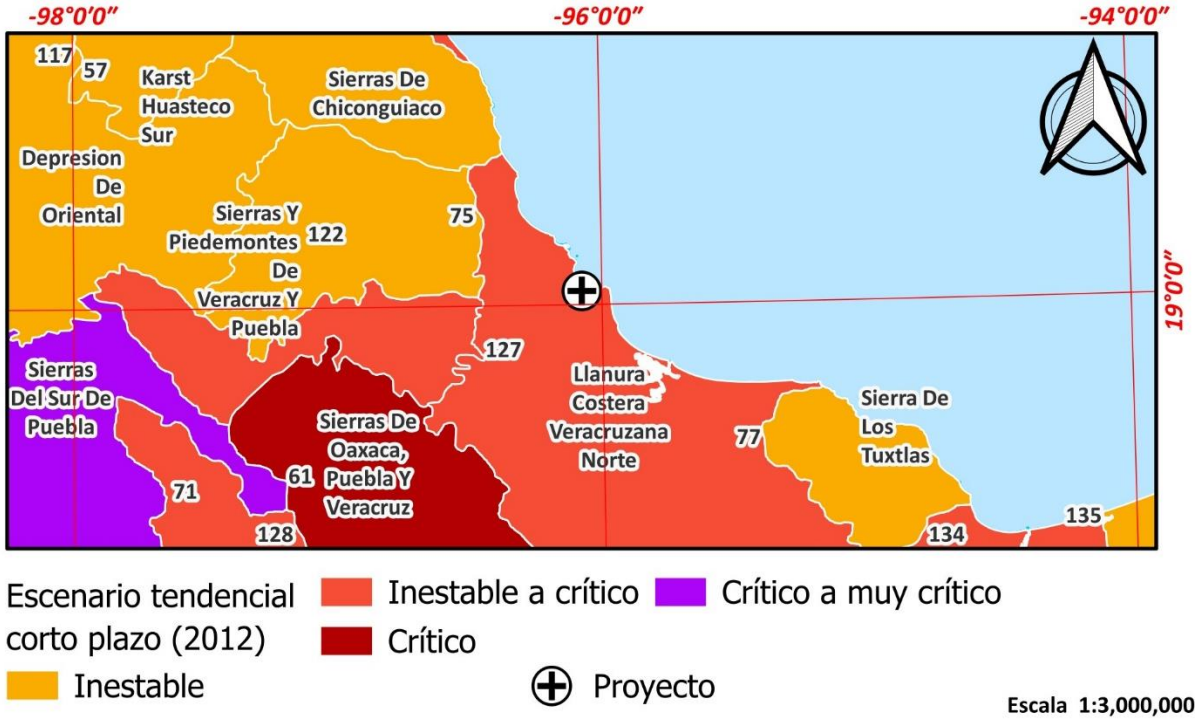


Figura III. 3. Escenario Tendencial a corto plazo (2012)
Fuente: Elaborada a partir del POEGT

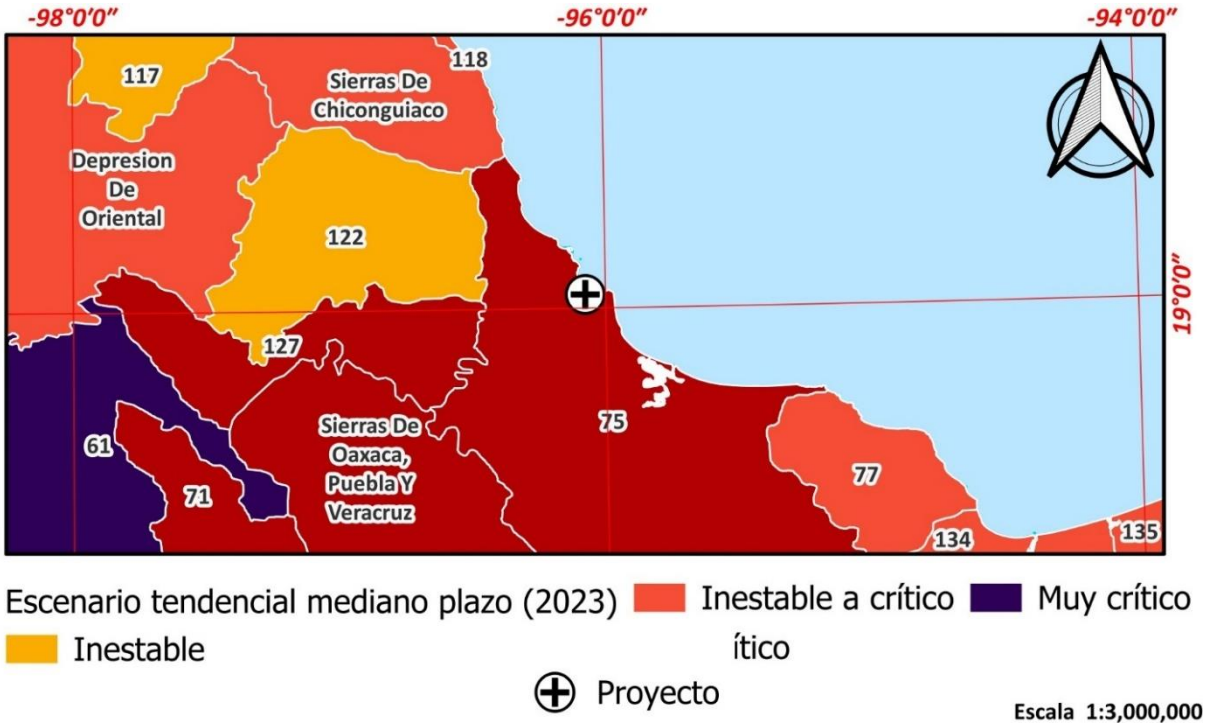


Figura III. 4. Escenario Tendencial a mediano plazo (2023)
Fuente: Elaborada a partir del POEGT

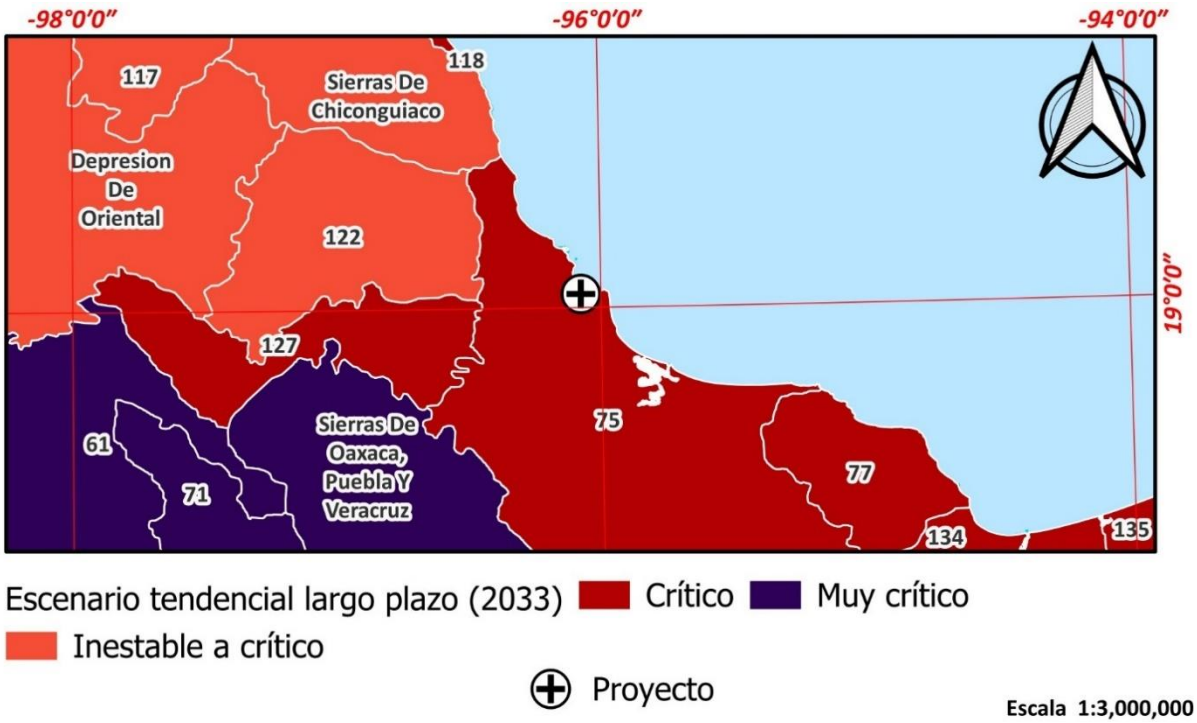


Figura III. 5. Escenario Tendencial a largo plazo (2033)
Fuente: Elaborada a partir del POEGT

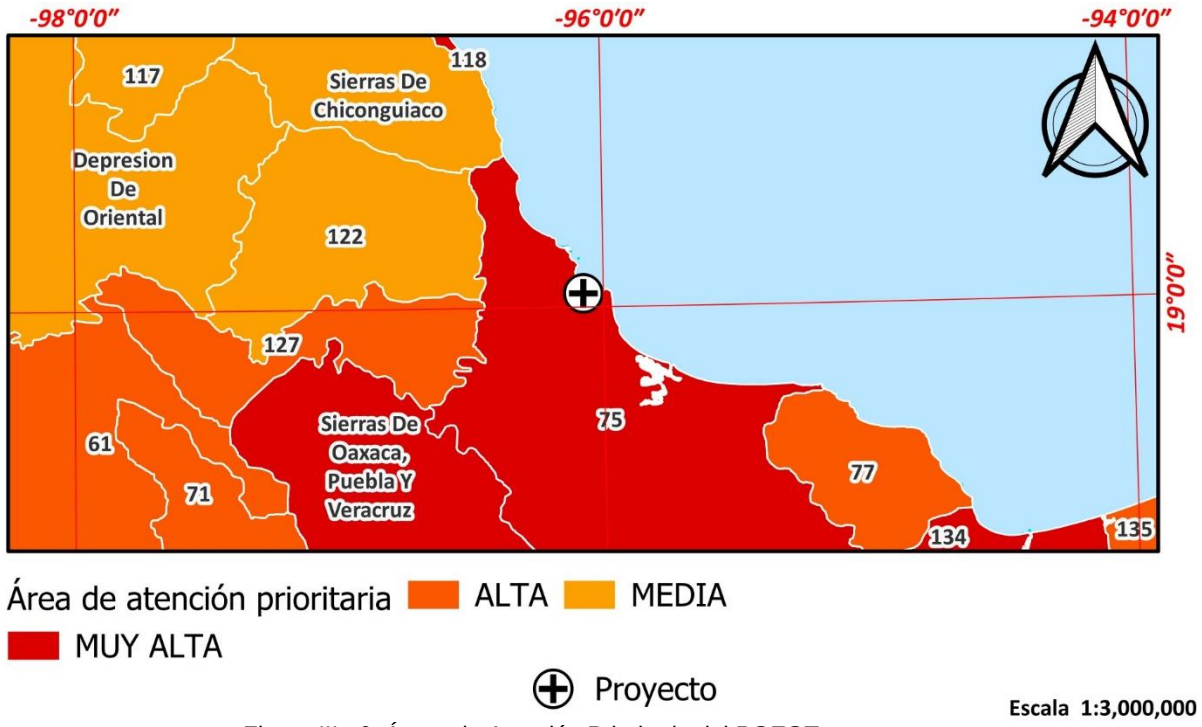


Figura III. 6. Áreas de Atención Prioritaria del POEGT
Fuente: Elaborada a partir del POEGT

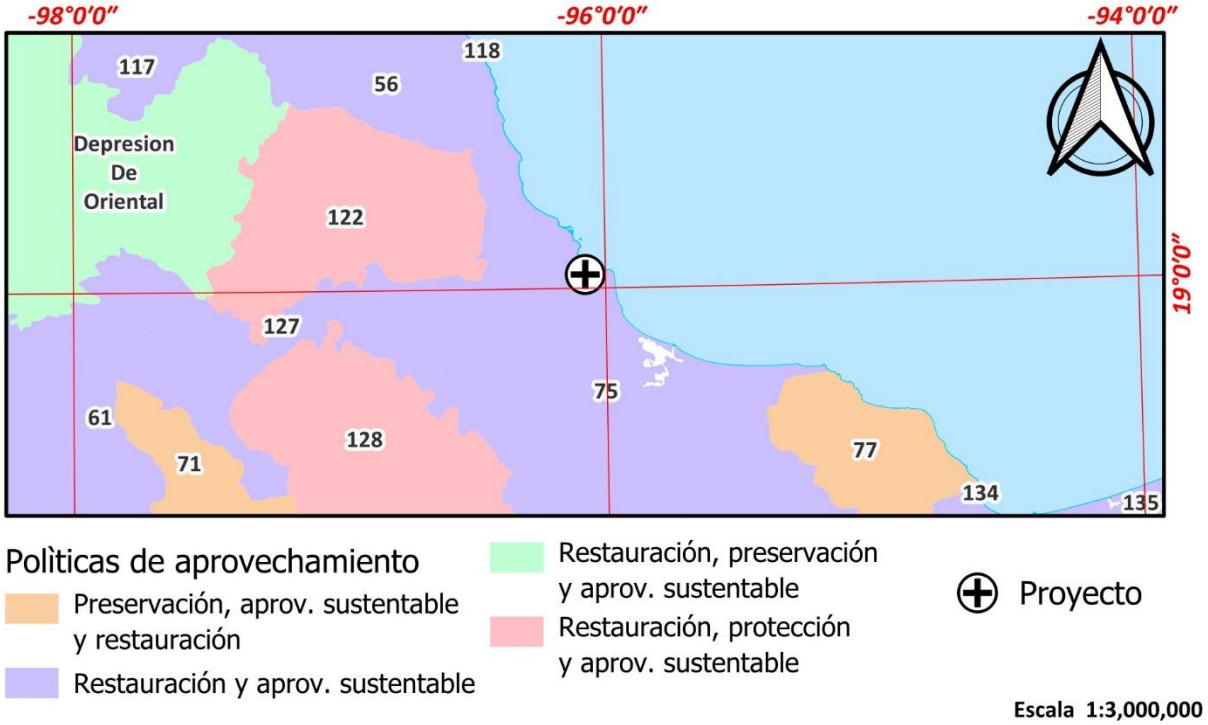


Figura III. 7.Unidades Biofísica
Fuente: Elaborada a partir del POEGT

Programa De Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, decretado en el Diario oficial de la Federación (DOF) el 24 de Noviembre de 2012 cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos, además de identificar, orientar y enlazar las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Para lo anterior, se construyeron las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con base en los dos criterios centrales siguientes: primero el ser un documento normativo para el orden federal e inductivo para los órdenes estatal y municipal que debe tener la resolución necesaria como para reflejar la complejidad del territorio ordenado, y segundo que debe ser un documento suficientemente generalizado como para ser aplicado y administrado sin incrementar de manera sensible los recursos disponibles para ello.

Los dos criterios dieron como resultado al fusionarse la construcción de UGA que en la porción terrestre siguen en muchos casos la división geoestadística municipal del territorio, oficialmente reconocida por el INEGI, existiendo sin embargo, algunos municipios que al tener atributos semejantes se fusionan como una sola UGA (no cambia el status municipal, simplemente, para fines de la aplicación de los lineamientos ecológicos, estrategias y acciones descritos en este documento, a esos municipios contenidos en una sola UGA, se les aplican las mismos acciones, al menos en la escala de las decisiones Federales), en otros casos los límites que se han considerado son los correspondientes a las poligonales decretadas para las Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Para estas UGA se construyeron los lineamientos ecológicos, las estrategias y las acciones necesarias para conservar los atributos naturales, o bien para resolver de manera ordenada alguna de las problemáticas expuestas en la agenda ambiental previamente construida. De acuerdo con los mapas resultantes del ordenamiento, para el sitio del proyecto le corresponde la UGA 44 (Municipio de Alvarado), con los siguientes criterios de Regulación Ecológica:

Tabla III. 2. Vinculación con el POEMRGMMC

CONDICIÓN	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Se utilizarán sanitarios portátiles y secos durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Durante la etapa de operación, se utilizará un pozo, previa autorización de CONAGUA. Las aguas residuales sanitarias de las viviendas y sanitarios se

CONDICIÓN	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
		conectarán a la fosa séptica y pozo de absorción.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	**Etapas de preparación del sitio y construcción:** Se realizará el rescate de fauna y de aquellos ejemplares de flora susceptibles de reubicación. En materia de vegetación se conservarán las 7 palmeras y dos árboles existentes. Etapa de operación: Se incorporarán señalamientos que promuevan la protección de especies de flora y fauna, independientemente de su categoría de protección. Las políticas de protección ambiental del personal del hotel incluirán la reubicación de ejemplares por personal capacitado además de la prohibición de caza, captura o recolección de flora y fauna.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante su programa de mantenimiento de maquinaria y equipos de combustión durante las etapas de preparación del sitio y construcción, como parte de la aplicación de medidas preventivas.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No se utilizarán organismos genéticamente modificados en labores de forestación, sólo especies nativas de la región, obtenidas a través de viveros acreditados en el Estado de Veracruz.

CONDICIÓN	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto no fragmentará el hábitat, debido a la inserción del mismo en una zona con presencia de viviendas; en los espacios destinados a vegetación se buscará utilizar especies que permitan la anidación y refugio aumentando la cobertura arbórea colindante al manglar.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El trazo del proyecto se realiza sobre un terreno con baja diversidad y/o abundancia de especies, con uso actual de suelo urbano, aunque colindante con ecosistemas costeros.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No se utilizarán organismos genéticamente modificados en labores de forestación, sólo especies nativas de la región, obtenidas a través de viveros acreditados en el Estado de Veracruz.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Se realizará esta acción en la parte del predio que se encuentre en una Zona Federal Marítimo Terrestre.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto aprovecha un terreno donde ya existen construcciones, y no pretende la modificación del canal existente ni el cuerpo de agua colindante.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En los espacios destinados a vegetación se buscará utilizar especies que permitan la anidación y refugio aumentando la cobertura arbórea colindante al manglar.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	En los espacios destinados a vegetación se buscará utilizar especies que permitan la anidación y refugio aumentando la cobertura arbórea colindante al manglar.

CONDICIÓN	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	El proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante su programa de mantenimiento.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante la conservación de Áreas Verdes, así como su programa de reforestación a través del enriquecimiento de estas áreas con especies nativas de la región.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante su programa de reforestación.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante la conservación de Áreas Verdes y su enriquecimiento a través de la reforestación con especies nativas. En los espacios destinados a vegetación se buscará utilizar especies que permitan la anidación y refugio aumentando la cobertura arbórea colindante al manglar.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Se promoverá el uso de iluminación híbrida que use energía solar complementada con abastecimiento de la red eléctrica.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante su programa de mantenimiento a equipos. Así como con la implementación de un programa de ahorro de energía eléctrica a través del uso de focos ahorradores en las zonas del proyecto que así lo permitan.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	El proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante su programa de mantenimiento a maquinaria y equipo de combustión en las etapas de preparación del sitio y mantenimiento. Durante la etapa de operación el proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante su programa de mantenimiento a vehículos.

CONDICIÓN	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El proyecto dará cumplimiento con esta acción mediante su programa de mantenimiento a maquinaria y equipo de combustión en las etapas de preparación del sitio y mantenimiento.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	Las luminarias a instalar serán de bajo consumo, de preferencia tecnología LED.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El proyecto, de ser factible, se incorporará con este programa.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.

CONDICIÓN	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa en su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El proyecto genera una actividad productiva en la región.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Se incluirá dentro del contrato de obra el cumplimiento de medidas de atención ante contingencias ambientales y desastres naturales, dentro del ámbito del proyecto en su etapa de preparación del sitio y construcción. Durante la etapa de operación se diseñará e instrumentará el Programa Interno de Protección Civil.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El proyecto se vinculará con esta actividad mediante cláusula contractual para cada etapa del ciclo de vida del proyecto. Durante la etapa de operación se diseñará e instrumentará el Programa Interno de Protección Civil.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El proyecto se vinculará con esta actividad mediante cláusula contractual para cada etapa del ciclo de vida del proyecto. Esta disposición se incluirá dentro de las políticas de protección ambiental de la instalación. Además de tramitar su Registro como Generadores de Residuos

CONDICIÓN	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
		de Manejo Especial conforme a la legislación federal y estatal.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	El proyecto incluirá la instalación de contenedores de residuos.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto operará con una biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales domésticas y sanitarias y posterior vertido en la red municipal. Sin embargo, el promovente, considera en forma programada a largo plazo, la construcción de un sistema de tratamiento que permita el posterior reúso del agua en jardinerías.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El proyecto dará cumplimiento con esta acción durante las diferentes etapas del proyecto.

CONDICIÓN	ACCIONES GENERALES	VINCULACIÓN
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.

Tabla III. 3. Vinculación con el POEMRGMMC, acciones específicas

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El control de plagas evitará en lo posible el uso de agroquímicos.
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas	El control de plagas evitará en lo posible el uso de agroquímicos.
A-004	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	Se protegerá el límite oeste del terreno, cercano a un escurrimiento superficial intermitente.

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A-005	Evitar las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El programa de mantenimiento incluirá la inspección regular de las líneas de agua para detectar y corregir pérdidas de líquido.
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto incluye un sistema de agua pluvial, con la finalidad de dirigir el agua de lluvia para su incorporación al manto freático.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación ó ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción, al no encontrarse dentro de alguna área natural protegida.
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción, el proyecto no se localiza cerca de zonas de anidación de estas especies.
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción, el proyecto no se localiza cerca de zonas de anidación de estas especies.
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción, el proyecto no se localiza cerca de zonas de anidación de estas especies.
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Las especies a utilizar en la forestación ayudaran a conectar las zonas de mangle colindantes.
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	En los espacios destinados a vegetación se buscará utilizar especies que permitan la anidación y refugio aumentando la cobertura arbórea colindante al manglar.
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que	El proyecto no presenta vinculación con esta acción.

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
	se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El enriquecimiento de las Áreas verdes con especies nativas, a través de la implementación del Programa de reforestación, permitirá la recuperación de la vegetación.
A-018	Promover acciones de apoyo a la protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), así como las competencias del Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.	Etapas de preparación del sitio y construcción: El proyecto dará cumplimiento a esta Acción mediante cláusula contractual. Etapa de operación: Se incorporaran señalamientos que promuevan la protección de especies de flora y fauna, independientemente de su categoría de protección. Etapa de operación: Se incorporaran señalamientos que promuevan la protección de especies de flora y fauna, independientemente de su categoría de protección.
A-019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El proyecto dará cumplimiento a esta disposición.
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la	**Etapas de preparación del sitio y construcción:** La empresa constructora dará cumplimiento al programa de manejo de residuos.

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
	remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	
A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores.	El proyecto dará cumplimiento a esta disposición mediante su programa de mantenimiento a maquinaria y equipo en las etapas de preparación del sitio y construcción. Así como con la implementación obligatoria de la verificación vehicular en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	El proyecto operará su plan de manejo de residuos
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad, ya que éste no incide directamente sobre la superficie o perfil de la costa, ni pretende modificarla. Se respetará la parte del terreno que es ZOFEMAT
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El proyecto no se ubica en este tipo de ecosistema.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Se promoverá el uso de iluminación híbrida que use energía solar complementada con abastecimiento de la red eléctrica. Migrando a futuro hacia tecnologías con panel solar.
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
A-043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto es una actividad productiva de tipo intensivo, debido a la construcción de espacios y crecimiento vertical,

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
		vinculándose y dando cumplimiento con esta disposición.
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El proyecto es una actividad productiva de tipo intensivo, vinculándose y dando cumplimiento con esta disposición, minimizando el impacto ambiental mediante sus programas de control de residuos (sólidos y agua residual)
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.	Debido a que el proyecto colinda con una comunidad de manglar, se respetarán los límites de ésta, que coincide con los límites del proyecto.
A-058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	El proyecto se vinculará con esta estrategia a través del monitoreo y escucha de los sistemas Alerta Gris y SIA-CT y la instrumentación del Programa Interno de Protección Civil.
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El proyecto contempla un plan de manejo de residuos.
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales	El proyecto instalará un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales domésticas y sanitarias.

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
	municipales y optimizar las ya existentes.	
A-064	Completar la conexión de todas las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El proyecto operará su plan de manejo de residuos
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en mar.	El proyecto contempla un plan de manejo de residuos.
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.

CRITERIO	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN
	criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.
A-075	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El proyecto no presenta vinculación con esta actividad.

Plan Veracruzano de Desarrollo 2025-2030.

El Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2025–2030 establece la estructura estratégica y las prioridades del gobierno estatal para el presente sexenio, incorporando de manera transversal la sustentabilidad ambiental y la justicia ecológica como pilares fundamentales del desarrollo.

Desde la perspectiva de la ingeniería ambiental, representa una plataforma clave para impulsar políticas basadas en ciencia y tecnología aplicadas a la gestión integral de los recursos naturales, la prevención de la contaminación, la resiliencia ante riesgos climáticos y la restauración de ecosistemas degradados.

El documento parte de un conjunto de diagnósticos estructurales que analizan la situación actual del estado de Veracruz, incluyendo no solo temas como migración, diversidad cultural, economía, educación, salud y seguridad pública, sino también los retos ambientales asociados, como la deforestación, la contaminación de cuerpos de agua, la erosión costera, la pérdida de biodiversidad y la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos extremos.

El PVD establece objetivos, estrategias y líneas de acción en cada área, asegurando la integración de criterios ambientales en las decisiones de política pública, tales como la planificación territorial, la infraestructura verde, el acceso equitativo a servicios ambientales y la transición energética justa.

Se resalta también el compromiso con una gobernanza ambiental participativa, que garantice la consulta libre, previa e informada a comunidades indígenas y rurales ante proyectos con potencial impacto

ambiental, en cumplimiento con los derechos humanos y ambientales consagrados en la legislación mexicana. El PVD 2025–2030 no solo busca el bienestar humano, sino también el equilibrio ecológico del territorio veracruzano, proponiendo un modelo de desarrollo que articula el desempeño técnico de la ingeniería ambiental con la observancia estricta del marco jurídico ambiental, para garantizar un futuro más justo, sano y sustentable para todas y todos.

Se analiza la vinculación del proyecto con la Estrategia 2.4 *"… Implementar acciones de conservación, restauración y sanción garantizando el desarrollo sostenible con enfoque de riesgos a los impactos del cambio climático…"*

Tabla III. 4. Vinculación con el PVD

LÍNEAS *DE* ACCIÓN	***VINCULACIÓN***
2.4.1 Implementar programas de reforestación en áreas degradadas mediante la plantación de especies nativas, involucrando a municipios para restaurar ecosistemas y proteger cuencas hidrográficas.	La generación de mejoradores de suelo dentro de la instalación (compostaje) se vincula coadyuvando con esta línea de acción.
2.4.2 Establecer zonas de amortiguamiento alrededor de fuentes de agua, utilizando cercas naturales y vegetación ribereña para prevenir la erosión y mejorar la calidad del agua.	Se respetará la Zona Federal Marítimo Terrestre.
2.4.3 Evitar la tala clandestina e incendios forestales mediante el desarrollo de prácticas de manejo y protección forestal sostenible.	Aunque en el predio no se identifica densidad de especies para considerarla de uso forestal, todo derribo de árbol se realizará mediante autorización ambiental.
2.4.4 Prevenir la degradación de las áreas naturales del Estado mediante el uso de tecnologías innovadoras, imágenes satelitales y teledetección.	El proyecto no se vincula con esta línea de acción.
2.4.5 Fomentar la restauración ecológica mediante incentivos económicos, programas de pago por servicios ambientales y apoyo técnico para propietarios de terrenos con cobertura forestal.	El proyecto no se vincula con esta línea de acción.
2.4.6 Proponer la actualización de leyes ambientales estatales mediante mesas de trabajo interinstitucionales y de participación ciudadana, incorporando criterios de sostenibilidad.	El proyecto no se vincula con esta línea de acción.
2.4.7 Brindar acompañamiento en la elaboración de ordenamientos ecológicos municipales mediante asesoría y capacitación técnica y gestión.	El proyecto no se vincula con esta línea de acción.
2.4.8 Promover la participación de mujeres, afrodescendientes, pueblos originarios y grupos en situación de vulnerabilidad en la toma de decisiones, mediante capacitaciones y reuniones inclusivas, para garantizar una planificación equitativa en proyectos de impacto.	El proyecto contratará población local para todas las etapas del proyecto
2.4.9 Fomentar la cultura ambiental y el desarrollo sostenible a través de capacitaciones y talleres dirigidos a los sectores público y privado.	El proyecto no se vincula con esta línea de acción.

LÍNEAS *DE* ACCIÓN	***VINCULACIÓN***
2.4.10 Promover el manejo integral de los residuos sólidos en las zonas urbanas, rurales y marginadas mediante un programa de gestión y disposición final de residuos.	El proyecto elaborará y ejecutará su plan de manejo de residuos.
2.4.11 Asegurar el cumplimiento de la legislación y normatividad en materia ambiental a través de la inspección y vigilancia de actividades socioeconómicas.	El proyecto tendrá en planta copia de las autorizaciones obtenidas.
2.4.12 Reducir la generación de plásticos de un solo uso, incentivando a empresas y municipios a dar opciones contundentes y eficaces de reciclaje y otras alternativas a la ciudadanía.	El proyecto entregará a reciclaje o reúso los envases y contenedores plásticos del desinfectante
2.4.13 Promover el cumplimiento normativo climático en la APE a través de asesorías, talleres y operación de programas de atención al cambio climático por medio de agendas sectoriales y municipales.	El proyecto no se vincula con esta línea de acción.

Plan Municipal de Desarrollo Alvarado 2022-2025.

El proyecto se vincula y alinea con este instrumento a través de su Eje Tres, al reconocer el potencial turístico como motor económico y promover la inversión privada. Identifica el turismo como un sector estratégico y esencial para el futuro económico del municipio. Las conclusiones de los Foros de Participación Ciudadana señalan que "El turismo representa el principal potencial para el crecimiento económico del municipio" y el sector donde se pueden generar los empleos necesarios para la población.

En su Eje 2.- *Unidos por un Futuro para Vivir Mejor,* establece: *"…Es necesario el mejoramiento de la imagen urbana de centros turísticos como Alvarado, Antón Lizardo, Mandinga y Matoza, Mata de Uva, Arbolillo, entre otras localidades…".* Un hotel de 3 niveles no contraviene, sino que coadyuva al objetivo municipal de fortalecer estas localidades como destinos turísticos consolidados. El proyecto se alinea con la estrategia de revitalización urbana y turística, no con expansión desordenada.

En su *Eje 3.- Unidos por un Futuro Próspero y Competitivo* se establece: "… El turismo representa el principal potencial para el crecimiento económico del municipio y el sector donde se pueden generar los empleos necesarios para la población. En el diagnóstico del Eje Tres, el Plan menciona que las unidades de "servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas" representan 325 unidades de producción en el municipio, indicando la relevancia del sector. El seguimiento del Eje Tres incluye parámetros de medición específicos para el sector TURISMO, como el marco normativo, la instancia responsable de fomento al turismo y un programa de fomento al turismo. El proyecto se alinea con lo anterior ofreciendo una alternativa más para el desarrollo de este eje, generando empleo local, incentivando cadenas productivas (pesca, gastronomía, comercio) y contribuyendo a la economía local sin modificar la estructura urbana.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Alvarado, Ver

Publicado oficialmente en la Gaceta Oficial del Estado con el Núm. Ext. 014 el 11 de enero de 2022 constituye el instrumento jurídico rector en materia de ordenamiento territorial, zonificación secundaria y regulación de intensidades constructivas dentro de la jurisdicción municipal.

Su objeto primordial es garantizar un crecimiento urbano ordenado, asegurando la congruencia entre el aprovechamiento del suelo, la infraestructura instalada y la capacidad de carga ambiental del territorio. Respecto a los Coeficientes de ocupación y utilización de suelo, el programa, publicado en la Gaceta Oficial con el Núm. Ext. 014 el 11 de enero de 2022 en su descripción territorial y su inventario de localidades contenido en la página 140 se establece la ubicación del polígono de actuación dentro del Sector Norte.

El instrumento clasifica expresamente a las localidades de Mandinga y Matoza como integrantes de este sector, compartiendo características de zonificación con otros desarrollos habitacionales y turísticos de la zona norte del municipio, excluyéndolas de las franjas de alta densidad comercial.

Para determinar la viabilidad dimensional del proyecto, se realiza el desglose técnico de los lineamientos contenidos en las páginas 267 y siguientes, así como en el Cuadro 4.10 del instrumento rector.

Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS)

Según lo estipulado en el apartado 4.2.5.3 Coeficientes de Ocupación del Suelo, la normativa aplicable dicta:

- Regla General: Se establece un COS máximo del 50% aplicable de manera homogénea al tejido urbano habitacional del Sector Norte.
- Excepciones (No aplicables al proyecto):
    - Franja noreste colindante con Boca del Río (COS hasta 70%).
    - Áreas limítrofes marítimas (COS hasta 30%).

Dado que el predio no se ubica en franja limítrofe marítima ni en la colindancia noreste, le corresponde el parámetro general del 50%. El proyecto hotelero, al plantear una ocupación de desplante cercana a este porcentaje, buscará cumplir con este ordenamiento.

Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS)

Con base en lo anterior se tiene que el Coeficiente de Utilización del Suelo, se definen las siguientes densidades verticales:

- Corredor Comercial (Blvd. Riviera Veracruzana): CUS hasta 350% (5 niveles).
- Resto del Sector Norte (Zona del Proyecto): CUS hasta 150% (3 niveles). Este rango aplica a las localidades de Real Mandinga, Mandinga y Matoza.

Dictamen de Cumplimiento: El proyecto propuesto, consistente en una edificación de tres niveles, se ajusta estrictamente al límite de intensidad constructiva del 150%, respetando la zonificación secundaria asignada al predio.

La aplicación de los parámetros COS = 50% y CUS = 150% resulta procedente no solo jurídicamente, sino técnicamente viable desde una perspectiva ambiental y paisajística, en virtud de lo siguiente:

1. Compatibilidad Morfológica: El proyecto se alinea con la tipología urbana predominante en el Sector Norte, promoviendo un desarrollo turístico de baja y media intensidad.
2. Sustentabilidad de Infraestructura: La densidad propuesta es congruente con la capacidad de la infraestructura de servicios existente, evitando la saturación de redes.
3. Protección al Paisaje: La altura limitada a tres niveles garantiza la preservación de la imagen urbana en la zona de influencia de la Laguna de Mandinga, mitigando el impacto visual.
4. Confort Ambiental: El diseño volumétrico no genera externalidades negativas en términos de proyección de sombras excesivas ni obstrucción de los corredores de ventilación natural.

Se concluye, por tanto, que el proyecto es urbanísticamente viable y jurídicamente procedente, toda vez que:

- Cumple con la zonificación secundaria del Sector Norte.
- Respeta el límite de desplante (COS del 50%).
- No excede la intensidad de edificación permitida (CUS del 150, equivalente a 3 niveles).
- Se integra armónicamente al entorno ambiental y paisajístico sin contravenir las disposiciones vigentes en materia de ordenamiento territorial.

Actualización del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín-Alvarado, Ver.

Este documento ha sido publicado en el Alcance a la Gaceta Oficial No. Ext. 267 de fecha 18 de agosto de 2008 e inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio de la ciudad de Veracruz bajo el número 17374 fojas 1 a 292 Vol. 869, Secc. 1a., de fecha 8 de septiembre de 2008 y disponible en el enlace:
http://www.veracruz.gob.mx/desarrollosocial/wp-content/uploads/sites/12/2017/03/7.-Act.-Prog.-Ord.-Urb.-Z.-C.-VBMA.zip

En su capítulo 4.3.9 MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGÍA, el programa el ordenamiento establece:

"… Los daños ocasionados al medio ambiente en la Zona Conurbada Veracruz - Boca del Río - Medellín – Alvarado se concentran en contaminación del agua y el suelo, por ello se señalan las siguientes directrices generales para el mejoramiento y conservación del medio ambiente urbano:
a) En el Plazo inmediato: Prohibición para ocupar áreas ecológicas restringidas para usos urbanos cuyas características las hacen sujeto de protección.

b) Preservación en plazo inmediato del sistema lagunar de Mandinga y Matoza…"

El proyecto se vincula con lo anterior respetando la comunidad de mangle colindante, no extendiéndose más allá de los límites del proyecto y el sembrado de especies en la parte del predio que está en la zona federal.

A partir de las coordenadas enlistadas en el Cuadro No. 53 "*Tabla de rumbos de la poligonal envolvente de la zona conurbada*", se concluye que el proyecto se localiza espacialmente dentro de este ordenamiento territorial, en específico dentro de la localidad *Mandinga y Matoza* por lo que se encuentra en trámite la solicitud de constancia de zonificación y la posterior licencia de uso de suelo, no obstante, **no se identifica incompatibilidad entre lo establecido en el instrumento normativo contra los objetivos y actividades del presente proyecto.**

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

Delimitación del área de influencia del proyecto

El área de influencia se plantea en un radio de 200 metros de distancia de la construcción del hotel. El aspecto ambiental predominante para tomar en cuenta esta distancia fue la dispersión de partículas y polvos en el desarrollo de las actividades relacionadas a su construcción

Esta área de influencia incluye también los caminos de acceso al predio que serán altamente utilizados por vehículos perteneciente a la obra. Del mismo modo, se incluyen los factores bióticos como flora y fauna, las cuales verán modificadas sus dinámicas normales por la construcción y operación de la obra. También se valoran aspectos abióticos, principalmente el impacto en el paisaje, el cual sufrirá una modificación de importancia para la comunidad.

Se deberá hacer referencia al área de influencia, la cual se define por los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto, incluyendo un análisis que evidencie la amplitud de los impactos ambientales que pudiera ocasionar el proyecto, así como un plano topográfico o fotografía aérea donde se muestre el área de influencia definida para el proyecto.

Delimitación del sistema ambiental

La delimitación del sistema ambiental implica definir el espacio geográfico clave sobre el cual se tomarán decisiones relacionadas con la evaluación del impacto ambiental del proyecto. Este proceso parte de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo que permite identificar unidades espaciales con características ecológicas, funcionales y sociales similares. La correcta delimitación es fundamental para realizar un diagnóstico ambiental certero, así como para anticipar los efectos de las interacciones entre el entorno y el desarrollo del proyecto.

En el caso del proyecto de construcción de un hotel en Alvarado, Veracruz, se realizó un análisis exhaustivo de los elementos bióticos, abióticos y del contexto político-administrativo del sitio. Esta evaluación es crucial para entender cómo se integran e interrelacionan los diferentes componentes naturales y antrópicos del territorio.

Actualmente, el municipio de Alvarado se encuentra dentro de la cuenca hidrológica del río Papaloapan, una de las más importantes del estado de Veracruz, que incluye una red densa de cuerpos de agua, humedales y el Sistema Lagunar de Alvarado, que representa un ecosistema costero de gran valor ambiental y económico. El sitio del proyecto se localiza en las cercanías de este sistema lagunar, en una zona que históricamente ha estado expuesta a fenómenos naturales como inundaciones, debido a su baja altitud, la escasa pendiente del terreno y su cercanía al nivel del mar.

Debido a la falta de un Programa de Ordenamiento Ecológico Local o Regional específico para Alvarado, no fue posible emplear límites oficiales de unidades de gestión ambiental, zonas prioritarias o áreas naturales protegidas para delimitar el sistema ambiental. Por ello, se recurrió a un enfoque metodológico sustentado en herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando el software QGIS para superponer capas de información relevantes y establecer un límite funcional del sistema.

Las capas consideradas más relevantes fueron: uso de suelo y vegetación, hidrología superficial (cuencas, subcuencas, cuerpos lagunares y canales), infraestructura urbana y rural (vialidades, calles, trazado urbano), así como las localidades humanas y zonas amanzanadas del municipio.

Con base en esta información, el sistema ambiental del proyecto se delimita de la siguiente manera: al norte, por un canal artificial vinculado con el sistema lagunar y por una franja de vegetación palustre que sirve de amortiguamiento frente a posibles afectaciones antrópicas; al este, por una serie de predios destinados a actividades agropecuarias y zonas de transición con el humedal costero; al sur, por un corredor urbano en desarrollo, donde se ubican vialidades municipales y nuevas zonas residenciales; y al oeste, por una vía principal de acceso y una zona urbana consolidada perteneciente al núcleo urbano de Alvarado.

Esta delimitación permite entender la estructura ecológica del área y sus posibles interacciones con el proyecto hotelero. A través de este enfoque, se busca no solo prevenir impactos ambientales negativos, sino también fomentar un desarrollo ordenado, armónico y en sintonía con los valores naturales y sociales del municipio de Alvarado.

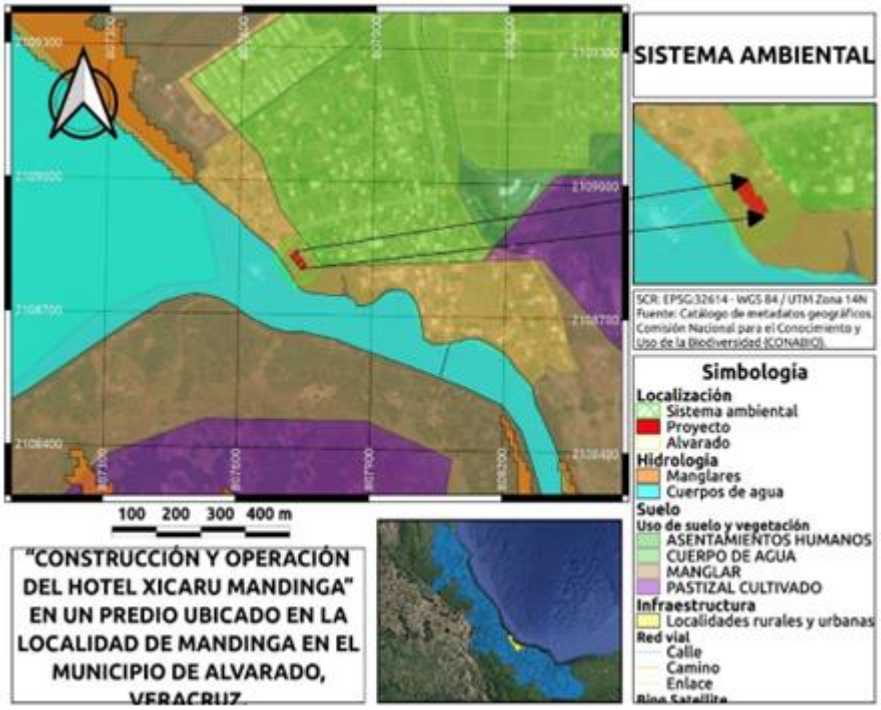


Figura IV. 1. Sistema Ambiental

IV. 3.1 Caracterización y análisis del sistema ambiental

El municipio de Alvarado, Veracruz, cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal (POEM) vigente, formalizado mediante un convenio de coordinación celebrado el 5 de marzo de 2015 entre la SEMARNAT, el Gobierno del Estado de Veracruz y el Ayuntamiento de Alvarado. Este POEM establece las bases para orientar el uso sustentable del territorio, considerando la conservación del patrimonio natural, el control de los procesos de deterioro ambiental, los riesgos naturales y la distribución racional de las actividades productivas. Además, Alvarado fue el primer municipio del estado en contar con una Bitácora Ambiental del POEM, herramienta que permite el seguimiento y evaluación de sus avances.

Según datos de la CONABIO y del Atlas Nacional de Riesgos, el clima predominante en el sitio del proyecto es cálido subhúmedo, con temperatura media anual superior a 22 °C y mínima mensual que no baja de los 18 °C. La precipitación media anual oscila entre los 1200 y 1500 mm, con lluvias concentradas en los meses de verano. La evapotranspiración potencial se estima entre los 1000 y 1100 mm anuales. Estas condiciones favorecen una alta disponibilidad de agua superficial, pero también aumentan la susceptibilidad a inundaciones estacionales.

El proyecto se ubica dentro de la cuenca del río Papaloapan y forma parte del sistema lagunar de Alvarado, uno de los humedales costeros más importantes del litoral veracruzano. La subcuenca inmediata corresponde al sistema Alvarado–Camaronera, caracterizado por la presencia de cuerpos de agua interconectados, manglares y suelos hidromórficos. Hidrológicamente, el área se vincula con el acuífero Alvarado, clasificado por la CONAGUA como una zona vulnerable a la intrusión salina, debido a su proximidad con el mar y al alto nivel freático.

En lo referente al uso de suelo, se observa una combinación de uso urbano de baja densidad con presencia de pastizales inducidos, terrenos agrícolas con riego, y fragmentos de vegetación secundaria en recuperación. En menor grado, se conservan elementos de vegetación de humedal, como tular y mangle, especialmente en los bordes del sistema lagunar. Según la carta edafológica de INEGI, los suelos predominantes son Gleysoles y Vertisoles, caracterizados por una alta retención de agua, escasa permeabilidad y tendencia a la compactación, lo cual representa un reto técnico en términos de cimentación y drenaje urbano.

El Atlas de Riesgos del municipio identifica al área como de alta susceptibilidad a inundaciones, especialmente durante eventos de lluvias intensas, nortes o tormentas tropicales. También se presentan riesgos asociados a la saturación de suelos y ascenso del nivel freático. Estas condiciones demandan la implementación de medidas hidráulicas de prevención y adaptación dentro del diseño del proyecto.

En cuanto a la biodiversidad, el sistema se ha visto alterado por el avance de la mancha urbana y las actividades agropecuarias. Estas presiones han reducido la cobertura vegetal original y afectado el equilibrio ecológico, provocando la fragmentación de hábitats y la migración de fauna silvestre hacia áreas menos intervenidas. No obstante, el predio destinado al hotel no contempla la remoción de vegetación primaria ni la intervención directa sobre hábitats críticos, y no se encuentran registros de especies protegidas en la zona inmediata al proyecto conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En resumen, el sistema ambiental del proyecto presenta una dinámica compleja y frágil, marcada por condiciones climáticas húmedas, suelos hidrosaturados, y una ubicación estratégica en la interfaz urbano-natural. La existencia del POEM de Alvarado brinda un marco normativo adecuado para guiar la intervención, por lo que el proyecto deberá alinearse con sus directrices, integrando criterios de sostenibilidad, mitigación de riesgos y conservación de los servicios ecosistémicos del entorno.

Para el desarrollo de esta sección se analizarán de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos del suelo y del agua que hay en el área de estudio. En dicho análisis se considerará la variabilidad estacional de los componentes ambientales, con el propósito de reflejar su comporta- miento y sus tendencias. Las descripciones y análisis de los aspectos ambientales deben apoyarse con fotografías aéreas, si es posible.

IV.3.1.1 Medio abiótico

El área de estudio donde se desplantará el proyecto se ubica en un entorno costero-lagunar altamente dinámico. El análisis de los componentes abióticos permite comprender los flujos de energía, el ciclo hidrológico y las limitantes físicas del terreno, determinando así la viabilidad técnica del desarrollo.

a) Clima y fenómenos meteorológicos

Con base en los registros históricos de las normales climatológicas de la región y los modelos de proyección del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para la zona costera central de Veracruz, se estima el siguiente comportamiento térmico para el polígono del proyecto en la localidad de Mandinga durante el ciclo anual 2025.

El clima tipo **Aw1(w)(i')g** de la región se caracteriza por una marcada oscilación térmica estacional dictada por la temporada de lluvias, el estiaje y la incidencia de sistemas frontales (Nortes)

Tabla IV. 1. Proyección de Variaciones de Temperatura para el año 2025 (Región Mandinga-Alvarado)

Mes	Temp. Mínima Promedio (°C)	Temp. Media (°C)	Temp. Máxima Promedio (°C)	Fenómeno Estacional Predominante
Enero	18.5	22.2	26.0	Temporada de "Nortes" (Frentes fríos)
Febrero	19.0	23.0	27.5	Temporada de "Nortes"
Marzo	21.0	25.2	29.5	Transición hacia primavera
Abril	23.2	27.5	31.8	Estiaje (Temporada seca y cálida)
Mayo	25.0	29.0	33.5	**Mes más cálido** / Estiaje severo
Junio	24.5	28.5	32.5	Inicio de temporada de lluvias y ciclones

Julio	23.8	28.0	32.0	Temporada de lluvias / Canícula
Agosto	23.5	28.0	32.2	Temporada de lluvias
Septiembre	23.0	27.5	31.5	**Mes más lluvioso** / Alta humedad
Octubre	22.0	26.5	30.5	Transición / Inicio de frentes fríos
Noviembre	20.2	24.5	28.5	Temporada de "Nortes"
Diciembre	19.0	23.0	26.8	Temporada de "Nortes"
PROMEDIO ANUAL	**21.9 °C**	**25.9 °C**	**30.1 °C**	**Oscilación térmica anual: ~5.0 °C**

Fuente: Elaboración propia con base en datos de las Normales Climatológicas del SMN-CONAGUA y proyecciones regionales.

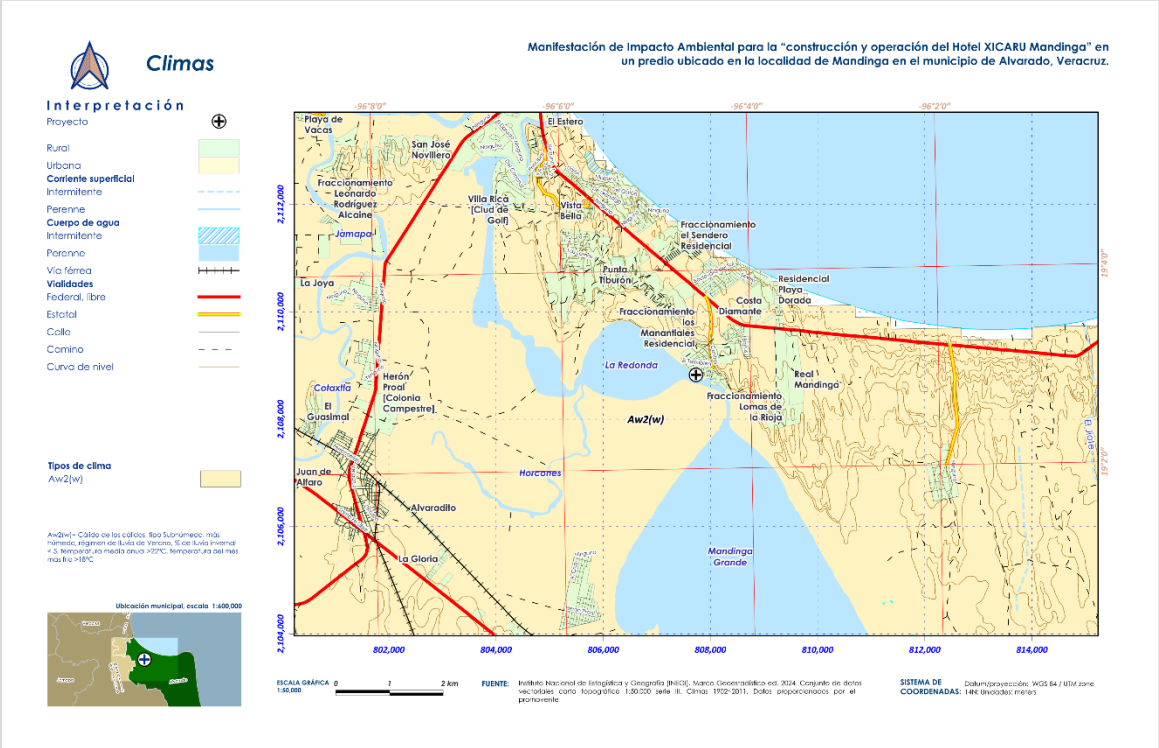


Figura IV. 2. Clima del proyecto

Análisis de la Variación Térmica (2025)

- **Época de Estiaje (Máximas Térmicas):** Durante los meses de abril y mayo de 2025, el proyecto experimentará la mayor carga térmica por radiación solar, alcanzando temperaturas máximas promedio de hasta 33.5 °C. En este periodo, los equipos de climatización del hotel (equipos Inverter) tendrán su pico de demanda energética, lo cual será mitigado por la máxima eficiencia del sistema de generación solar fotovoltaica proyectado.

- **Época de "Nortes" (Mínimas Térmicas):** De noviembre a febrero, la incursión de masas de aire polar continental provocará descensos térmicos (mínimas de 18.5 °C). Durante esta época, la demanda de enfriamiento será mínima, favoreciendo el uso de la ventilación cruzada natural propuesta en el diseño bioclimático de las habitaciones.
- **Oscilación Isotermal:** La diferencia entre el mes más frío (enero) y el mes más cálido (mayo) se mantiene por debajo de los 7 °C, confirmando la característica isotermal (i') de la región, donde la brisa de la Laguna de Mandinga y el Golfo de México actúan como termorreguladores naturales durante todo el año.

La zona de estudio presenta un régimen de lluvias de verano muy marcado, influenciado por el ingreso de humedad del Golfo de México, el paso de ondas tropicales y la incidencia eventual de sistemas ciclónicos. La precipitación media anual proyectada para el polígono del proyecto oscila en los 1,400 mm.

A continuación, se presenta la tabla de precipitación mensual estimada y el análisis de sus variables para el ciclo 2025:

Tabla IV. 2. Proyección de Precipitación Mensual para el año 2025 (Región Mandinga)

Mes	Precipitación Estimada (mm)	% del Total Anual	Fenómeno Meteorológico Asociado	Nivel de Escorrentía Esperado
Enero	25.0	1.8%	Lloviznas por Frentes Fríos ("Nortes")	Muy Bajo
Febrero	20.0	1.4%	Lloviznas aisladas	Muy Bajo
Marzo	15.0	1.1%	Transición a época seca	Nulo / Muy Bajo
Abril	20.0	1.4%	Estiaje (Mes más seco)	Nulo
Mayo	45.0	3.2%	Fin de estiaje / Tormentas convectivas aisladas	Bajo
Junio	220.0	15.7%	Inicio de la temporada de lluvias / Ondas tropicales	Alto
Julio	280.0	20.0%	Lluvias intensas / Posible "Canícula" (ligero descenso)	Muy Alto
Agosto	260.0	18.6%	Lluvias continuas / Actividad ciclónica	Alto
Septiembre	300.0	21.4%	**Mes más lluvioso** / Ciclones tropicales	Muy Alto / Crítico
Octubre	120.0	8.6%	Transición / Lluvias remanentes y primeros Nortes	Medio
Noviembre	55.0	3.9%	Precipitaciones por "Nortes"	Bajo
Diciembre	40.0	2.9%	Precipitaciones por "Nortes"	Bajo
TOTAL ANUAL	**1,400.0 mm**	**100 %**	**Régimen de alta concentración estival**	**--**

Fuente: Elaboración propia con base en isoyetas históricas y normales climatológicas de CONAGUA para la región costera central de Veracruz

Análisis de las Variables Pluviométricas e Implicaciones para el Proyecto

El análisis del comportamiento de las lluvias arroja las siguientes limitantes y oportunidades para el diseño y ejecución del Hotel.

Distribución Temporal (Estacionalidad)

- **Análisis:** El régimen es altamente estacional. El **75.7%** de la lluvia anual (aprox. 1,060 mm) se concentra en tan solo cuatro meses (de junio a septiembre).
- **Implicación en Construcción:** Las actividades de preparación del sitio, específicamente el despalme, la excavación profunda (3.0 m) y el colado de la losa de cimentación, **deberán programarse estrictamente durante la ventana de estiaje (febrero a mayo)**. Realizar excavaciones entre julio y septiembre pondría en riesgo la estabilidad de los taludes y provocaría inundaciones en las zanjas debido a la saturación del nivel freático somero.

Intensidad y Fenómenos Extremos

- **Análisis:** Durante los meses de agosto y septiembre, la precipitación no solo es volumétrica, sino de alta intensidad (tormentas torrenciales en cortos periodos), frecuentemente asociadas al paso de tormentas tropicales o huracanes por el Golfo de México.
- **Implicación en Operación:** Esta intensidad hídrica justifica técnicamente la decisión de mantener un **Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) del 50%**. Los **373.04 m² de áreas verdes** y el uso de pavimentos permeables en el estacionamiento actuarán como zonas de amortiguamiento e infiltración directa, evitando que el volumen torrencial genere escorrentías superficiales descontroladas que arrastren sedimentos hacia la Laguna de Mandinga.

Déficit Hídrico (Época de Estiaje)

- **Análisis:** Desde finales de febrero hasta principios de mayo, la región experimenta una drástica disminución de lluvias, coincidiendo con el aumento de las temperaturas máximas (estiaje).
- **Implicación en Ecotecnias:** El sistema de **captación de agua pluvial** en las techumbres inclinadas del hotel está diseñado para aprovechar los picos de lluvia de verano. El agua almacenada en las cisternas exclusivas será vital para sostener el riego del paisajismo nativo y el funcionamiento de los sanitarios precisamente durante estos meses de déficit hídrico, reduciendo el estrés sobre la red municipal de agua potable en la época de mayor demanda turística.

La costa central de Veracruz, donde se emplaza el Hotel, está sujeta a dos principales sistemas generadores de tiempo severo:

1. **Sistemas Frontales (Nortes):** Masas de aire polar que, al interactuar con el Golfo de México, generan vientos sostenidos y rachas destructivas (noviembre a marzo). El gráfico contabiliza únicamente aquellos catalogados como "severos" (rachas > 80 km/h**).**
2. **Ciclones Tropicales:** Depresiones, Tormentas Tropicales y Huracanes que inciden directa o indirectamente aportando lluvias torrenciales y marea de tormenta (junio a noviembre).

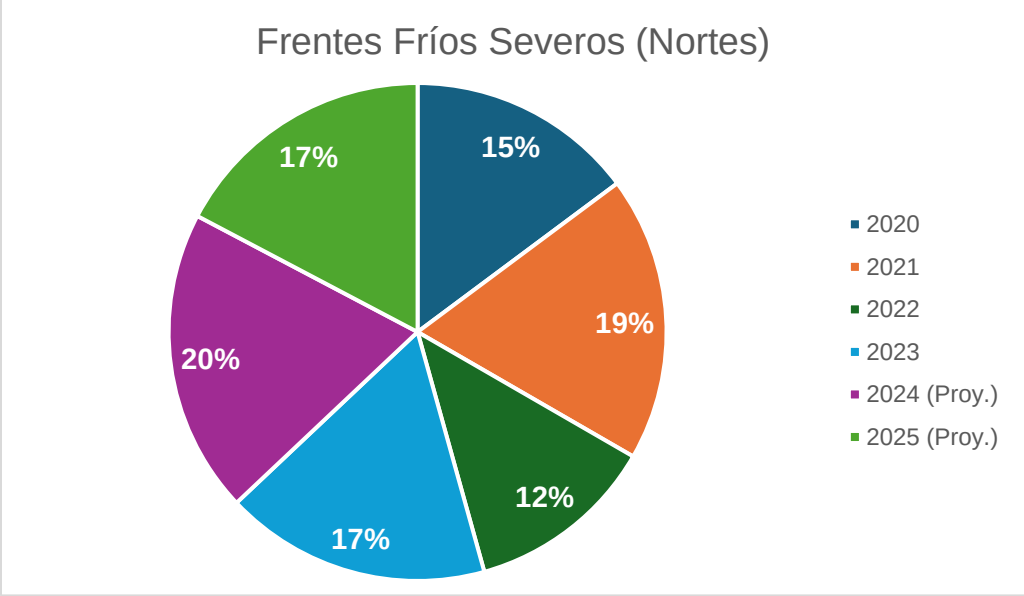


Figura IV. 3. Incidencia de Fenómenos Hidrometeorológicos Extremos (2020-2025)
Fuente: Elaboración propia con base en isoyetas históricas y normales climatológicas de CONAGUA para la región costera central de Veracruz

b) Geología y Estratigrafía

El predio se ubica geológicamente en la Provincia Fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Sur, una cuenca sedimentaria de formación reciente.

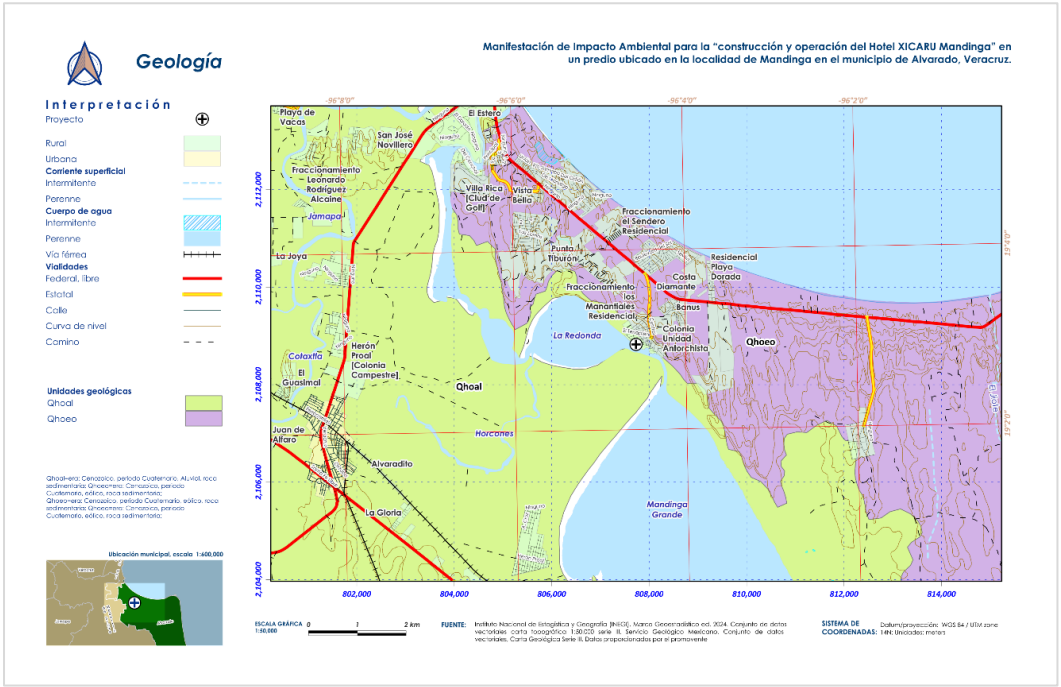


Figura IV. 4. Geología del Hotel

- **Unidades Litoestratigráficas:** El sustrato subyacente está conformado por rocas sedimentarias de origen clástico. El terreno superficial corresponde a depósitos del **Cuaternario Holoceno (Q)**.
- **Composición:** Los estratos superficiales están dominados por sedimentos no consolidados, depositados por la dinámica eólica, fluvial y marina. Predominan las **arenas medias a finas, limos y arcillas** con alta presencia de materia orgánica en las zonas colindantes al manglar.
- **Riesgo Sísmico y Geológico:** De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional, el estado de Veracruz en esta latitud se encuentra en una **Zona Sísmica B (sismicidad moderada)**.
  No existen fallas geológicas activas identificadas que crucen directamente por el polígono del proyecto; sin embargo, la naturaleza arenosa del suelo exige un diseño estructural (como la losa de cimentación propuesta) que mitigue posibles asentamientos diferenciales.

Geomorfología y Topografía
La configuración del relieve es un factor determinante para el control de escorrentías del hotel.

- **Relieve:** El polígono de 752.50 m² se localiza en una subprovincia de llanuras y pantanos costeros. Es una superficie eminentemente plana, sin accidentes topográficos abruptos.
- **Altimetría y Pendientes:** La elevación del terreno varía entre los **0.5 y 2.0 metros sobre el nivel del mar (msnm)**. Presenta una pendiente natural inferior al **2%**, inclinándose levemente hacia el oeste, en dirección al cuerpo de agua "La Redonda" y la Laguna de Mandinga.
- **Dinámica Costera:** Al tratarse de una planicie costera baja, el terreno es altamente sensible a la erosión hídrica en sus bordes libres (zona de ZOFEMAT), lo que justifica la necesidad de preservar las barreras físicas de manglar como protección geomorfológica natural.

Edafología (Suelos)
Las características del suelo determinan la capacidad de infiltración pluvial y la capacidad de carga para el proyecto arquitectónico.

- **Tipos de Suelo Dominantes:** En la zona de transición laguna-tierra firme, los suelos predominantes son los **Gleysoles** y **Arenosoles**.
  - *Arenosoles:* Se presentan en la parte frontal del predio (zona de desplante). Son suelos profundos, de textura arenosa, con muy rápida permeabilidad, lo que facilita la infiltración del agua de lluvia pero retiene pocos nutrientes.
  - *Gleysoles:* Presentes en la franja trasera (colindancia con el manglar). Son suelos condicionados por la saturación de agua permanente o temporal, presentando colores grisáceos debido a procesos de reducción del hierro por falta de oxígeno. En algunas zonas se pueden identificar incrustaciones salinas (Solonchaks) debido a la intrusión de la cuña salina.

- **Capacidad Portante:** El suelo presenta una **capacidad de carga media a baja**, característica que dictaminó la ingeniería de la Etapa de Preparación del Sitio (excavación a 3.0 m, estabilización con material de banco y uso de losa de cimentación continua).

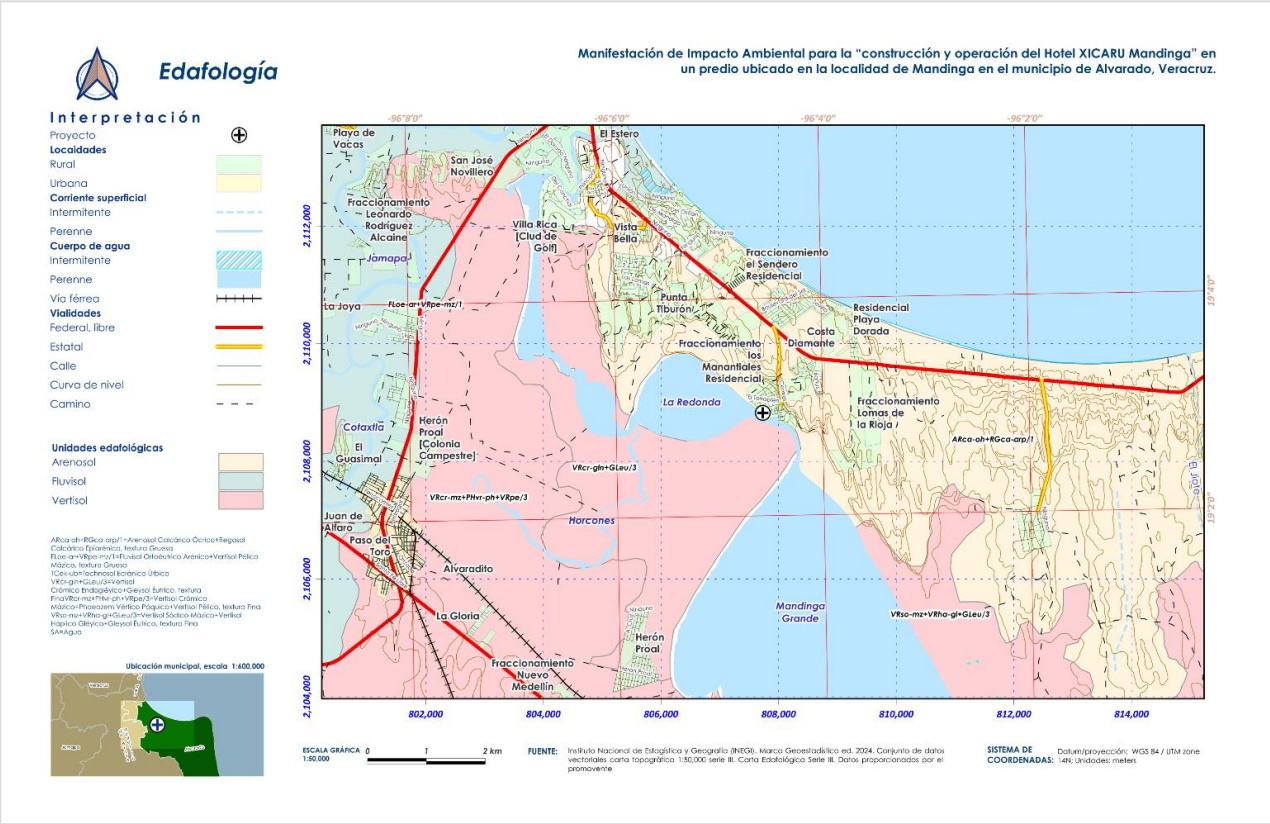


Figura IV. 5.Edafología

Hidrología Superficial y Subterránea

El comportamiento del agua (ciclo hidrológico local) es el componente abiótico más crítico para este proyecto.

- **Hidrología Superficial:** El sitio se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 28 (Papaloapan).

  A nivel micro-cuenca, el proyecto colinda directamente con el **Sistema Lagunar de Mandinga**, específicamente con el cuerpo de agua interconectado denominado **"La Redonda"**.

  Este es un sistema estuarino, lo que significa que es un cuerpo de agua salobre donde convergen escurrimientos dulces continentales y el flujo de marea salado proveniente del Golfo de México a través de la boca del Río Jamapa.

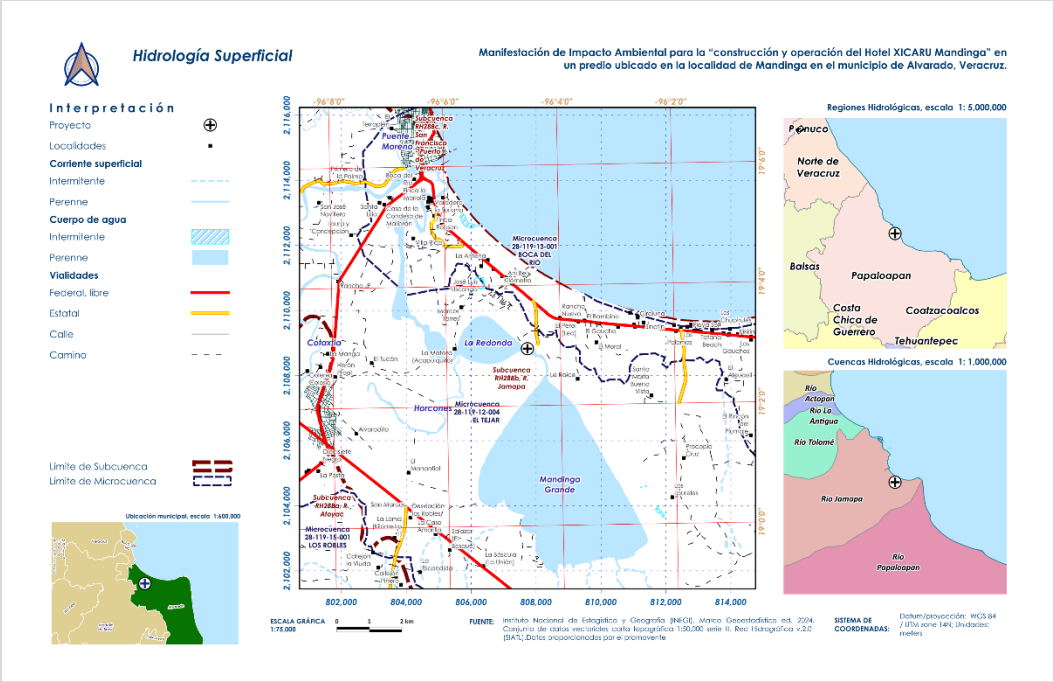


Figura IV. 6. Hidrología superficial a nivel micro-cuenca

- **Hidrología Subterránea (Acuífero):** El proyecto se asienta sobre un **acuífero libre, somero y de alta vulnerabilidad**. El nivel de aguas freáticas (N.A.F.) se encuentra a muy escasa profundidad (estimado entre 1.0 m y 1.5 m de la superficie, variando con la marea y la precipitación).

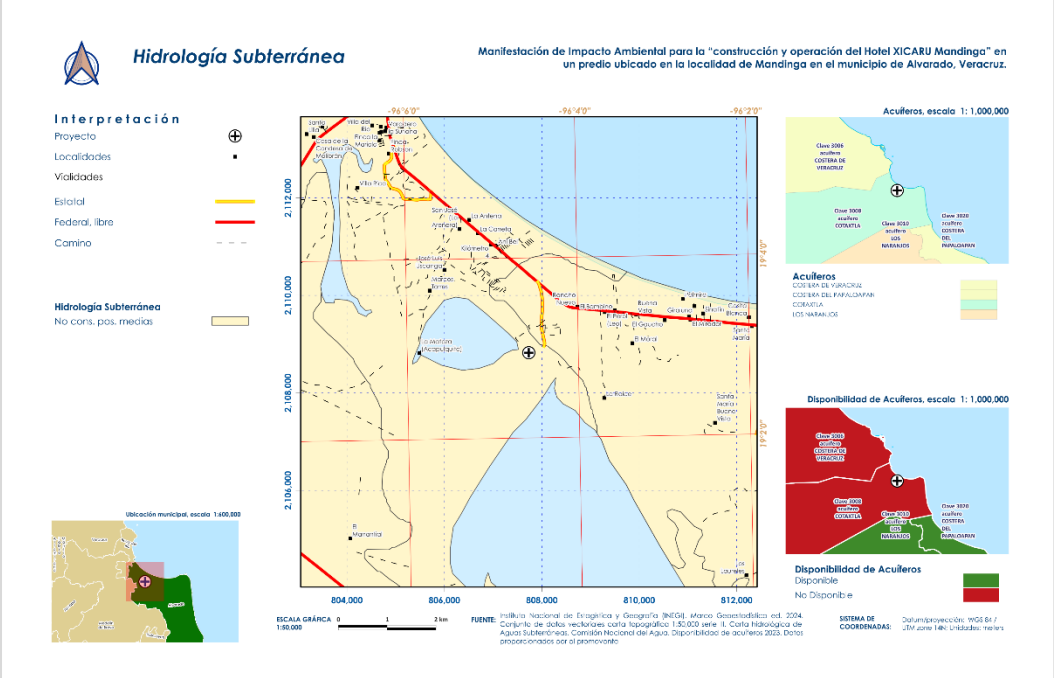


Figura IV. 7. Hidrología subterránea del proyecto

c) Suelos:

Uso de Suelo y Vegetación

El análisis del uso de suelo y la cubierta vegetal en el área de influencia del proyecto Hotel revela un paisaje caracterizado por un mosaico de ecosistemas naturales interconectados con zonas de alta modificación antrópica.

De acuerdo con la cartografía temática y la validación en campo (Figura IV.8), la distribución espacial de los componentes terrestres y acuáticos se describe a continuación:

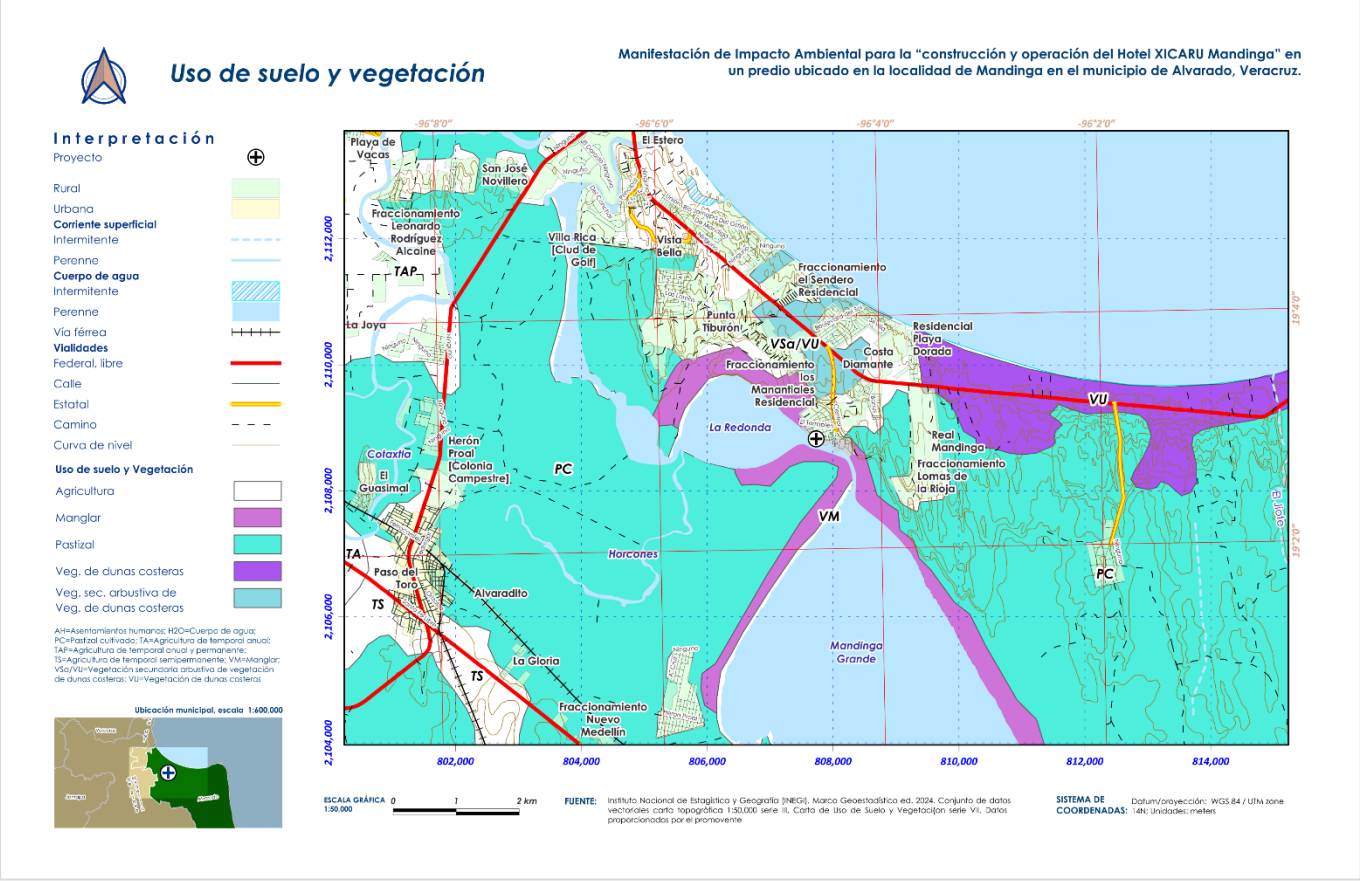


Figura IV. 8. Uso de suelo y vegetación

Fuente: Elaboración propia con base en el Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Clave E14-3 (Veracruz), escala 1:250,000, Serie VI / VII. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Contexto Regional y Paisaje Circundante

A nivel regional, las zonas terrestres aledañas a la localidad de Mandinga presentan una fuerte vocación agropecuaria histórica. En la cartografía se identifican extensas áreas categorizadas como **Agricultura de temporal** y **Pastizal cultivado**, lo que evidencia la transformación de las coberturas originales para actividades productivas primarias.

Asimismo, en las zonas de lomeríos y planicies circundantes, se observan manchones de **Vegetación secundaria de selva alta perennifolia**. Esta categoría indica que, si bien la selva original fue removida o alterada en el pasado, existe un proceso de sucesión ecológica y recuperación de la cobertura arbórea y arbustiva nativa en los polígonos menos perturbados.

Ecosistemas Costeros y Humedales

El rasgo dominante en el paisaje local es el componente hidrológico, clasificado cartográficamente como **Cuerpo de agua**, correspondiente al Sistema Lagunar de Mandinga y sus interconexiones (como "La Redonda").

Bordeando estos cuerpos lagunares, se encuentra una densa e ininterrumpida franja de vegetación hidrófila categorizada como **Manglar**. Este ecosistema es de máxima prioridad de conservación (protegido bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la NOM-022-SEMARNAT-2003), ya que funciona como barrera contra huracanes, filtro de nutrientes y zona de crianza para especies acuáticas y avifauna.

Contexto Micro-Local (Polígono del Proyecto)

A nivel micro-local, el polígono de 752.50 m² donde se desplantará el proyecto se encuentra catalogado estrictamente dentro de la categoría de **Asentamientos Humanos**.

- **Uso de Suelo Actual:** El predio cuenta con un uso de suelo urbano/habitacional, inmerso dentro de la traza urbana consolidada de la localidad de Mandinga y Matoza. Como se demostró en el análisis histórico (sección II.1.2), el área de desplante presenta un grado de perturbación superior a los 20 años, con preexistencia de obras civiles (planchas de concreto).

- **Vegetación en el Predio:** En el área específica donde se construirá la huella del hotel (311.05 m²), **la cobertura vegetal nativa es nula**. Únicamente se reporta la presencia aislada de especies introducidas o ruderales (como algunas palmeras y pastos) derivadas del abandono de las instalaciones anteriores.

- **Colindancia Ecológica:** El predio colinda en su límite posterior directamente con el **Cuerpo de agua** y franjas de **Manglar**.

El mapa de Uso de Suelo y Vegetación confirma la viabilidad del proyecto. Al desplantarse sobre un polígono ya clasificado como "Asentamiento Humano" y carente de selva o manglar en su interior, **el proyecto no requerirá Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**. La integridad del uso de suelo natural vecino se garantizará mediante el respeto estricto a la franja de 20 metros de ZOFEMAT y la conservación del manglar colindante.

El análisis espacial del proyecto "Hotel XICARÚ Mandinga" permite establecer una zonificación técnica que distingue entre la zona de desplante antropizada y las zonas de conservación biológica. Esta

diferenciación es fundamental para justificar que el proyecto no compromete la integridad de la flora local ni requiere procesos de remoción de vegetación forestal.

Caracterización de las Unidades de Vegetación

De acuerdo con la cartografía analizada (Figura IV.9), se identifican dos unidades principales de cobertura en la zona de influencia:

- **Zona de Asentamiento Humano (Uso Urbano):** El polígono de desplante se encuentra inmerso en una mancha urbana consolidada. La cubierta vegetal original ha sido sustituida por superficies impermeables y especies ornamentales introducidas. La presencia de **Vegetación Secundaria de Selva Alta Perennifolia** se observa de manera fragmentada en los alrededores, pero no dentro de los límites del predio, el cual presenta un estado de perturbación avanzado.
- **Zona de Humedal (Manglar):** Esta unidad bordea el cuerpo de agua "La Redonda". Se identifica una comunidad densa de vegetación hidrófila halófita. Aunque el mapa muestra la proximidad del manglar al proyecto, se confirma que esta cobertura se encuentra fuera de los límites de propiedad, actuando como una barrera natural que será preservada íntegramente.

Análisis de Fragmentación y Conectividad
El diseño del hotel ha sido planeado para evitar el efecto de borde y la fragmentación de la cubierta vegetal circundante:

- **Permeabilidad:** Al mantener un **COS del 50%**, el proyecto asegura que la mitad del predio funcione como un área de transición biótica. Los **373.04 m² de áreas verdes** no solo compensan la huella constructiva, sino que se reforestarán con especies nativas para crear un "corredor de servicios ambientales" que fortalezca la conectividad entre la zona urbana y la franja de manglar.
- **Respeto a la ZOFEMAT:** La zonificación respeta estrictamente los 20 metros de la Zona Federal Marítimo Terrestre. Esta medida asegura que no exista invasión sobre la cubierta vegetal hidrófila (manglar), cumpliendo con la función de zona de amortiguamiento para la fauna aviar y acuática que utiliza el sistema lagunar.

Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003
La descripción del uso de suelo y vegetación permite dar cumplimiento a las especificaciones de preservación de humedales costeros:

- El proyecto **no interrumpe el flujo hidrológico** que alimenta al manglar, ya que no se contemplan rellenos o canales que alteren el flujo de marea.
- Se mantiene la integridad de la comunidad vegetal colindante, garantizando que las actividades de construcción (como el almacenamiento de materiales) se realicen exclusivamente en la zona ya clasificada como "Asentamiento Humano".

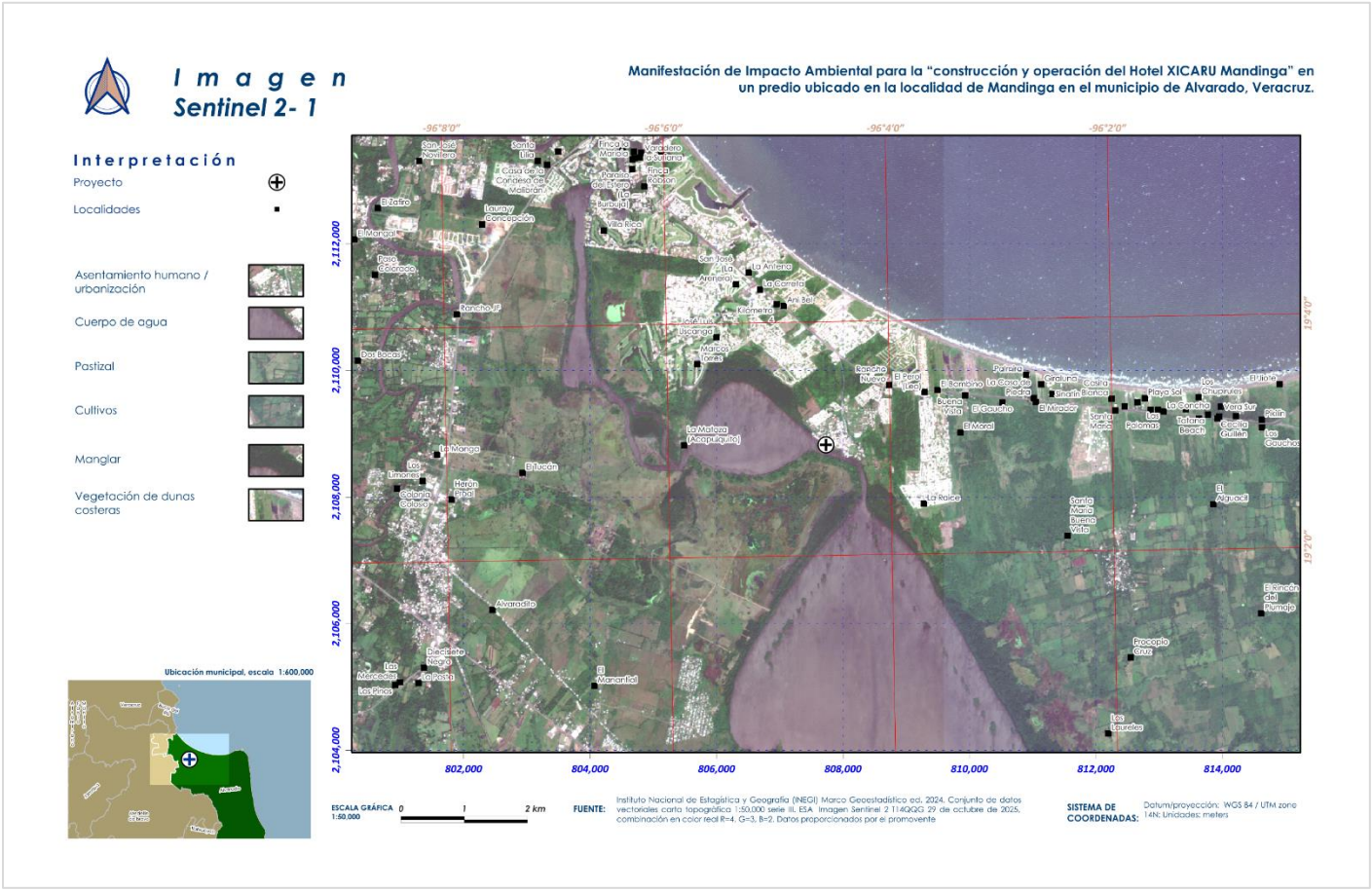


Figura IV. 9. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación mediante análisis multiespectral.
Fuente: Elaboración propia mediante el procesamiento de imágenes satelitales Sentinel-2 (Copernicus/ESA), fecha de adquisición marzo 2026, y validación con el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI.

Caracterización de Alta Resolución del Uso de Suelo y Vegetación (Sentinel-2)

Con el objetivo de blindar técnicamente el proyecto y dar estricto cumplimiento a la **NOM-022-SEMARNAT-2003** (Preservación de Humedales Costeros), se realizó una caracterización micro-local del uso de suelo y las coberturas vegetales.

Para ello, se utilizó una imagen satelital **Sentinel-2 (Nivel 2A, corregida atmosféricamente)** con una resolución espacial de 10 metros, capturada en marzo 2026, la cual permite una delimitación precisa de las unidades ambientales presentes en el predio y su zona de influencia directa (Figura IV.10).

Interpretación Visual y Coberturas Identificadas

La imagen satelital, visualizada en una combinación de color real, permite diferenciar claramente tres unidades principales de cobertura:

- **Unidad 1: Asentamiento Humano / Suelo Antropizado (Zona Urbana):** Identificada por texturas geométricas, tonos grisáceos y blancos que corresponden a techumbres, vialidades

pavimentadas y áreas desprovistas de vegetación densa. Esta unidad domina el sector este y sur del área de estudio, consolidando la traza urbana de la localidad de Mandinga.

- **Unidad 2: Vegetación de Humedal (Manglar):** Caracterizada por una textura rugosa, homogénea y tonos verde oscuro intenso, típica de la alta concentración de clorofila y biomasa de las comunidades de manglar. Esta unidad forma una franja continua y densa bordeando los cuerpos de agua.
- **Unidad 3: Cuerpo de Agua (Laguna de Mandinga / "La Redonda"):** Visualizada en tonos oscuros (azules o negros), correspondientes a la absorción de luz por superficies de agua libre.

Análisis Micro-Local del Predio (Polígono Rojo)

Al sobreponer el polígono de 752.50 m² del proyecto sobre la imagen Sentinel-2 (Figura X), se obtienen las siguientes conclusiones técnicas irrefutables:

- **Confirmación de Sitio Impactado:** El polígono del hotel se asienta **100% dentro de la Unidad 1 (Asentamiento Humano)**. La respuesta espectral de la imagen dentro del cuadro rojo es idéntica a la de las zonas urbanas vecinas, confirmando la ausencia de cobertura vegetal forestal o hidrófila en el sitio de desplante.
- **Respeto Absoluto al Ecosistema Crítico:** Se observa con total claridad que la **Unidad 2 (Manglar)** se encuentra adyacente, pero **fuera de los límites de propiedad del predio**. La imagen valida que el diseño del hotel respeta la integridad física de la barrera de manglar, cumpliendo con la función de zona de amortiguamiento urbano.

Justificación de la Zonificación de Mitigación

La alta resolución de Sentinel-2 justifica técnicamente las medidas de mitigación propuestas en la MIA:

- **Áreas Verdes Internas:** La creación de **373.04 m² de áreas verdes** dentro del polígono (Unidad 1) funcionará como un proceso de re-vegetación localizada, mejorando la conectividad ecológica hacia la Unidad 2 (Manglar) vecina.
- **Control de Impactos:** Al confirmar que el sitio de obra es suelo antropizado, se garantiza que no habrá remoción de manglar ni alteración de los flujos hidrológicos que lo alimentan, asegurando el cumplimiento de la NOM-022.

La evidencia satelital Sentinel-2 demuestra que el "Hotel XICARÚ Mandinga" es un proyecto de **desarrollo urbano responsable**. Al desplantarse sobre un área ya impactada y respetar estrictamente la colindancia con el ecosistema de manglar, el proyecto se alinea con los principios de sustentabilidad costera.

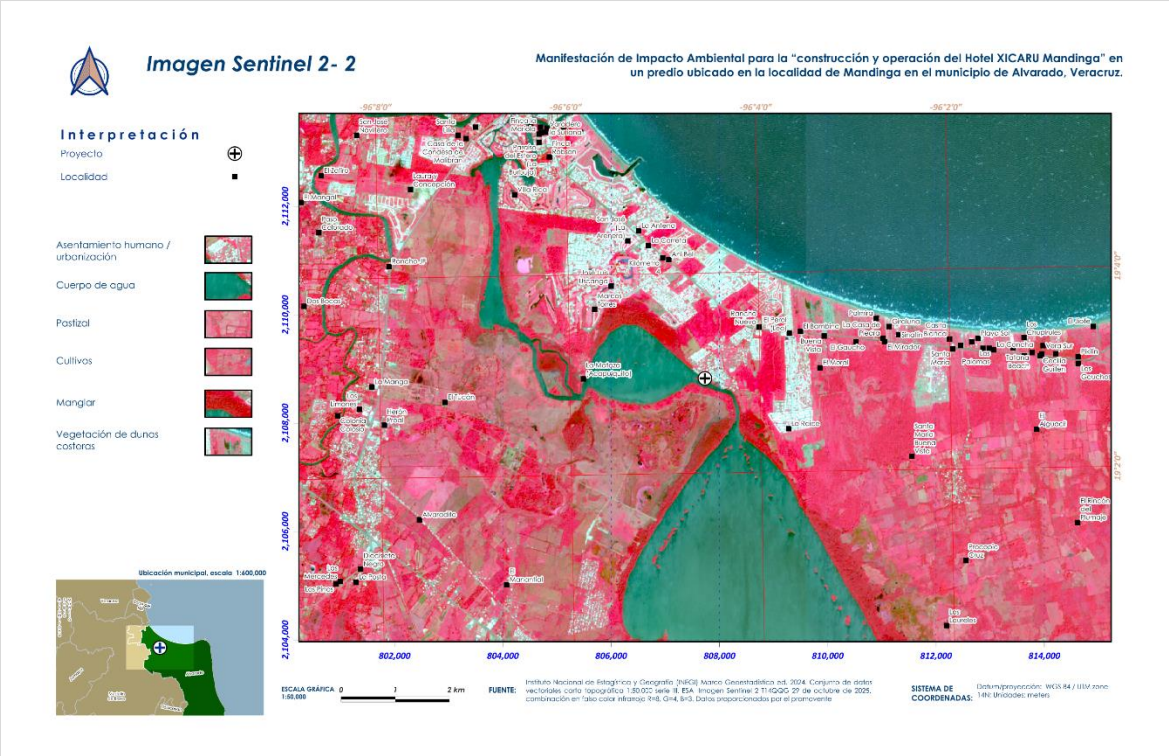


Figura IV. 10. Caracterización micro-local de coberturas mediante imagen satelital Sentinel-2 (Copernicus/ESA). El cuadro rojo delimita el polígono del proyecto, asentado sobre suelo antropizado y respetando la barrera de manglar colindante).

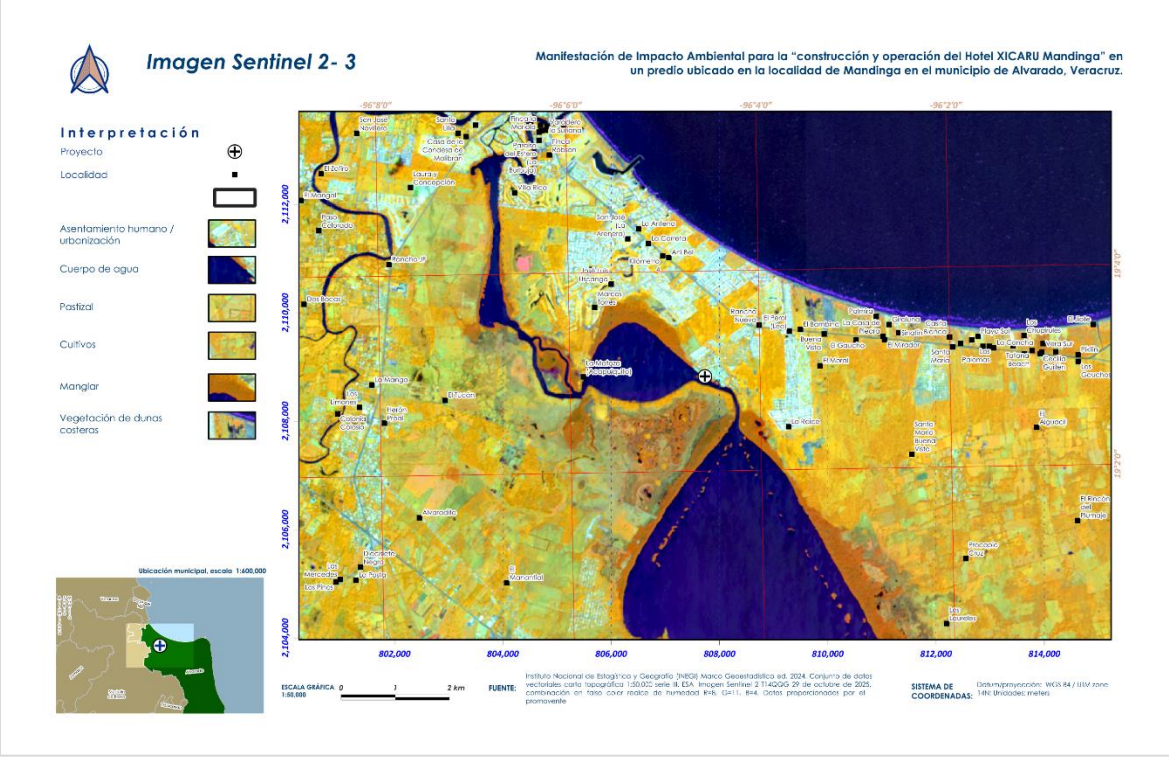


Figura IV. 11. Caracterización micro-local de coberturas mediante imagen satelital Sentinel-2 -3

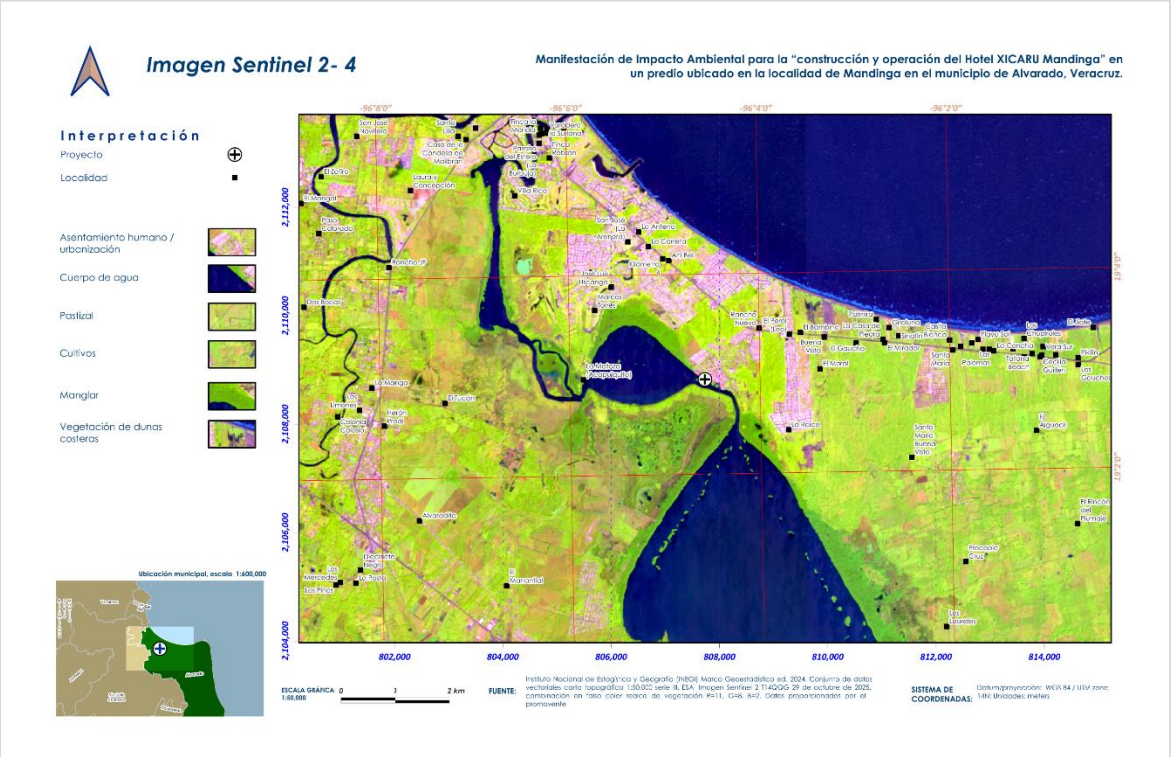


Figura IV. 12. Caracterización micro-local de coberturas mediante imagen satelital Sentinel-2 -4

.

d) Agua

El análisis del sistema hidrológico en el Sistema Ambiental (SA) es el factor determinante para la viabilidad del "Hotel XICARÚ Mandinga". Debido a la estrecha conectividad entre el acuífero freático y el cuerpo lagunar "La Redonda", la integridad del agua es el componente más sensible ante posibles perturbaciones.

Hidrología Superficial: El Sistema Estuarino

El predio se localiza en la vertiente del Golfo de México, dentro de la cuenca del Río Papaloapan. El cuerpo de agua colindante, "La Redonda", es una extensión del Sistema Lagunar de Mandinga.

- **Estado Actual y Calidad:** Se describe como un sistema estuarino de aguas salobres con una dinámica de mezcla influenciada por las mareas. La calidad del agua en esta zona presenta niveles de turbidez variables dependiendo de la temporada de lluvias y la descarga de sedimentos continentales.
- **Usos:** Los usos principales son la **pesca comercial y de autoconsumo** (especies de escama y moluscos), así como el **turismo recreativo** (paseos en lancha).
- **Fuentes de Perturbación Existentes:** Actualmente, la calidad del agua en el SA ya experimenta presiones externas ajenas al proyecto, derivadas de las descargas de aguas residuales sin tratamiento de los asentamientos humanos circundantes y la escorrentía agrícola de la cuenca

alta, lo que incrementa la presencia de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y coliformes fecales en el sistema.

Hidrología Subterránea: El Acuífero Somero

El proyecto se desplanta sobre la unidad hidrogeológica correspondiente al **Acuífero de la Cuenca de los Ríos Jamapa y Cotaxtla**.

- **Localización y Tipo:** Es un acuífero de tipo libre y somero, constituido por depósitos de arena y sedimentos litorales de alta permeabilidad. El nivel freático (N.A.F.) es extremadamente superficial, oscilando entre los **0.80 m y 1.50 m** de profundidad respecto al nivel del terreno.
- **Calidad y Vulnerabilidad:** El agua subterránea presenta una **vulnerabilidad intrínseca MUY ALTA**. Debido a la porosidad del suelo (Arenosol), cualquier contaminante vertido en la superficie se filtra de manera casi inmediata al acuífero. Además, se registra el fenómeno de **intrusión salina** por la proximidad con la laguna y el mar, lo que limita su uso para consumo humano directo sin tratamiento previo.
- **Usos:** El uso principal en el SA es para riego de áreas verdes y servicios generales en predios vecinos mediante pozos someros (norias).

Análisis de Afectación Potencial y Medidas de Blindaje

Se identifica que, sin medidas de mitigación, el proyecto podría afectar la calidad del agua mediante la infiltración de lixiviados o escorrentías contaminadas. Para evitar esta posibilidad y no sumar nuevas fuentes de perturbación al SA, el proyecto implementa:

1. **Aislamiento Hidrosanitario:** El uso de **biodigestores herméticos** elimina la posibilidad de contacto entre las aguas residuales y el acuífero somero. A diferencia de las fosas sépticas comunes en la zona (fuente de perturbación actual), este sistema garantiza un efluente tratado que cumple con la **NOM-001-SEMARNAT-2021**.
2. **Protección de la Calidad en Construcción:** Durante la etapa de cimentación, se prohibirá el vertido de aceites, combustibles o lechadas de cemento directamente al suelo. Se utilizarán barreras de contención para evitar que el arrastre pluvial lleve sedimentos a "La Redonda".
3. **Manejo de Escorrentías:** El **COS del 50%** y los pavimentos permeables aseguran que el agua de lluvia se infiltre de manera natural, manteniendo la recarga del acuífero pero filtrando los sólidos suspendidos a través de la capa vegetal de las áreas verdes.

Si bien el SA presenta fuentes de perturbación históricas (asentamientos sin drenaje), el "Hotel XICARÚ Mandinga" se diseña bajo un esquema de **descarga controlada y hermeticidad**, lo que garantiza que no se degradará la calidad del agua superficial ni subterránea, manteniendo la viabilidad de los usos actuales de pesca y turismo en Mandinga.

e) Caracterización de la Zona Marina y Litoral

El proyecto se localiza en una zona de transición estuarino-marina dentro de la Llanura Costera del Golfo de México. La interacción entre la Laguna de Mandinga y el mar abierto a través de la desembocadura del Río Jamapa define las características físicas y dinámicas de este sector.

Fisiografía y Tipo de Costa

- **Tipo de Costa:** Se define como una **costa de acumulación biogénica y sedimentaria**, caracterizada por la presencia de humedales (manglares) y planicies de inundación. No presenta acantilados ni formaciones rocosas naturales; el relieve es bajo y suave.
- **Fisiografía:** El área forma parte de un sistema de barreras litorales y lagunas costeras. La estabilidad de la línea de costa en el área del proyecto depende directamente de la salud de la barrera de manglar, que actúa como disipador de energía ante eventos hidrometeorológicos.

Batimetría y Sustrato Bentónico

- **Batimetría:** El cuerpo de agua colindante ("La Redonda") es somero, con profundidades que oscilan entre los **0.5 m y 2.5 m** en sus canales principales. La pendiente batimétrica es muy suave, característica de los sistemas lagunares de inundación.
- **Sustrato Bentónico:** El fondo lagunar está compuesto predominantemente por **sedimentos finos (limos y arcillas)** con una alta concentración de materia orgánica en descomposición. En las zonas de mayor flujo, se encuentran arenas finas. No se reportan formaciones arrecifales ni pastos marinos dentro de la zona de colindancia directa, pero sí una rica microfauna bentónica que sostiene la cadena trófica local.

Dinámica Hidrodinámica: Corrientes, Mareas y Transporte Litoral

- **Ciclo de Mareas:** La zona presenta un régimen de **mareas de tipo mixtas principalmente diurnas**, con un rango micromareal (amplitudes inferiores a 0.5 m). A pesar de su baja amplitud, el flujo de marea es el motor principal de la renovación de agua en el sistema estuarino.
- **Circulación y Corrientes:** El patrón de corrientes está gobernado por dos factores:
    1. **Flujo de Marea:** El intercambio con el Golfo de México a través del canal de Mandinga.
    2. **Escorrentía Continental:** El aporte de agua dulce de la cuenca, especialmente en temporada de lluvias.
- **Velocidades Medias:** Se estiman velocidades de corriente de **0.1 a 0.3 m/s** en condiciones normales, pudiendo aumentar durante eventos de "Norte" o avenidas extraordinarias de los ríos.
- **Transporte Litoral:** En la zona marina adyacente (Golfo de México), el transporte longitudinal de sedimentos tiene una dirección predominante de **norte a sur** durante la mayor parte del año, impulsado por el oleaje del noreste y los vientos dominantes.

Caracterización Física de las Masas de Agua (Línea Base)

Las propiedades del agua en el área de influencia son altamente variables debido a la estacionalidad (temporada de lluvias vs. estiaje).

Tabla IV. 3. Caracterización Física de las Masas de Agua

Parámetro	Rango Estimado (Estiaje)	Rango Estimado (Lluvias)	Observación Técnica
Salinidad	25 - 35 ups	10 - 20 ups	Sistema estuarino con fuerte influencia de agua dulce en verano.
Temperatura	22°C - 26°C	28°C - 31°C	Elevada radiación solar incrementa la temperatura en el cuerpo lagunar.
Oxígeno Disuelto	5 - 7 mg/L	3 - 5 mg/L	La descomposición de materia orgánica en lluvias puede reducir el OD.
pH	7.8 - 8.2	7.2 - 7.6	Tendencia a la neutralidad/alcalinidad por influencia marina.

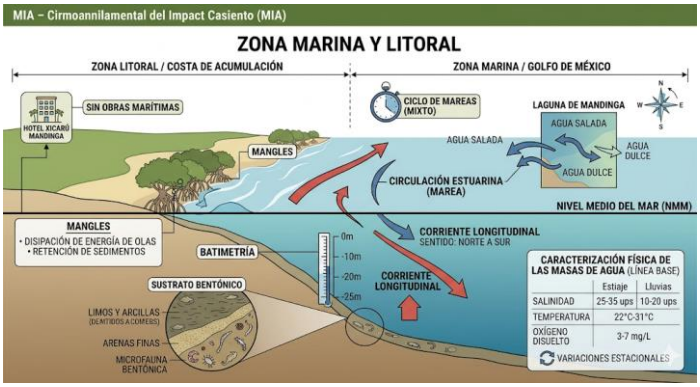
Fuente: Elaboración propia con base en datos de las estaciones mareográficas y registros de calidad del agua de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Atlas Nacional de Zonas Marinas Mexicanas.

Consideraciones para el Diseño y Operación del Proyecto

La caracterización de la zona marina justifica las siguientes determinaciones del proyecto:

1. **Ausencia de Obras Marítimas:** Al confirmarse la sensibilidad del transporte litoral y la naturaleza del sustrato bentónico limoso, el proyecto **no contempla la construcción de muelles o escolleras** que puedan interrumpir la dinámica de sedimentos o afectar la estabilidad de la costa.
2. **Protección contra Inundaciones:** La batimetría somera y el ciclo de mareas indican que el riesgo principal no es el oleaje directo, sino el **incremento del nivel estático del agua** por marea de tormenta, lo que refuerza la necesidad de elevar el desplante de la planta baja respecto al nivel medio del mar.
3. **Control de Efluentes:** Dado que el sistema tiene una circulación moderada y es un cuerpo de agua somero, la capacidad de dispersión de contaminantes es limitada. Esto obliga a que el sistema de tratamiento de aguas residuales del hotel cumpla con los límites más estrictos para evitar la eutrofización (exceso de nutrientes) en "La Redonda".

La zona marina y litoral presenta una dinámica estable pero vulnerable. El "Hotel XICARÚ Mandinga" se vincula de manera pasiva con este medio, limitándose a la observación y recreación, sin interferir con los procesos físicos de transporte de sedimentos ni con las características fisicoquímicas de la masa de agua estuarina.



Análisis de Proximidad a Regiones Prioritarias y Áreas Contractuales

En cumplimiento con los criterios de evaluación de la autoridad ambiental y con el objetivo de determinar posibles impactos transfronterizos, se realizó un análisis de ubicación espacial del proyecto "Hotel XICARÚ Mandinga" respecto a las **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)**, **Regiones Marinas Prioritarias (RMP)** y **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)** definidas por la CONABIO.

Delimitación y Colindancia

Tras el cotejo cartográfico mediante sistemas de información geográfica (SIG), se concluye lo siguiente:

- **Ubicación Externa:** El polígono del proyecto se localiza **fuera de los límites** de cualquier Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal, estatal o municipal.

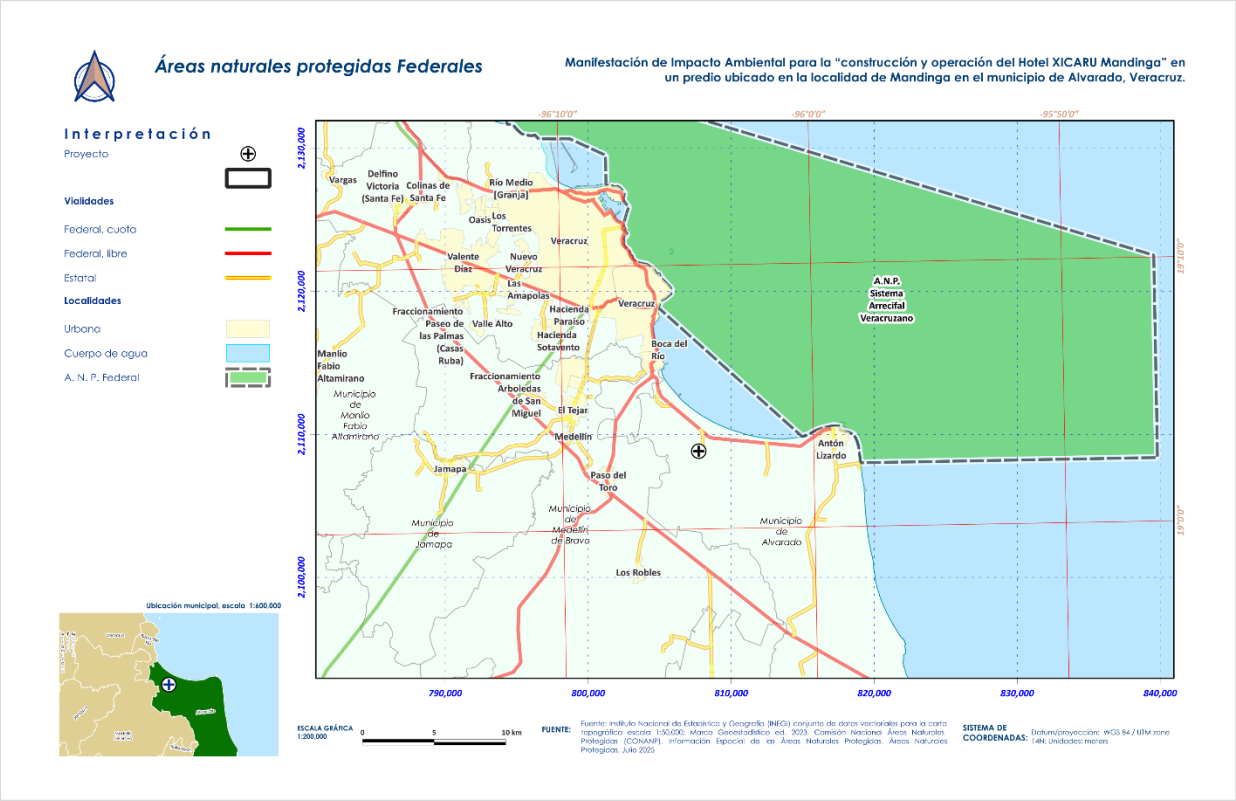


Figura IV. 13. Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal más cercana al proyecto

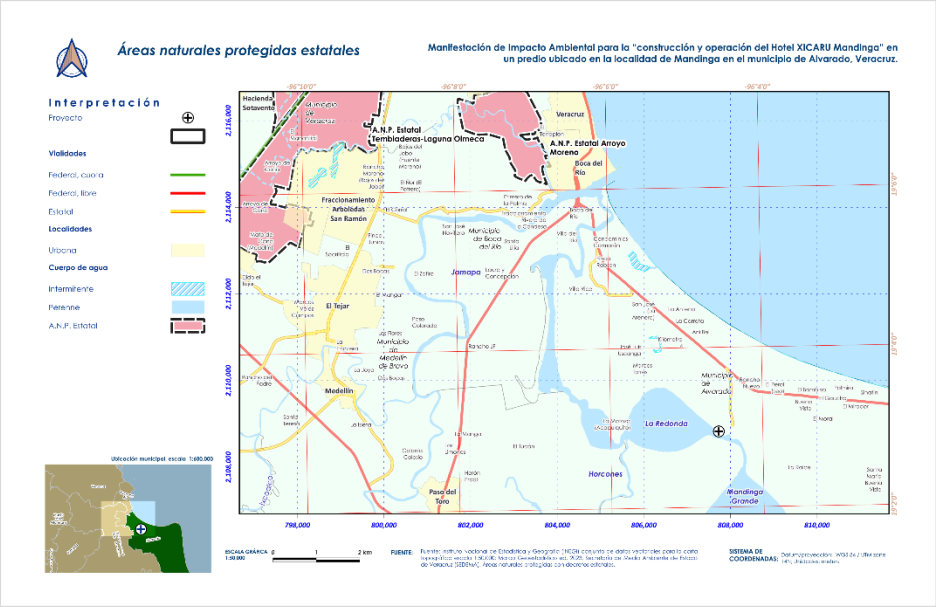


Figura IV. 14. Área Natural Protegida (ANP) de carácter Estatal más cercana al proyecto

- **Proximidad Geográfica:** Se reconoce que el sitio se encuentra dentro del área de influencia de la **RTP-125 (Humedales de Alvarado)** y es adyacente al sistema lagunar que forma parte del sitio Ramsar "Sistema Lagunar Alvarado". No obstante, el predio se encuentra inserto en una zona de asentamiento humano consolidado, separado de los núcleos de conservación por la infraestructura urbana preexistente.
- **Ausencia de Superposición:** La huella de construcción no intercepta polígonos de alta biodiversidad ni zonas núcleo de preservación. La distancia a los parches de vegetación primaria más cercanos asegura que el proyecto funcione exclusivamente en una zona de amortiguamiento ya impactada (zona urbana).

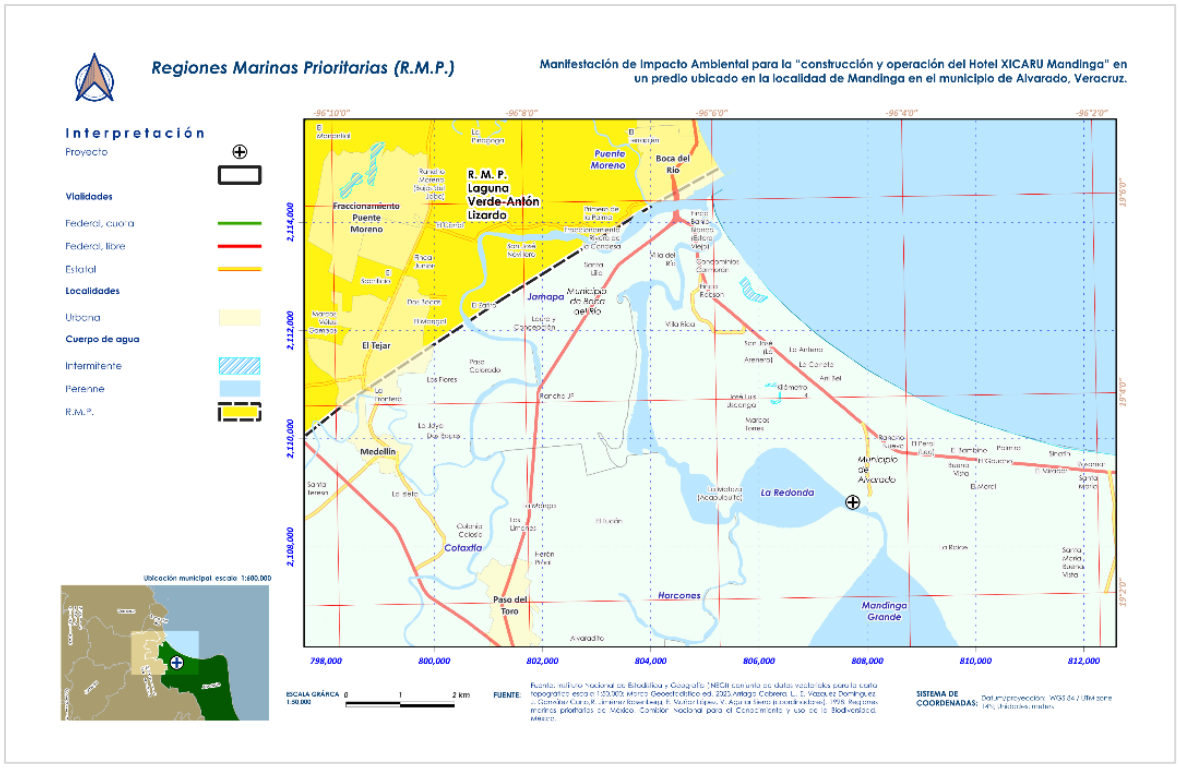


Figura IV. 15. Región Prioritaria Marina más cercana al proyecto

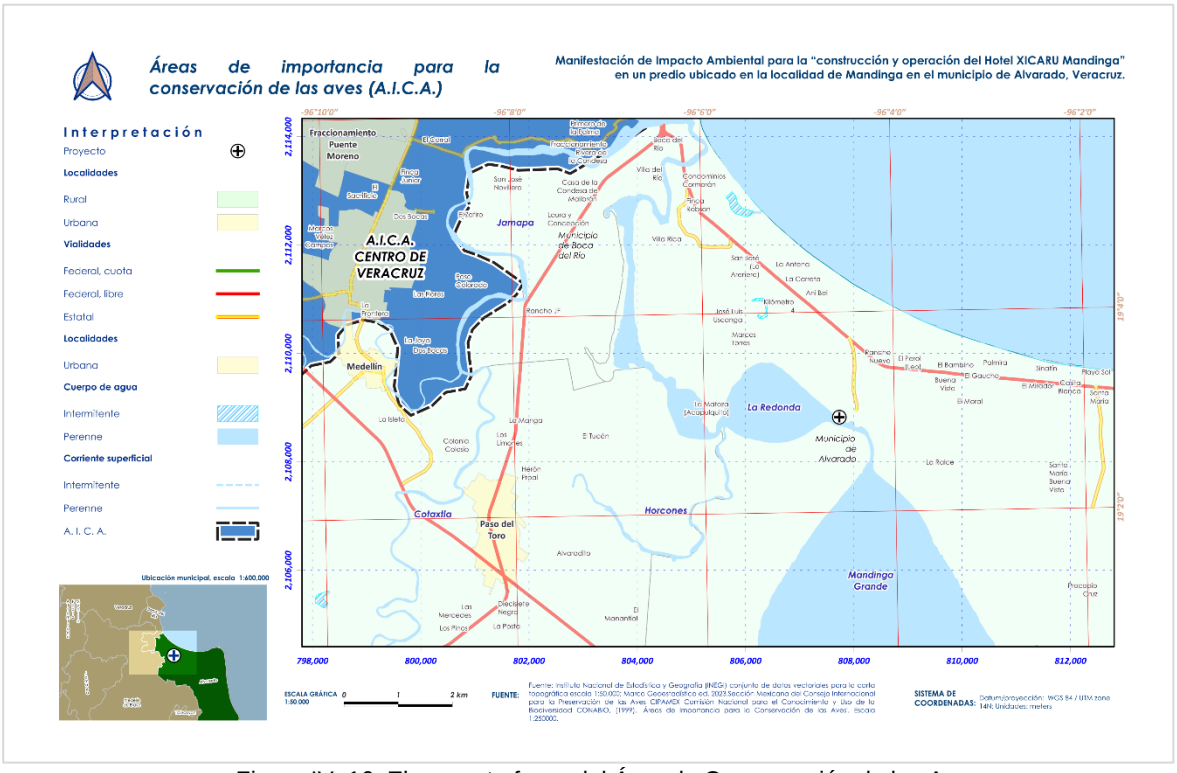


Figura IV. 16. El proyecto fuera del Área de Conservación de las Aves

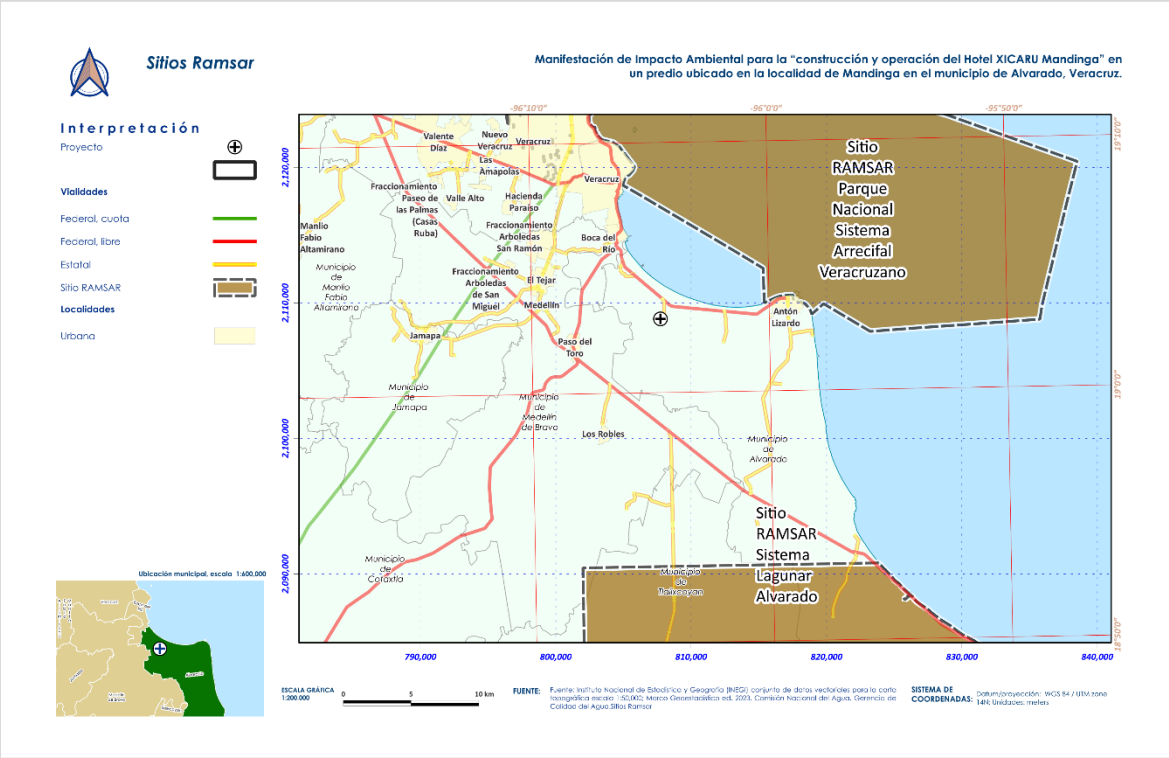


Figura IV. 17. Sitios Ramsar cercanos del proyecto

Justificación de No Afectación

La cercanía, sin estar dentro, se traduce en una responsabilidad de diseño que el proyecto ha absorbido bajo los siguientes criterios:

1. **Respeto a Corredores Biológicos:** Al no realizar obras marítimas ni obstruir la franja de manglar colindante, se garantiza la continuidad de los flujos de energía y especies entre la laguna y las regiones prioritarias vecinas.
2. **Prevención de Efectos de Borde:** El control de emisiones lumínicas y acústicas durante la operación del hotel está diseñado para no perturbar la fauna de las regiones prioritarias adyacentes, manteniendo la integridad del paisaje sonoro y visual del sistema estuarino.
3. **Cumplimiento Normativo:** El proyecto se alinea con los objetivos de manejo de las regiones prioritarias al proponer un desarrollo de baja densidad que reduce la presión antropogénica sobre los recursos naturales locales en comparación con los usos de suelo habitacionales densos.

Si bien el proyecto se sitúa en un entorno de alto valor ecológico, **su ubicación es estrictamente externa a los polígonos de protección prioritaria**. Esta condición de "proximidad responsable" permite que el proyecto actúe como una barrera de transición entre la mancha urbana de Mandinga y los ecosistemas conservados, potenciando la vigilancia y valorización del entorno sin invadirlo.

IV. 3.1.2 Medio biótico.

Inventario de Flora (Vegetación)

En cualquier estudio florístico, una de las estrategias para mejorar el conocimiento de la flora y la diversidad de especies, es enfocarse en el estudio de los diferentes grupos taxonómicos presentes, esto con la idea de explorar y cuantificar de manera más confiable la riqueza de estos y facilitar la determinación de sus especies, teniendo en cuenta su densidad, su distribución y su biomasa (Cano y Stevenson, 2009; Durán-Ramírez *et al*., 2010).

También resulta importante que se determinen e identifiquen aquellas especies que se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza conocida por sus siglas como UICN (Carmona y Morales, 2008).

Por lo anterior y con la finalidad de conocer la vegetación existente dentro y en el área de influencia donde se pretende establecer el Proyecto, en el Mpio. De Alvarado, Veracruz, se realizaron las actividades de campo necesarias para la caracterización de los tipos de vegetación y la determinación de la composición florística.

Materiales y Métodos

Para el monitoreo de la vegetación colindante al predio de interés, con una superficie de 684.09 m² se propone un área de 27,001.78 m² (2.7 hectáreas) en la que se realizaron muestreos de campo durante los cuales se determinaron los tipos de vegetación presentes y se obtuvo la composición florística para cada uno de éstos. Se identificaron las especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la lista roja de la UICN. También mediante técnicas de muestreo se obtuvieron los datos correspondientes para la interpretación y determinación de índices de diversidad de Shannon e índices de valor de importancia para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo presentes en cada tipo de vegetación. Lo anterior se realizó dentro del área ya referida, así como en algunos sitios de muestreo que se ubicaron sobre los márgenes de la laguna de Mandinga, los cuales se consideraron como parte de la unidad hidrológico-forestal, mismos que se utilizaron para hacer una comparación entre la composición florística presente en el área sujeta a dictaminación, con relación a la composición presente en la unidad hidrológico-forestal.

Mediante recorridos de gran visión por el área de estudio se buscó reconocer los tipos de vegetación considerando algunas características particulares como la fisonomía, estructura o fenología de las especies. Así mismo, durante los recorridos y en cada sitio de monitoreo se procedió a inventariar los elementos de flora utilizando el método de barrido florístico y otros métodos de muestreo (Guízar-Nolazco *et al*., 2010). Debido a las condiciones propias de la vegetación se consideró utilizar el método de puntos de muestreo para el monitoreo de los diferentes tipos de vegetación que fueron registrados, principalmente para los estratos arbóreo y arbustivo presentes en la vegetación riparia y vegetación secundaria de acahual. Para el estrato herbáceo presente en los tipos de vegetación ya referidos, así

como en vegetación de pastizal se utilizó el método de cuadrantes para el conteo de especies y la determinación de sus coberturas (Carmona y Morales, 2008).

Puntos. Este método consistió en establecer Puntos. Se contabilizaron los individuos de cada especie y a cada individuo arbóreo y arbustivo se le midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) o el diámetro basal (DB), utilizando una forcípula, así como la altura usando un clinómetro digital. Cada transecto muestreado se marcó con cinta flagging y fue georreferenciado con un GPS.

El muestreo consistió en realizar 16 muestras (Figura 1) en parcelas circulares de 1,000 m2 (17.84 m de radio), para el estrato arbóreo y arbustivo, correspondientes al 59.26 % de la zona de estudio, y para el estrato herbáceo se realizaron cuadrantes de 2 x 2 metros en los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) de cada parcela circular. En cada sitio de muestreo se identificaron las especies maderables y no maderables, incluyendo especies herbáceas, se registró el diámetro y la altura de los elementos arbóreos y arbustivos, y para las especies herbáceas se contabilizó el número de individuos por especie.

La intensidad de muestreo que se aplicó fue del 59.26 % de la superficie estudio, con un total de 16 sitios distribuidos de manera estratificada (Figura 1) dentro del área donde se pretende establecer el proyecto.

Se considera que esta intensidad de muestreo es alta, tomando en cuenta a Romahn de la Vega y Ramírez (2006) toda vez que consideran que “Normalmente, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1.0 %, 0.5% y 0.1 % ...” por lo que la intensidad de muestreo utilizada es totalmente confiable.

Cuadrantes ubicados a lo largo del transecto. Para el caso de la vegetación con predominancia de especies herbáceas, se utilizó el método de cuadrantes ubicados a lo largo del transecto. Para esto se marcaron líneas de 20 m de longitud y en cada línea se trazaron cinco cuadrantes de 1 X 1 m, separados 5 m a lo largo del transecto. Cada transecto muestreado se marcó con cinta flagging y fue georreferenciado con un GPS.

En cada tipo de vegetación se levantó el listado florístico correspondiente en el cual se incluyeron todas las especies vegetales presentes en sus diferentes formas biológicas (árboles, arbustos, hierbas, epífitas, hemiepífitas y lianas). Para la elaboración del listado, se utilizaron los mismos puntos y cuadrantes donde se hizo el monitoreo de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas y la información se complementó con los recorridos de gran visión y la técnica de barrido florístico realizada en cada tipo de vegetación.

Algunas de las especies se identificaron en campo hasta nivel de familia, género y especie, identificando aquellas en alguna categoría de riesgo. Aquellas plantas que no se pudieron identificar en campo fueron colectadas para su posterior determinación taxonómica, la cual se hizo describiendo los caracteres morfológicos y utilizando claves taxonómicas y libros.

Para medir la riqueza de especies, se estimó la densidad de individuos por unidad de área; asimismo, se determinó la dominancia o representatividad de las especies arbóreas mediante el cálculo del Índice

de Valor de Importancia (IVI); de igual forma, para estimar la diversidad a se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener. Para este último, fue utilizada su aplicación mediante el programa Excel en su base de datos Biodiversity Calculator.

IVI = Frecuencia relativa + Densidad relativa + Cobertura relativa
Donde:
Frecuencia relativa = Frecuencia de sitios x 100 / total de la Frecuencia de sitios
Densidad relativa = Densidad de una especie x 100 / suma de la densidad de todas las especies
Cobertura relativa = Cobertura de cada especie x 100 / suma de todas las coberturas.

RESULTADOS

Se presentan dos tipos de resultados, inicialmente se describen y caracterizan los tipos de vegetación que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, posteriormente se hace un análisis más detallado de la vegetación de manglar circundante a la zona referida aquí como como Área de Estudio. Dicha área se eligió por contener la representatividad de los tipos de vegetación de la zona, para ello se eligieron 16 puntos de muestreo dentro de esta área, y para tener una mejor caracterización del ecosistema de manglar cercano se hicieron 10 transectos. Es importante destacar que, dentro del predio donde se pretende establecer el Proyecto desde hace ya dos décadas se encuentra impactado y la representatividad de especies nativas es insipiente, ahí durante estos años ha existido infraestructura y el predio fue un jardín de especies frutales.

Tipos de vegetación

Como parte del monitoreo de la vegetación se realizaron las actividades correspondientes dentro del área donde se tiene pretendida ubicación del Proyecto, la cual correspondió a un pequeño fragmento de 684.09 m², sin embargo, se determinó un área de estudio de 2.7 ha, ubicado en las cercanías del área que nos ocupa (Figura IV. 1). Para el monitoreo de la vegetación se establecieron 16 sitios dentro del área referida. Con la información recopilada en los sitios de muestreo se hizo una caracterización de la vegetación. Así mismo, se obtuvo el listado de la composición florística y se determinaron los índices de diversidad e índices de valor de importancia.

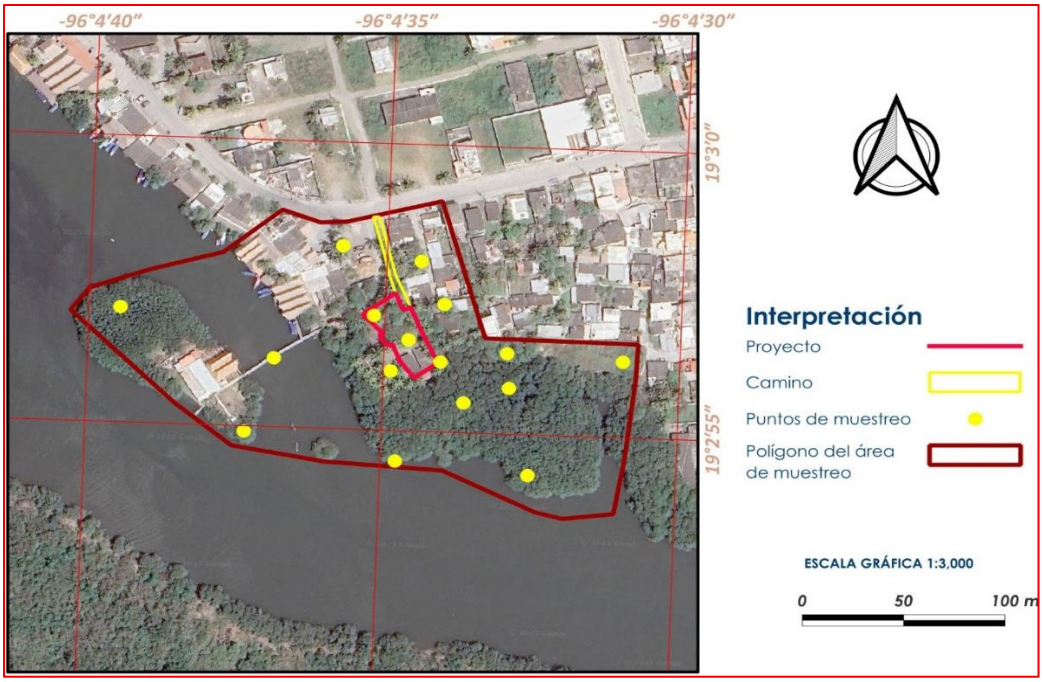


Figura IV. 18. Polígono del área de estudio donde se llevaron a cabo actividades para la caracterización de la vegetación.

Las especies vegetales registradas dentro del polígono se encontraron distribuidas en tres tipos de vegetación dentro del área de estudio. Uno de estos correspondió a vegetación de manglar (del cual se hará mención aparte), siendo este el más representativo por la importancia y estatus de protección que representan las especies de mangle. Los otros correspondieron a vegetación secundaria de acahual y vegetación de pastizal, ambos con un marcado grado de alteración.

Caracterización de la vegetación presente dentro del área de estudio

Como resultado del monitoreo se obtuvo un listado florístico el cual quedó conformado por 53 especies, distribuidas en 48 géneros y 27 familias botánicas. Entre las familias más representativas podemos referir a Poaceae como la más representativa con 11 especies, seguida por Fabaceae (7 spp.), Asteraceae (4 spp.), Euphorbiaceae (4 spp.), Cyperaceae (3 spp.), Apocynaceae (2 spp.) y Convolvulaceae (2 spp.). Las 20 familias restantes únicamente presentaron una especie cada una. De acuerdo a la clasificación de las especies por su biotipo o forma de vida, se encontró que las herbáceas fueron las más abundantes con 34 especies. Con menor abundancia se encontraron los árboles (8 spp.), las enredaderas (5 spp.) y los arbustos (3 spp.). Las menos representativas fueron las acuáticas (1 spp.), las edafofita (1 spp.), así como un arbusto trepador. A continuación, se presenta el listado con las especies vegetales señalando el tipo de vegetación donde se registró y observó a cada (Tabla IV.4)

Tabla IV. 4. Listado de la composición florística registrada dentro del polígono de 2.7 ha, referido como el área de estudio. Símbolos y abreviaturas: FB = forma biológica; 1 = Manglar; 2 = Vegetación secundaria de acahual; y 3 = Pastizal.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	1	2	3
Aizoaceae	*Trianthema portulacastrum*	Verdolaga	Herbácea			x
Alismataceae	*Sagittaria lancifolia*	Lirio	Herbácea	x		
Annonaceae	*Annona glabra*	Anona/manglar	Árbol	x		
Amaranthaceae	*Amaranthus viridis*	Bledo verde	Herbácea			x

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	1	2	3
Apocynaceae	*Asclepias sp.*	Ninguno	Herbácea			x
Apocynaceae	*Rhabdadenia biflora*	Ninguno	Enredadera	x		
Asteraceae	*Ambrosia cumanensis*	Amargosa	Herbácea			x
Asteraceae	*Conyza bonariensis*	Rama negra	Herbácea			x
Asteraceae	*Sclerocarpus uniserialis*	Mozote amarillo	Herbácea			x
Asteraceae	*Tridax procumbens*	Cadillo	Herbácea			x
Bombacaceae	*Pachira aquatica*	Apompo	Árbol	x		
Cecropiaceae	*Cecropia obtusifolia*	Chancarro	Árbol		x	
Cleomaceae	*Cleome pilosa*	Planta araña	Herbácea			x
Convolvulaceae	*Ipomoea batatoides*	Rompe platos	Enredadera			x
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Bejuco de playa	Enredadera			x
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	Árbol	x		
Cyperaceae	*Cyperus articulatus*	Chintul	Herbácea			x
Cyperaceae	*Cyperus ligularis*	Navajuela	Herbácea			x
Cyperaceae	*Cyperus rotundus*	Cebollín	Herbácea			x
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus texanus*	Chaya	Herbácea			x
Euphorbiaceae	*Croton punctatus*	Hierba del jabalí	Herbácea			x
Euphorbiaceae	*Euphorbia glyptosperma*	Ninguno	Herbácea			x
Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*	Golondrina	Herbácea			x
Fabaceae	*Chamaecrista chamaecristoides*	Ninguno	Arbusto			x
Fabaceae	*Crotalaria incana*	Cascabelillo	Herbácea			x
Fabaceae	*Dalbergia brownei*	Cruceta	Arbusto	x	x	
Fabaceae	*Inga punctata*	Acotope	Árbol		x	
Fabaceae	*Lonchocarpus luteomaculatus*	Rosa morada	Árbol		x	
Fabaceae	*Mimosa pigra*	Carpinchera	Arbusto		x	
Fabaceae	*Rhynchosia sp.*	Ninguno	Herbácea			x
Malvaceae	*Anoda cristata*	Alache	Herbácea			x
Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	Capulín	Árbol		x	
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis*	Planta calavera	Herbácea			x
Poaceae	*Chloris virgata*	Barbas de indio	Herbácea			x
Poaceae	*Cynodon dactylon*	Zacate bermuda	Herbácea		x	x
Poaceae	*Cynodon plectostachyus*	Pasto estrella	Herbácea			x
Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Zacate egipcio	Herbácea			x
Poaceae	*Digitaria horizontalis*	Camalote	Herbácea		x	x
Poaceae	*Distichlis spicata*	Grama salada	Herbácea			x
Poaceae	*Lolium multiflorum*	Margallo	Herbácea			x
Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Zacate guineo	Herbácea		x	x
Poaceae	*Paspalum virgatum*	Zacate amargo	Herbácea			x

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	1	2	3
Poaceae	*Phragmites australis*	Carrizo	Herbácea		x	
Poaceae	*Sporobolus virginicus*	Lecho marino	Herbácea			x
Polygonaceae	*Polygonum hydropiperoides*	Camarón	Herbácea			x
Pontederiaceae	*Eichhornia crassipes*	Lirio acuático	Acuática	x		
Pteridaceae	*Acrostichum aureum*	Helecho/pantano	Edafofita	x		
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Barbasco	Enredadera	x	x	
Solanaceae	*Solanum tampicense*	Manzana acuática	Arbusto		x	
Turneraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	Herbácea			x
Typhaceae	*Typha latifolia*	Junco	Herbácea			x
Verbenaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro	Árbol	x		
Vitaceae	*Cissus verticillata*	Bejuco de agua	Enredadera			x

Análisis de diversidad por tipo de vegetación.

Para caracterizar la vegetación de mangle que se encuentra aledaña al sitio donde se tiene pretendido emplazar el proyecto se llevaron a cabo muestreos ampliados, es decir, se hicieron transectos de longitud variable, pero siendo estos de 20 m de ancho X +/- 50 m de longitud

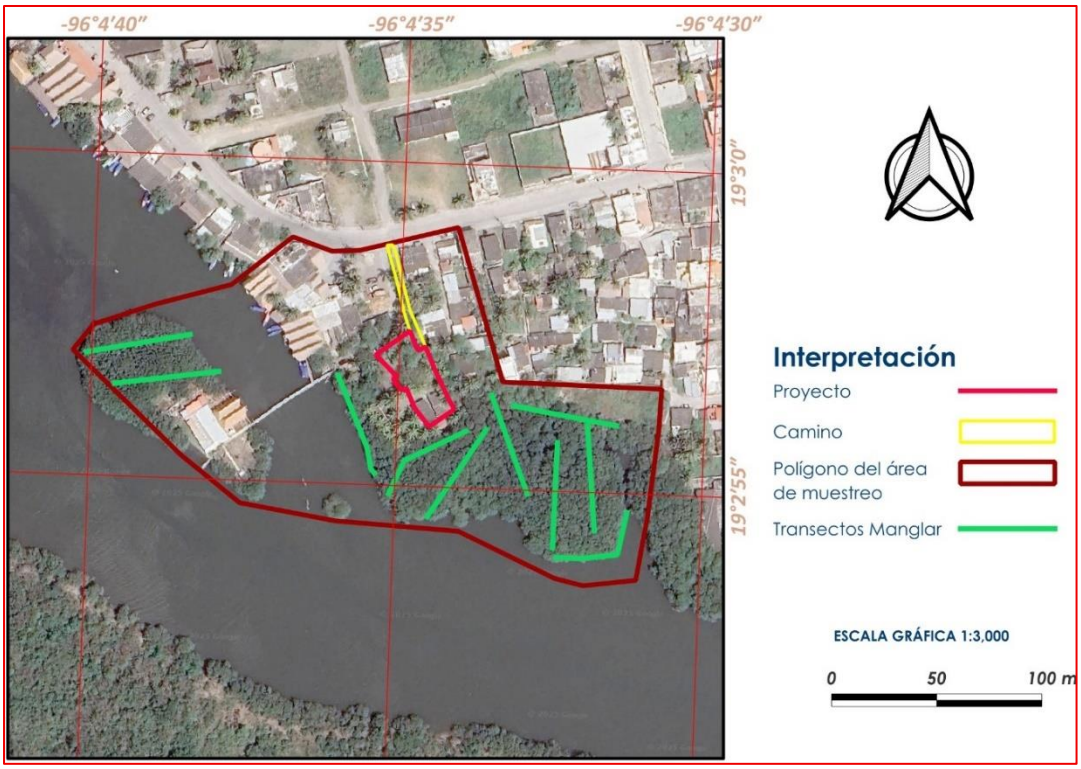


Figura IV. 19. Transectos dentro del Manglar

Vegetación de manglar

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas perennifolias conocidas como mangles. El estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o arbustivo. Algunos autores refieren alturas que pueden variar de 1 a 30 m, mientras que otros las refieren de 2 a 25 m. Se desarrolla en suelos profundos de textura fina y de agua salina tranquila o estancada, principalmente en las márgenes de lagunas costeras, bahías protegidas, esteros y desembocaduras de ríos donde haya una influencia de agua del mar, aunque también puede establecerse en partes bajas y fangosas de costas o sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar de las especies de mangle es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Su distribución se da sobre los litorales de los Océanos Pacífico y Atlántico y en el Golfo de México, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. En México son cuatro las especies de plantas más características del manglar: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Todas se presentan del lado del Atlántico y del Pacífico y a menudo se encuentran asociadas entre sí en la misma localidad, pero con diferentes grados de dominancia, aunque en otros sitios, alguna de estas especies puede estar ausente (Rzedowski, 2006; INEGI, 2014).

Dentro y en los alrededores del área de estudio se registraron dos pequeños fragmentos de vegetación propia de manglar, uno mucho más pequeño que el otro (isla). Dentro de estos, se hicieron 10 transectos para evaluar la estructura de los árboles (Figura IV.20), y únicamente en dos transectos hubo presencia de plántulas sobre los cuales se hicieron dos cuadrantes para su conteo . Dichos fragmentos estuvieron dominados por el mangle blanco (*L. racemosa*), registrándose dentro de los diez transectos 116 individuos adultos de esta especie los cuales presentaron una altura promedio de 13.4 ± 4.4 m y un DAP de 19.5 ± 7.8 cm. También se registraron 249 individuos juveniles, considerándose como individuo juvenil a aquellos que presentaron un DAP menor a 3 cm. Así mismo, dentro de los cuadrantes se contabilizaron 224 plántulas de esta especie de mangle.



Figura IV. 20. Medición del DAP, como parte de la evaluación de la estructura de los individuos de mangle blanco registrados dentro de dos fragmentos de vegetación de manglar.



Figura IV. 21. Conteo de plántulas de mangle blanco que se encontraron presentes en dos de los transectos.

Este tipo de vegetación se encontró presente sobre ambos márgenes de la laguna de Mandinga. Para el monitoreo de la vegetación de manglar se establecieron diez transectos de longitud variable. En cada uno se contabilizó el número de individuos de cada especie y se obtuvieron mediciones estructurales de los árboles y arbustos, y en aquellos donde se observó presencia de especies herbáceas se establecieron cuadrantes para el conteo de individuos por especie (Figura IV.22).



Figura IV. 22. Toma de coordenadas y marcaje de los transectos (izquierda), medición del DAP de un individuo de mangle negro (centro) y conteo de especies herbáceas por método de cuadrante (derecha).

Sobre los sitios de muestreo establecidos en los márgenes de la laguna de Mandinga se registraron tres especies de mangle. Los diez transectos se encontraron dominados por el mangle blanco (*L*. *racemosa*). De esta especie se registraron 116 individuos adultos los cuales registraron una altura promedio de 14.6 ± 3.5 m y un DAP de 21.1 ± 10.7 cm. Así mismo, se registraron 778 individuos juveniles con DAP menor a 3 cm y sobre los cuadrantes se contabilizaron 337 plántulas. Por otra parte, las otras dos especies de mangle fueron mucho menos abundantes; entre estas, del mangle negro (*A*. *germinans*) se registraron 13 individuos adultos con una altura de 12.8 ± 7.9 m y un DAP de 23.0 ± 17.9 cm, así como cinco individuos juveniles y 124 plántulas; mientras que el mangle rojo (*R*. *mangle*) fue el menos abundante con tan sólo tres individuos adultos con una altura de 12.3 ± 2.0 m, y un DAP de 18.3 ± 2.8 cm, registrándose únicamente 2 individuos juveniles y 32 plántulas.

Las tres especies de mangle registradas sobre los márgenes de la laguna de Mandinga y se encuentran en la categoría de Amenazadas dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos de estas especies son el mangle blanco (*L*. *racemosa*) y negro (*A*. *germinans*) ya referidos en la Figura IV.23;

mientras que la tercera especie es el mangle rojo (*R*. *mangle*), caracterizado por sus raíces en forma de zancos y sus alargados frutos en forma de lapiceros (Figura IV.23).



Figura IV. 23. Raíces de mangle rojo (*R*. *mangle*) en forma de zancos (izquierda) y frutos en forma de lapicero (derecha). Especie en categoría de Amenazadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estrato arbóreo. Como parte del estrato arbóreo, dentro de la vegetación de manglar únicamente se registraron las tres especies de mangle ya referidas, así como el apompo (*Pachira aquatica*) y el acotope (*Inga punctata*). Mediante el análisis de índice de diversidad de Shannon se obtuvo una diversidad que, aunque fue más alta que la registrada dentro del área sujeta para cambio de uso de suelo, también se consideró baja con un valor de H = 1.13 (Tabla IV.5). No obstante, el manglar es un ecosistema en el que pocas especies se adaptan a estas condiciones pantanosas y salobres, propias para el establecimiento de las especies de mangle, por lo que una baja diversidad de especies en este tipo de vegetación puede ser algo normal. En cuanto al análisis de índice de valor de importancia (IVI) se obtuvo que el mangle blanco (*L*. *racemosa*) se encontró dominando este tipo de vegetación, mientras que el mangle rojo (*R*. *mangle*) fue el de menor importancia ecológica entre las especies arbóreas (Tabla IV.6).

Tabla IV. 5. Muestra el análisis del índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato arbóreo que se encontró conformando a la vegetación de manglar.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)
Laguncularia racemosa	116	0.500	-0.693	-0.347
Avicennia germinans	13	0.056	-2.882	-0.161
Rhizophora mangle	3	0.013	-4.348	-0.056
Pachira aquatica	82	0.353	-1.040	-0.368
Inga punctata	18	0.078	-2.556	-0.198
Total	232			
Riqueza (S)	5			
H calculada	1.130			
H max = LN S	1.609			
Equidad = H/Hmax	0.702			

Tabla IV. 6. Análisis del índice de valor de importancia (IVI) de las especies arbóreas que conformaron a la vegetación de manglar.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
Laguncularia racemosa	116	50.00	82.88	40.00	57.63
Pachira aquatica	82	35.34	4.43	32.00	23.92
Avicennia germinans	13	5.60	11.04	16.00	10.88
Inga punctata	18	7.76	0.05	4.00	3.94
Rhizophora mangle	3	1.29	1.61	8.00	3.64

Estrato arbustivo. Como parte del estrato arbustivo registrado dentro de la vegetación de manglar podemos referir cuatro especies de arbustos y dentro de este estrato se incluyeron dos especies de enredaderas, sumando seis especies en total. Aun así, el análisis de índice de diversidad de Shannon reflejó una diversidad baja con un valor de H = 1.66 (Tabla IV.7). Por su parte, el análisis de índice de valor de importancia (IVI) mostró que la crucetilla (*Randia armata*) fue la especie con mayor importancia ecológica, mientras que la altea (*Malvaviscus arboreus*) fue la de menor importancia (Tabla IV.8).

Tabla IV. 7. Análisis del índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato arbustivo registrado dentro de la vegetación de manglar.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)
Dalbergia brownei	11	0.216	-1.534	-0.331
Randia armata	11	0.216	-1.534	-0.331
Malvaviscus arboreus	2	0.039	-3.239	-0.127
Solanum tampicense	6	0.118	-2.140	-0.252
Rhabdadenia biflora	14	0.275	-1.293	-0.355
Paullinia pinnata	7	0.137	-1.986	-0.273

Total	51
Riqueza (S)	6
H calculada	1.668
H max = LN S	1.792
Equidad = H/Hmax	0.931

Tabla IV. 8.Análisis del índice de valor de importancia (IVI) de las especies arbustivas presentes dentro de la vegetación de manglar.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
Randia armata	11	21.57	47.64	15.38	28.20
Dalbergia brownei	11	21.57	33.09	23.08	25.91
Rhabdadenia biflora	14	27.45	8.15	30.77	22.12
Paullinia pinnata	7	13.73	6.60	15.38	11.90

Solanum tampicense	6	11.76	2.89	7.69	7.45
Malvaviscus arboreus	2	3.92	1.63	7.69	4.41

Estrato herbáceo. A diferencia de los estratos arbóreo y arbustivo; el estrato herbáceo registró ocho especies, de las cuales tres (Lechuguilla de agua-*Pistia stratiotes*; Lirio acuático-*Eichhornia crassipes* y Lenteja de agua-*Lemna minor*) se consideran especies acuáticas, mientras que la lengua de vaca (*Syngonium podophyllum*) es una especie hemiepífita. Sin embargo, las especies acuáticas se encontraron en el ecotono entre el agua y tierra formando parte de la vegetación de manglar. El análisis de índice de diversidad de Shannon indica que la diversidad de especies herbáceas sigue siendo baja con un valor de H = 1.77 (Tabla IV.9). El análisis de índice de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo indicó que el lirio de pantano (*Crinum americanum*) fue el de mayor abundancia e importancia ecológica, mientras que la lengua de vaca (*Syngonium podophyllum*) fue la de menor valor (Tabla IV.10).

Tabla IV. 9. Análisis del índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato herbáceo registrado dentro de la vegetación de manglar.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)
Sporobolus virginicus	30	0.154	-1.872	-0.288
Pistia stratiotes	11	0.056	-2.875	-0.162
Eichhornia crassipes	10	0.051	-2.970	-0.152
Lemna minor	26	0.133	-2.015	-0.269
Ludwigia adscendens	61	0.313	-1.162	-0.364
Syngonium podophyllum	6	0.031	-3.481	-0.107
Crinum americanum	46	0.236	-1.444	-0.341
Sagittaria lancifolia	5	0.026	-3.664	-0.094

Total	195
Riqueza (S)	8
H calculada	1.776
H max = LN S	2.079
Equidad = H/Hmax	0.854

Tabla IV. 10. Análisis del índice de valor de importancia (IVI) de las especies herbáceas presentes dentro de la vegetación de manglar.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
Crinum americanum	46	23.59	52.81	28.57	34.99
Sporobolus virginicus	30	15.38	25.97	28.57	23.31
Ludwigia adscendens	61	31.28	3.10	4.76	13.05
Sagittaria lancifolia	5	2.56	4.87	14.29	7.24
Eichhornia crassipes	10	5.13	6.23	9.52	6.96
Lemna minor	26	13.33	0.19	4.76	6.09
Pistia stratiotes	11	5.64	2.24	4.76	4.21

Syngonium podophyllum	6	3.08	4.58	4.76	4.14

Resultados para el área de estudio

Vegetación secundaria de acahual

Dentro del área de estudio se registró vegetación con especies invasoras e indicadoras de algún grado de alteración, por lo que, fue referida como vegetación secundaria de acahual, debido a que sus condiciones reflejaron a una comunidad vegetal que por disturbios aparentes ha sido alterada o modificada en su composición florística (INEGI, 2014).

El polígono del área de estudio se encontró en gran parte circundado por áreas con asentamientos humanos y comerciales (área de restaurantes) por lo que existe una actividad antrópica constante. Dicha actividad puede ser un factor importante para la alteración de la vegetación presente en la zona de estudio. Lo anterior ayuda a entender el establecimiento de la vegetación secundaria ya referida, la cual es propia de áreas donde la degradación y alteración del ecosistema es o ha sido constante. En los fragmentos de vegetación secundaria fue nula la presencia de especies primarias y muy baja la diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, predominando algunas especies consideradas como invasoras y de rápido establecimiento.

Estrato arbóreo. Dentro de la vegetación secundaria de acahual únicamente se registraron 2 especies arbóreas, lo que reflejó a través del análisis de índice de diversidad de Shannon una muy baja diversidad de H = 0.69 (Tabla 11). Por su parte, el análisis de índice de valor de importancia (IVI) indicó que el acotope (*Inga punctata*) fue la de mayor valor (Tabla IV.12).

Tabla IV. 11. Índice de diversidad de Shannon del estrato arbóreo registrado en la vegetación secundaria de acahual.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)
Lonchocarpus luteomaculatus	13	0.45	-0.80	-0.36
Inga punctata	16	0.55	-0.59	-0.33
Total	29			
Riqueza (S)	2			
H calculada	0.69			
H max = LN S	0.69			
Equidad = H/Hmax	0.99			

Tabla IV. 12. Índices de valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo encontrado en la vegetación de acahual.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
Inga punctata	16	55.17	82.18	25.00	54.12
Lonchocarpus luteomaculatus	13	44.83	17.82	75.00	45.88

Estrato arbustivo. El estrato arbustivo de la vegetación de acahual estuvo representado por sólo tres especies. El análisis de índice de diversidad de Shannon reflejó una baja diversidad con un valor de H = 1.00 (Tabla IV.13). Mientras que al análisis de índice de valor de importancia (IVI) refirió a la especie *Mimosa pigra* como la de mayor valor, siendo esta la especie de mayor abundancia dentro de la vegetación de acahual (Tabla IV.14).

Tabla IV. 13.Índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato arbustivo que conformó a la vegetación de acahual.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)
Mimosa pigra	85	0.53	-0.63	-0.33
Dalbergia brownei	29	0.18	-1.70	-0.31
Solanum tampicense	45	0.28	-1.26	-0.36
Total	159			
Riqueza (S)	3			
H calculada	1.00			
H max = LN S	1.10			
Equidad = H/Hmax	0.91			

Tabla IV. 14. Índice de valor de importancia (IVI) del estrato arbustivo presente en la vegetación de acahual.

Nombre científico	Abundancia absoluta Ind/ha	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
Mimosa pigra	85	53.46	41.79	54.55	49.93
Dalbergia brownei	29	18.24	52.18	27.27	32.57
Solanum tampicense	45	28.30	6.02	18.18	17.50

Estrato herbáceo. Al igual que los estratos arbóreo y arbustivo presentes en la vegetación de acahual, el estrato herbáceo también presentó una baja diversidad; ya que la composición de herbáceas registradas dentro de los puntos fue de tan sólo cuatro especies. Lo anterior se vio reflejado en el análisis de índice de diversidad de Shannon el cual arrojó un valor de H = 1.33 (Tabla IV.15). En cuanto al análisis de índice de valor de importancia (IVI) determinado por la cobertura de las herbáceas y su abundancia se encontró que el pasto conocido como lecho marino (*Sporobolus virginicus*) fue el de mayor valor en este tipo de vegetación (Tabla IV.16).

Tabla IV. 15. Índice de diversidad de Shannon del estrato herbáceo registrado en la vegetación secundaria de acahual.

Sp.	Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)
1	*Digitaria horizontalis*	18	0.257	-1.358	-0.349
2	*Cynodon dactylon*	21	0.300	-1.204	-0.361
3	*Sporobolus virginicus*	22	0.314	-1.157	-0.364
4	*Megathyrsus maximus*	9	0.129	-2.051	-0.264
	Total	70			

Riqueza (S)	4
H calculada	1.338
H max = LN S	1.386
Equidad = H/Hmax	0.965

Tabla IV. 16.Índice de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo de la vegetación secundaria de acahual.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
Sporobolus virginicus	22	31.43	38.74	30.00	33.39
Cynodon dactylon	21	30.00	9.94	30.00	23.31
Megathyrsus maximus	9	12.86	40.19	15.00	22.68
Digitaria horizontalis	18	25.71	11.13	25.00	20.61

Vegetación de pastizal

Se considera como vegetación de pastizal a una comunidad dominada por especies de gramíneas bajo el nombre de pastizal o zacatal que en ocasiones puede estar acompañada por hierbas o arbustos de diferentes familias en una nula abundancia. La presencia de algunas de sus especies está determinada por el clima, mientras que muchas otras son favorecidas por las condiciones del suelo o por disturbios ocasionados por el hombre (Rzedowski, 2006; INEGI, 2014).

Dentro de este tipo de vegetación abundaron principalmente las especies herbáceas y entre estas algunas especies de pastos representativos por su abundancia. Este tipo de vegetación tiende a establecerse en zonas abiertas, muchas veces asociadas a vegetación secundaria o zonas con un cierto grado de alteración. Estos ambientes pueden ser invadidas por especies de gramíneas de estrato herbáceo, y difícilmente puede ser poblado en su totalidad por especies arbustivas y arbóreas. Además de que en estos ambientes no es común encontrar especies en alguna categoría de riesgo o con importancia ecológica de conservación. Para la evaluación de este tipo de vegetación se muestrearon 4 puntos y sobre estos se hicieron diez cuadrantes para la evaluación de las especies herbáceas presentes (Tabla IV.17).

Estrato herbáceo. Como ya se refirió anteriormente, este tipo de vegetación estuvo formado principalmente por especies herbáceas. Dentro de los transectos de muestreo no se presentaron especies arbóreas ni arbustivas, registrándose únicamente siete especies de las cuales cuatro correspondieron a pastos. El análisis de índice de diversidad de Shannon permitió determinar que este tipo de vegetación estuvo representado por una diversidad casi normal en su estrato herbáceo con un valor de H = 1.84 (Tabla IV.18). Por su parte el análisis de índice de valor de importancia (IVI) determinó que el pasto guineo (*Megathyrsus maximus*) fue el de mayor valor de importancia (Tabla IV. 19).

Tabla IV. 17. Índice de diversidad de Shannon correspondiente al estrato herbáceo de la vegetación de pastizal.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)
Cnidoscolus texanus	16	0.143	-1.946	-0.278
Digitaria horizontalis	20	0.179	-1.723	-0.308

Dactyloctenium aegyptium	24	0.214	-1.540	-0.330
Trianthema portulacastrum	10	0.089	-2.416	-0.216
Ipomoea pes-caprae	4	0.036	-3.332	-0.119
Cynodon dactylon	16	0.143	-1.946	-0.278
Megathyrsus maximus	22	0.196	-1.627	-0.320

Total	112
Riqueza (S)	7
H calculada	1.848
H max = LN S	1.946
Equidad = H/Hmax	0.950

Tabla IV. 18. Muestra los índices de valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo en la vegetación de pastizal.

Nombre científico	Abundancia absoluta	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
Megathyrsus maximus	22	19.64	50.54	6.06	25.41
Digitaria horizontalis	20	17.86	6.80	21.21	15.29
Cnidoscolus texanus	16	14.29	18.95	12.12	15.12
Dactyloctenium aegyptium	24	21.43	4.39	18.18	14.67
Trianthema portulacastrum	10	8.93	15.47	12.12	12.17
Cynodon dactylon	16	14.29	3.48	18.18	11.98
Ipomoea pes-caprae	4	3.57	0.39	12.12	5.36

Se adjunta el listado florístico

Tabla IV. 19. Clase Magnoliopsida, orden Alismatales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en [illegible] (E)	Sujeta a protección [illegible]	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), [illegible]	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), [illegible]	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Alismataceae	Sagittaria	Sagittaria lancifolia										X														

Tabla IV. 20. Clase Magnoliopsida, orden Asterales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en [illegible]	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III

Asteraceae	Ambrosia	Ambrosia cumanensis										X														
Asteraceae	Conyza	Conyza bonariensis																								
Asteraceae	Sclerocarpus	Sclerocarpus uniserialis										X														
Asteraceae	Tridax	Tridax procumbens										X														

Tabla IV. 21. Clase Magnoliopsida, orden caryophyllales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Aizoaceae	Trianthema	Trianthema portulacastrum										X														
Polygonaceae	Polygonum	Polygonum hydropiperoides										X														

Tabla IV. 22. Clase Magnoliopsida, orden Commelinales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Pontederiaceae	Eichhornia	Eichhornia crassipes									X															

Tabla IV. 23. Clase Magnoliopsida, orden Fabales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Fabaceae	Chamaecrista	Chamaecrista chamaecristoides										X														
Fabaceae	Crotalaria	Crotalaria incana										X														
Fabaceae	Dalbergia	Dalbergia brownei										X									X				X	
Fabaceae	Inga	Inga punctata										X									X					
Fabaceae	Lonchocarpus	Lonchocarpus luteomaculatus										X									X					
Fabaceae	Mimosa	Mimosa pigra										X									X					
Fabaceae	Rhynchosia	Rhynchosia minima										X									X					

Tabla IV. 24. Clase Magnoliopsida, orden Gentianales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Apocynaceae	Asclepias	Asclepias curassavica										X														
Apocynaceae	Rhabdadenia	Rhabdadenia biflora										X														

Tabla IV. 25. Clase Magnoliopsida, orden Lamiales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Acanthaceae	Avicennia	Avicennia germinans	X									X									X					

Tabla IV. 26. Clase Magnoliopsida, orden Magnoliales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Annonaceae	Annona	Annona glabra										X									X					
Annonaceae	Annona	Amaranthus viridis							X																	

Tabla IV. 27. Clase Magnoliopsida, orden Malpighiales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Euphorbiaceae	Cnidoscolus	Cnidoscolus texanus										X														
Euphorbiaceae	Croton	Croton punctatus										X									X					

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia glyptosperma										X													X	
Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia hyssopifolia										X													X	
Passifloraceae	Turnera	Turnera diffusa										X														

Tabla IV. 28. Clase Magnoliopsida, orden Malvales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Malvaceae	Anoda	Anoda cristata										X														
Malvaceae	Pachira	Pachira aquatica										X									X					
Muntingiaceae	Muntingia	Muntingia calabura										X									X					

Tabla IV. 29. Clase Magnoliopsida, orden Myrtales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Combretaceae	Laguncularia	Laguncularia racemosa	X									X									X					
Onagraceae	Ludwigia	Ludwigia octovalvis										X									X					

Tabla IV. 30.Clase Magnoliopsida, orden Poales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Cyperaceae	Cyperus	Cyperus articulatus										X									X					
Cyperaceae	Cyperus	Cyperus ligularis										X														
Cyperaceae	Cyperus	Cyperus rotundus							X												X					
Poaceae	Chloris	Chloris virgata										X														
Poaceae	Cynodon	Cynodon dactylon									X															
Poaceae	Cynodon	Cynodon plectostachyus									X															
Poaceae	Dactyloctenium	Dactyloctenium aegyptium									X															
Poaceae	Digitaria	Digitaria horizontalis										X									X					
Poaceae	Distichlis	Distichlis spicata										X														
Poaceae	Lolium	Lolium multiflorum							X																	
Poaceae	Megathyrsus	Megathyrsus maximus									X															
Poaceae	Paspalum	Paspalum virgatum										X														
Poaceae	Phragmites	Phragmites australis										X									X					
Poaceae	Sporobolus	Cleome pilosa										X														
Poaceae	Sporobolus	Sporobolus virginicus										X									X					
Typhaceae	Typha	Typha latifolia										X									X					

Tabla IV. 31.Clase Magnoliopsida, orden Rosales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Urticaceae	Cecropia	Cecropia obtusifolia										X									X					

Tabla IV. 32. Clase Magnoliopsida, orden Sapindales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Sapindaceae	Paullinia	Paullinia pinnata										X													

Tabla IV. 33.Clase Magnoliopsida, orden Solanales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Convolvulaceae	Ipomoea	Ipomoea batatoides										X													
Convolvulaceae	Ipomoea	Ipomoea pes-caprae										X									X				
Solanaceae	Solanum	Solanum tampicense										X									X				

Tabla IV. 34. Clase Magnoliopsida, orden Vitales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Vitaceae	Cissus	Cissus verticillata										X									X				

Tabla IV. 35. Clase Polypodiopsida, orden Polypodiales

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN								CITES		
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Pteridaceae	Acrostichum	Acrostichum aureum										X									X				

Inventario de Fauna

El Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto encuentra ubicado en la zona costera central del Estado de Veracruz. En lo que se refiere a la fisiografía el predio se ubica en la provincia fisiográfica “Llanura Costera del Golfo Sur” y en la subprovincia “Llanura Costera Veracruzana”, la mayoría de las especies detectadas en el Sistema Ambiental son de origen neotropical, por lo que presentan una amplia distribución en la región.

Las poblaciones de fauna en el territorio veracruzano presentan diversos grados de perturbación, en su mayoría debido a la fragmentación de sus hábitats, los impactos más importantes que se han identificado son todos de origen antrópico, entre éstos se encuentran aquellos relacionados con la deforestación, el avance de la frontera agrícola y ganadera, las formas irracionales de explotación forestal, el cambio de uso de suelo, el desarrollo no regulado de infraestructura de servicios, la contaminación del suelo, aire y agua, prácticas cinegéticas irresponsables, la introducción de especies exóticas y el tráfico ilegal; a pesar de lo anterior, la región mantiene aún varias especies animales, sobresaliendo las aves (avifauna), seguida de los mamíferos, reptiles y anfibios, en ese orden de importancia.

Es bien sabido que la vegetación es un factor determinante en la distribución de la fauna silvestre. Los animales encuentran prácticamente todos sus requerimientos de hábitat dentro de áreas con vegetación natural o en acahuales con sucesión avanzada, pero la relación vegetación-fauna se da en ambos sentidos. Relaciones ecológicas como la polinización, dispersión de semillas, reciclaje de nutrientes, control de las poblaciones de plantas y animales son solo algunos de los procesos biológicos en los que está involucrada la fauna silvestre y en el área que particularmente nos ocupa se ven poco representados.

El área de incidencia del proyecto se encuentra pobremente representada por su vegetación original debido a varios factores, la poligonal del Proyecto ha sido utilizada viviendas y jardín de frutales durante más de 20 años, existe hasta ahora aprovechamiento de leña por los lugareños (habitantes de Mandinga); aunado a esto, la poligonal de estudio, se encuentra inmersa en un mosaico de diferentes elementos tanto urbanos como comerciales que han afectado de forma directa o indirecta con la realización de obras de urbanización.

De la traza urbana que presenta la zona de estudio puede decirse que no presenta cambios significativos desde 2014, salvo pequeñas diferencias originadas por la creación de nuevos asentamientos habitacionales, comerciales, que, aunque muestran una mayor especialización y separación en el uso del suelo, no ocupan grandes extensiones. Se trata de una traza discontinua, producto de la agregación fragmentaria de nuevos territorios al desarrollo urbano y comercial, con unas fronteras muy claramente marcadas por elementos físicos ya existentes, tales como el área urbana histórica, nuevos asentamientos humanos (fraccionamientos) los distintos cuerpos y corrientes de agua, así como la denominada Riviera Veracruzana.

Los inventarios de Fauna en proyectos de zonas urbanas tienen como fundamento general producir las bases científicas para el desarrollo de una estrategia efectiva y a largo plazo de mitigación, compensación y conservación a partir de la línea base. Para este caso en particular nuestro equipo

determinó y cuantificó la biodiversidad local con la finalidad de evaluar los impactos del proyecto, durante su construcción y operación, sobre los distintos tipos de vegetación, hábitats y especies en esta zona.

La información sobre la biodiversidad del área del proyecto nos permitió desarrollar un programa robusto de monitoreo y ayudó a la planificación de estrategias congruentes y así implementar medidas adecuadas de mitigación y compensación. Adicionalmente, los planes subsecuentes de rescate de fauna y flora antes y durante todas las etapas del proyecto se ven beneficiados de un inventario sistemático inicial.

Un inventario exhaustivo de la fauna de un sitio es sumamente costoso, complejo, tardado y en particular para esta zona no tiene fundamento práctico (principalmente por lo perturbado que se encuentra el sitio). Por tal motivo se usó la Evaluación Rápida de Biodiversidad. Los protocolos para las Evaluaciones Rápidas de la Biodiversidad (RAPs, sigla en inglés: Rapid Assessment Protocolos), tienen el objetivo de colectar la mayor cantidad de datos ecológicos y realizar inventarios lo más completos posibles, enfatizando grupos específicos de fauna y flora en un breve periodo de tiempo (Sayre et al., 2000; Alonso et al., 2011). De igual manera, los RAPs tienen el propósito de minimizar los costos que estos estudios implican y producir información estratégica para ser utilizada en la consecución de los objetivos específicos de los planes de manejo de la biodiversidad incluyendo la formulación de planes de manejo y propuestas para la conservación de áreas no protegidas.

Como parte de los trabajos de campo en la realización de este estudio donde se presenta información adicional y complementaria para la Manifestación de Impacto ambiental se recopilo la información técnica necesaria y se realizó una consulta en fuentes bibliográficas, por, lo que se pudo obtener evidencias de la capacidad de regeneración de las alteraciones ocasionadas por parte de la realización del proyecto y de igual manera se conoció y determinó la capacidad de carga del ambiente del área donde se ubicara el mismo.

Los trabajos de campo concluyeron con la realización de un inventario de la fauna existente, cuyo método de muestreo fue el de transectos en banda, para determinar la fauna existente se usaron los mismos 16 puntos de muestreo y los 10 transectos usados para medir vegetación.

No se encontró en la literatura inventarios específicos para la zona, para acercarnos lo más posible a una interpretación de la composición taxonómica de la zona se revisaron algunos trabajos hechos en sitios cercanos y con características similares en cuanto a composición florística. No nos fue posible muestrear toda el área circundante, como se mencionó anteriormente el área de estudio del proyecto abarca principalmente predios de propiedad privada, por lo que el acceso a estos muchas veces no es posible.

Caracterización de la Fauna del Área de Estudio

Objetivo general

Caracterizar la fauna del predio donde pretende desarrollarse el Proyecto evaluar su estado de conservación y generar una estrategia que nos permita formular programas adecuados para la mitigación de los posibles impactos adversos a la fauna.

Objetivos particulares

- Identificar las especies que se encuentran en alguna categoría de protección por la legislación mexicana.
- Emitir recomendaciones en cuanto a posibles estrategias de manejo a seguir dentro del predio para conservar su riqueza de vertebrados terrestres.

Para elaborar los inventarios de fauna se llevaron a cabo como eje rector los 16 puntos de muestreo y los 10 transectos dentro y fuera del predio. En dichos puntos y transectos se evaluaron y monitorearon cuatro grupos biológicos.

1. Aves
2. Mamíferos
3. Anfibios y Reptiles

Para la realización de los inventarios de utilizaron:

MATERIALES UTILIZADOS:

- Binoculares (4)
- Guías de identificación de aves, anfibios, reptiles, mariposas y mamíferos de México
- Cámaras fotográficas (3)
- Equipo de filmación Gopro Hero 3 (2)
- Dron para toma aérea (1)
- Cajas de colecta de especímenes (4)
- Un gancho herpetológico
- Jaulas (4)

Aunque la riqueza y la frecuencia de ocurrencia de vertebrados en el predio fue muy pobre, se determinó contar los organismos detectados para tener una idea de sus abundancias relativas, para tal fin se estipularon tres categorías arbitrarias, estas son:

Categorías de Abundancia Relativa:

1. Rara (R) Cuando se observaron de 1 a 5 individuos.
2. Común (C) Cuando se observó de 6 a 10 individuos.
3. Abundante (A) Si se observaron más de 11 individuos

Anfibios
Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos, intentando tener registros visuales ó directos de anfibios (ranas y sapos). Asimismo, se examinaron los agujeros grandes y sitios como zanjas (Llorente, 1990). Por otro lado, se preguntó con gente local (dos personas; un vaquero y una persona que se encuentra en una caseta a 200 m del predio), mostrando fotografías de guías de campo (Behler, 1994) para corroborar e incrementar el conocimiento sobre las especies comunes en la zona y complementar en el trabajo de gabinete con descripciones de otras fuentes.

Reptiles
Se realizaron búsquedas activas, en los puntos y transectos, durante los recorridos se removieron piedras y troncos, se buscó en madrigueras y cavidades, para este grupo y en especial para las serpientes se hizo uso de la información existente en la zona aunque en todo momento ésta fue exagerada, incluso tanto, para no ser tomada en cuenta en los listados, suponemos que debe de existir de manera regular este tipo de organismos, se detectaron solo tres especies de este grupo, no se detectaron serpientes ni culebras (ni rastros de estas, *i.e.,* mudas), sin embargo la opinión de los lugareños llega a variar, advierten de la presencia de nauyacas, víbora de cascabel, coralillo, mano de metate entre otras. Aunque no se duda de la presencia de estas especies y sobre todo entendemos la corta vida del muestreo no consideramos a ninguna de estas especies debido a lo alterado del predio, si alguna de estas especies estuviera en la zona, se llamaría a la empresa prestadora de servicios ambientales, en este caso y sobre todo si algún individuo estuviera dentro de alguna categoría de riesgo no dudaríamos avisar a la autoridad ambiental y con su permiso traslocarla a algún lugar cercano y buscarle un mejor futuro.

Aves
Para el registro de aves, se llevaron a cabo censos en los transectos proyectados en el predio, siguiendo la técnica de transectos lineales (Emlen, 1971). Cada transecto se recorrió en los períodos de mayor actividad de la fauna, de 07:00 a 13:00 y de 16:00 a 18:00 hrs Estas actividades se complementaron con observaciones no sistemáticas, principalmente en caminos de terracería, dentro del predio y en las cercanías de este.

Se estableció una ruta siguiendo los transectos se registraron todas las aves vistas y escuchadas durante los recorridos. Se utilizaron binoculares 8x-42mm, y la determinación de las aves hasta especie se hizo utilizando guías específicas de aves (Howell y Webb 1995, Peterson y Chalif 1989 y Scott 1991). Durante el desarrollo de los censos se tomaron los siguientes datos: especie, número de individuos, hora, actividad, y otras observaciones de utilidad, con los cuales se realizó el inventario de especies.

Se determinó también la estacionalidad de las especies registradas, para este efecto se consideraron las dos siguientes categorías siguiendo a (Howell y Webb 1995):

- Residentes. Aquellas especies que se encuentran durante todo el año y se reproducen en la zona.
- Visitantes de invierno. Especies que no se reproducen en la zona y sólo residen en ella durante el invierno.

Mamíferos

De igual forma que para las aves se llevaron a cabo recorridos siguiendo los transectos antes mencionados, se puso especial atención en rastros dejados en el suelo, piedras y árboles y arbustos, se hizo también búsquedas de rastros, letrinas y/o madrigueras.

Se aprovecharon los transectos de vegetación para hacer el registro de especies, además se realizó una consulta simple con habitantes de la zona, una revisión bibliográfica y validación con la plataforma del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO para la obtención del listado faunístico. Las especies se presentan en orden filogenético y los nombres científicos y comunes se disponen de acuerdo con la plataforma ENCICLOVIDA. Así también se reporta el estatus de protección de las especies de acuerdo con las normas nacionales e internacionales (DOF, 2019; IUCN, 2022 y CITES, 2023).

Resultados:
La presencia de vertebrados en el predio y zonas vecinas (con excepción de las aves) es baja, en el sitio de proyecto se identificó fauna con característica de sitios altamente perturbados, Dentro del sitio de proyecto se observaron aves, algunos reptiles y no se observaron mamíferos silvestres, tampoco se observaron anfibios, este efecto es entendible, ya que el sitio se encuentra sub-muestreado debido a lo corto del estudio, la poca riqueza observada puede deberse a un artefacto del muestreo, sin embargo la presencia de personas por la zona urbana colindante, la presencia de un área comercial (restaurantes) y alta homogeneidad del sistema existente aunado a la baja riqueza intrínseca de este tipo de ecosistema se considera que no se encuentra alejado de la realidad. El resultado se modifica en los alrededores, donde la existencia de comunidades de mangle aumentó significativamente los avistamientos, en especial de reptiles. Las especies de aves ahí presentes son casi todas residentes y todas (con excepción de las que son marinas y fueron observadas ocupando el espacio aéreo) se encuentran asociadas a ambientes alterados, en el caso de los mamíferos la identificación o presencia se obtuvo principalmente a través de conservación con los pobladores faltando muestrear mamíferos voladores (murciélagos), esto se debió principalmente a que estos organismos son nocturnos y la inseguridad en esa zona es alta por lo que se decidió a no hacer muestreos nocturnos. Es de esperarse que con la ejecución del proyecto lleguen especies de mamíferos asociadas a los humanos y su entorno, como el ratón de ciudad (Mus musculus) y la rata negra (Rattus norvegicus).

La riqueza de vertebrados está compuesta por 70 especies potenciales, distribuidas en 16 órdenes, 44 familias y 65 géneros. El grupo más diverso son los reptiles (31 spp.) seguido de las aves y los mamíferos (19 y 17 spp.) mientras que, en menor número, encontramos al grupo de los anfibios (3 ssp). Del total de especies de vertebrados, el 20% (14 spp.) se encuentra en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010; 10 de ellas se enlistan en los Apéndices de del CITES y 60 son consideradas en la lista roja de la IUCN.

Adicionalmente, 4 especies son considerada como prioritarias según el ACUERDO *por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación,* publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de marzo de 2014.

De las 70 especies identificadas para el área de análisis 52 de ellas son consideradas nativas según su tipo de distribución, 1 endémica y 10 Endémica-Nativas. A continuación, se desglosa la información por grupo faunístico:

Anfibios

Riqueza taxonómica

La riqueza de los anfibios en la zona de estudio está representada por 3 especies, distribuidas en 1 orden, 2 familias y 3 géneros.

Tabla IV. 36. Riqueza de familias y géneros de anfibios en el área de estudio.

FAMILIA	NO. DE ESPECIES	GÉNERO
Bufonidae	1	Rhinella
Hylidae	2	Scinax
		Smilisca

Fuente: datos obtenidos en campo, CONABIO, 2025.

Categorías de riesgo

Las 3 especies identificadas se consideran como Preocupación menor (LC) según IUCN.

Endemismos

Las 3 especies identificadas se consideran como Nativas

Reptiles

Riqueza taxonómica

Los reptiles identificados están representados por 31 especies, agrupadas en 18 familias y 28 géneros. Las familias Colubridae y Kinosternidae son las que representa el mayor número de especies (4 ssp. cada una).

Tabla IV. 37. Familias y géneros de reptiles en el área analizada.

FAMILIA	NO. DE ESPECIES	GÉNERO
Anguidae	1	*Ophisaurus*
Anolidae	2	*Anolis*
Colubridae	4	*Drymobius, Ficimia, Lampropeltis, Oxybelis*
Corytophanidae	1	Basiliscus
Crocodylidae	1	Crocodylus
Dermatemydidae	1	Dermatemys
Dibamidae	1	Anelytropsis
Dipsadidae	3	*Geophis, Leptodeira, Oxyrhopus*
Elapidae	1	*Micrurus*
Emydidae	1	Trachemys
Gekkonidae	1	Hemidactylus

FAMILIA	NO. DE ESPECIES	GÉNERO
Iguanidae	2	Ctenosaura, Iguana
Kinosternidae	4	Claudius, Kinosternon, Staurotypus
Phrynosomatidae	2	Sceloporus
Scincidae	2	Marisora, Plestiodon
Teiidae	1	Holcosus
Typhlopidae	1	Amerotyphlops
Viperidae	2	Crotalus, Metlapilcoatlus

Fuente: datos obtenidos en campo, CONABIO, 2025.

Categorías de riesgo

Considerado la NOM-059-SEMARNAT-2010, 3 especies se consideran amenazadas, 2 en peligro de extinción y 7 especies sujetas a protección especial; considerando CITES 7 especies se encuentran en el Apéndice II. Según IUCN 3 especies se clasifican como *Casi amenazado,* 1 *en peligro*, 1 *En peligro crítico* y 20 como *Preocupación menor*. 3 especies son consideradas como prioritarias según el *ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación,* publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de marzo de 2014.

Endemismos

1 especie de las identificadas es endémica, 9 Endémica, nativa; 3 exótica-invasora y 17 nativas.

Aves

Riqueza taxonómica

La riqueza avifaunística está representada por 19 especies, agrupadas en 5 órdenes, 16 familias y 19 géneros.

Las familias con mayor riqueza son Ardeidae (5 spp.), Tyrannidae (3 spp.) y Cathartidae y Icteridae, con 2 spp. cada uno.

Tabla IV. 38. Familias y géneros de aves con mayor riqueza en el área de estudio.

FAMILIA	NO. DE ESPECIES	GÉNERO
Anatidae	1	Dendrocygna
Ardeidae	5	Ardea, Butorides, Egretta, Nyctanassa, Nycticorax
Cathartidae	2	Cathartes, Coragyps
Corvidae	1	Cyanocorax
Icteridae	2	Dives, Quiscalus
Parulidae	1	Cardellina
Passerellidae	1	Melospiza
Psittacidae	1	Eupsittula
Thraupidae	1	Volatinia
Turdidae	1	Turdus
Tyrannidae	3	Myiozetetes, Pitangus, Pyrocephalus

Fuente: Elaborada en gabinete.

Categorías de riesgo

Considerado la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo 1 especie está sujeta a protección especial; considerando CITES 1 especie se encuentra en el Apéndice II y una especie en el Apéndice III. Según IUCN 18 especies se clasifican como *Preocupación menor*. 1 especie se considera como prioritaria según el ACUERDO *por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación,* publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de marzo de 2014.

Endemismos
Las 19 especies identificadas son nativas.

Mamíferos
Riqueza taxonómica
La fauna mastozoológica concentra 17 especies, agrupadas en 7 órdenes, 13 familias y 15 géneros

Tabla IV. 39. Riqueza taxonómica de mamíferos en el área de estudio y zona circundante.

ORDEN	FAMILIAS	GÉNEROS
Carnivora	Procyonidae.	Procyon
Chiroptera	Emballonuridae, Molossidae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Vespertilionidae	Rhynchonycteris, Molossidae, Molossus, Mormoopidae, Mormoops, Phyllostomidae, Artibeus, Glossophaga, Vespertilionidae, Rhogeessa
Cingulata	Dasypodidae	Dasypus
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus
Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua
Rodentia	Cricetidae, Geomyidae, Sciuridae	Oryzomys, Sigmodon, Geomyidae, Heterogeomys, Sciuridae, Sciurus

Los murciélagos (orden Chiroptera) son los de mayor riqueza con 6 especies, seguido por los roedores (orden Rodentia) y el orden Didelphimorphia), 5 y 2 especies respectivamente.

Categorías de riesgo
Considerado la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo 1 especie está sujeta a protección especial; considerando CITES 1 especie se encuentra en el Apéndice III. Según IUCN 13 especies se clasifican como *Preocupación menor*.

Endemismos
13 especies identificadas son nativas y 1 especie Endémica,Nativa.

Se adjunta el listado faunístico de las especies identificadas:

Tabla IV. 40. Clase Amphibia, orden Anura

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			Prioritarias DOF 2014
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio silvestre	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable (VU)	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), Preocupación menor (LC)	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	
Bufonidae	Rhinella	Rhinella horribilis										X									X						
Hylidae	Scinax	Scinax staufferi										X									X						
Hylidae	Smilisca	Smilisca baudinii										X									X						

Tabla IV. 41. Clase Reptilia, orden Crocodylia

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			Prioritarias DOF 2014
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio silvestre	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable (VU)	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), Preocupación menor (LC)	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	
Crocodylidae	Crocodylus	Crocodylus moreletii				X						X									X				X		X

Tabla IV. 42. Clase Reptilia, orden Squamata

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			Prioritarias DOF 2014
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio silvestre	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable (VU)	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), Preocupación menor (LC)	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	
Leporidae	Sylvilagus	Sylvilagus floridanus										X									X						
Anguidae	Ophisaurus	Ophisaurus ceroni	X					X									X										
Anolidae	Anolis	Anolis laeviventris										X									X						
Anolidae	Anolis	Anolis sagrei									X										X						
Colubridae	Drymobius	Drymobius margaritiferus										X									X						
Colubridae	Ficimia	Ficimia variegata						X								X											
Colubridae	Lampropeltis	Lampropeltis triangulum										X															
Colubridae	Oxybelis	Oxybelis fulgidus										X									X						
Corytophanidae	Basiliscus	Basiliscus vittatus										X									X						

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
gDibamidae	Anelytropsis	Anelytropsis papillosus	X					X													X						
Dipsadidae	Geophis	Geophis mutitorques				X		X													X						
Dipsadidae	Leptodeira	Leptodeira septentrionalis										X									X						
Dipsadidae	Oxyrhopus	Oxyrhopus petolarius										X									X						
Elapidae	Micrurus	Micrurus limbatus				X		X													X						
Gekkonidae	Hemidactylus	Hemidactylus frenatus									X										X						
Iguanidae	Ctenosaura	Ctenosaura acanthura				X						X									X				X		X
Iguanidae	Iguana	Iguana iguana									X																
Phrynosomatidae	Sceloporus	Sceloporus bicanthalis						X													X						
Phrynosomatidae	Sceloporus	Sceloporus variabilis										X									X						
Scincidae	Marisora	Marisora lineola										X									X						
Scincidae	Plestiodon	Plestiodon copei				X		X													X						
Teiidae	Holcosus	Holcosus undulatus					X														X						
Typhlopidae	Amerotyphlops	Amerotyphlops tenuis										X									X						
Viperidae	Crotalus	Crotalus mictlantecuhtli						X																			
Viperidae	Metlapilcoatlus	Metlapilcoatlus nummifer																									

Tabla IV. 43. Clase Reptilia, orden Testudines

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el	Sujeta a protección especial	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Dermatemydidae	Dermatemys	Dermatemys mawii		X								X							X						X		X
Emydidae	Trachemys	Trachemys venusta										X															
Kinosternidae	Claudius	Claudius angustatus		X								X			X										X		
Kinosternidae	Kinosternon	Kinosternon acutum				X						X			X										X		
Kinosternidae	Kinosternon	Kinosternon integrum				X		X													X				X		
Kinosternidae	Staurotypus	Staurotypus triporcatus	X									X			X										X		

Tabla IV. 44. Clase Aves, orden Anseriformes

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el [illegible] (E)	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable [illegible]	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), [illegible]	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Anatidae	Dendrocygna	Dendrocygna autumnalis										X									X					X	

Tabla IV. 45. Clase Aves, orden Cathartiformes

FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción	Probablemente extinta en el [illegible] (E)	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Cathartidae	Cathartes	Cathartes aura										X									X						
Cathartidae	Coragyps	Coragyps atratus										X									X						

Tabla IV. 46. Clase Aves, orden Passeriformes

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el [illegible] (E)	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Corvidae	Cyanocorax	Cyanocorax morio										X									X						
Icteridae	Dives	Dives dives										X									X						
Icteridae	Quiscalus	Quiscalus mexicanus										X									X						
Parulidae	Cardellina	Cardellina pusilla										X									X						
Passerellidae	Melospiza	Melospiza lincolnii										X									X						
Thraupidae	Volatinia	Volatinia jacarina										X									X						
Turdidae	Turdus	Turdus grayi										X									X						
Tyrannidae	Myiozetetes	Myiozetetes similis										X									X						
Tyrannidae	Pitangus	Pitangus sulphuratus										X									X						
Tyrannidae	Pyrocephalus	Pyrocephalus rubinus										X									X						

Tabla IV. 47.Clase Aves, orden Pelecaniformes

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio silvestre	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable (VU)	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), Preocupación menor (LC)	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Ardeidae	Ardea	Ardea alba										X									X						
Ardeidae	Butorides	Butorides virescens										X									X						
Ardeidae	Egretta	Egretta thula										X									X						
Ardeidae	Nyctanassa	Nyctanassa violacea										X									X						
Ardeidae	Nycticorax	Nycticorax nycticorax										X									X						

Tabla IV. 48.Clase Aves, orden Psittaciformes

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el	Sujeta a protección especial	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Psittacidae	Eupsittula	Eupsittula nana				X						X													X		X

.Tabla IV. 49. Clase Mammalia, orden Carnivora

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable (VU)	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), Preocupación menor	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Procyonidae	Procyon	Procyon lotor										X									X						

Tabla IV. 50. Clase Mammalia, orden Chiroptera

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el	Sujeta a protección especial	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Emballonuridae	Rhynchonycteris	Rhynchonycteris naso				X						X									X						
Molossidae	Molossus	Molossus rufus										X															
Mormoopidae	Mormoops	Mormoops megalophylla										X									X						
Phyllostomidae	Artibeus	Artibeus jamaicensis										X									X						
Phyllostomidae	Glossophaga	Glossophaga soricina																									
Vespertilionidae	Rhogeessa	Rhogeessa parvula						X													X						

Tabla IV. 51. Clase Mammalia, orden Cingulata

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable (VU)	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), Preocupación menor	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Dasypodidae	Dasypus	Dasypus novemcinctus																									

Tabla IV. 52. Clase Mammalia, orden Didelphimorphia

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable (VU)	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), Preocupación menor	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	Prioritarias DOF 2014
Didelphidae	Didelphis	Didelphis marsupialis										X									X						
Didelphidae	Didelphis	Didelphis virginiana										X									X						

Tabla IV. 53. Clase Mammalia, orden Lagomorpha

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			Prioritarias DOF 2014
			Amenazada (A)	En peligro de extinción (P)	Probablemente extinta en el medio	Sujeta a protección especial (Pr)	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN), Vulnerable (VU)	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU), Preocupación menor	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	
Leporidae	Sylvilagus	Sylvilagus floridanus										X									X						

Tabla IV. 54. Clase Mammalia, orden Pilosa

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			Prioritarias DOF 2014
			Amenazada (A)	En peligro de extinción	Probablemente extinta	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	
Myrmecophagidae	Tamandua	Tamandua mexicana										X									X					X	

Tabla IV. 55. Clase Mammalia, orden Rodentia

FAMILIA	GEÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059				TIPO DE DISTRIBUCION								IUCN									CITES			Prioritarias DOF 2014
			Amenazada (A)	En peligro de extinción	Probablemente extinta en	Sujeta a protección	Endémica	Endémica,Nativa	Exótica	Exótica,Nativa	Exótica-Invasora	Nativa	Nativa,Endémica	Nativa,Exótica	Casi amenazado (NT)	Datos insuficientes (DD)	En peligro (EN)	En peligro (EN),	En peligro crítico (CR)	Extinto (EX)	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU),	Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III	
Leporidae	Sylvilagus	Sylvilagus floridanus										X									X						
Cricetidae	Oryzomys	Oryzomys couesi										X									X						
Cricetidae	Oryzomys	Oryzomys palustris																									
Cricetidae	Sigmodon	Sigmodon hispidus										X									X						
Geomyidae	Heterogeomys	Heterogeomys hispidus										X									X						
Sciuridae	Sciurus	Sciurus aureogaster										X									X						

Tabla IV. 56. Coordenadas zona de análisis

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
EST	PV				X	Y	LONGITUD	LATITUD
				A	807,849.79	2,108,822.77	96º 4´ 30.74"	19º 2´ 56.64"

A	B	S01°04'47.36"O	19.63	B	807,849.42	2,108,803.14	96º 4´ 30.77"	19º 2´ 56.01"
B	C	S04°28'43.33"O	41.75	C	807,846.16	2,108,761.52	96º 4´ 30.9"	19º 2´ 54.66"
C	D	S07°32'32.86"O	30.47	D	807,842.16	2,108,731.31	96º 4´ 31.06"	19º 2´ 53.68"
D	E	S81°13'40.64"O	25.25	E	807,817.21	2,108,727.46	96º 4´ 31.91"	19º 2´ 53.57"
E	F	N78°38'57.89"O	13.82	F	807,803.66	2,108,730.18	96º 4´ 32.37"	19º 2´ 53.66"
F	G	N66°55'50.63"O	51.19	G	807,756.56	2,108,750.24	96º 4´ 33.97"	19º 2´ 54.34"
G	H	N88°09'02.96"O	58.88	H	807,697.71	2,108,752.14	96º 4´ 35.98"	19º 2´ 54.43"
H	I	N82°16'30.18"O	46.20	I	807,651.93	2,108,758.35	96º 4´ 37.54"	19º 2´ 54.66"
I	J	N53°51'41.64"O	36.03	J	807,622.83	2,108,779.60	96º 4´ 38.52"	19º 2´ 55.36"
J	K	N48°41'30.30"O	71.82	K	807,568.88	2,108,827.01	96º 4´ 40.34"	19º 2´ 56.93"
K	L	N36°29'18.49"E	15.62	L	807,578.17	2,108,839.57	96º 4´ 40.02"	19º 2´ 57.34"
L	M	N69°08'41.00"E	31.15	M	807,607.28	2,108,850.66	96º 4´ 39.01"	19º 2´ 57.68"
M	N	N72°36'39.39"E	37.07	N	807,642.66	2,108,861.74	96º 4´ 37.8"	19º 2´ 58.02"
N	O	N49°15'28.09"E	37.05	O	807,670.73	2,108,885.92	96º 4´ 36.83"	19º 2´ 58.79"
O	P	S72°56'14.69"E	19.94	P	807,689.79	2,108,880.07	96º 4´ 36.18"	19º 2´ 58.59"
P	Q	N84°53'24.98"E	13.47	Q	807,703.21	2,108,881.27	96º 4´ 35.72"	19º 2´ 58.62"
Q	R	N73°57'27.41"E	47.87	R	807,749.22	2,108,894.50	96º 4´ 34.14"	19º 2´ 59.03"
R	S	S18°59'05.30"E	76.45	S	807,774.09	2,108,822.21	96º 4´ 33.33"	19º 2´ 56.67"
S	A	N89°34'34.16"E	75.70	A	807,849.79	2,108,822.77	96º 4´ 30.74"	19º 2´ 56.64"

Tabla IV. 57. Coordenadas puntos de muestreo

PUNTO DE MUESTREO	UTM X	UTM Y	LATITUD	LONGITUD
1	807,657.65	2,108,766.37	19° 02' 54.92" N	96° 04' 37.34" W
2	807,701.55	2,108,868.11	19° 02' 58.20" N	96° 04' 35.78" W
3	807,670.46	2,108,806.30	19° 02' 56.21" N	96° 04' 36.88" W
4	807,593.48	2,108,829.80	19° 02' 57.01" N	96° 04' 39.50" W
5	807,728.38	2,108,802.32	19° 02' 56.05" N	96° 04' 34.90" W
6	807,842.69	2,108,812.92	19° 02' 56.33" N	96° 04' 30.99" W
7	807,752.73	2,108,808.33	19° 02' 56.23" N	96° 04' 34.07" W
8	807,740.59	2,108,861.71	19° 02' 57.97" N	96° 04' 34.45" W
9	807,753.13	2,108,839.28	19° 02' 57.23" N	96° 04' 34.04" W
10	807,785.37	2,108,814.51	19° 02' 56.41" N	96° 04' 32.95" W
11	807,787.19	2,108,795.97	19° 02' 55.81" N	96° 04' 32.90" W
12	807,798.78	2,108,749.76	19° 02' 54.30" N	96° 04' 32.53" W
13	807,765.15	2,108,787.05	19° 02' 55.53" N	96° 04' 33.66" W
14	807,736.36	2,108,819.39	19° 02' 56.60" N	96° 04' 34.62" W
15	807,718.62	2,108,831.60	19° 02' 57.00" N	96° 04' 35.22" W
16	807,732.95	2,108,754.08	19° 02' 54.48" N	96° 04' 34.78" W

Tabla IV. 58. Coordenadas vértices de eje de transectos

TRANSECTO	UTM X	UTM Y	LATITUD	LONGITUD
Transecto 1	807,575.41	2,108,826.23	19° 02' 56.90" N	96° 04' 40.12" W
Transecto 1	807,624.23	2,108,837.00	19° 02' 57.23" N	96° 04' 38.44" W
Transecto 2	807,589.51	2,108,811.98	19° 02' 56.43" N	96° 04' 39.64" W
Transecto 2	807,638.84	2,108,820.16	19° 02' 56.67" N	96° 04' 37.95" W
Transecto 3	807,695.62	2,108,821.28	19° 02' 56.68" N	96° 04' 36.01" W
Transecto 3	807,711.15	2,108,787.80	19° 02' 55.58" N	96° 04' 35.50" W
Transecto 3	807,713.43	2,108,777.79	19° 02' 55.26" N	96° 04' 35.43" W
Transecto 3	807,715.27	2,108,775.64	19° 02' 55.19" N	96° 04' 35.37" W
Transecto 4	807,722.54	2,108,766.39	19° 02' 54.88" N	96° 04' 35.12" W
Transecto 4	807,729.19	2,108,782.45	19° 02' 55.40" N	96° 04' 34.89" W
Transecto 4	807,757.89	2,108,797.96	19° 02' 55.89" N	96° 04' 33.90" W
Transecto 5	807,767.36	2,108,799.19	19° 02' 55.92" N	96° 04' 33.57" W
Transecto 5	807,741.50	2,108,756.39	19° 02' 54.55" N	96° 04' 34.48" W
Transecto 6	807,769.09	2,108,815.72	19° 02' 56.46" N	96° 04' 33.51" W
Transecto 6	807,788.45	2,108,769.62	19° 02' 54.95" N	96° 04' 32.87" W
Transecto 7	807,829.23	2,108,804.22	19° 02' 56.05" N	96° 04' 31.46" W
Transecto 7	807,779.70	2,108,811.09	19° 02' 56.30" N	96° 04' 33.15" W
Transecto 8	807,801.61	2,108,794.66	19° 02' 55.76" N	96° 04' 32.41" W
Transecto 8	807,801.76	2,108,744.66	19° 02' 54.13" N	96° 04' 32.43" W
Transecto 9	807,836.31	2,108,763.24	19° 02' 54.72" N	96° 04' 31.24" W
Transecto 9	807,832.77	2,108,742.99	19° 02' 54.06" N	96° 04' 31.37" W
Transecto 9	807,815.59	2,108,740.34	19° 02' 53.98" N	96° 04' 31.96" W
Transecto 9	807,803.53	2,108,740.18	19° 02' 53.99" N	96° 04' 32.37" W
Transecto 10	807,821.26	2,108,753.96	19° 02' 54.42" N	96° 04' 31.76" W
Transecto 10	807,815.44	2,108,803.62	19° 02' 56.04" N	96° 04' 31.93" W

Como se mencionó en el muestreo de Vegetación y Fauna, se realizaron recorridos dentro del área de estudio en el mismo sentido de los transectos de vegetación para hacer el registro de especies, además se realizó una consulta simple con habitantes de la zona, una revisión bibliográfica y validación con la plataforma del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO para la obtención del listado faunístico.

Las especies se presentan en orden filogenético y los nombres científicos y comunes se disponen de acuerdo con la plataforma ENCICLOVIDA. Así también se reporta el estatus de protección de las especies de acuerdo con las normas nacionales e internacionales (DOF, 2019; IUCN, 2022 y CITES, 2023). Para el caso de las aves, adicionalmente se registraron todas las especies detectadas de forma visual y auditiva.

IV. 3.1.3 Medio socioeconómico.

El análisis del entorno social y económico permite identificar la interacción entre el proyecto y la comunidad de Mandinga y Matoza, en el municipio de Alvarado. Este apartado fundamenta la relevancia del hotel como un motor de desarrollo local sustentable.

Demografía y Población

El municipio de Alvarado presenta una dinámica demográfica en crecimiento, influenciada por su cercanía con la zona conurbada de Boca del Río y su vocación turística.

- **Población Total:** De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI), el municipio cuenta con una población que supera los **57,000 habitantes**.
- **Estructura Poblacional:** Existe un equilibrio entre géneros, con una ligera predominancia de mujeres (51.5%). La población es mayoritariamente joven y en edad productiva (15 a 64 años), lo que garantiza la disponibilidad de mano de obra local para las etapas de construcción y operación del hotel.
- **Localidad de Mandinga y Matoza:** Se clasifica como una localidad con un fuerte sentido de identidad comunitaria, donde la dinámica social gira en torno al sistema lagunar y la oferta gastronómica.

Indicadores de Bienestar y Calidad de Vida

- **Grado de Marginación:** El municipio de Alvarado se cataloga generalmente con un **Grado de Marginación "Muy Bajo"**. Esto se debe a la cobertura de servicios básicos y la infraestructura de comunicaciones que lo conecta con los centros urbanos de Veracruz y Xalapa.
- **Educación:** El analfabetismo en la región es bajo (inferior al 5%), y existe una oferta educativa técnica y profesional en las cercanías que capacita a la población en áreas de servicios, turismo y administración.

Actividades Económicas (Vocación del SA)

La economía de Alvarado es diversificada, pero en el Sistema Ambiental (SA) de Mandinga predominan tres sectores clave:

- **Sector Terciario (Turismo y Comercio):** Es la actividad principal en la localidad del proyecto. Mandinga es reconocida regionalmente por su corredor gastronómico especializado en mariscos. El proyecto "Hotel XICARÚ Mandinga" se alinea perfectamente con esta vocación, profesionalizando la oferta de hospedaje que actualmente es limitada.
- **Sector Primario (Pesca):** La pesca comercial y de autoconsumo en el Sistema Lagunar de Mandinga (ostión, camarón, robalo) sigue siendo un pilar económico y cultural. El hotel potenciará esta actividad al incrementar la demanda de insumos locales frescos para su restaurante.

- **Sector Secundario (Construcción):** El crecimiento de desarrollos habitacionales en la zona norte del municipio ha generado un dinamismo importante en la creación de empleos directos e indirectos en el ramo de la construcción.

Infraestructura y Servicios Públicos

- **Vías de Comunicación:** El sitio cuenta con accesibilidad a través de la carretera estatal que conecta con la Riviera Veracruzana, permitiendo un flujo constante de visitantes.
- **Servicios Básicos:** La zona dispone de electrificación de la CFE y cobertura de telecomunicaciones.
- **Equipamiento Urbano:** La localidad cuenta con escuelas de nivel básico, centros de salud primarios y vigilancia municipal, lo que garantiza un entorno seguro para el desarrollo de la actividad turística.

Dimensión Cultural y Paisajística

El paisaje de Mandinga, con sus canales de manglar y puestas de sol, es el principal activo inmaterial de la zona. La población local mantiene tradiciones vinculadas al agua y la gastronomía, las cuales son respetadas y puestas en valor por el proyecto mediante un diseño arquitectónico que no rompe con la escala visual del pueblo (3 niveles).

Análisis de Impactos Socioeconómicos del Proyecto

El desarrollo del hotel generará un efecto multiplicador en la economía local:

1. **Generación de Empleo:** Se priorizará la contratación de personal de Alvarado y Mandinga para las labores de obra civil, mantenimiento, cocina y administración.
2. **Derrama Económica:** El incremento de huéspedes beneficiará indirectamente a los prestadores de servicios de recorridos en lancha y a los restaurantes vecinos.
3. **Aportación Fiscal:** El cumplimiento de obligaciones municipales contribuirá al fortalecimiento de las finanzas locales para la mejora de servicios públicos.

Tabla IV. 59.Datos geográficos.

Datos geográficos.	
Indicador	**Valor**
Cabecera municipal	Alvarado
Localidades en 2020	216
Localidades urbanas	2
Localidades rurales	214
Superficie	828.1 km
Porcentaje del territorio estatal	1.2%

Densidad poblacional en 2020	68.9 hab/km²

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020; e INEGI, Marco Geoestadístico, 2021.

Tabla IV. 60. Evolución de la población.

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN, 1995-2020.				
Año	**Total**	**Hombres**	**Mujeres**	**Proporción Estatal (%)**
2020	57,035	27,938	29,097	0.71
2015	52,927	25,983	26,944	0.65
2010	51,955	25,615	26,340	0.68
2005	48,178	24,065	24,113	0.68
2000	49,499	25,012	24,487	0.72
1995	48,490	24,485	24,005	0.72

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI: Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2020. Encuesta Intercensal, 2015

Tabla IV. 61. Habitantes principales en localidades.

Habitantes en principales localidades, 2020.	
Localidad	**Habitantes**
Alvarado	20,797
Antón Lizardo	6,284
Lomas del sol	2,177
Playas del conchal	1,889
Paso nacional	1,828
Resto de localidades	24,060

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020

Tabla IV. 62. Población por tamaño de localidad.

Población por tamaño de localidad, 2020.	
Ámbito	**Habitantes**
Rural	29,954
Menos de 500 habitantes	9,504
500 a 2499 habitantes	20,450
Urbano	27,081
2500 a 14999 habitantes	6,284
15000 y más habitantes	20,797

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Tabla IV. 63. Tasa de crecimiento media.

Tasa de crecimiento media.	
Tamaño	**Tasa (%)**
2015-2020	1.51
2010-2015	0.39
2005-2010	1.63
2000-2005	-0.48

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN estimaciones con base en el INEGI, censos y conteos de población y vivienda, 1995 a 2020. Encuesta intercensal, 2015.

Tabla IV. 64. Población por grupos de edad.

Población por grupos de edad, 2020.	
Grupo de edad	**Habitantes**
Infantil (0-14)	11,487
Joven y adulta (15-64)	38,904
Tercera edad (65 años y más)	6,637

NOTA: Excluye a la población que no especificó su edad, por lo que la suma puede no coincidir con el total de población expresado en el cuadro de la evolución de la población.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020

Tabla IV. 65. Estadísticas vitales.

Estadísticas vitales, 2020	
Indicador	**Valor**
Nacimientos	617
Defunciones generales	569
Defunciones infantiles	8
Matrimonios	185
Divorcios	15

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN estimaciones con base en el INEGI, censos y conteos de población y vivienda, 1995 a 2020. Encuesta intercensal, 2015

Sector primario de la economía.

El municipio de Alvarado, ubicado en la región del Bajo Papaloapan en Veracruz, tiene una economía predominantemente basada en el sector primario, con énfasis en la pesca, la ganadería y la agricultura. La pesca es una actividad económica clave en Alvarado, dada su ubicación en la costa del Golfo de México. La región ha sido históricamente reconocida por su producción pesquera, especialmente en productos como camarón, tilapia y diversas especies de moluscos. Sin embargo, en décadas pasadas, la empresa "Productos Pesqueros de Alvarado" (PROPEA) jugó un papel crucial en la modernización de la industria pesquera local, aunque cerró en los años 80 debido a problemas administrativos .

La ganadería en Alvarado se orienta principalmente hacia la explotación de bovinos para carne y leche. La región cuenta con vastas extensiones de pastizales que favorecen esta actividad. Aunque la avicultura está presente, su escala es menor en comparación con la ganadería bovina.

La agricultura en Alvarado incluye cultivos como aguacate, café, caña panelera, cacao criollo y clonado, arroz, sorgo y plátano. Estos cultivos varían desde prácticas tradicionales hasta técnicas más tecnificadas. Además, la producción de panela tiene relevancia en el mercado internacional.

La agroindustria en Alvarado se destaca por la producción de panela y la fabricación de quesos y quesillos. El turismo rural también está en crecimiento, con iniciativas como la finca agroturística El Palmar y el parque Nacional del Arroz La Guaira, que permiten a los visitantes interactuar con actividades agropecuarias y promover el desarrollo local.

En resumen, Alvarado es un municipio donde el sector primario, especialmente la pesca, la ganadería y la agricultura, constituye la base de su economía, complementada por la agroindustria y el turismo rural.

Sector secundario de la economía.
El sector secundario de la economía de Alvarado, Veracruz, abarca actividades industriales y de transformación que complementan las bases del sector primario, como la pesca, la ganadería y la agricultura. A continuación, se detallan las principales ramas industriales en la región:

En Alvarado, se encuentran diversas pequeñas y medianas empresas dedicadas a la transformación de productos locales:

- Agroindustria alimentaria: Destaca la producción de *panela*, especialmente hacia mercados internacionales, así como la elaboración de *quesos y quesillos*.
- Industria textil: Empresas como *Uniformes y Bordados UGI* se dedican a la confección y bordado de productos textiles.
- Panificación y molienda: Establecimientos como *Pastelería Fina Loisselle*, *Panadería Justin* y *Tortillería y Molino de Nixtamal Tío Fay* se especializan en la producción de pan y tortillas de maíz.
- Lácteos: La *Quesería y Lechería* se dedica a la elaboración de derivados y fermentos lácteos.

Estas industrias contribuyen significativamente a la economía local, generando empleo y valor agregado a los productos primarios de la región.

Alvarado posee una ubicación estratégica que favorece el desarrollo industrial:

[redacted]

- Astilleros y talleres especializados: Históricamente, Alvarado ha sido reconocido por sus talleres de carpintería dedicados a la reparación y construcción de embarcaciones. Aunque muchos de estos talleres operan de forma empírica, han ganado reconocimiento por su especialización en

la construcción de embarcaciones. Según la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (Canacintra), Alvarado posee un alto potencial para el desarrollo de corredores industriales, especialmente en áreas cercanas al puerto de Veracruz. Se vislumbra el crecimiento de proyectos industriales relacionados con la transformación de productos agrícolas y el desarrollo de proyectos tecnológicos en la región.

En resumen, el sector secundario de Alvarado se caracteriza por una combinación de industrias locales enfocadas en la transformación de productos primarios y una infraestructura en expansión que busca fortalecer su papel en la economía regional.

Tabla IV. 66. Empleo.

Empleo, 2020	
Indicador	**Valor**
Población de 12 años y más	48, 088
Población económicamente activa	28,027
PEA ocupada	27,633
Sector primario	11.1%
Sector secundario	17,1%
Sector terciario	67.9%
No especificado	3.9%
PEA desocupada	394
Población no económicamente activa	19,963
Estudiantes	6,943
Quehaceres del hogar	7,989
Jubilados y pensionados	2,283
Incapacitados permanentes	553
Otro tipo	2,195
Tasa de participación económica	58.3%
Tasa de ocupación	98.60%

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

IV. 3.1.4 Paisaje

Caracterización Paisajística y Estética del Proyecto

El paisaje donde se inserta el **Hotel XICARÚ Mandinga** no se limita a un entorno visual; es una unidad funcional donde convergen la geomorfología costera, la biodiversidad estuarina y la identidad cultural de Alvarado. El análisis detallado de sus componentes se presenta a continuación:

Configuración del Escenario Natural (Componente Abiótico y Biótico)

El proyecto se enmarca en un **Sistema Lagunar Costero** de alta relevancia dinámica. El paisaje se define por una **horizontalidad dominante**, donde el cielo y el espejo de agua de "La Redonda" ocupan el 70% del campo visual del observador.

- **Hitos Visuales:** La presencia de los manglares (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) actúa como una "cortina verde" natural que no solo delimita el espacio, sino que otorga una textura orgánica y profunda al horizonte.
- **Dinámica Lumínica y Cromática:** El paisaje se caracteriza por una paleta de colores que transita de los verdes esmeralda de la vegetación hidrófila a los azules profundos y ocres de la laguna. La alta reflectividad del agua maximiza la luz natural, permitiendo que el diseño del hotel aproveche la "hora dorada" para reducir el impacto visual de las estructuras.

Calidad Paisajística y Fragilidad Visual

Se ha determinado que el sitio posee una **Calidad Paisajística Alta** debido a la singularidad de la interfaz tierra-agua.

- **Fragilidad Visual:** Al ser una zona plana, cualquier edificación mal planeada podría romper la línea del horizonte. Por ello, el proyecto adopta una **escala humana de solo 3 niveles**, asegurando que la volumetría del hotel sea absorbida por la altura de las palmas y la vegetación arbórea circundante, manteniendo la "permeabilidad visual" hacia la laguna.
- **Paisaje Sonoro y Sensorial:** La atmósfera está definida por el susurro de las brisas constantes del noreste y la actividad de la avifauna. El diseño contempla el uso de materiales que minimicen la reverberación acústica, protegiendo este recurso inmaterial.

Integración Bioclimática y Diseño Vegetativo

El diseño paisajístico no es meramente ornamental, sino funcional (Ecodiseño):

- **Paleta Vegetal Nativa:** Se propone el uso de especies como la *Cocos nucifera* (palma), *Plumeria rubra* (flor de mayo) y *Ficus cotinifolia*, que requieren bajo mantenimiento y son resistentes a la salinidad y los vientos del "Norte".
- **Confort Térmico:** La disposición de las áreas verdes (49.5% del predio) está diseñada para crear **microclimas frescos**, utilizando la evapotranspiración de las plantas para reducir la temperatura ambiental en las zonas de tránsito y descanso del huésped.

El Paisaje como Vínculo Cultural (Identidad Regional)

El hotel se concibe como un observatorio de la **arquitectura vernácula y la vida cotidiana de Alvarado**.

- **Vínculo con el Río Jamapa:** La cercanía con esta arteria fluvial permite al visitante comprender la conectividad hidrológica de la región, vinculando visualmente al hotel con la historia de los pescadores y navegantes de Mandinga.
- **Sinergia con el Entorno Urbano:** Al integrarse de forma respetuosa en la localidad, el proyecto evita el fenómeno de "enclave turístico", permitiendo que la estética del hotel dialogue con el colorido y la calidez del pueblo de Alvarado, fortaleciendo la identidad local en lugar de desplazarla.

Conclusión de Integración Paisajística

El **Hotel XICARÚ Mandinga** no solo ocupa un espacio; se fusiona con él. Al respetar el **COS del 50%** y los retiros de la **ZOFEMAT**, se garantiza que el paisaje preexistente siga siendo el protagonista. El confort moderno se subordina al equilibrio ecológico, ofreciendo una experiencia inmersiva donde el lujo se define por la contemplación de un ecosistema sano, resiliente y estéticamente armónico.

IV.3.2 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (SA)

El diagnóstico ambiental del área de estudio para el proyecto "Hotel XICARÚ Mandinga" revela un sistema en una condición de **interfase crítico-funcional**. A continuación, se presenta la síntesis del estado actual, evaluando la calidad del entorno y su capacidad de respuesta ante las presiones antropogénicas.

Síntesis del Estado Actual y Grado de Conservación

El Sistema Ambiental presenta una dualidad marcada en su grado de conservación:

- **Predio de Intervención (Grado de Deterioro Moderado-Alto):** El polígono de 752.50 m² se identifica como un área con pérdida de su condición natural original. La presencia de superficies impermeables preexistentes y la dominancia de suelos tipo Arenosol antropizado confirman que el sitio funciona actualmente como un **asentamiento humano consolidado**. Su calidad ambiental intrínseca es baja en términos de biodiversidad primaria, pero funcional en términos de soporte de infraestructura.
- **Entorno Inmediato (Grado de Conservación Funcional):** La franja colindante de vegetación hidrófila (Manglar) y el cuerpo de agua "La Redonda" mantienen una calidad ambiental de **media a alta**. A pesar de la cercanía con la mancha urbana de Mandinga, estos ecosistemas conservan sus funciones ecológicas vitales de protección costera y zona de crianza biológica.

Indicadores de Salud Ambiental

Para validar objetivamente este diagnóstico, se han seleccionado los siguientes indicadores:

- **Indicador Biótico (Salud del Manglar):** La integridad estructural de las especies *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* en la colindancia actúa como el principal indicador. La ausencia de mortandad masiva o claros por tala indica que el sistema aún posee una dinámica hídrica y de nutrientes estable.
- **Indicador de Avifauna:** La detección visual y auditiva de especies generalistas y especialistas de humedales (según los listados de Carmona Díaz y registros en el archivo) sugiere que la conectividad biológica entre la laguna y los parches de selva secundaria circundantes sigue activa, permitiendo el flujo de energía en el SA.
- **Indicador Abiótico (Nivel Freático):** La estabilidad del N.A.F. (Nivel de Aguas Freáticas) y su respuesta a las mareas es un indicador de la salud hidrológica. Un sistema "sano" en este contexto es aquel que mantiene su capacidad de recarga e infiltración sin presentar procesos de anoxia severa o contaminación crítica por hidrocarburos.

Capacidades de Respuesta Ambiental: Homeostasis y Resiliencia

- **Homeostasis (Autorregulación):** El SA demuestra una capacidad homeostática ante la carga de nutrientes proveniente de la zona urbana actual. El manglar actúa como un biofiltro natural que procesa excedentes de nitrógeno y fósforo. Sin embargo, el diagnóstico advierte que esta capacidad se encuentra cerca de su límite debido a la falta de infraestructura hidrosanitaria en predios vecinos.
- **Resiliencia (Recuperación):** El sistema muestra una **alta resiliencia ante eventos hidrometeorológicos** (Nortes y ciclones). La flexibilidad de la vegetación hidrófila y la porosidad de los suelos arenosos permiten que el SA recupere su equilibrio tras inundaciones temporales. El proyecto fortalece esta resiliencia al proponer un **COS del 50%**, evitando la pavimentación total que anularía esta capacidad de respuesta.

Respuestas ante Tendencias de Desarrollo y Estrés Ambiental

Se han diferenciado las respuestas del sistema ante las principales causas de presión identificadas:

Causa de Estrés	Tendencia Observada en el SA	Respuesta del Ambiente y Valoración del Proyecto
Contaminación (Infiltración)	Infiltración de aguas residuales sin tratamiento en predios vecinos hacia el acuífero somero.	**Respuesta:** Eutrofización localizada. El proyecto mitiga esta tendencia mediante **biodigestores herméticos**, eliminando la causa de estrés en su polígono.
Sobreexplotación (Suelo)	Tendencia a la densificación urbana y pérdida de áreas de infiltración pluvial.	**Respuesta:** Incremento de escorrentías y erosión. El hotel responde con un **CUS bajo (150%)** y pavimentos permeables para mantener el balance hídrico.
Incompatibilidad Territorial	Presión sobre la ZOFEMAT y fragmentación de la barrera de manglar.	**Respuesta:** Pérdida de servicios ambientales. El diagnóstico valida la **compatibilidad** del hotel al respetar los 20m de zona federal y actuar como amortiguamiento.

Conclusión del Diagnóstico:

El sistema ambiental se encuentra en un estado de **equilibrio dinámico bajo presión**. El diagnóstico concluye que la implementación del proyecto, bajo los criterios técnicos de baja densidad y tratamiento de efluentes propuestos, no solo es compatible, sino que representa una mejora respecto a la tendencia actual de desarrollo desordenado en Mandinga. El "Hotel XICARÚ Mandinga" se posiciona como una infraestructura que respeta la homeostasis del SA y aprovecha su resiliencia natural para un desarrollo sustentable.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) constituye un mecanismo preventivo que verifica la conformidad normativa respecto a los marcos regulatorios ambientales. Se configura como un instrumento de prevención por el que se cuantifican y califican los efectos negativos y positivos derivados de la implementación de políticas, planes, programas y proyectos, generando medidas de mitigación y compensación para optimizar los parámetros de admisibilidad ambiental.

La EIA adopta un enfoque multiescalar que abarca los horizontes temporal corto, medio y largo plazo, permitiendo una valoración sistémica e integral de las externalidades ambientales generadas por la actividad antrópica. Este análisis demanda un ejercicio de innovación técnica, robustez metodológica y responsabilidad ambiental en las fases de formulación, diseño e implementación de iniciativas y proyectos.

La metodología de evaluación de impacto ambiental estructura procesos que examinan la actividad humana, implicando la formulación de escenarios alternativos y soluciones técnicamente viables que optimicen la compatibilidad entre el desarrollo de proyectos y la conservación de los sistemas ambientales.

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La valoración de los impactos ambientales del proyecto está en función de la adecuada identificación de los cambios potenciales al entorno; por ello, es necesario conocer los objetivos, así como todas las actividades que se realizarán en cada una de las etapas del desarrollo.

Lo anterior deriva del conocimiento del estado actual de las características físicas, biológicas, sociales y económicas de las áreas de impacto, incluyendo los criterios y regulaciones en materia ambiental, el ordenamiento ecológico, la vinculación con los planes de desarrollo federal, estatal y municipal, y el uso del suelo de los sitios involucrados.

Esto constituye la base para la elaboración de la matriz de interacción proyecto-ambiente, donde el análisis de estos aspectos proporcionará los elementos necesarios para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos al medio. Estas actividades previas han sido reportadas en los capítulos anteriores y permiten definir los elementos del sistema ambiental susceptibles de sufrir modificaciones.

Las metodologías existentes para la identificación y evaluación de impactos ambientales abarcan una gran gama de criterios y complejidad. Entre los métodos de evaluación se cuentan las reuniones de expertos, las listas de verificación o control, las matrices simples de causa-efecto, los grafos y diagramas de flujo, los modelos de superposición cartográfica, las redes, los sistemas de información geográfica y las matrices. Para la evaluación del presente proyecto, se utilizarán métodos matriciales.

El uso de matrices puede llevarse a cabo con una recolección moderada de datos técnicos y ecológicos, pero requiere, de forma imprescindible, familiaridad con el área afectada y con la naturaleza del proyecto.

Las visitas de campo, junto con la investigación documental, permiten reconocer el área de estudio. La matriz de Leopold fue el primer método de evaluación de impacto ambiental; es una matriz en la que las entradas por columnas son acciones humanas que pueden alterar el medio, mientras que las filas representan las características del entorno (factores ambientales) que pueden ser alteradas.

El primer paso para su utilización consiste en identificar las interacciones existentes, considerando todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión.

Posteriormente, para cada acción se consideran todos los factores ambientales, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la intersección entre columna (acción) y fila (factor). Una vez realizado esto para todas las acciones, quedarán marcadas las cuadrículas que representan las interacciones o efectos pertinentes.

Tras identificar los impactos posibles, se procede a la evaluación individual de los más importantes. Cada cuadrícula admite dos valores: Magnitud, en una escala del 1 al 10 (donde 10 es la alteración máxima y 1 la mínima), e Importancia (ponderación), que representa la relevancia del impacto en relación con el resto.

La matriz de Leopold es útil para identificar acciones y factores; sin embargo, la magnitud y la importancia pueden ser evaluadas mediante otras metodologías, como la propuesta por Víttora y Conesa (1997), de la cual se retoman los criterios para la evaluación de las interacciones. Para la evaluación del proyecto se considerará, inicialmente, la información identificada en los capítulos anteriores que describen el proyecto, el sistema ambiental y las políticas territoriales. Posteriormente, se hará una adaptación del arreglo matricial de Leopold considerando las “acciones humanas” y los “factores ambientales” que apliquen al caso.

La evaluación de cada interacción se realizará utilizando los criterios de Víttora-Conesa (detallados más adelante), apoyándose nuevamente en la superposición cartográfica. Una vez determinada la importancia de cada impacto, se identificarán aquellos en los que sea factible y viable implementar medidas de mitigación, compensación, restauración o mejora de la condición ambiental inicial. Finalmente, se evaluará el factor de reducción del impacto y se ponderará nuevamente hasta determinar una viabilidad ambiental factible en términos de desarrollo sustentable.

El proceso se esquematiza en las figuras siguientes:

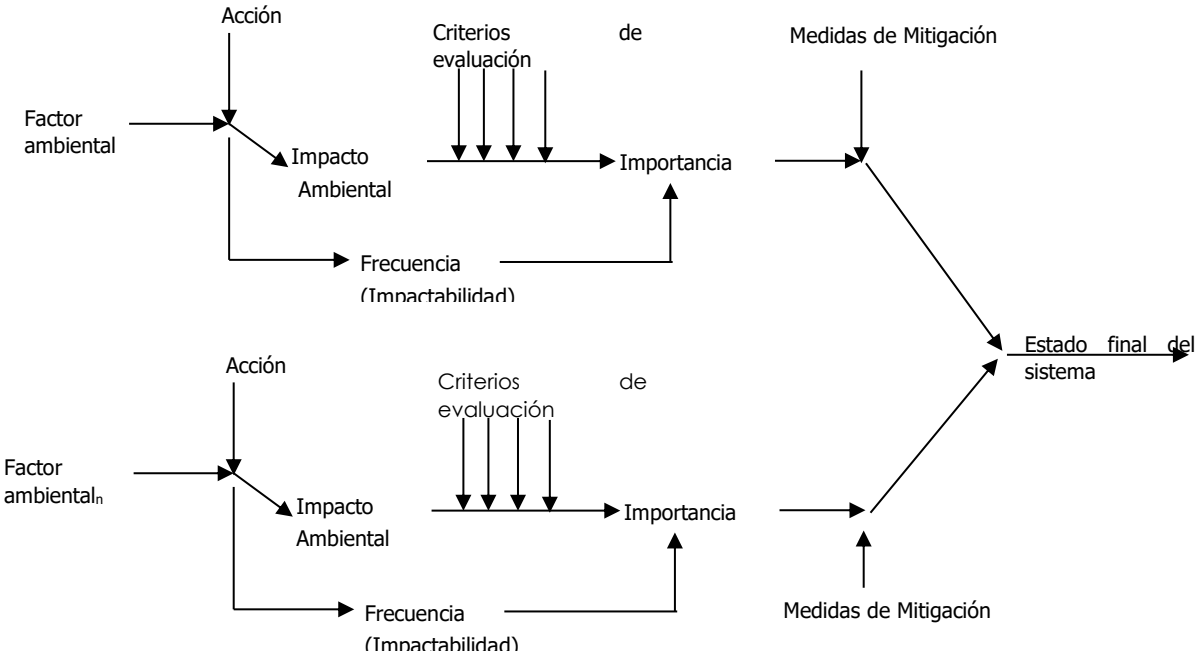


Figura V. 1. Proceso y metodología de evaluación
Fuente: elaborado a partir de metodologías de Leopold y Vítora-Conesa

Figura 5. 1. Modificación ambiental según empleo de medidas de control

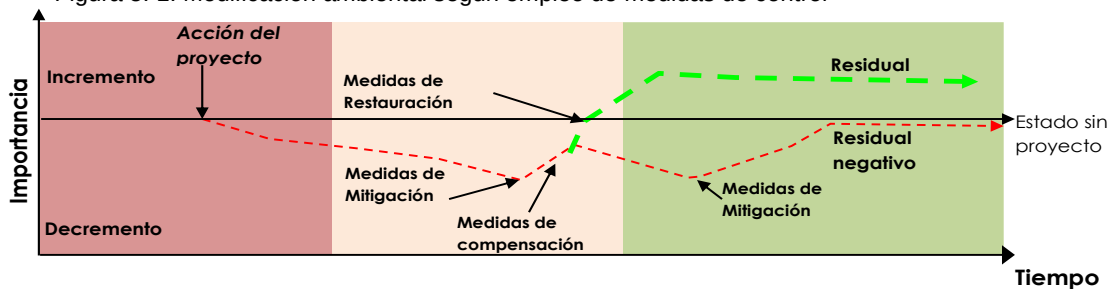


Figura V. 2. Valorización de impactos
Fuente: Elaborado en gabinete para el proyecto actual a partir de metodologías de Leopold y Vítora-Conesa

V.2. Caracterización de los impactos.

Acciones humanas

Se consideran como acciones humanas aquellas actividades derivadas de la construcción del proyecto y de su funcionamiento. Adaptado del programa de obra, se consideran las siguientes actividades:

Tabla V. 1. Acciones humanas.

ETAPA	ACTIVIDAD	
Preparación del sitio	Transporte de maquinaria	**A**
	Instalación de campamento	**B**

ETAPA	ACTIVIDAD	
	Desmonte y despalme del terreno	**C**
	Excavaciones y nivelaciones del terreno	**D**
Construcción	Cimentaciones	**E**
	Estructuras y techos	**F**
	Infraestructura Hidráulica	**G**
	Pavimentos y Áreas de Carga	**H**
	Traslado de materiales al sitio de obra	**I**
	Limpieza de obra y retiro de campamentos	**J**
Operación y mantenimiento	Operación de la Hotel	**K**
	Mantenimiento y Reparaciones	**L**

Fuente: elaborado a partir de capítulo 2

Factores ambientales

Los indicadores de impacto surgen a partir del desarrollo del proyecto, considerando los componentes ambientales más susceptibles a sufrir alguna alteración, ya sea ésta positiva o negativa.

Por ello se consideró para llevar a cabo la identificación de impactos ambientales, una lista que contempla los componentes ambientales del área de estudio, los cuales se presentan en la Tabla siguiente:

Tabla V. 2. Factores ambientales.

FACTORES				CONCEPTO
MEDIO FÍSICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	Define las partículas generadas por el aprovechamiento de combustibles fósiles, las partículas que se desprenden al paso de los vehículos o aquellas generadas por la abrasión o roces de los equipos con el terreno o por manejo de materiales de construcción.
			Nivel de ruido	Indica el nivel de presión acústica percibida por el oído humano, se regula en términos de decibeles y regido por la NOM-081-SEMARNAT-1994.
			Nivel de gases	Derivados de la actividad de los motores de combustión interna, se cuenta con normatividad aplicable.
	LITOSFERA	SUELO	Características físicas y químicas	Comprenden las probables modificaciones a las propiedades del suelo, en la textura, pH, oxigeno, temperatura y materia orgánica.

FACTORES				CONCEPTO
			Uso actual	Se refiere al cambio de uso considerando su vocación actual.
			Uso potencial	Se refiere al cambio de uso considerando sus probables usos o su aptitud.
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	Se consideran las propiedades fisicoquímicas susceptibles de modificación.
			Usos agua superficial	Define el cambio en forma de aprovechamiento del recurso en comento.
			Drenaje superficial	Considera las modificaciones a los patrones de drenaje existentes en la zona (cambios en la trayectoria de flujo de la corriente).
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	Define la cantidad y variedad de cultivos que puedan ser afectadas por el proyecto.
			Estrato arbóreo	Refiere incrementos o decrementos en la cantidad y variedad de árboles
			Estrato arbustivo	Refiere incrementos o decrementos en la cantidad y variedad de arbustos
			Estrato herbáceo	Refiere incrementos o decrementos en la cantidad y variedad de pastos o hierbas
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	Refiere incrementos o decrementos de condiciones favorables para el establecimiento de aves, mamíferos y reptiles
			Aves	Define la cantidad y variedad de especies que puedan ser afectadas por el proyecto.
			Mamíferos	Define la cantidad y variedad de especies que puedan ser afectadas por el proyecto.
			Reptiles	Define la cantidad y variedad de especies que puedan ser afectadas por el proyecto.
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	Afectación a los esquemas y relaciones de organismos que conforman comunidades terrestres desde el punto de vista alimenticio para el hábitat de la zona de estudio.
MEDIO FÍSICO	HIDROSFERA	APROVECHA-MIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	Se consideran las propiedades fisicoquímicas susceptibles de modificación en acuíferos.
MEDIO SOCIOECONÓMI	PAISAJE		Visibilidad	Refiere a las obstrucciones de la visibilidad en general por la inclusión del proyecto.
			Calidad	Refiere a la inclusión, retiro o cambio en la apreciación del sistema en su conjunto, si el paisaje resulta más agradable una vez implementado el proyecto, se asumen valores positivos, en caso contrario, de producirse un

FACTORES			CONCEPTO
			detrimento del mismo, se adoptan valores negativos.
	POBLACIÓN	Empleo y mano de obra	Se considera la generación de fuentes de trabajo temporales o definitivos, eventuales o directos e indirectos debido a la realización de proyecto.
		Salud y Seguridad	Refiere una mejora o detrimento de las condiciones existentes como consecuencia de exposiciones de la población a zonas que pongan en peligro su integridad física (seguridad) o que sufra de enfermedades relacionadas al desarrollo del proyecto (condiciones insalubres)
	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	Considera si la demanda de este tipo de servicio por la ejecución de las actividades de desarrollo del proyecto ocasionará saturación de la infraestructura disponible para el manejo de los residuos o generará depósitos o fuentes potenciales de contaminación.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	SERVICIOS PÚBLICOS	Transporte	Refiere la interrupción, decremento, supresión, creación, aumento u obstrucciones a la circulación de unidades para el transporte de materiales, bienes, servicios o personas debido a la implementación del proyecto en el sistema ambiental.
		Energía	Refiere la interrupción, decremento, disminución, supresión, creación o aumento en la cobertura del servicio eléctrico de la zona.
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	Refiere a las modificaciones en los patrones de consumo y venta de productos en la zona de estudio como consecuencia del desarrollo del proyecto.
		Servicios	Define la compatibilidad de la capacidad en materia de servicios con la demanda extraordinaria que implica el desarrollo del proyecto.

Fuente: Elaborada en gabinete

V.2.1. Indicadores de impacto

Se toman los criterios enunciados por Vítora y Conesa (1997) se resumen en la tabla siguiente:

CRITERIO	CATEGORÍA	VALOR
NATURALEZA (SIGNO) Para el presente proyecto, se utilizó el signo "-" para identificar un impacto perjudicial (adverso) y el signo "+" o la ausencia de signo para la identificación de un impacto favorable (benéfico). Este primer criterio se utilizará para la identificación de interacciones y su clasificación preliminar.	Impacto benéfico	+
	Impacto adverso	-
INTENSIDAD *(IN)* Este término se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico en el que actúa.	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy Alta	8
	Total	12
EXTENSIÓN *(EX)* Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área) en que se manifiesta el efecto.	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítica	(+4)
MOMENTO *(MO)* El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.	Largo Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
PERSISTENCIA *(PE)* Se refiere al tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual retornaría a sus condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la acción de medidas correctivas o de mitigación.	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
REVERSIBILIDAD *(RV)* Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar sobre el medio.	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Irreversible	4
RECUPERABILIDAD *(M C)* Se entiende bajo este concepto la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana introduciendo medidas correctivas o de mitigación.	Recuperable de Manera Inmediata	1
	Recuperable a Mediano Plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8
SINERGIA *(SI)* Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos	Sin Sinergismo (simple)	1
	Sinérgico	2

CRITERIO	CATEGORÍA	VALOR
simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.	Muy Sinérgico	4
ACUMULACIÓN *(AC)* Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continua o reiterada la acción que lo genera.	Simple	1
	Acumulativo	4
EFECTO *(EF)* Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de la acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta.	Indirecto (Secundario)	1
	Directo	4
PERIODICIDAD *(PE)* Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o bien, constante en el tiempo (efecto continuo).	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	4
IMPORTANCIA*(I)* La importancia del impacto se evalúa con relación a los diferentes atributos considerados anteriormente y con la siguiente relación: ***I = +/- [3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + MC + SI + AC + EF + PR]***		

Fuente: a partir de CONESA

Resultados

A partir de las listas anteriores se procederá a la elaboración de la matriz de interacción, que tendrá una extensión de 28 filas y 13 columnas, con un universo de análisis de 364 interacciones.

Acciones del proyecto	12
Factores ambientales	29
Número de interacciones posibles (Universo de análisis)	348
Interacciones Identificadas	87

Considerando el Universo de análisis con un valor de 10 (si el proyecto interactúa totalmente con su medio) y un valor mínimo de uno, es posible asignarle “índices” a la interacción del proyecto con su medio (índice de impactabilidad), este índice está relacionado directamente al porcentaje de interacción, según se observa en la siguiente tabla:

Tabla V. 3. Rango de interacción proyecto-ambiente.

Concepto	Muy Alto		Alto		Medio		Bajo	
	Límite superior	Límite superior	Límite superior	Límite superior	Límite inferior	Límite inferior	Límite inferior	Límite inferior
N° de interacciones identificadas	348	262	261	175	174	88	87	1
% del universo de análisis	100.0%	75.3%	75.00%	50.29%	50.00%	25.29%	25.00%	0.29%
índice de impactabilidad	10.00	7.53	7.50	5.03	5.00	2.53	2.50	0.03

Fuente: Elaborada a partir de Matriz de interacción.

Se identificaron un total de 29 interacciones, con un índice de impactabilidad de 2.5 que de acuerdo con la tabla anterior corresponde con un rango “bajo”, es decir, el proyecto presentará una interacción “baja” con el proyecto. Lo anterior, derivado de modificaciones previas en el terreno.

En la matriz de interacción se aprecia la identificación de impactos, mientras que, en la matriz de evaluación, se identifican aquellos impactos para los cuales se proponen medidas de mitigación y su porcentaje estimado de mitigación.

A partir de ambas matrices se presenta, a manera de resultados, la Tabla V.4.

Tabla V. 4. Resumen de evaluación de impacto ambiental

Conceptos	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Total del proyecto
Total impactos identificados	33	37	17	87
Total impactos positivos	4	8	7	19
Total impactos negativos	29	30	10	69
Importancia, negativos	-530	-499	-178	-1,207
Importancia, positivos	52	74	118	244
Mitigación/Compensación	519.95	487.00	150.90	1,157.85
Balance General (Balance+ Mitigación)	41.95	62.00	90.90	194.85

Fuente: Elaborada a partir de Matriz de interacción

Por etapa:

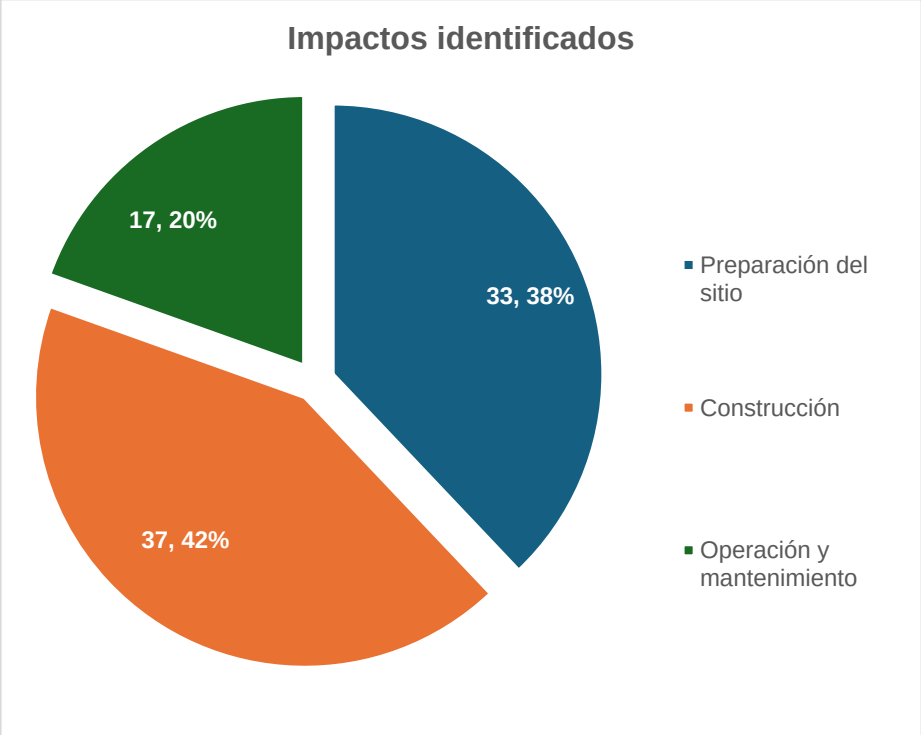


Figura V. 3. Impactos identificados
Fuente: Elaborada a partir de Matriz de interacción y matriz de evaluación

Etapa de Construcción

Se realizarán movimientos de tierras y cimentaciones, éstas últimas generarán escombro que debe ser adecuadamente dispuesto.

La gestión de los residuos generados y las interacciones del personal de construcción con el ambiente se prevén como probables acciones generadoras de impacto ambiental.

Por lo que será necesaria la utilización de los rellenos sanitarios y la contratación de empresas recolectoras de residuos peligrosos. Además, como una medida que prevenga y evite la molestia, caza o colecta de especies de flora y fauna silvestre en los alrededores del predio, es necesario que el promovente elabore e implementen acciones de disuasión de fauna; previamente al ingreso del personal a campo, para que conozcan las medidas restrictivas al respecto.

Con relación al medio socioeconómico los impactos mas probables y de repercución negativa sobre el sistema lo representan eventuales accidentes derivados de la circulación de vehículos transportando materiales y bienes a la instalación, siendo imperativa la señalización fija o móvil durante los accesos de vehículos en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Etapa de Operación y Mantenimiento.

En esta etapa se realiza la consolidación del proyecto y su completa integración con el sistema ambiental al encontrarse el proyecto cercano a una vialidad de acceso al puerto en operación. Los principales impactos negativos al ambiente derivan de una gestión inadecuada de los residuos generados por las áreas de servicio de la Hotel (agua residual doméstica y basura común) una gestión inadecuada de los residuos tendrá repercusiones negativas sobre los sitios donde éstos sean vertidos. En esta etapa nuevamente se prevén impactos negativos derivados de la interacción de los obreros con las comunidades de flora y fauna silvestre. Se identifican riesgos derivados del ingreso/salida de vehículos, lo que obliga a la instalación de señalización fija preventiva; y en caso del ingreso de vehículos lentos, el abanderamiento en ambos sentidos para evitar accidentes con vehículos en tránsito.

El consumo de energía se contempla como un impacto negativo residual y permanente sobre el ambiente. Entre las interacciones positivas del proyecto con el ambiente se identifica la generación de empleos permanentes y el aumento en el consumo de bienes y servicios derivados de la presencia de trabajadores cerca de una residencial.

Desarrollo del proyecto en función del tiempo.

En la Figura siguiente se muestra el comportamiento del sistema ante la presencia del proyecto, considerando la implementación de medidas de mitigación (capítulo 6) o la ausencia de medidas de mitigación. Se considera el valor 0 como aquel estado del proyecto sin la implementación del proyecto en el sistema.

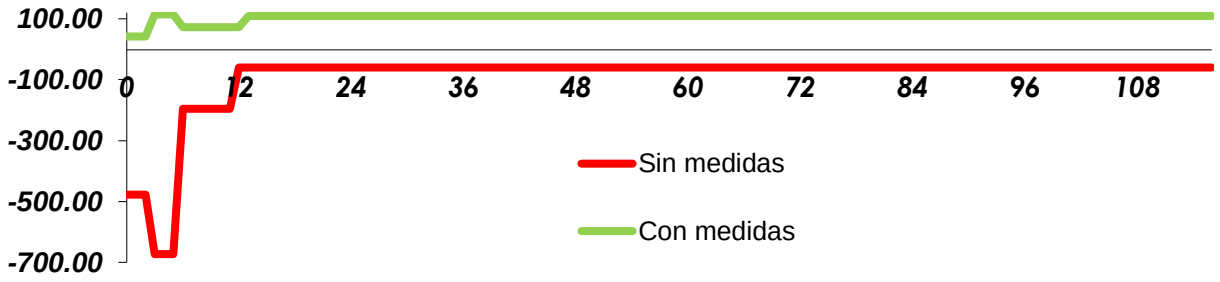


Figura V. 4**.Comportamiento esperado del proyecto**

Notas: eje vertical, valor del proyecto; eje horizontal, tiempo transcurrido (meses); línea en rojo, comportamiento sin medidas de mitigación; línea en verde, comportamiento con la implementación de medidas de mitigación.
Fuente: Elaborada a partir de Matriz de interacción.

Se aprecia que no implementar las medidas de mitigación, tendrá una repercusión negativa en el sistema ambiental, presentándose en las etapas de preparación del sitio y construcción las mayores repercusiones al sistema ambiental, por otro lado, la implementación de medidas permitirá darle al sistema una mayor capacidad de recuperación (curvas menos acentuadas en la gráfica); y un valor

adicional mejorando las condiciones en el medio socioeconómico. Se concluye, por tanto, en la necesidad de implementar las medidas de mitigación que serán comentadas en el capítulo siguiente.

El comportamiento y análisis de los impactos residuales será analizada en el apartado VI.2 del capítulo siguiente. La matriz de interacción y las matrices de evaluación se presentan al final de este capítulo.

Matriz de Importancia de Impacto Ambiental (MIA-P)

Matriz de Interacción

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Construcción Instalación y retiro de Ataguía	Construcción de Obra de Toma	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	*A1*		*C1*						*I*			*L*
			Nivel de ruido	2	*A2*		*C2*						*I*		*K*	*L*
			Nivel de gases	3	*A3*		*C3*						*I*			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			*C4*					*H*		*J1*		
			Uso actual	5			*C5*									
			Uso potencial	6			*C6*	*D6*	*E6*			*H*		*J1*		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		*B9*			*E9*			*H*	*I1*	*J*		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		*B10*						*H*		*J*	*K*	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13				*D13*								
			Estrato herbáceo	14				*D14*								
	PAISAJE		Características de la fauna	15		*B15*		*D15*							*K1*	
			Aves	16		*B16*										
			Mamíferos	17		*B17*										
			Reptiles	18		*B18*										
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20				*D20*				*H*	*I*	*J*	*K1*	
MEDIO SOCIAL	PAISAJE		Visibilidad	21				*D21*		*F21*						
			Calidad	22				*D22*		*F22*					*K1*	

Matriz de Interacción

				Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
				Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Construcción Instalación y retiro de Ataguía	Construcción de Obra de Toma	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal	Bordo y protección marginal
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
POBLACIÓN	Empleo y mano de obra	23			C23	D23	E23	F23	G23	H		J1	K1	L1
	Salud y Seguridad	24	A24			D24	E24	F24	G24	H1		J	K1	L1
SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	25		B25		D25			G25	H	I1	J	K1	L
	Transporte	26	A26			D26					I		K1	
	Energía	27				D27							K1	
ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	28				C28						I		K	
	Servicios	29				C29						I	J1	K	

Naturaleza, descriptiva

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campament	Desmonte y despalme del terreno	Excavacion es y nivelaciones	Cimentacion es	Estructuras y techos	Infraestructu ra Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de	Limpieza de obra y retiro de	Operación del Hotel	Mantenimie nto y Reparacion
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	-		-						-			-
			Nivel de ruido	2	-		-						-		-	-
			Nivel de gases	3	-		-						-			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			-					-		-		
			Uso actual	5			-									
			Uso potencial	6			-	-	-			-		-		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		-			-			-	-	-		

	APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		-						-		-	-		
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE	Especies de valor comercial	11													
		Estrato arbóreo	12													
		Estrato arbustivo	13				-									
		Estrato herbáceo	14				-									
	FAUNA TERRESTRE	Características de la fauna	15		-		-							+		
		Aves	16		-											
		Mamíferos	17		-											
		Reptiles	18		-											
		Anfibios	19													
	ECOSISTEMA TERRESTRE	Hábitat terrestre	20				-				-	-	-	+		
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE	Visibilidad	21				-		-							
		Calidad	22				-		-					+		
	POBLACIÓN	Empleo y mano de obra	23			+	+	+	+	+	+		+	+	+	
		Salud y Seguridad	24	-			-	-	-	-	-		-	-	-	
	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	25		-		-			-	-	-	-	-	-	
		Transporte	26	-			-					-		-		
		Energía	27				-					-		-		
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	28			+						+		+		
		Servicios	29			+						+	+	+		

Matriz de Evaluación

Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones

					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	1		1						1			1
			Nivel de ruido	2	1		1						1		1	1
			Nivel de gases	3	1		1						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			2					1		1		
			Uso actual	5			1									
			Uso potencial	6			2	1	1			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		1			1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		1						1		1	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13				1								
			Estrato herbáceo	14				1								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15		1		2							1	
			Aves	16		1										
			Mamíferos	17		1										
			Reptiles	18		1										
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20				2				1	1	***2***	1	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE		Visibilidad	21				1		1						
			Calidad	22				1		1					1	
	POBLACIÓN		Empleo y mano de obra	23			1	1	1	1	1	1		1	1	1
			Salud y Seguridad	24	1			1	1	1	1	1		1	1	1
	SERVICIOS PÚBLICOS		Recolección y disposición de Residuos	25		1		1			1	1	1	2	1	1
			Transporte	26	1			1					1		1	
			Energía	27				1							1	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS		Comercio	28			1						1		1	
			Servicios	29			1						1	1	1	

Extensión

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	**1**	1		1						1			1
			Nivel de ruido	**2**	1		1						1		1	1
			Nivel de gases	**3**	1		1						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	**4**			2					1		2		
			Uso actual	**5**			1									
			Uso potencial	**6**			1	1	1			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	**7**												
			Usos agua superficial	**8**												
			Drenaje superficial	**9**		1			1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	**10**		1						1		1	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	**11**												
			Estrato arbóreo	**12**												
			Estrato arbustivo	**13**				1								
			Estrato herbáceo	**14**				1								

	FAUNA TERRESTRE	Características de la fauna	**15**		1		2							1	
		Aves	**16**		1										
		Mamíferos	**17**		1										
		Reptiles	**18**		1										
		Anfibios	**19**												
	ECOSISTEMA TERRESTRE	Hábitat terrestre	**20**				1				1	1	1	1	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE	Visibilidad	**21**				1		1						
		Calidad	**22**				1		1					1	
	POBLACIÓN	Empleo y mano de obra	**23**			1	1	1	1	1	1		1	1	1
		Salud y Seguridad	**24**	1			1	1	1	1	1		1	1	1
	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	**25**		1		1			1	1	1	2	1	1
		Transporte	**26**	1			1					1		1	
		Energía	**27**				1							1	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	**28**			1						1		1	
		Servicios	**29**			1						1	1	1	

Momento

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	1		4						1			1
			Nivel de ruido	2	1		4						1		4	1
			Nivel de gases	3	1		4						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			2					1		1		
			Uso actual	5			1									
			Uso potencial	6			1	1	1			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		1			1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		1						1		1	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13				1								
			Estrato herbáceo	14				1								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15		2		2							1	
			Aves	16		1										
			Mamíferos	17		1										
			Reptiles	18		1										
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20				1				1	1	1	1	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE		Visibilidad	21				1		1						
			Calidad	22				1		1					1	
	POBLACIÓN		Empleo y mano de obra	23			1	1	4	4	4	4		1	1	1
			Salud y Seguridad	24	4			4	4	4	4	4		4	4	4
	SERVICIOS PÚBLICOS		Recolección y disposición de Residuos	25		1		1			1	1	1	1	1	1
			Transporte	26	1			1					1		1	

		Energía	**27**				1							1	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	**28**			1						1		2	
		Servicios	**29**			1						1	1	2	

Persistencia

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	1		1						1			1
			Nivel de ruido	2	1		1						1		1	1
			Nivel de gases	3	1		1						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			1					1		1		
			Uso actual	5			1									
			Uso potencial	6			1	4	1			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		1			1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		1						1		1	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13				1								
			Estrato herbáceo	14				1								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15		1		1							1	
			Aves	16		1										
			Mamíferos	17		1										
			Reptiles	18		1										
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20				1				1	1	1	1	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE		Visibilidad	21				1		1						
			Calidad	22				1		1					1	
	POBLACIÓN		Empleo y mano de obra	23			1	1	1	1	1	1		1	1	1
			Salud y Seguridad	24	1			2	2	2	2	2		2	4	1

	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	**25**		1		1			1	1	1	1	4	1
		Transporte	**26**	1			1					1		1	
		Energía	**27**				1							1	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	**28**			1						1		4	
		Servicios	**29**			1						1	1	4	

Reversibilidad

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	1		1						1			1
			Nivel de ruido	2	1		1						1		1	1
			Nivel de gases	3	1		1						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			1					1		1		
			Uso actual	5			1									
			Uso potencial	6			2	2	1			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		1			1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		1						1		1	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13				2								
			Estrato herbáceo	14				2								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15		1		2							1	
			Aves	16		1										
			Mamíferos	17		1										
			Reptiles	18		1										
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20				2				2	2	2	1	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE		Visibilidad	21				1		1						
			Calidad	22				1		1					1	
	POBLACIÓN		Empleo y mano de obra	23			1	1	1	1	1	1		1	1	1
			Salud y Seguridad	24	1			1	1	1	1	1		1	1	1

	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	**25**		1		1			1	1	1	1	1	1
		Transporte	**26**	1			1					1		1	
		Energía	**27**				1							1	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	**28**			1						1		1	
		Servicios	**29**			1						1	1	1	

Recuperabilidad

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	4		4						4			4
			Nivel de ruido	2	4		4						4		4	4
			Nivel de gases	3	4		4						4			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			4					4		4		
			Uso actual	5			4									
			Uso potencial	6			4	4	4			4		4		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		4			4			4	4	4		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		4						4		4	4	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13				4								
			Estrato herbáceo	14				4								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15		4		4							1	
			Aves	16		4										
			Mamíferos	17		4										
			Reptiles	18		4										
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20				4				4	4	4	1	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE		Visibilidad	21				4		4						
			Calidad	22				4		4					1	
	POBLACIÓN		Empleo y mano de obra	23			1	1	1	1	1	1		1	1	1

	Salud y Seguridad	**24**	4			4	4	4	4	4		4	4	4
SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	**25**		4		4			4	4	4	4	4	4
	Transporte	**26**	4			4					4		4	
	Energía	**27**				4							4	
ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	**28**			1						1		4	
	Servicios	**29**			1						1	1	1	

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de escombros	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	1		1						1			1
			Nivel de ruido	2	1		1						1		1	1
			Nivel de gases	3	1		1						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			2					1		1		
			Uso actual	5			2									
			Uso potencial	6			2	2	2			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		1			1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		1						1		2	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13				1								
			Estrato herbáceo	14				1								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15		1		1							1	
			Aves	16		1										
			Mamíferos	17		1										
			Reptiles	18		1										
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20				1				1	1	1	1	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE		Visibilidad	21				1		1						
			Calidad	22				1		1					1	
	POBLACIÓN		Empleo y mano de obra	23			1	1	1	1	1	1		1	2	1
			Salud y Seguridad	24	1			1	1	1	1	1		1	1	1

	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	**25**		1		1			1	1	1	1	1	1
		Transporte	**26**	1			1					1		1	
		Energía	**27**				1							1	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	**28**			1						1		2	
		Servicios	**29**			1						1	1	2	

Acumulación

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	**1**	1		1						1			1
			Nivel de ruido	**2**	1		1						1		1	1
			Nivel de gases	**3**	1		1						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	**4**			1					1		1		
			Uso actual	**5**			1									
			Uso potencial	**6**			1	1	1			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	**7**												
			Usos agua superficial	**8**												
			Drenaje superficial	**9**		1			1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	**10**		1						1		1	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	**11**												
			Estrato arbóreo	**12**												
			Estrato arbustivo	**13**				1								
			Estrato herbáceo	**14**				1								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	**15**		1		1							1	
			Aves	**16**		1										

		Mamíferos	**17**		1											
		Reptiles	**18**		1											
		Anfibios	**19**													
	ECOSISTEMA TERRESTRE	Hábitat terrestre	**20**				1				1	1	1	1		
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE	Visibilidad	**21**				1		1							
		Calidad	**22**				1		1					1		
	POBLACIÓN	Empleo y mano de obra	**23**			1	1	1	1	1	1		1	4	1	
		Salud y Seguridad	**24**	1			1	1	1	1	1		1	1	1	
	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	**25**		1		1			1	1	1	1	1	1	
		Transporte	**26**	1			1					1		1		
		Energía	**27**				1							1		
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	**28**			1						1		4		
		Servicios	**29**			1						1	1	1		

Matriz de Evaluación

					Efecto	Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
						Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
						A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1		1		1						1			1
			Nivel de ruido	2		1		1						1		1	1
			Nivel de gases	3		1		1						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4				1					1		1		
			Uso actual	5				4									
			Uso potencial	6				4	4	1			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7													
			Usos agua superficial	8													
			Drenaje superficial	9		1				1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		1							1		1	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11													
			Estrato arbóreo	12													
			Estrato arbustivo	13					4								
			Estrato herbáceo	14					4								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15		1			4							1	
			Aves	16		1											
			Mamíferos	17		1											
			Reptiles	18		1											
			Anfibios	19													
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20					1				1	1	1	1	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE		Visibilidad	21					1		1						
			Calidad	22					1		1					1	
	POBLACIÓN		Empleo y mano de obra	23				1	1	1	1	1	1		1	4	1
			Salud y Seguridad	24	1				1	1	1	1	1		1	1	1
	SERVICIOS PÚBLICOS		Recolección y disposición de Residuos	25			1		1			1	1	1	1	1	1

		Transporte	**26**	1			1					1		1	
		Energía	**27**				1							1	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	**28**			1						1		1	
		Servicios	**29**			1						1	1	1	

Periodicidad

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	**1**	1		1						1			1
			Nivel de ruido	**2**	1		1						1		1	1
			Nivel de gases	**3**	1		1						1			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	**4**			1					1		1		
			Uso actual	**5**			1									
			Uso potencial	**6**			1	1	1			1		1		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	**7**												
			Usos agua superficial	**8**												
			Drenaje superficial	**9**		1			1			1	1	1		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	**10**		1						1		1	1	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	**11**												
			Estrato arbóreo	**12**												
			Estrato arbustivo	**13**				1								
			Estrato herbáceo	**14**				1								
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	**15**		1		1							1	
			Aves	**16**		1										
			Mamíferos	**17**		1										
			Reptiles	**18**		1										
			Anfibios	**19**												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	**20**				1				1	1	1	1	

MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE	Visibilidad	21				1		1						
		Calidad	22				1		1					1	
	POBLACIÓN	Empleo y mano de obra	23			1	1	1	1	1	1		1	4	2
		Salud y Seguridad	24	1			1	1	1	1	1		1	1	2
	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	25		1		1			1	1	1	1	2	2
		Transporte	26	1			1					1		1	
		Energía	27				1							1	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	28			1						1		1	
		Servicios	29			1						1	1	1	

Importancia

Matriz de Evaluación

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
#¡VALOR!	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	-16		-19						-16			-16
			Nivel de ruido	2	-16		-19						-16		-19	-16
			Nivel de gases	3	-16		-19						-16			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			-23					-16		-18		
			Uso actual	5			-20									
			Uso potencial	6			-24	-24	-17			-16		-16		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		-16			-16			-16	-16	-16		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		-16						-16		-17	-16	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13					-20							
			Estrato herbáceo	14					-20							

	FAUNA TERRESTRE	Características de la fauna	15			-17		-26							13
		Aves	16			-16									
		Mamíferos	17			-16									
		Reptiles	18			-16									
		Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE	Hábitat terrestre	20					-20				-17	-17	-20	13
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE	Visibilidad	21					-16		-16					
		Calidad	22					-16		-16					13
	POBLACIÓN	Empleo y mano de obra	23				13	13	16	16	16	16		13	23
		Salud y Seguridad	24	-19	-19			-20	-20	-20	-20	-20		-20	-22
	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	25			-16		-16			-16	-16	-16	-21	-20
		Transporte	26	-16	-16			-16					-16		-16
		Energía	27					-16							-16
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	28				13						13		24
		Servicios	29				13						13	13	18

Matriz de Evaluación.

MITIGACIÓN

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	95%		95%						95%			50%
			Nivel de ruido	2	95%		95%						50%		50%	50%
			Nivel de gases	3	95%		95%						95%			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4			100%					100%		100%		
			Uso actual	5			100%									
			Uso potencial	6			100%	100%	100%			100%		100%		
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9		100%			100%			100%	100%	100%		
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10		100%						100%		100%	100%	
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13					100%							
			Estrato herbáceo	14					100%							
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15			100%		100%							
			Aves	16			100%									
			Mamíferos	17			100%									
			Reptiles	18			100%									
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20					100%				100%	100%	100%	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PAISAJE		Visibilidad	21					95%		95%					
			Calidad	22					95%		95%					
	POBLACIÓN		Empleo y mano de obra	23												
			Salud y Seguridad	24		100%			100%	100%	100%	100%	100%		100%	100%
	SERVICIOS PÚBLICOS		Recolección y disposición de Residuos	25			95%		95%			100%	100%	100%	100%	100%
			Transporte	26		100%			95%					95%		95%
			Energía	27					95%							95%
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS		Comercio	28												

		Servicios	29														

Importancia. Mitigación. Final

Matriz de Evaluación
Impactos residuales

					Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento	
					Transporte de maquinaria	Instalación de campamento	Desmonte y despalme del terreno	Excavaciones y nivelaciones del terreno	Cimentaciones	Estructuras y techos	Infraestructura Hidráulica	Pavimentos y Áreas de Carga	Traslado de materiales al sitio de obra	Limpieza de obra y retiro de campamentos	Operación del Hotel	Mantenimiento y Reparaciones
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MEDIO ABIOTICO	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	Nivel de partículas suspendidas totales	1	-0.8		-0.9						-0.8			-8.0
			Nivel de ruido	2	-0.8		-0.9						-8.0		-9.5	-8.0
			Nivel de gases	3	-0.8		-0.9						-0.8			
	LITOSFERA	S U E L O	Características físicas y químicas	4												
			Uso actual	5												
			Uso potencial	6												
	HIDROSFERA	RÍOS Y ARROYOS	Calidad del agua superficial	7												
			Usos agua superficial	8												
			Drenaje superficial	9												
		APROVECHAMIENTOS SUBTERRÁNEOS	Calidad del agua subterránea	10												
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN TERRESTRE		Especies de valor comercial	11												
			Estrato arbóreo	12												
			Estrato arbustivo	13												
			Estrato herbáceo	14												
	FAUNA TERRESTRE		Características de la fauna	15											13.0	
			Aves	16												
			Mamíferos	17												
			Reptiles	18												
			Anfibios	19												
	ECOSISTEMA TERRESTRE		Hábitat terrestre	20											13.0	
MEDIO SOCIAL	PAISAJE		Visibilidad	21				-0.8		-0.8						
			Calidad	22				-0.8		-0.8					13.0	

	POBLACIÓN	Empleo y mano de obra	23			13.0	13.0	16.0	16.0	16.0	16.0		13.0	23.0	14.0
		Salud y Seguridad	24												
	SERVICIOS PÚBLICOS	Recolección y disposición de Residuos	25		-0.8		-0.8								
		Transporte	26				-0.8					-0.8		-0.8	
		Energía	27				-0.8							-0.8	
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	Comercio	28			13.0						13.0		24.0	
		Servicios	29			13.0						13.0	13.0	18.0	

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

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

El presente surge de la necesidad de mitigar y compensar los efectos ambientales derivados de la construcción y operación del "Hotel XICARU Mandinga" en el municipio de Alvarado, Veracruz. Dada la ubicación del predio, cercano con la Laguna "La Redonda" y una comunidad de mangle, se requiere una intervención que no solo prevenga daños, sino que revierta la fragmentación del hábitat y proteja la calidad del ecosistema estuarino.

VI.2. Programa de vigilancia ambiental

Objetivo general.

- Implementar acciones de restauración y conservación para asegurar la estabilidad del entorno natural en el área de influencia del hotel, garantizando la preservación de los servicios ambientales costeros.

Objetivos específicos

- Prevenir la erosión y compactación del suelo durante y después de la construcción.
- Recuperar y compensar la cubierta vegetal mediante el uso de especies nativas en el diseño paisajístico.
- Proteger la fauna silvestre local y sus rutas de tránsito.

Diagnóstico

Ubicación geográfica y superficie

El proyecto se ubica en la localidad de Mandinga y Matoza, municipio de Alvarado, Veracruz. El predio ya cuenta con una huella constructiva previa que será demolida para la nueva infraestructura.

Clima

Cálido subhúmedo con temperatura media anual superior a los 22°C y lluvias abundantes en verano.

Geología y edafología

Los suelos se caracterizan por ser hidrosaturados y de topografía suave, vulnerables a la erosión y compactación durante el movimiento de tierras. Dominan en el sitio de proyecto los arenosoles calcáricos.

Hidrología
El predio se encuentra cercano al cuerpo de agua "Laguna La Redonda", parte del sistema lagunar de Alvarado, con características de estuario y dinámica de inundaciones recurrentes.

Características biológicas

Vegetación: En la zona predominan especies típicas de zonas tropicales costeras, incluyendo palmas, pastizales y zonas de manglar en las cercanías. En predio, se identifican principalmente algunos ejemplares de Almendro malabar, (*Terminalia catappa*), Ficus (*Ficus sp*), Guaje (*Leucaena leucocephala*) y Palma cocotera (*Cocos nucifera*)

Fauna: Por la existencia de mangle y el cuerpo de agua, se reporta para la zona una alta biodiversidad de fauna silvestre (aves, invertebrados y especies acuáticas) que utiliza la zona como ruta de tránsito y alimentación.

Contexto socioeconómico
La zona tiene una fuerte vocación turística y gastronómica (pesca artesanal y restaurantes de mariscos), con una tasa de participación económica del 58.3% en la localidad.

Problemática ambiental
El sitio enfrenta presión antropogénica por el crecimiento urbano y la fragmentación de hábitats, además del riesgo de contaminación por aguas residuales y residuos de construcción.

Estrategia de Restauración

Criterios para la restauración

Se utilizará un enfoque de desarrollo sostenible que armonice la arquitectura con el entorno natural, priorizando el uso de materiales locales y técnicas de bajo impacto.

Zonas de intervención

Zona A (Perimetral): Área de amortiguamiento colindante con la laguna y manglares.

Zona B (Interna): Jardines y áreas verdes del hotel diseñados como microhábitats.

Zona C (Externa): Zonas designadas por la autoridad ambiental.

Acciones y Líneas de Acción

Conservación y restauración de suelos

- Implementación de barreras de sedimentos (mallas) para evitar el arrastre de partículas hacia el cuerpo de agua o el canal colindante durante la construcción. Aplicación en Zona B.
- Prohibición de cambios de nivel que alteren el patrón natural de drenaje. Aplicación en Zonas A y B

Restauración de la cubierta vegetal y reforestación

- Reforestación nativa: Plantación de especies locales en jardines para reducir el consumo de riego y promover la biodiversidad. Aplicación en Zona B.
- Protección del mangle: Prohibición estricta de remoción de cualquier ejemplar de mangle en colindancias o alrededores. Aplicación en Zona A.
- Compensación mediante enriquecimiento con especies nativas en zonas cercanas propiedad del gobierno Estatal o Federal. Aplicación en Zona C. Se propone el enriquecimiento con especies en el área natural protegida Tembladeras-Laguna Olmeca, donde es posible incrementar la superficie del estrato herbáceo con especies con alta tolerancia a la humedad, como el Apompo (*Pachira aquatica*). El sitio propuesto con una superficie aproximada de 10,000 m², cerca de las coordenadas 19°08'27.6" latitud norte y 96°09'15.6" longitud oeste, es suficiente para compensar en superficie las afectaciones realizadas por las obras de construcción

Conservación y recuperación de la fauna silvestre

- **Programa de ahuyentamiento:** Acciones previas a la demolición para permitir que la fauna se desplace a zonas seguras. Aplicación en Zonas A y B.
- **Control de ruido:** Regulación de horarios de obra y niveles sonoros para no interferir con los periodos de actividad de la fauna local. Aplicación en Zona B.

Gestión integral del recurso hídrico

Instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales de alta eficiencia para prevenir la eutrofización de la laguna. Aplicación en Zona B.

Educación ambiental y participación comunitaria

- Capacitación obligatoria al personal de obra y operativo sobre la importancia de no realizar actividades de extracción o cacería. Aplicación en Zona B.
- Priorización en la contratación de mano de obra local de Mandinga. Aplicación en Zona B.

Programación y Metas

Cronograma de Actividades

La ejecución de las acciones se divide en tres etapas clave, alineadas con el ciclo de vida del proyecto hotelero (estimado en 24 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción). En la figura siguiente se establece el horizonte temporal para la ejecución de las acciones de restauración y los indicadores de éxito que permitirán evaluar la efectividad de las medidas implementadas en el predio.

Tabla VI. 1. Cronograma de actividades, proyecto de restauración

ETAPA	ACTIVIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Preparación del sitio	Delimitación de áreas de conservación y colocación de mallas anti azolve					
	Disuasión y/o rescate de fauna y rescate de ejemplares					
	Taller de inducción ambiental para trabajadores					
Construcción	Supervisión de no afectación a zonas de manglar colindantes					
	Control de ruidos y vibraciones en horarios críticos					
	Instalación y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas					
Operación y mantenimiento	Reforestación y diseño de paisaje con especies nativas					
	Monitoreo de calidad de agua y mantenimiento de jardineras					
	Programa continuo de educación ambiental para huéspedes y personal					

Preparación del sitio:

Delimitación de áreas de conservación y colocación de mallas anti-azolve	mes 1
Disuasión y/o rescate de fauna y rescate de ejemplares	Mes 1-2
Taller de inducción ambiental para trabajadores	Mes 1

Construcción:

Supervisión de no afectación a zonas de manglar colindantes	Mes 2-24
Control de ruidos y vibraciones en horarios críticos	Mes 2-24
Instalación y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas	Mes 12-20

Operación y mantenimiento:

Reforestación y diseño de paisaje con especies nativas	Mes 18-24
Monitoreo de calidad de agua y mantenimiento de jardineras	Permanente
Programa continuo de educación ambiental para huéspedes y personal	Permanente

En las etapas de preparación del sitio y construcción (24 meses) Se ejecutan todas las medidas preventivas de conservación del suelo y protección de fauna. En la etapa de operación y mantenimiento se realizan las obras de reposición / compensación de áreas verdes y monitoreo de la calidad del agua de descarga de forma permanente.

Metas e Indicadores de Cumplimiento

Para asegurar que las actividades programadas sean cumplidas se establecen las siguientes metas cuantitativas y cualitativas:

Meta de Conservación de Suelo y Agua

Meta: Cero descargas de sedimentos o contaminantes crudos hacia la laguna "La Redonda" durante la obra.

Indicador: 100% de cumplimiento en los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021 (para descargas) y bitácora diaria de integridad de las mallas antiazolve.

Meta de Restauración Vegetal

Meta: Lograr una cobertura vegetal del 100% en las áreas destinadas a jardines y zonas de amortiguamiento utilizando exclusivamente especies nativas.

Indicador: Tasa de supervivencia de plantas superior al 90% tras el primer año de operación. En caso de muerte, reposición inmediata del ejemplar.

Meta de Protección de Fauna

Meta: Cero incidentes de muerte accidental de fauna silvestre por causas relacionadas con la construcción.

Indicador: Reporte de avistamientos y rescates en bitácora ambiental. Registro de cero denuncias por maltrato animal.

Meta de Responsabilidad Social

Meta: Integrar a la comunidad de Mandinga y Matoza en el beneficio económico derivado de la restauración.

Indicador: Al menos el 70% de la plantilla contratada para labores de jardinería, restauración y construcción debe ser residente local.

Evaluación de Resultados

Se realizará una evaluación semestral del cumplimiento de estas metas mediante informes de seguimiento ambiental. Si los indicadores muestran una desviación superior al 15% respecto a lo programado, implmentarán medidas correctivas inmediatas, como el refuerzo de barreras físicas, el cambio de especies para reforestación (por otras nativas más resistentes) o la renegociación de horarios de obra para minimizar el impacto acústico.

Mecanismos de Financiamiento

Asignación Presupuestaria

[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

Fuente y Administración de Recursos

Fuente: Capital propio del promovente.

Administración: El recurso será administrado de forma mensual conforme al avance de la obra. Los fondos de restauración vegetal (reforestación) se liberarán prioritariamente en el último trimestre de la construcción para asegurar la supervivencia de los ejemplares.

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

Las siguientes acciones permiten verificar que las acciones propuestas alcancen las metas establecidas, permitiendo corregir a tiempo y de ser necesario, las desviaciones identificadas. Serán registradas mediante Bitácoras ambientales, donde se reporta el registro diario del cumplimiento de medidas de mitigación y los informes semestrales, reportes detallados a las autoridades sobre el estado del suelo, ruido, residuos y preservación de vida silvestre.

Sistema de Monitoreo Ambiental

Se designará a un **Supervisor Ambiental** (Responsable Técnico) encargado de auditar las actividades de restauración.

- **Monitoreo de Fase Constructiva (Quincenal):** Inspección visual de barreras de sedimentos y registro de incidentes con fauna.
- **Monitoreo de Calidad de Agua (Semestral):** Análisis de laboratorio acreditado ante la EMA para asegurar que el sistema de tratamiento opere bajo los límites de la NOM-001-SEMARNAT.
- **Monitoreo de Sobrevivencia Vegetal (Mensual durante el primer año):** Conteo de ejemplares vivos y sustitución de aquellos que no se adapten.

Indicadores de Desempeño y Medios de Verificación

Tabla VI. 3.Indicadores de desempeño

INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA
Tasa de Supervivencia	Reporte fotográfico y censo de plantas nativas en jardines y zonas externas intervenidas.	Mensual
Eficacia de Ahuyentamiento	Registro de fauna reubicada en la Bitácora Ambiental de Obra.	Diaria durante demolición
Cumplimiento Normativo	Resultados de laboratorio de las descargas de aguas residuales.	Semestral
Impacto Comunitario	Nómina de trabajadores con comprobante de domicilio local.	Mensual

Informes de Evaluación de Resultados

Se elaborarán informes de cumplimiento ambiental cada seis meses, que serán entregados a las autoridades en materia ambiental PROFEPA, SEMARNAT según se indique en el resolutivo de impacto ambiental. Estos informes incluirán:

1. Grado de avance físico y financiero del programa de restauración.
2. Análisis comparativo de los indicadores de éxito.
3. Propuestas de medidas correctivas en caso de no alcanzar las metas (ej. cambio de sustrato en áreas de reforestación o refuerzo de mallas antiazolve).

El cumplimiento de las acciones permitirá el **Hotel XICARU** no sea solo una infraestructura turística, sino un proyecto en equilibrio ambiental con la dinámica hidrológica y biológica del sistema lagunar de Alvarado.

Medidas de mitigación específicas y detalladas

La generación de impactos residuales ocurrirá en las diferentes etapas del proyecto. Ya con el arranque del proyecto, como impactos residuales de naturaleza negativa, se identifican los siguientes:

- **Impacto: Incremento en el nivel de partículas suspendidas totales**. Define las partículas generadas por el aprovechamiento de combustibles fósiles, las partículas que se desprenden al paso de los vehículos o aquellas generadas por la abrasión o roces de los equipos con el terreno o por manejo de materiales de construcción. De naturaleza adversa para el sistema ambiental; de intensidad baja, extensión puntual (restringida al sitio de proyecto o esporádicamente sobre las rutas de ingreso/salida de materiales), momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a corto plazo; recuperabilidad: mitigable; sin sinergismo (simple); acumulación simple, efecto indirecto, periodicidad irregular Los efectos directos de este impacto cesan al terminar las obras de preparación del sitio, construcción y mantenimiento.

  Medida propuesta: Riego de impregnación (Medida 4), control de velocidad (Medida 8)

- **Impacto: Incremento en el nivel de ruido.** Indica el nivel de presión acústica percibida por el oído humano, se regula en términos de decibeles y regido por la NOM-081-SEMARNAT-1994. De naturaleza adversa para el sistema ambiental; de intensidad baja, extensión puntual: restringida al sitio de proyecto esporádicamente sobre las rutas de ingreso/salida de materiales (preparación del sitio y construcción y mantenimiento) o las rutas de salidas de los vehículos de atención a emergencias (operación), momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a corto plazo; recuperabilidad: mitigable; sin sinergismo (simple); acumulación simple, efecto indirecto, periodicidad irregular. Los efectos directos de este impacto cesan al terminar las obras de preparación del sitio, construcción y mantenimiento; o una vez que se alejan los vehículos.

  Medida propuesta: Dado que el Hotel operará en forma continua, se mantendrá una cortina arbórea en las colindancias con los manglares para atenuar los sonidos generados por la instalación. (Medidas 1 y 9)

- **Impacto: Incremento en gases de combustión**. Derivados de la actividad de los motores de combustión interna, se cuenta con normatividad aplicable. De naturaleza adversa para el sistema ambiental; de intensidad baja, extensión puntual: restringida al sitio de proyecto esporádicamente sobre las rutas de ingreso/salida de materiales (preparación del sitio y construcción y mantenimiento) o las rutas de salidas de los vehículos de atención a

emergencias (operación), momento inmediato, persistencia fugaz, reversibilidad a corto plazo; recuperabilidad: mitigable; sin sinergismo (simple); acumulación simple, efecto indirecto, periodicidad irregular. Los efectos directos de este impacto cesan al terminar las obras de preparación del sitio y construcción.

Medida propuesta: Verificación Vehicular (Medida 11)

- **Impacto: Afectación al estrato arbóreo dentro del predio**. Refiere decrementos en la cantidad y variedad de árboles. De **naturaleza** adversa para el sistema ambiental; de **intensidad** total (los ejemplares marcados para derribo son eliminados del sistema), **extensión** parcial: no se derriba la totalidad de árboles existentes, **momento** inmediato, **persistencia** temporal, **reversibilidad** a mediano plazo; **recuperabilidad**: mitigable; **sinérgico** (afecta a las características de la fauna, mamíferos, reptiles y aves); **acumulación** simple, **efecto** directo, **periodicidad** irregular (evento único). La remoción de los ejemplares para la construcción es definitiva, no se contempla su trasplante.

  Medida propuesta: se contemplan medidas que mitiguen esta condición al forestar las zonas sureste/suroeste del predio y donde la autoridad ambiental lo indique en su resolutivo de impacto ambiental.

- **Impacto: Afectación al paisaje: visibilidad y calidad**. Refiere a las obstrucciones de la visibilidad en general por la inclusión del proyecto y la inclusión, retiro o cambio en la apreciación del sistema en su conjunto, si el paisaje resulta menos agradable una vez implementado el proyecto, se asumen valores negativos. De naturaleza adversa para el sistema ambiental; de intensidad baja, extensión puntual: la topografía del terreno repercute en una baja visibilidad desde el exterior, momento inmediato (vehículos de lento desplazamiento) y mediano plazo (conforme los niveles de piso terminado se incrementen), persistencia fugaz, reversibilidad a corto plazo; recuperabilidad: mitigable; con sinergismo simple; acumulación simple, efecto directo, periodicidad irregular excepto la presencia de edificaciones con periodicidad continua. La presencia de las nuevas edificaciones será altamente notoria conforme avancen los niveles de cada edificación y decaerán conforme los acabados permitan la integración en términos cromáticos con el resto del entorno. Durante los mantenimientos se presentarán éstas condiciones que terminarán una vez finalizadas las actividades.

  Medida propuesta: Se mantiene como impacto residual dada la ubicación del proyecto respecto a las líneas de vista desde Avenida Paseo Mandinga

- **Impacto: Presencia de condiciones inseguras**. Refiere al detrimento de las condiciones existentes como consecuencia de exposiciones de la población a zonas que pongan en peligro su integridad física (seguridad) o que sufra de enfermedades relacionadas al desarrollo del proyecto (condiciones insalubres). De naturaleza adversa para el sistema ambiental; de intensidad baja, extensión puntual: la topografía del terreno repercute en una baja visibilidad desde el exterior, momento inmediato, persistencia temporal, reversibilidad

a corto plazo; recuperabilidad: mitigable; con sinergismo simple; acumulación simple, efecto indirecto, periodicidad irregular. Las condiciones de seguridad dentro de la instalación pueden controlarse hasta llevarla al mejor nivel posible, sin embargo durante el transporte de maquinaria esto no es posible en su totalidad debido a la existencia de condiciones fuera de control por el proyecto.

Medida propuesta: Controles de velocidad, señalización y acordonamiento. Incluidas en las Medidas 3, Medida 4 (parcial), Medida 11 (parcial)

Se detalla a continuación las medidas de mitigación y prevención propuestas, mismas que se resumen al final:

Tabla VI. 4. Medida de Mitigación/prevención/compensación 1

N° de medida			**1**
Especificaciones:	**Medida:**		**Elaboración e implementación de un programa de forestación y reforestación.**
	El programa será incluido dentro de las especificaciones del contrato de obra dentro del Anexo en materia de salud, seguridad y protección ambiental, contendrá las siguientes disposiciones en forma mínima, pero no restrictiva: • Se utilizarán especies nativas. • Se respetarán las distancias de sembrado de cada especie a utilizar. • Se realizará mayormente en las zonas autorizadas por la autoridad ambiental o estatal		
Responsable:	**Ejecución:**	**Construcción:**	Residente de obra de empresa constructora.
		Operación y mantenimiento:	Administrador del Hotel Xicaru.
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			• Capacitación en materia forestal • Capacitación en materia de salud, seguridad y protección ambiental
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	• El programa se elaborará en forma previa al inicio de obra. • El programa se implementará durante las etapas de construcción (sembrado de especies) y operación (cuidado y mantenimiento de especies exitosas).
		Supervisión:	Etapas de construcción, operación y mantenimiento

Tabla VI. 5**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 2

N° de medida		**2**
Especificaciones:	**Medida:**	**Elaboración e implementación de un programa de control de calidad de insumos.**
	El programa será incluido dentro de las especificaciones del contrato de obra y contendrá las siguientes disposiciones en forma mínima, pero no restrictiva: • Utilización de material de banco proveniente de sitios con autorización en materia de impacto ambiental. • Protección de materiales transportados a la obra. • Uso obligatorio de vehículos cerrados o con cobertura durante el transporte de material a granel. • El área de almacenamiento temporal de combustible será impermeable y señalizado.	

Responsable:	**Ejecución:**	**Construcción:**	Residente de obra de empresa constructora.
		Operación y mantenimiento:	No aplica
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			• Capacitación en materia de salud, seguridad y protección ambiental. • Licencia de manejo estatal tipo A o equivalente.
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	• El programa se elaborará en forma previa al inicio de obra. • El programa se implementará durante las etapas de construcción
		Supervisión:	• La aprobación del programa será en forma previa al inicio de obra. • Se verificará su cumplimiento durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Tabla VI. 6**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 3

N° de medida			**3**
Especificaciones:	**Medida:**		**Elaboración e instalación de señalización preventiva y control de accesos.**
	Las siguientes disposiciones serán integradas será incluido dentro de las especificaciones del contrato de obra dentro del Anexo en materia de salud, seguridad y protección ambiental: • Acordonamiento de áreas de trabajo. Instalación de señalización preventiva cerca de accesos a la obra. • Se señalizarán y avisarán oportunamente a la población los cortes de circulación sobre la avenida Paseo Mandinga • Se tendrá un control estricto de acceso a la obra. • No se permitirá el acceso de los visitantes a los frentes de obra sin el acompañamiento del supervisor de higiene y seguridad de la obra. • Los visitantes siempre contarán con personal de obra que los acompañe.		
Responsable:	**Ejecución:**	**Construcción:**	Residente de obra de empresa constructora.
		Operación y mantenimiento:	No aplica
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			• Capacitación en materia de salud, seguridad y protección ambiental. • Equipo de protección personal.
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	Residente de obra de empresa constructora.
		Supervisión:	No aplica.

Tabla VI. 7**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 4

N° de medida		**4**
Especificaciones:	**Medida:**	**Elaboración e implementación de especificaciones de salud, seguridad y protección ambiental.**
	Las especificaciones serán incorporadas dentro de las especificaciones del contrato de obra como parte del Anexo en materia de salud, seguridad y protección ambiental y contendrán en forma mínima pero no limitativa las siguientes disposiciones: • Establecimiento de reuniones de inicio de jornada. • Evitar la quema de la vegetación. • Uso de equipo de protección personal. • Acordonamiento de áreas de trabajo.	

	• Evitar la quema de la vegetación y residuos. • Prohibición del corte, aprovechamiento o recolección de especies vegetales • Prohibición de caza o captura de especies. • De ser económicamente factible evitar los trabajos en época de reproducción, sobre todo en casos de especies en peligro de extinción o de alto valor para la región. • Realizar el desmonte de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna, los desmontes serán realizados por etapas y en un sólo frente de trabajo. • El agua de lavado de los trabajadores se debe captar en tambos o bien en el biodigestor • Irrigación periódica de superficie expuesta. • Empleo de riego de impregnación. • Abanderamiento y control de tráfico durante entrada/salida de vehículos. • Se realizará compostaje de residuos. • Se evitará la elaboración de concreto, mortero, y mezclas de acabados directamente sobre el suelo. • Se prohibirá el uso de la glorieta frente al predio para el acceso al sitio de proyecto. • El abastecimiento de agua para consumo de los trabajadores será mediante garrafones con capacidad de 2 litros, se prohibirá el uso de envases con menor capacidad. • Programar las obras en época de estiaje para evitar la erosión hídrica. • Prohibición de fecalismo/micción al aire libre.		
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	Residente de obra de empresa constructora.
		Operación y mantenimiento:	No aplica.
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			El responsable de impartir las reuniones de inicio de jornada deberá tener conocimientos de salud, seguridad y protección ambiental.
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	Las medidas serán de cumplimiento obligatorio durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
		Supervisión:	La supervisión será aleatoria durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Tabla VI. 8**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 5

N° de medida		**5**
Especificaciones:	**Medida:**	**Elaboración e implementación de un programa de manejo de residuos.**
	El programa será incluido dentro de las especificaciones del contrato de obra dentro del Anexo en materia de salud, seguridad y protección ambiental y contendrá las siguientes disposiciones en forma mínima, pero no restrictiva: • Se realizará la clasificación, separación y almacenamiento temporal de residuos. • Se destinará un área para compostaje de residuos orgánicos. • Protección de materiales extraídos. • Disposición de material de excavaciones, cortes rellenos, desmontes y despalmes en sitios autorizados. • Disposición del material lejano a las corrientes de agua. • El material proveniente de desmonte será reducido en volumen (triturado) e incorporado (esparcir) a las áreas que no serán afectadas. • Se colocarán botes para el almacenamiento de los residuos sólidos acorde a su clasificación, vigilando su transportación periódica al relleno sanitario. • Disposición adecuada de escombro. • Los residuos impregnados con grasas y aceites serán depositados en contenedores especiales y gestionados como residuos peligrosos. • Los envases utilizados y aceites gastados serán depositados en contenedores especiales y gestionados como residuos peligrosos. • El área para almacenamiento temporal deberá ser impermeable, con mecanismos de control de derrames y señalizado.	

	• El agua de lavado de maquinaria / vehículos / equipo se debe captar en tambos y depositarse en le biodigestor • El agua de lavado de los trabajadores se debe captar en tambos y depositarse al biodigestor		
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	Residente de obra de empresa constructora.
		Operación y mantenimiento:	Administrador del Hotel Xicaru
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	• El programa se elaborará en forma previa al inicio de obra. • La implementación y cumplimiento durará las etapas de preparación del sitio y construcción. • La actualización se realizará al inicio de la etapa de operación y posteriormente cada 2 años o antes si existen cambios significativos en la operación o infraestructura existente.
		Supervisión:	La supervisión será aleatoria durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Tabla VI. 9**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 6

N° de medida			**6**
Especificaciones:	**Medida:**		**Modificación de condiciones de diseño.**
	Las siguientes disposiciones serán incluidas dentro de las especificaciones del contrato de obra: • Realización de obras de control y desvío de precipitación pluvial. • Realización de obras de control y estabilización de taludes. • Instalación de sanitarios de doble flujo (ahorradores). • Instalación de mingitorios secos. • El equipamiento de sanitarios y aseo personal deberá tener grado ecológico. • Instalación de alumbrado inteligente (con sensor de movimiento) en áreas de sanitarios, pasillos y escaleras, excepto salidas de emergencias. • En la contratación del personal se dará prioridad a los habitantes de localidades cercanas. • La entrada/salida principal de sitio de proyecto no será obstaculizada por vegetación y/o señalamientos. • Se construirán zonas de anidación o refugio en las áreas que no serán afectadas por desmontes (esquina sureste-suroeste).		
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	Área de ingeniería (diseño) y residente de obra de empresa constructora (aplicación).
		Operación y mantenimiento:	No aplica.
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			Conocimientos de ingeniería y obra civil.
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	• El diseño e implementación de las especificaciones se realizará en forma previa al inicio de la obra. • La implementación de las modificaciones y su cumplimiento serán durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.
		Supervisión:	La supervisión será durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.

Tabla VI. 10**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 7

N° de medida			**7**
Especificaciones:	**Medida:**		**Instalación, operación y mantenimiento de sistema de tratamiento *in situ* (Biodigestor anaerobio y pozo de absorción).|**
	• La ingeniería de detalle, los planos hidrosanitarios y los procedimientos de instalación del biodigestor y el pozo de absorción estarán estrictamente incluidos dentro de las especificaciones del contrato de obra. • El diseño y la eficiencia de remoción del sistema garantizarán el cumplimiento irrestricto de los límites máximos permisibles establecidos en la **NOM-001-SEMARNAT-2021** para infiltración a suelo, asegurando cero descargas directas a la Laguna de Mandinga y la total autonomía hidrosanitaria del proyecto (sin dependencia de infraestructura municipal). • Se implementará un programa de capacitación técnica y actualización anual dirigido al personal de mantenimiento del hotel, enfocado en el funcionamiento del proceso anaerobio, la purga periódica de lodos estabilizados, el mantenimiento de la trampa de grasas y la estricta prohibición de verter sustancias químicas que inhiban la flora bacteriana del reactor..		
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	Residente de obra de empresa constructora.
		Operación y mantenimiento:	Administrador del Hotel Xicaru
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			Conocimientos de ingeniería y obra civil.
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	• La memoria técnica del sistema de tratamiento se entregará a revisión en forma previa al inicio de la obra. • La construcción del sistema de tratamiento será paralelo a la etapa de construcción del resto de las obras. • La operación del sistema durará todas las etapas de operación y mantenimiento.
		Supervisión:	La supervisión será de manera continua todas las etapas del proyecto.

Tabla VI. 11**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 8

N° de medida			**8**
Especificaciones:	**Medida:**		**Establecimiento de control de horarios y programación.**
	Las siguientes disposiciones será incluido dentro de las especificaciones del contrato de obra como parte del Anexo en materia de salud, seguridad y protección ambiental: • Se evitarán las horas de tráfico intenso para el ingreso / salida de vehículos de lento desplazamiento. • Los horarios de trabajo y operación de maquinaria serán diurnos (7:00 a 20:00 hrs). • Las rutas de salida de vehículos con materiales a sitios de tiro/disposición evitarán en lo posible el uso de vialidades con menos de 2 carriles de circulación. • Optimización de maquinaria equipo, mediante delimitación obligatoria de áreas de desmonte y despalme. • Las actividades que impliquen el corte de circulación sobre Avenida Paseo Mandinga se realizarán en horario nocturno, evitando el corte en ambos sentidos simultáneamente. • La velocidad límite de los vehículos dentro del predio y hasta alcanzar Paseo Mandinga será menor a 30 km/h		
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	Residente de obra de empresa constructora.

		Operación y mantenimiento:	Administrador del Hotel Xicaru
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			Sin requisitos específicos.
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	• El cumplimiento de las especificaciones será durante las etapas de preparación del sitio y construcción. • Se cumplirán las disposiciones durante los mantenimientos mayores a la instalación.
		Supervisión:	• Toda la etapa de preparación del sitio y construcción • Por evento de mantenimiento

Tabla VI. 12**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 9

N° de medida			**9**
Especificaciones:	**Medida:**		**Elaboración e implementación de un programa de rescate, reubicación y conservación de especies.**
	El programa será incluido dentro de las especificaciones del contrato de obra dentro del Anexo en materia de salud, seguridad y protección ambiental y contendrá las siguientes disposiciones en forma mínima, pero no restrictiva: • Forestación de áreas verdes con especies nativas en los alrededores. • Manejo de fauna con problemas de conservación. • Planes de atención y rescate para ejemplares de fauna accidentados. • Rescates de fauna de poca movilidad. • Protección de hábitat de interés para la fauna. • Establecimiento de barreras o protecciones para impedir accidentes en la fauna.		
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	Residente de obra de empresa constructora.
		Operación y mantenimiento:	Administración del Hotel Xicaru
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			Manejo de fauna, manejo de flora, biología, ecología.
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	• El programa se elaborará en forma previa al inicio de obra. • El programa se implementará en forma previa y durante las etapas de preparación del sitio y construcción. • El seguimiento del programa se realizará durante la etapa de operación.
		Supervisión:	Durante todas las etapas del proyecto.
Costos estimados:			

Tabla VI. 13**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 10

N° de medida		**10**
Especificaciones:	**Medida:**	**Elaboración e implementación de programa de mantenimiento durante preparación del sitio y construcción.**
	El programa será incluido dentro del paquete de licitación dentro del Anexo en materia de salud, seguridad y protección ambiental y contendrá las siguientes disposiciones en forma mínima, pero no restrictiva: • Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos de combustión. • Evitar el uso de herbicidas o agroquímicos.	

	• Acatamiento a la norma oficial mexicana NOM-CCAT-007-ECOL-19931 para unidades que utilizan diésel como combustible. • Los derrames de combustible/aceite de maquinaria pesada y vehículos de transporte serán controlados. • No se realizarán reparaciones de maquinaria / vehículos en sitio.		
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	No aplica
		Operación y mantenimiento:	Administración del Hotel Xicaru
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			Sin requisitos especiales
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	Continua durante las etapas de operación y mantenimiento.
		Supervisión:	Continua durante las etapas de operación y mantenimiento.

Tabla VI. 14. Medida de Mitigación/prevención/compensación 11

N° de medida			**11**
Especificaciones:	**Medida:**		**Elaboración e implementación de un programa operativo en materia de salud, seguridad y protección ambiental.**
	El programa contendrá las siguientes disposiciones en forma mínima, pero no restrictiva: • Establecimiento de inducción a visitantes. • Evitar la quema de la vegetación. • Acatamiento a la norma oficial mexicana NOMCCAT-007-ECOL-19931 para unidades que utilizan diésel como combustible. • Prohibición de fecalismo/micción al aire libre. • Se realizará compostaje de residuos. • Se elaborará e implementará un Plan de Contingencias. • Se integrará una Unidad Interna de Protección Civil. • Monitoreo periódico de aguas descargadas. • Capacitación al personal de operación. • Se evitará la elaboración de concreto, mortero, y mezclas de acabados directamente sobre el suelo. • El abastecimiento de agua para consumo de los trabajadores del centro será mediante garrafones con capacidad de 2 litros, se prohibirá el uso de envases con menor capacidad. • Se suscribirán convenios con las empresas proveedoras de equipo, cómputo y consumibles para la participación de la Secretaría en los programas de reciclaje de cartuchos. • Se prohibirá el uso de la glorieta frente al predio para el acceso al sitio de proyecto. • Abanderamiento y control de tráfico durante entrada/salida de vehículos de lento desplazamiento. • Se realizarán mantenimientos y afinaciones a los vehículos propiedad del hotel, se incluirá la Verificación Vehicular obligatoria.		
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	No aplica
		Operación y mantenimiento:	Administrador del Hotel Xicaru
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			Sin requisitos especiales

Cronograma de Aplicación	**Ejecución:**	Continua durante las etapas de operación y mantenimiento.
	Supervisión:	Continua durante las etapas de operación y mantenimiento.

Tabla VI. 15**.** Medida de Mitigación/prevención/compensación 12

N° de medida			**12**
Descripción	**Medida:**		**Elaboración e implementación de programa de mantenimiento y operación.**
	Especificaciones:		El programa contendrá las siguientes disposiciones en forma mínima, pero no restrictiva: • Mantenimiento preventivo obligatorio de maquinaria y equipos de combustión. • Evitar el uso de herbicidas o agroquímicos. Acatamiento a la norma oficial mexicana NOMCCAT-007-ECOL-19931 para unidades que utilizan diésel como combustible. • Capacitación y actualización anual del personal de operación del sistema de tratamiento. • Se programará en forma anual el análisis de las aguas residuales en el efluente a fin de determinar el grado de cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996.
Responsable:	**Ejecución:**	**Preparación del sitio y construcción:**	No aplica
		Operación y mantenimiento:	Administración del Hotel Xicaru
	Supervisión:		Consultoría ambiental externa
Requisitos del personal:			Sin requisitos especiales.
Cronograma de Aplicación		**Ejecución:**	Continua durante las etapas de operación y mantenimiento.
		Supervisión:	Continua durante las etapas de operación y mantenimiento.

Tabla VI. 16**.** Medidas de Mitigación/prevención/compensación por plazo de aplicación

MEDIDA		**PLAZO DE APLICACIÓN**		
		CORTO PLAZO	**MEDIANO PLAZO**	**LARGO PLAZO**
1	Elaboración e implementación de un programa de forestación y reforestación.	X		
2	Elaboración e implementación de un programa de control de calidad de insumos	X		
3	Elaboración e instalación de señalización preventiva y control de accesos.	X		
4	Elaboración e implementación de especificaciones de salud, seguridad y protección ambiental	X		
5	Elaboración e implementación de un programa de manejo de residuos.	X	X	X
6	Modificación de condiciones de diseño	X		
7	Construcción, operación y mantenimiento de sistema de tratamiento in situ (Biodigestor y pozo de absorción).	X	X	X
8	Establecimiento de control de horarios y programación.	X		

MEDIDA		PLAZO DE APLICACIÓN		
		CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
9	Elaboración e implementación de un programa de rescate, reubicación y conservación de especies.	X		
10	Elaboración e implementación de programa de mantenimiento durante preparación del sitio y construcción	X		
11	Elaboración e implementación de un programa operativo en materia de salud, seguridad y protección ambiental.	X	X	X
12	Elaboración e implementación de programa de mantenimiento y operación.	X	X	X

Como se establece en las medidas de Mitigación y prevención propuestas, en el Programa de restauración Ambiental, se incluyen acciones de compensación que consideran el enriquecimiento de especies en espacios propiedad del Gobierno Federal o Estatal y cercanos a la zona. Las actividades de enriquecimiento requieren el sembrado y reforestación de zonas con especies nativas con alta resistencia a la humedad como el Apompo (*Pachira aquatica*).

La medida más eficaz es trabajar únicamente en la superficie del predio, situación por la que, adicionalmente, se encuentra obligado como consecuencia del cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia de Construcción.

Hacia las colindancias sureste y suroeste se instalarán barreras antiescurrimiento con malla de criba 5 X 5 que, adicionalmente, evitarán el paso de fauna de tamaño pequeño hacia la zona de construcción.

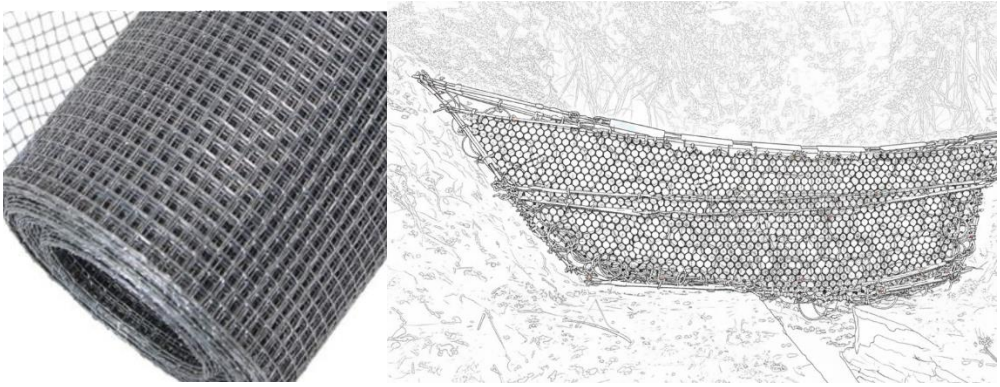


Figura VI. 1**.** Malla de criba y ejemplo de montaje en colindancias

Aunque el proyecto no pretende su desarrollo removiendo vegetación de manglar, si colinda con esta comunidad en sus esquinas sureste y suroeste, por lo que una vez terminadas las obras y ya con el proyecto en operación, se mantendrá una malla de criba de 5 X 5, que evitará el paso del cangrejo hasta las zonas del hotel.

Adicionalmente, se incluirá señalización dentro del hotel que indique la temporada de veda (reproducción) del *Cardisoma guanhumi y del Callinectes sapidus* de julio a septiembre,

además de la prohibición de la caza o captura de ejemplares silvestres, relacionando las interacciones hacia temas de seguridad de los huéspedes.

Dado que las principales medidas han sido descritas y contempladas, no se proponen medidas adicionales.

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

La construcción de escenarios futuros constituye una herramienta prospectiva fundamental para la evaluación de la vulnerabilidad y resiliencia del entorno ante la implementación de un proyecto.

Para el caso específico de la **"Construcción y Operación del Hotel Xicarú Mandinga"**, este análisis se fundamenta en la delimitación georreferenciada del **Sistema Ambiental (SA)** y la **Zona de Influencia (ZI)**, los cuales han sido definidos mediante el uso de coordenadas geográficas (19° 02' 56.20" Norte y 96° 04' 35.01" Oeste) y polígonos que abarcan una superficie de 752.50 m² en la localidad de Mandinga y Matoza, Alvarado, Veracruz.

A continuación, se describen los tres escenarios proyectados para este sistema:

Escenario sin proyecto (Tendencial): Este escenario describe la evolución natural y antropogénica del sitio en ausencia de la infraestructura hotelera. Se considera el estado actual de la zona, caracterizado por su proximidad estratégica a la Laguna de Mandinga, evaluando si las tendencias de uso de suelo y presión urbana actuales mantendrían la estabilidad del ecosistema o si se produciría una degradación gradual por actividades no reguladas.

Escenario con proyecto (Impacto): En este modelo se visualizan las modificaciones directas derivadas de las etapas de preparación, construcción y operación. Se consideran factores críticos identificados en la metodología de evaluación, tales como la compactación del suelo por la incorporación de estructuras, el consumo de recursos hidráulicos y la generación de residuos sólidos y aguas residuales en un entorno de alta fragilidad hidrológica.

Escenario con proyecto y medidas de mitigación (Pronóstico): Representa el escenario objetivo, donde la implementación del proyecto se armoniza con el entorno mediante la aplicación de medidas correctoras. Aquí se proyecta la reducción de la importancia de los impactos negativos (como el manejo de aguas residuales mediante sistemas de tratamiento y la gestión de Residuos de Manejo Especial) y la potenciación de los efectos positivos, tales como la derrama

económica local y la generación de empleo permanente, asegurando la sostenibilidad del sistema ambiental georreferenciado.

Este análisis permite anticipar la respuesta del medio biótico y abiótico, garantizando que el desarrollo turístico se integre de manera técnica y legalmente blindada en la región de Alvarado.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El análisis del escenario sin proyecto permite establecer la línea base sobre la cual se contrastarán los impactos ambientales. Para el predio ubicado en la calle Paraíso, en la localidad de Mandinga y Matoza, con una superficie de **752.50 m²** y coordenadas **19° 02' 56.20" N y 96° 04' 35.01" W**, se proyecta el siguiente comportamiento del sistema ambiental:

1. Componente Abiótico (Medio Físico)

En ausencia del proyecto, el suelo mantendría su capacidad de infiltración actual; sin embargo, debido a su ubicación en una zona con alta presión turística y urbana, el predio quedaría expuesto a procesos de erosión hídrica superficial por escorrentías pluviales no canalizadas.

- **Hidrología:** La proximidad estratégica a la Laguna de Mandinga implica que, sin la infraestructura de servicios y el manejo de aguas residuales proyectado, el terreno podría continuar siendo receptor de flujos de agua de lluvia que arrastran sedimentos y contaminantes urbanos de las zonas colindantes hacia el cuerpo lagunar.
- **Calidad del Aire y Ruido:** Los niveles de partículas y emisiones gaseosas se mantendrían dentro de los parámetros actuales, regidos principalmente por el tráfico vehicular local y las actividades comerciales existentes en Mandinga. No se presentarían los incrementos temporales de PM10 y niveles sonoros asociados a la etapa de construcción.

2. Componente Biótico (Medio Biológico)

El predio presenta actualmente una cobertura vegetal influenciada por la actividad humana circundante.

- **Flora:** Sin la intervención, la vegetación seguiría un proceso de sucesión secundaria, probablemente dominado por especies oportunistas o ruderales. La falta de un programa de mantenimiento o paisajismo (como el propuesto en el proyecto) podría derivar en la acumulación de biomasa seca o especies invasoras que no aportan valor ecológico significativo al ecosistema costero.
- **Fauna:** El sitio continuaría sirviendo como zona de tránsito o refugio temporal para fauna silvestre tolerante a la presencia humana (aves y pequeños reptiles). No se presentaría el ahuyentamiento temporal de especies por ruido de maquinaria.

3. Componente Socioeconómico y Paisajístico

Este es el rubro donde el escenario sin proyecto muestra un estancamiento frente a las tendencias regionales de Alvarado.

- **Economía y Empleo:** Al no ejecutarse el hotel, se perdería la oportunidad de generar empleos directos e indirectos en las etapas de construcción y operación. La derrama económica local derivada del turismo especializado que busca hospedaje en la zona de Mandinga no se vería incentivada por este predio, manteniendo la economía local dependiente de la oferta actual.
- **Paisaje:** El terreno permanecería como un espacio vacío o subutilizado en una calle con vocación de servicios. Esto favorece la percepción de abandono y, en el peor de los casos, la disposición informal de residuos sólidos urbanos por parte de terceros, afectando la calidad visual del entorno inmediato.

4. Síntesis del Escenario Tendencial

La tendencia para el sistema ambiental, en caso de no autorizarse el proyecto, es de una **degradación pasiva**. La presión urbana en Mandinga y Matoza es constante; por lo tanto, la permanencia del sitio en su estado actual no garantiza la conservación del ecosistema, sino que lo deja vulnerable a usos de suelo no regulados o al deterioro por falta de gestión ambiental formal. El escenario sin proyecto no contribuye al desarrollo sustentable de la zona ni a la mitigación de los riesgos por escorrentía que actualmente afectan la calidad del suelo en la periferia de la laguna.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Este escenario describe la modificación sustancial del predio de **752.50 m²** ubicado en la localidad de Mandinga y Matoza. La implementación del **Hotel Xicarú Mandinga** implica una transición de un espacio subutilizado a un área de servicios turísticos intensiva, lo que genera los siguientes cambios en el Sistema Ambiental (SA) y su Zona de Influencia (ZI):

1. Modificación del Componente Abiótico (Medio Físico)

La alteración del medio físico es la más evidente durante las etapas de preparación y construcción, persistiendo durante la operación:

- **Suelo y Litosfera:** El cambio más drástico es el **sellado del suelo**. La construcción de cimentaciones, losas y pavimentos transformará la superficie permeable actual en una costra impermeable. Según la evaluación matricial, la **compactación del suelo** alcanza un índice de importancia de **41 (Moderado)**. Esto alterará los ciclos de infiltración natural y aumentará el volumen de escorrentía superficial hacia las zonas bajas colindantes con la Laguna de Mandinga.
- **Hidrología:** En este escenario, la demanda de agua potable se convierte en una presión constante sobre el acuífero local o la red municipal. Asimismo, la operación general del hotel implica la generación de aguas residuales. Sin la gestión adecuada, el escenario con proyecto presenta un riesgo potencial de eutrofización en el cuerpo lagunar debido a posibles filtraciones o descargas incidentales, con una importancia evaluada en **38 puntos**.

- **Atmósfera:** Durante la construcción, se proyecta un deterioro temporal de la calidad del aire por la emisión de partículas suspendidas (polvos) y gases de combustión de maquinaria. El nivel de ruido se incrementará de forma intermitente, afectando el confort acústico de la calle Paraíso.

2. Alteración del Componente Biótico (Medio Biológico)

- **Flora:** El escenario con proyecto conlleva la eliminación total de la vegetación ruderal y secundaria presente en el polígono del proyecto. Aunque la superficie es reducida, se pierde el estrato herbáceo que actualmente contribuye a la estabilidad del suelo.
- **Fauna:** Se prevé el desplazamiento definitivo de microfauna (reptiles pequeños e insectos) y el ahuyentamiento de avifauna local debido a la actividad humana, el ruido y la presencia de iluminación artificial durante la operación, lo cual modifica los patrones de comportamiento biológico en la zona de influencia inmediata.

3. Transformación del Componente Socioeconómico y Paisajístico

- **Dinamismo Económico:** A diferencia del escenario tendencial, aquí se observa una **activación económica positiva**. La contratación de mano de obra (etapa de construcción) y la generación de empleos directos permanentes (etapa de operación) generan una derrama económica local significativa. La importancia de este impacto positivo se sitúa en el rango de **29 a 32 puntos**.
- **Paisaje y Urbanismo:** La introducción de la estructura del hotel modificará la fisonomía urbana de Mandinga. Se pasará de un lote baldío a un elemento arquitectónico moderno. Esto mejora la calidad visual del entorno para el turismo, pero altera la visibilidad natural hacia la laguna para los predios vecinos, introduciendo elementos ajenos al medio natural.

Síntesis del Escenario con Proyecto

En conclusión, el escenario con proyecto representa un **beneficio socioeconómico directo** para la localidad de Alvarado, pero bajo una condición de **presión ambiental moderada** sobre los recursos agua y suelo. La vulnerabilidad de la Laguna de Mandinga se incrementa ante la generación de residuos y efluentes. Sin embargo, este escenario es el paso necesario para el desarrollo de la infraestructura, siempre que los impactos identificados como "Moderados" (especialmente la compactación y las guas residuales) sean atendidos en el siguiente escenario prospectivo

Escenario Optimista: Desarrollo Turístico Sustentable

Este escenario se construye bajo la **hipótesis** de que el proyecto no solo cumple con la normativa, sino que se convierte en un agente de regeneración para el área de influencia.

- **Hipótesis 1 (Hidrología):** El Biodigestor opera con una eficiencia del 99%, permitiendo que el agua tratada se reutilice íntegramente en el riego de áreas verdes, eliminando cualquier riesgo de infiltración o descarga hacia la Laguna de Mandinga.

- **Hipótesis 2 (Suelo y Paisaje):** Se implementa un diseño de "Huella Mínima" donde el 40% del predio se mantiene con pavimentos permeables y vegetación nativa, revirtiendo el impacto de compactación evaluado inicialmente en **41 puntos**.
- **Hipótesis 3 (Socioeconomía):** La tasa de contratación local es del 90%, generando una sinergia con los prestadores de servicios turísticos de Mandinga, lo que eleva el impacto positivo de "Derrama Económica" de **Irrelevante** a **Significativo**.

Escenario Intermedio: Desarrollo Controlado (Escenario Realista)

Este escenario se basa en los **parámetros** técnicos actuales y el comportamiento histórico de proyectos similares en la zona de Alvarado. Es el escenario que refleja los resultados de tu matriz de importancia.

- **Parámetro Superficie:** Ocupación total de los **752.50 m²** según el proyecto ejecutivo, con una densidad de construcción que respeta los coeficientes de uso de suelo (COS y CUS) municipales.
- **Parámetro de Impacto (Matriz):** Los impactos se mantienen en el rango de **Moderados (25 a 45 puntos)**. El índice de impactabilidad se estabiliza en un **2.52%** respecto al universo de análisis.
- **Parámetro Operativo:** La generación de residuos sólidos urbanos y el consumo de agua potable se ajustan a las dotaciones estándar para el sector hotelero en Veracruz, siendo gestionados a través de los servicios públicos municipales y planes de manejo internos.

Escenario Pesimista: Degradación y Saturación Ambiental

Este escenario proyecta los riesgos derivados de una gestión deficiente de los impactos identificados o de factores externos adversos.

- **Falla de Mitigación:** En caso de un mantenimiento inadecuado de los sistemas de drenaje y tratamiento, el impacto de "Generación de aguas residuales" (actualmente en **38 puntos**) escalaría a un nivel **Crítico (>50)**, provocando la eutrofización local de la laguna y la pérdida de calidad visual del sitio.
- **Vulnerabilidad Climática:** Ante eventos meteorológicos extremos (nortes o huracanes), la cercanía de la Laguna de Mandinga y la compactación del suelo podrían generar inundaciones recurrentes en el predio por la falta de capacidad de absorción del terreno, afectando la integridad de la infraestructura.
- **Conflictividad Social:** Si no se prioriza la contratación local o si el hotel genera niveles de ruido superiores a la **NOM-081-SEMARNAT**, el impacto en la "Percepción Social" pasaría de ser una aceptación del proyecto a un rechazo por parte de la comunidad de Mandinga y Matoza, afectando la viabilidad operativa a largo plazo.

El **Escenario Intermedio** es el más probable y el que fundamenta la solicitud de autorización; sin embargo, las medidas de mitigación propuestas en tu estudio deben estar diseñadas para empujar el proyecto hacia el **Escenario Optimista**, asegurando que el Hotel Xicarú sea un modelo de integración en un ecosistema tan sensible como el sistema lagunar de Mandinga.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

El escenario proyectado para el "Hotel Xicarú Mandinga", una vez implementado el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación (Capítulo VI), se caracteriza por la contención efectiva de los impactos ambientales y la integración sustentable de la infraestructura en el entorno costero. A continuación, se presenta el análisis del comportamiento del sistema ambiental bajo este escenario mitigado, clasificado por sus principales componentes:

A. Componente Hidrológico y Calidad del Agua (Autonomía Hidrosanitaria) En el escenario con mitigación, el riesgo de alteración a la calidad del agua de la Laguna de Mandinga se reduce a cero. Esto se logra gracias a la renuncia voluntaria a la red de alcantarillado municipal y la implementación del sistema de tratamiento *in situ* (Biodigestor RP-14,000).

Al confinar el tratamiento en un reactor hermético y destinar el efluente estabilizado (cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-2021) exclusivamente a la infiltración profunda mediante un pozo de absorción, se elimina cualquier vía de escorrentía superficial o descarga directa de aguas crudas hacia el cuerpo lagunar. Adicionalmente, el diseño de cubiertas con separación y captación pluvial previene la sobresaturación del suelo y reduce el volumen de escurrimientos en temporada de lluvias.

B. Componente Edafológico (Suelo) El impacto inicial de impermeabilización y posible contaminación del suelo queda estrictamente controlado. La mitigación contempla el uso de pavimentos permeables en áreas exteriores, manteniendo una tasa de recarga natural. Asimismo, la hermeticidad probada del biodigestor y el encamisado de sus tuberías evitan fugas de lodos activos.

La disposición final del efluente respeta la distancia de seguridad mayor a 1.5 metros sobre el nivel freático, permitiendo que el perfil edafológico actúe como un filtro biológico secundario, protegiendo tanto el sustrato local como los mantos acuíferos someros.

C. Componente Biótico (Ecosistema de Manglar y Fauna) Al establecer barreras físicas perimetrales durante la preparación del sitio y restringir el uso de maquinaria pesada, el ecosistema de manglar colindante permanece intacto y sin estrés por compactación.

En la etapa operativa, la ausencia de descargas sanitarias y el control estricto de residuos sólidos urbanos evitan la eutrofización de la laguna, protegiendo las cadenas tróficas y el

hábitat de anidación de la avifauna local. El proyecto operará como un observador silencioso del entorno, sin perturbar la dinámica biológica de la franja costera.

D. Componente Socioeconómico Bajo el escenario mitigado, el proyecto consolida sus impactos positivos. La generación de empleo temporal y permanente se complementa con la capacitación técnica del personal (ej. manejo y purga del biodigestor, mantenimiento de trampas de grasa).

El hotel se inserta en la economía local de Mandinga no como una carga para los servicios públicos limitados, sino como un modelo de autogestión y turismo de bajo impacto que fomenta la derrama económica sin deteriorar el capital natural que atrae a los visitantes.

E. Componente Sanitario y Manejo de Residuos (Cero Lixiviados y Vectores) Bajo el escenario con mitigación, el riesgo de contaminación por la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (RME) queda totalmente neutralizado.

El hotel implementará un programa estricto de separación en la fuente (orgánicos e inorgánicos). La clave de esta mitigación radica en el confinamiento temporal de los residuos dentro de un área techada, con piso impermeable y contenedores herméticos.

Esta medida bloquea la generación y escurrimiento de lixiviados hacia el suelo o la laguna, y previene la atracción de fauna nociva o el acceso de fauna silvestre. La recolección periódica a través del servicio municipal o de empresas autorizadas garantiza que el polígono del proyecto funcione únicamente como un punto de tránsito limpio, sin acumulación que exceda su capacidad.

F. Componente Atmósfera y Fauna (Confort Acústico y Emisiones Sonoras) El impacto por la generación de ruido, tanto en la etapa de preparación/construcción como en la operación, será clasificado como temporal y mitigable.

Durante la obra, se establecerán horarios de trabajo estrictamente diurnos y se exigirá el mantenimiento preventivo de motores para evitar picos de decibeles que perturben a la avifauna del ecosistema de manglar.

Así como en la operación del hotel, al priorizar equipos de bajo impacto (como el biodigestor que opera por gravedad sin bombas ruidosas continuas) y establecer políticas de control de volumen en las áreas comunes y de bar, se respetará la línea base acústica de la Laguna de Mandinga.

Esto asegura que el proyecto no genere barreras sonoras que ahuyenten a las especies locales ni afecte la tranquilidad de los predios colindantes.

Para comprobar el **Manejo de Residuos (Medida 5)**, la administración del Hotel Xicarú Mandinga deberá conformar mes con mes el siguiente "Expediente de Evidencias":

1. 📝 **Bitácora Interna de Generación de Residuos:** Un registro (puede ser un formato en Excel impreso) que se llene al menos semanalmente. Debe indicar la fecha, el tipo de residuo (orgánico, inorgánico reciclable, inorgánico no reciclable), el peso o volumen estimado (en kg o bolsas), y la firma del responsable del área de acopio temporal.
2. 🚚 **Manifiestos de Entrega-Transporte:** Este es el documento legal más importante. Cada vez que el camión recolector o una empresa privada retire los residuos, debe firmar un recibo o manifiesto que indique la fecha, el volumen retirado y el destino final (ej. relleno sanitario municipal). Esto prueba que la basura salió del polígono del hotel y no se quemó ni se tiró a la laguna.
3. 📄 **Contratos y Permisos:** Una copia vigente de la autorización ambiental de la empresa privada que recolecta los residuos (si no es el servicio público municipal).

Mantener este archivo ordenado bloquea cualquier intento de sanción por "disposición inadecuada" en zonas costeras.

VII.4. Pronóstico ambiental.

El pronóstico ambiental para el sistema ambiental del proyecto se define bajo dos vertientes:

1. **Sin Proyecto (Escenario Tendencial):** El predio continuaría como un área con vegetación secundaria y potencial de degradación por depósitos irregulares de residuos o invasiones, sin un control sanitario regulado, lo que representa un riesgo latente para la Laguna de Mandinga debido a la falta de gestión de escorrentías.
2. **Con Proyecto (Escenario Pronosticado):** Con la implementación de las medidas de mitigación, se pronostica una **estabilización del sistema ambiental**. El proyecto actúa como una barrera regulada que impide descargas contaminantes gracias a la autonomía hidrosanitaria (biodigestor). Se prevé que la calidad del agua y del suelo se mantenga en sus niveles base, mientras que el componente socioeconómico experimentará un crecimiento positivo y ordenado. En conclusión, el pronóstico es de un **impacto residual insignificante**, garantizando la integridad de los servicios ecosistémicos del manglar a largo plazo.

VII.5. Evaluación de alternativas

- **Ubicación:** Se analizó la posibilidad de localizar el hotel en zonas más urbanizadas de Alvarado. Sin embargo, se eligió el sitio actual debido a que el predio es propiedad del promovente y su vocación de uso de suelo permite el desarrollo turístico de bajo impacto. La alternativa de "Sitio Cero" (no construir) se descartó por representar una pérdida de oportunidad económica sin garantizar la conservación del predio frente a terceros.
- **De tecnología:** Esta es la alternativa clave. Se evaluaron tres opciones para el saneamiento:

1. *Conexión a red municipal:* Descartada por inexistencia de infraestructura en la zona.
2. *Fosa séptica convencional:* Descartada por alto riesgo de filtración de patógenos al acuífero somero.
3. **Seleccionada: Biodigestor anaerobio RP-14,000.** Se eligió por su hermeticidad total, eficiencia del 99% en remoción de sólidos y cumplimiento estricto de la **NOM-001-SEMARNAT-2021**.

- **De reducción de la superficie a ocupar:** Se optó por un diseño vertical y compacto que utiliza solo el 60% de la superficie total para construcción, dejando un 40% de área libre para permeabilidad y vegetación nativa, superando los requerimientos mínimos de construcción locales.
- **De características en la naturaleza:** En lugar de un muelle masivo, se optó por accesos ligeros y techumbres con pendientes de 15° para captación pluvial, reduciendo la interferencia con la dinámica hidrológica de la laguna.
- **De compensación de impactos significativos:** Como medida compensatoria, el proyecto propone un programa de reforestación con especies nativas en las áreas libres del predio, lo que compensa la remoción mínima de vegetación secundaria inicial.

VII.5 Conclusiones

Bajo el análisis de los tres escenarios proyectados (Sin Proyecto, Con Proyecto y Con Mitigación), se concluye que la implementación del Hotel Xicarú Mandinga es **ambientalmente admisible**.

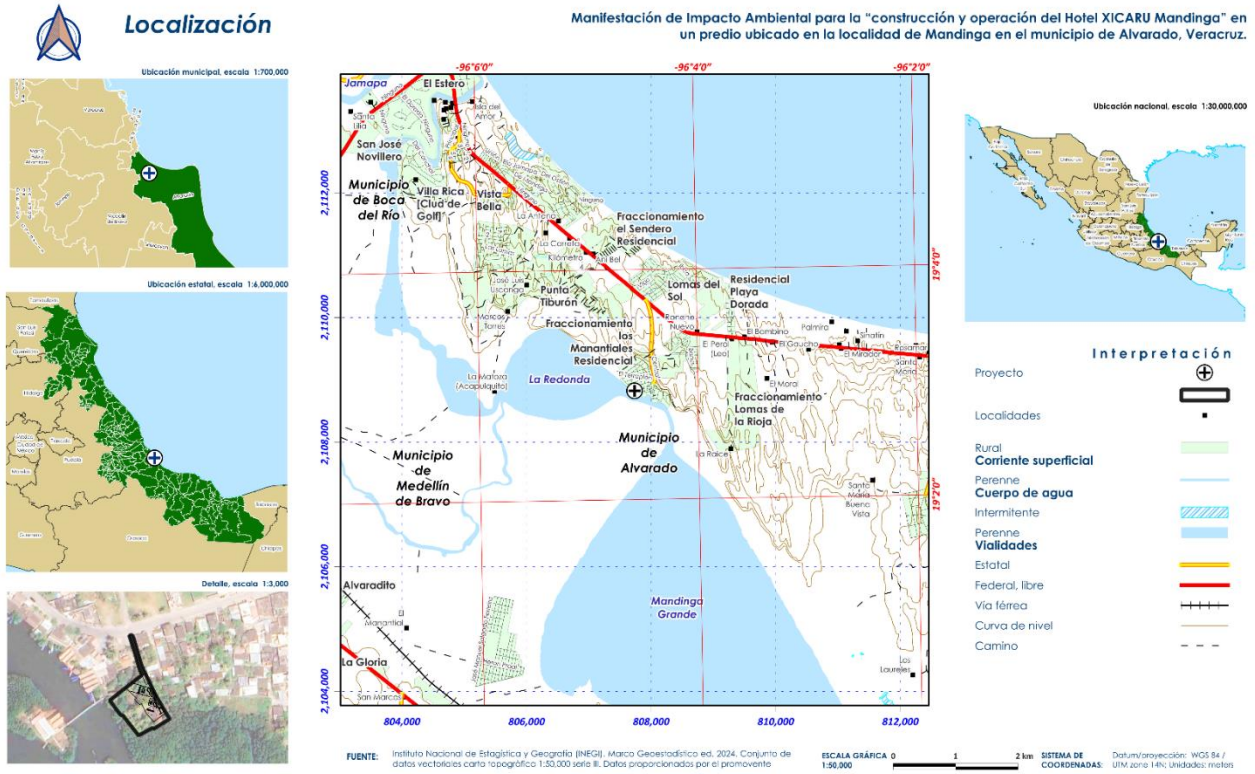
La sustentabilidad técnica del diseño arquitectónico, sumada a la efectividad de las medidas de mitigación para los impactos moderados identificados, asegura que el proyecto no comprometerá la integridad funcional del Sistema Ambiental.

Por el contrario, el proyecto representa una mejora respecto al escenario tendencial de abandono, al formalizar la gestión de residuos, el tratamiento de aguas y la generación de beneficios socioeconómicos directos, alineándose con los objetivos de desarrollo sustentable del municipio de Alvarado y el estado de Veracruz.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información.

VIII.1.1 Cartografía.



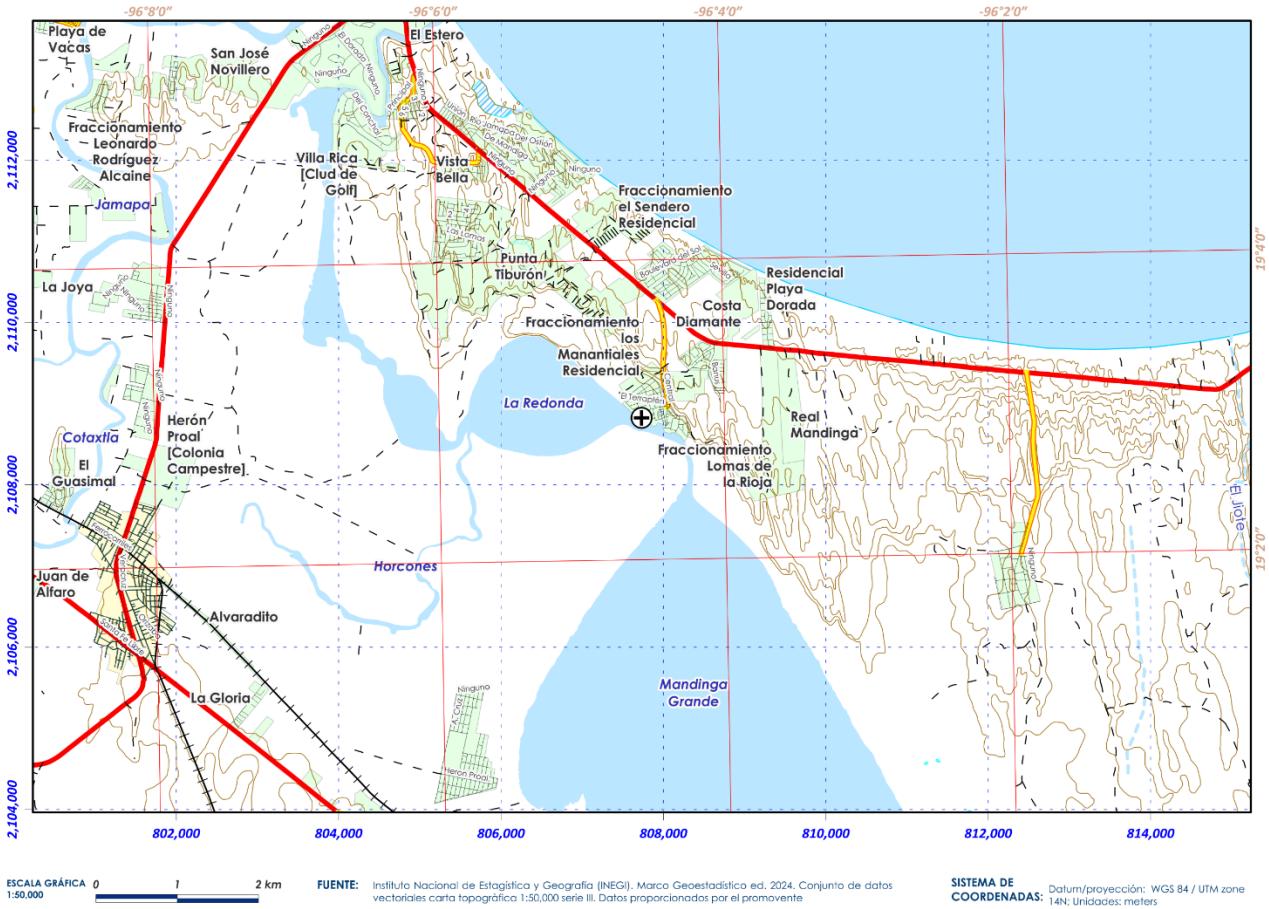
Topografía

Interpretación

- Proyecto
- **Localidad**
- Rural
- Urbana
- **Corriente superficial**
- Intermitente
- Perenne
- **Cuerpo de agua**
- Intermitente
- Perenne
- Vía férrea
- **Vialidades**
- Federal, libre
- Estatal
- Calle
- Camino
- Curva de nivel

Ubicación municipal, escala 1:600,000





ESCALA GRÁFICA 1:50,000 — 0 — 1 — 2 km

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50,000 serie III. Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Climas

Interpretación

Proyecto

Rural

Urbana

Corriente superficial

Intermitente

Perenne

Cuerpo de agua

Intermitente

Perenne

Vía férrea

Vialidades

Federal, libre

Estatal

Calle

Camino

Curva de nivel

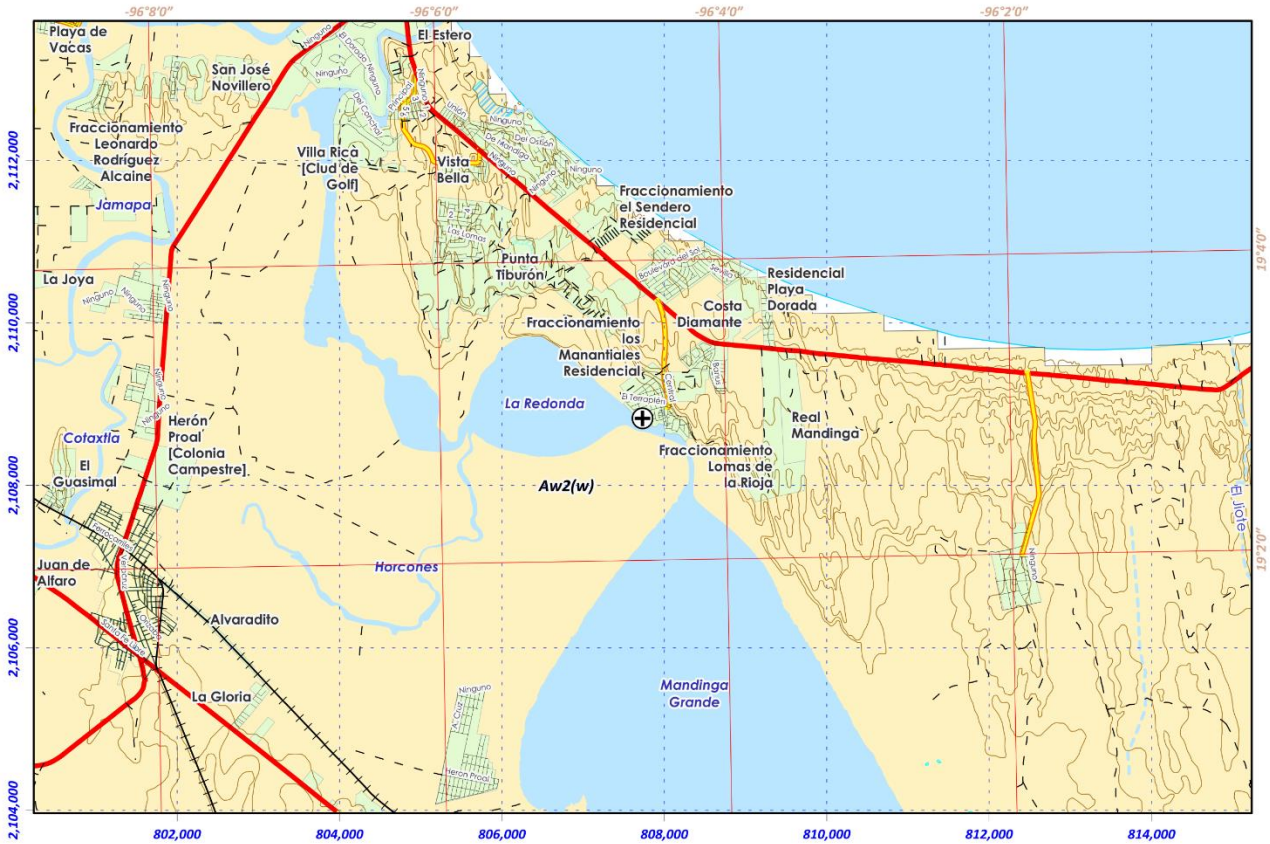
Tipos de clima

Aw2(w)

Aw2(w)= Cálido de los cálidos, tipo Subhúmedo, más húmedo, régimen de lluvia de Verano, % de lluvia invernal < 5, temperatura media anual >22°C, temperatura del mes más frío >18°C

Ubicación municipal, escala 1:600,000





ESCALA GRÁFICA 1:50,000 0 1 2 km

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50,000 serie III. Climas 1902-2011. Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Geología

Interpretación

Proyecto

Rural

Urbana

Corriente superficial

Intermitente

Perenne

Cuerpo de agua

Intermitente

Perenne

Vía férrea

Vialidades

Federal, libre

Estatal

Calle

Curva de nivel

Camino

Unidades geológicas

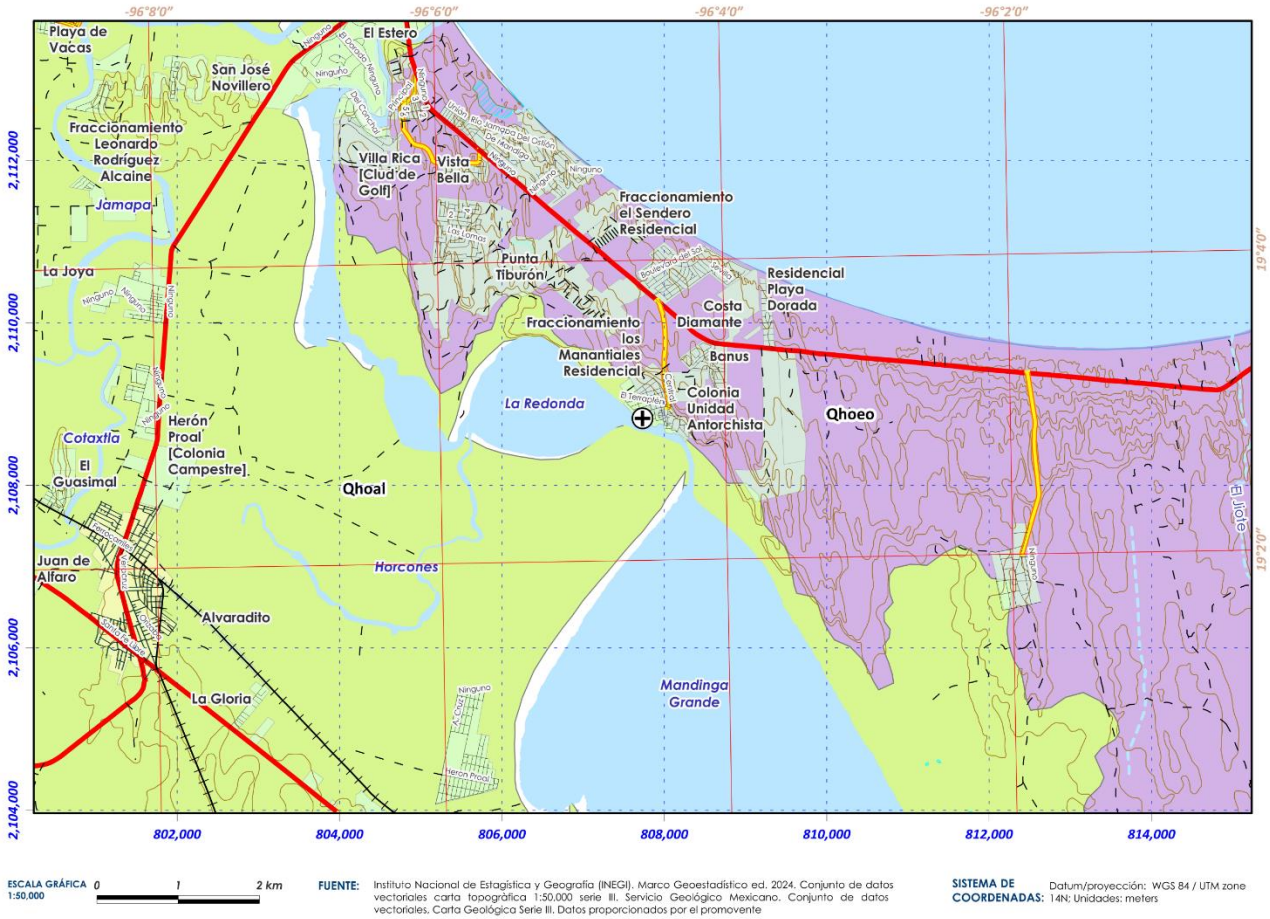
Qhoal

Qhoeo

Qhoal=era: Cenozoico, período Cuaternario, Aluvial, roca sedimentaria; Qhoeo=era: Cenozoico, período Cuaternario, eólico, roca sedimentaria; Qhoeo=era: Cenozoico, período Cuaternario, eólico, roca sedimentaria; Qhoeo=era: Cenozoico, período Cuaternario, eólico, roca sedimentaria;

Ubicación municipal, escala 1:600,000



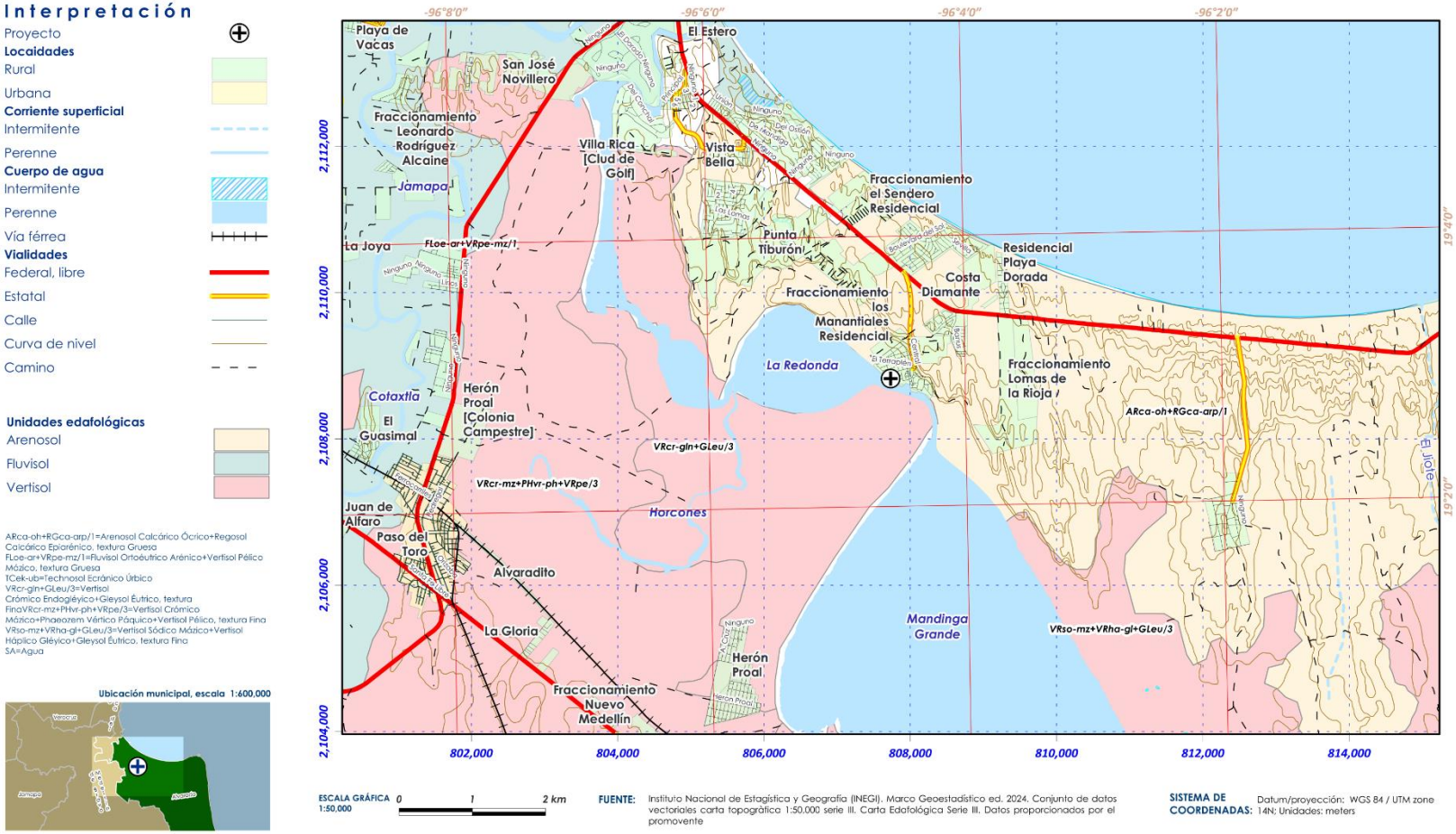


FUENTE: Instituto Nacional de Estagística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50,000 serie III. Servicio Geológico Mexicano. Conjunto de datos vectoriales. Carta Geológica Serie III. Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

Edafología



FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50,000 serie III. Carta Edafológica Serie III. Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Edafología

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

Interpretación

- Proyecto
- **Locaidades**
- Rural
- Urbana
- **Corriente superficial**
- Intermitente
- Perenne
- **Cuerpo de agua**
- Intermitente
- Perenne
- Vía férrea
- **Vialidades**
- Federal, libre
- Estatal
- Calle
- Curva de nivel
- Camino

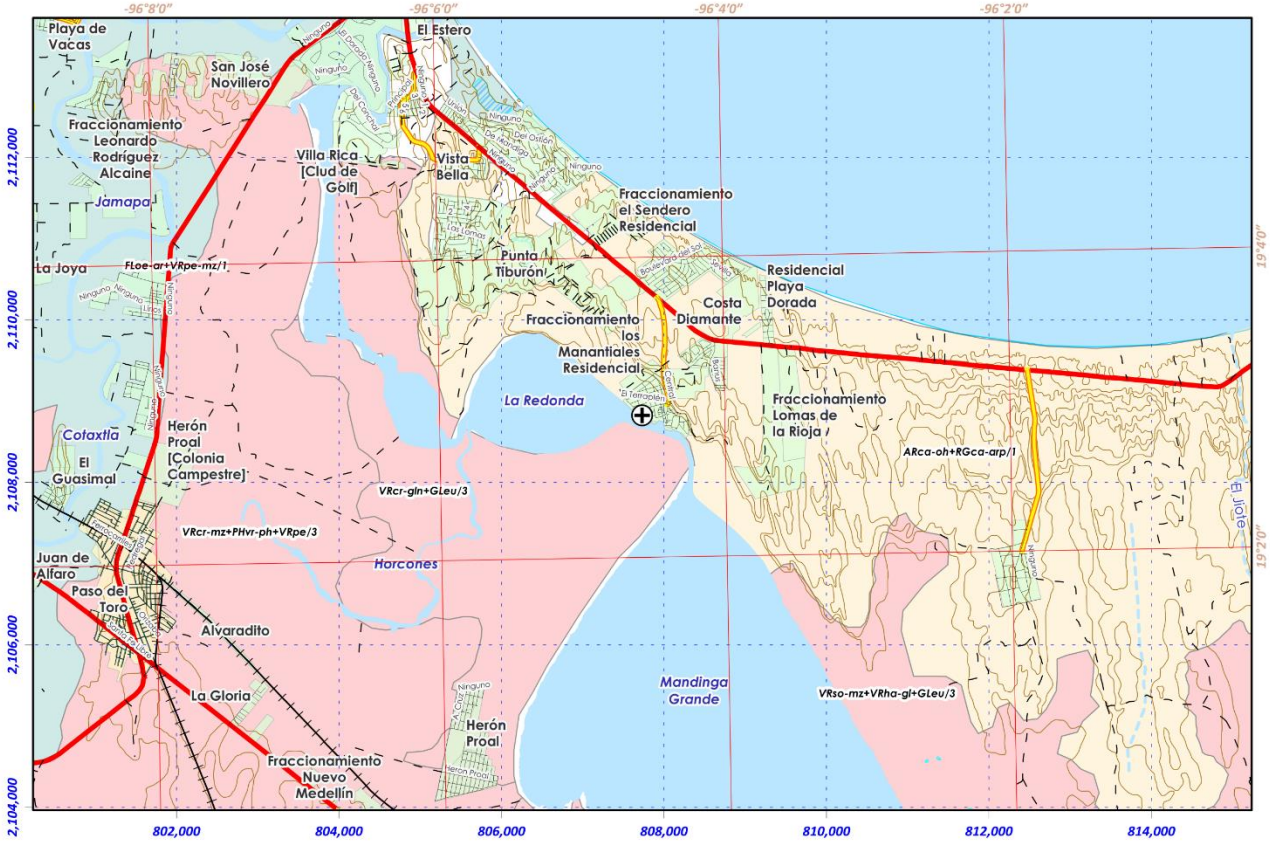
Unidades edafológicas

- Arenosol
- Fluvisol
- Vertisol

ARca-oh+RGca-arp/1=Arenosol Calcárico Ócrico+Regosol Calcárico Epiarénico, textura Gruesa
FLoe-ar+VRpe-mz/1=Fluvisol Ortoéutrico Arénico+Vertisol Pélico Mázico, textura Gruesa
TCek-ub=Technosol Ecránico Úrbico
VRcr-gln+GLeu/3=Vertisol Crómico Endogléyico+Gleysol Éutrico, textura FinaVRcr-mz+PHvr-ph+VRpe/3=Vertisol Crómico Mázico+Phaeozem Vértico Páquico+Vertisol Pélico, textura Fina
VRso-mz+VRha-gl+GLeu/3=Vertisol Sódico Mázico+Vertisol Háplico Gléyico+Gleysol Éutrico, textura Fina
SA=Agua

Ubicación municipal, escala 1:600,000



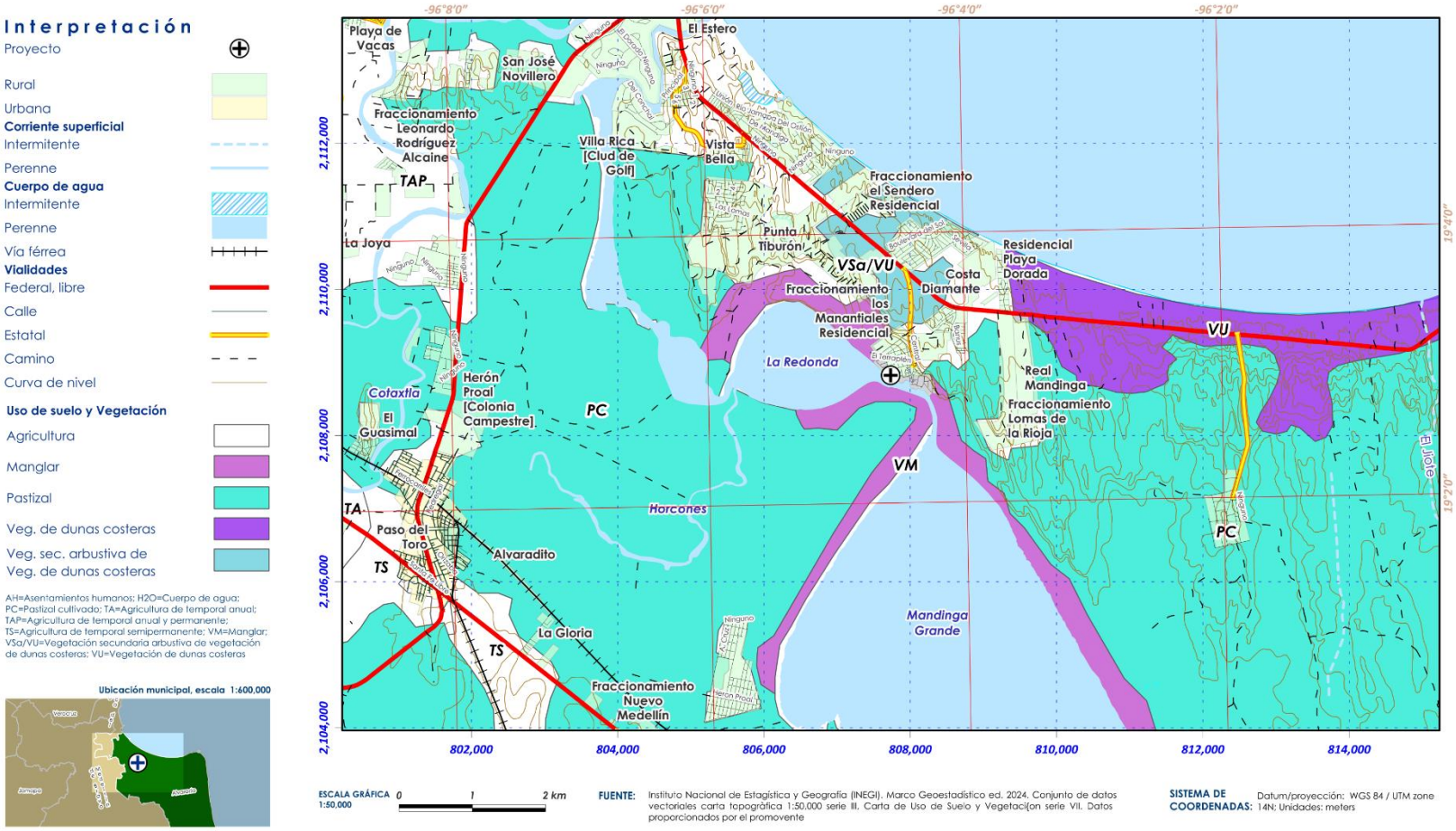


ESCALA GRÁFICA 1:50,000 — 0 1 2 km

FUENTE: Instituto Nacional de Estagística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50.000 serie III. Carta Edafológica Serie III. Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Uso de suelo y vegetación



FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50,000 serie III. Carta de Uso de Suelo y Vegetaci{on serie VII. Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Hidrología Superficial

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

Interpretación

- Proyecto
- Localidades

Corriente superficial

- Intermitente
- Perenne

Cuerpo de agua

- Intermitente
- Perenne

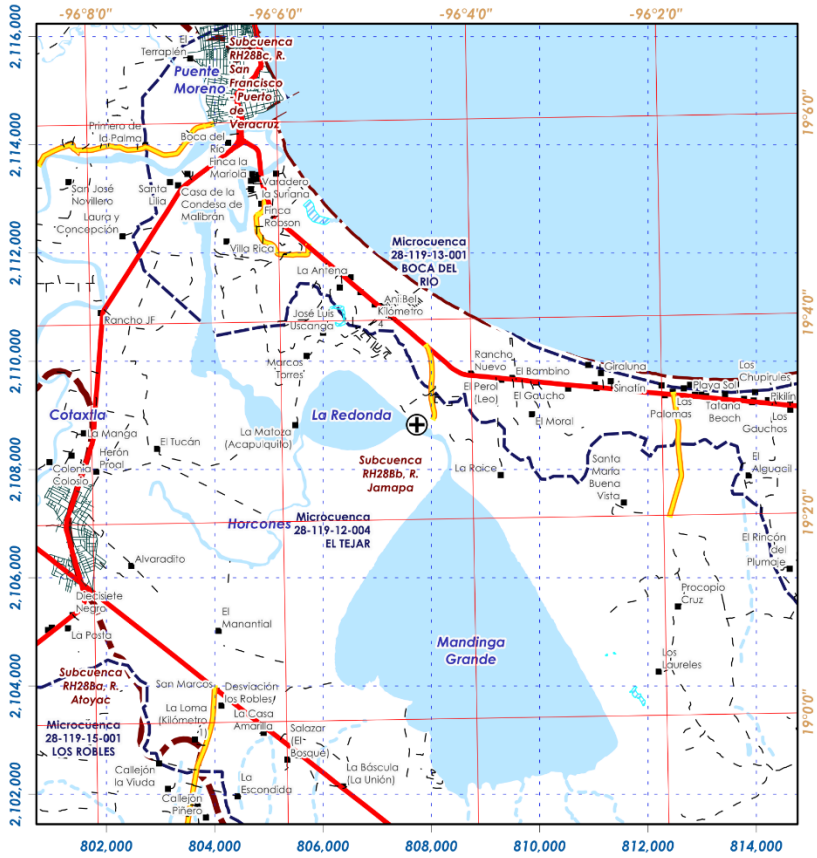
Vialidades

- Federal, libre
- Estatal
- Calle
- Camino

- Límite de Subcuenca
- Límite de Microcuenca

Ubicación municipal, escala 1:600,000





ESCALA GRÁFICA 1:75,000 — 0 1 2 km

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50,000 serie III. Red Hidrográfica v.2.0 (SIATL).Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Regiones Hidrológicas, escala 1: 5,000,000



Cuencas Hidrológicas, escala 1: 1,000,000



Hidrología Subterránea

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

Interpretación

Proyecto

Localidades

Vialidades

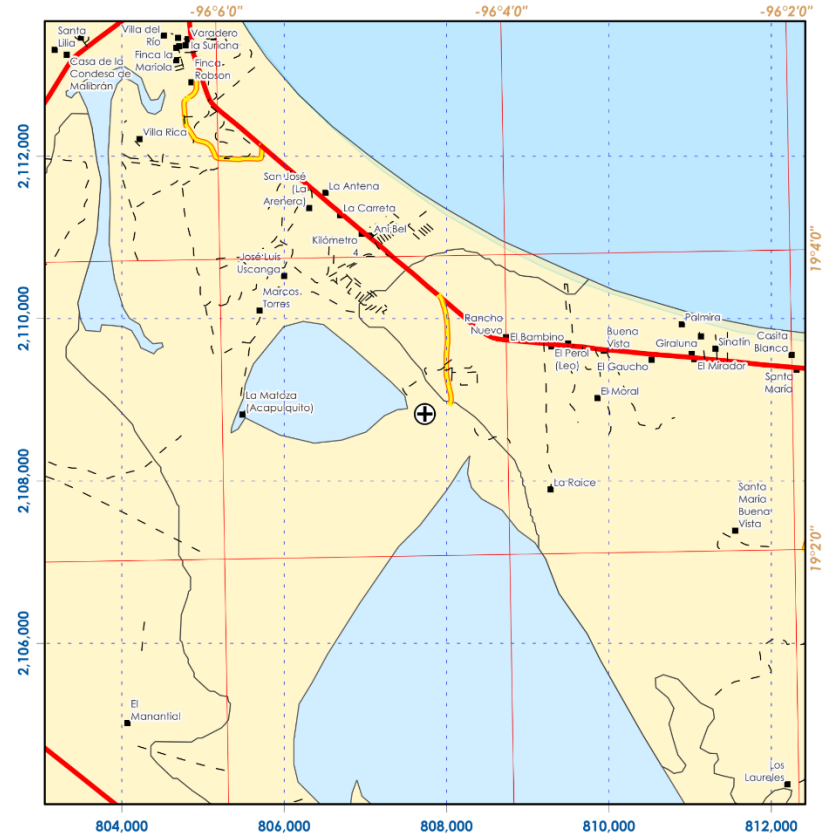
Estatal

Federal, libre

Camino

Hidrología Subterránea

No cons. pos. medias

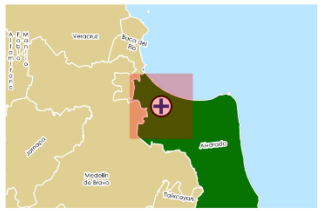


ESCALA GRÁFICA 1:50,000 0 1 2 km

FUENTE: Instituto Nacional de Estagística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50,000 serie III. Carta hidrológica de Aguas Subterráneas. Comisión Nacional del Agua. Disponibilidad de acuíferos 2023. Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Ubicación municipal, escala 1:600,000



Acuíferos, escala 1: 1,000,000



Acuíferos

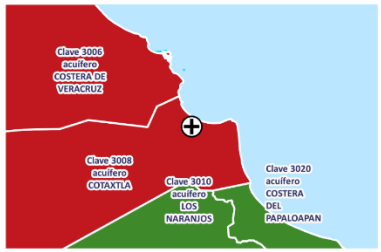
COSTERA DE VERACRUZ

COSTERA DEL PAPALOAPAN

COTAXTLA

LOS NARANJOS

Disponibilidad de Acuíferos, escala 1: 1,000,000



Disponibilidad de Acuíferos

Disponible

No Disponible

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

Imagen Sentinel 2- 1

Interpretación

Proyecto ⊕

Localidades ▪

Asentamiento humano / urbanización

Cuerpo de agua

Pastizal

Cultivos

Manglar

Vegetación de dunas costeras



Ubicación municipal, escala 1:600,000



ESCALA GRÁFICA 1:50,000 — 0 — 1 — 2 km

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carta topográfica 1:50,000 serie III. ESA Imagen Sentinel 2 T14QQG 29 de octubre de 2025. combinación en color real R=4, G=3, B=2. Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Imagen Sentinel 2- 2

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

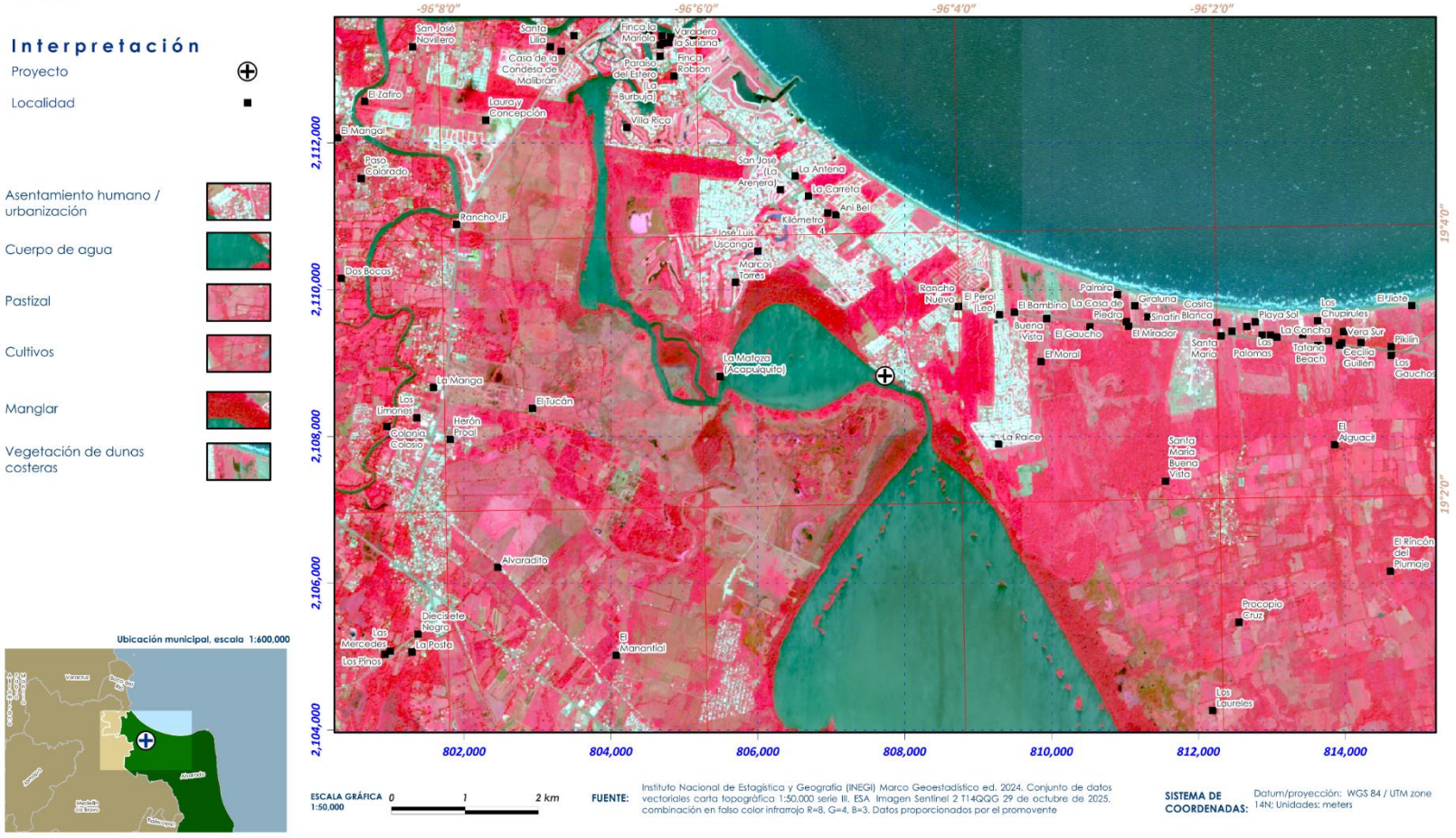


Imagen Sentinel 2- 3

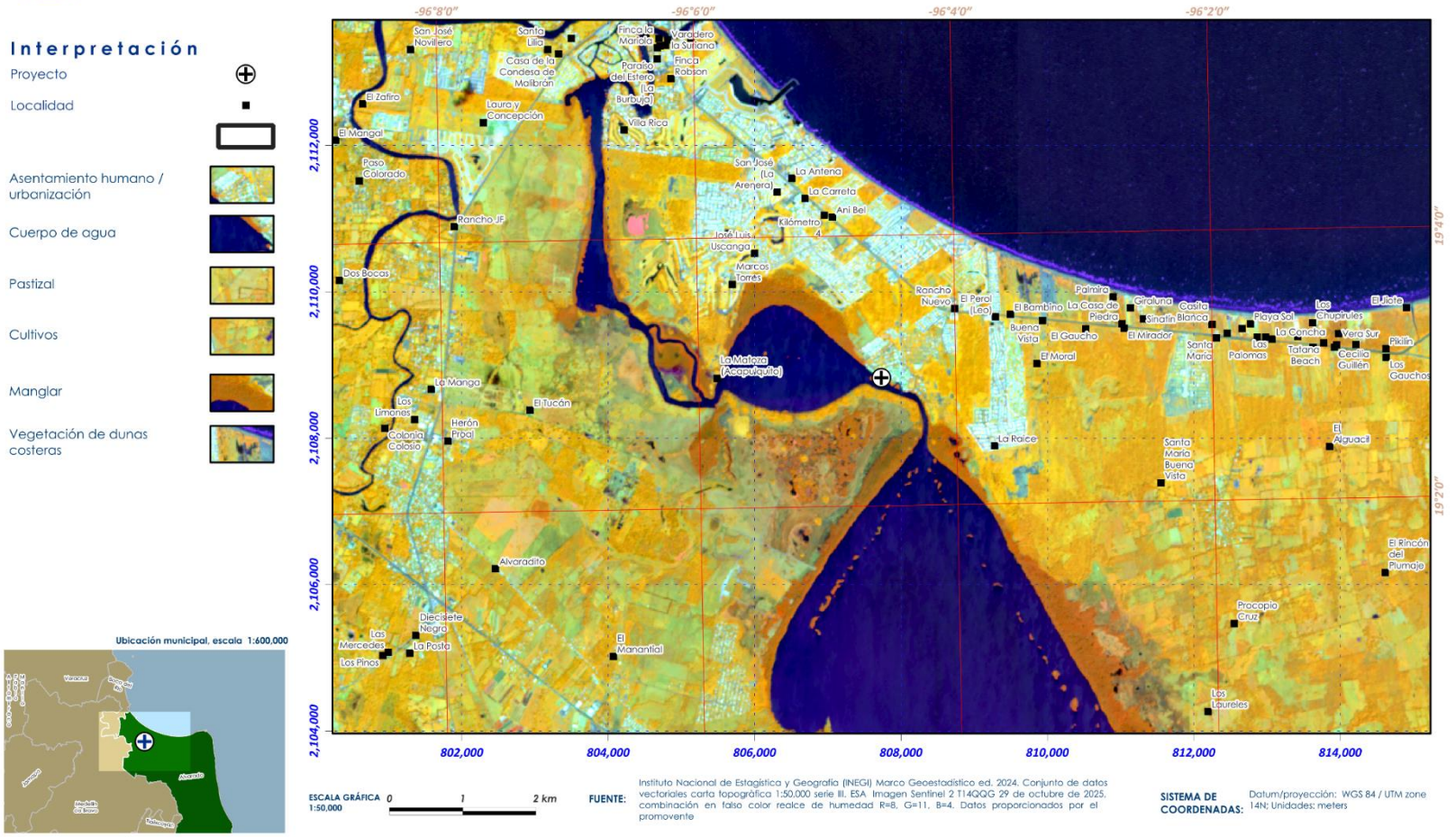
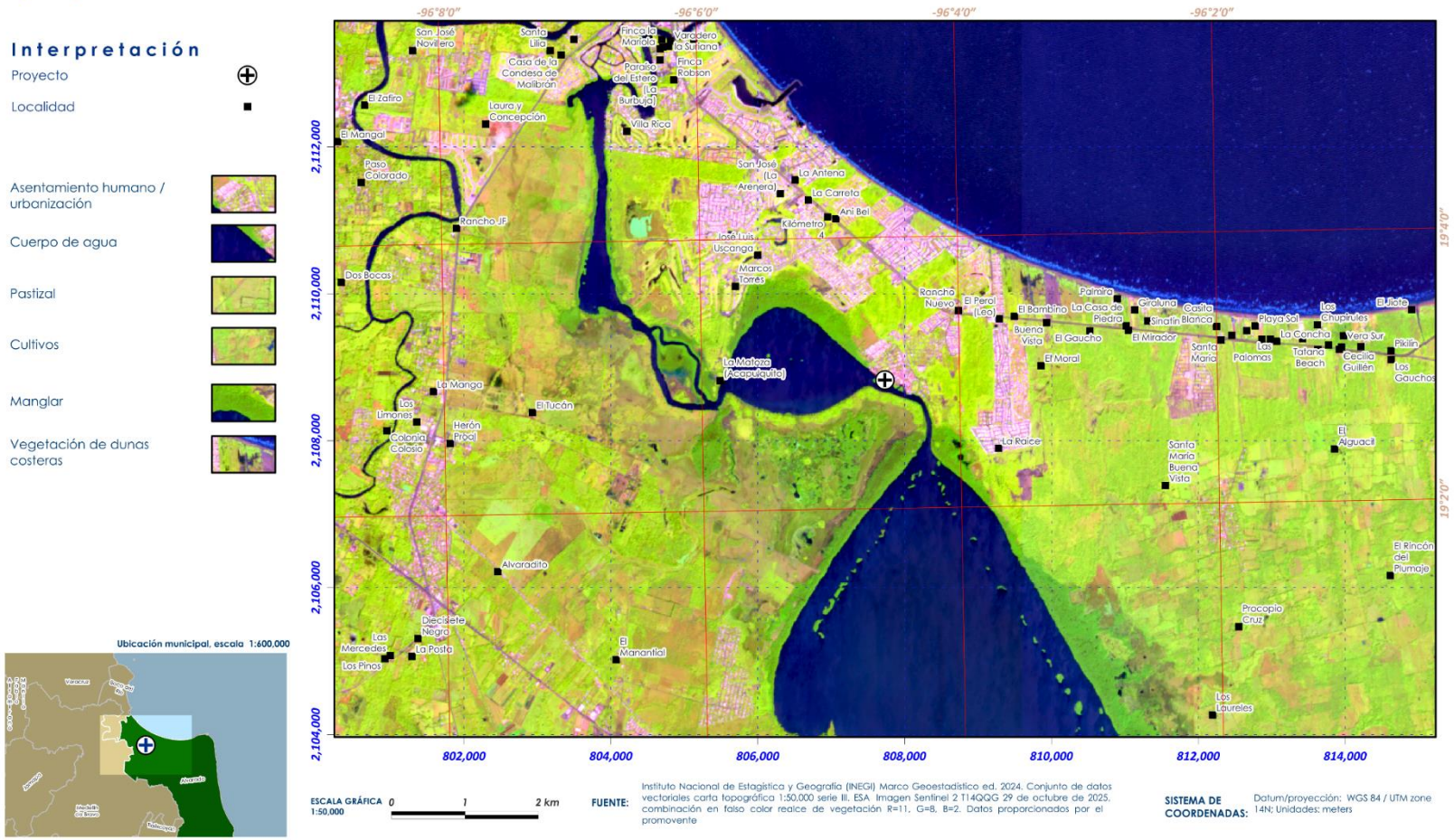


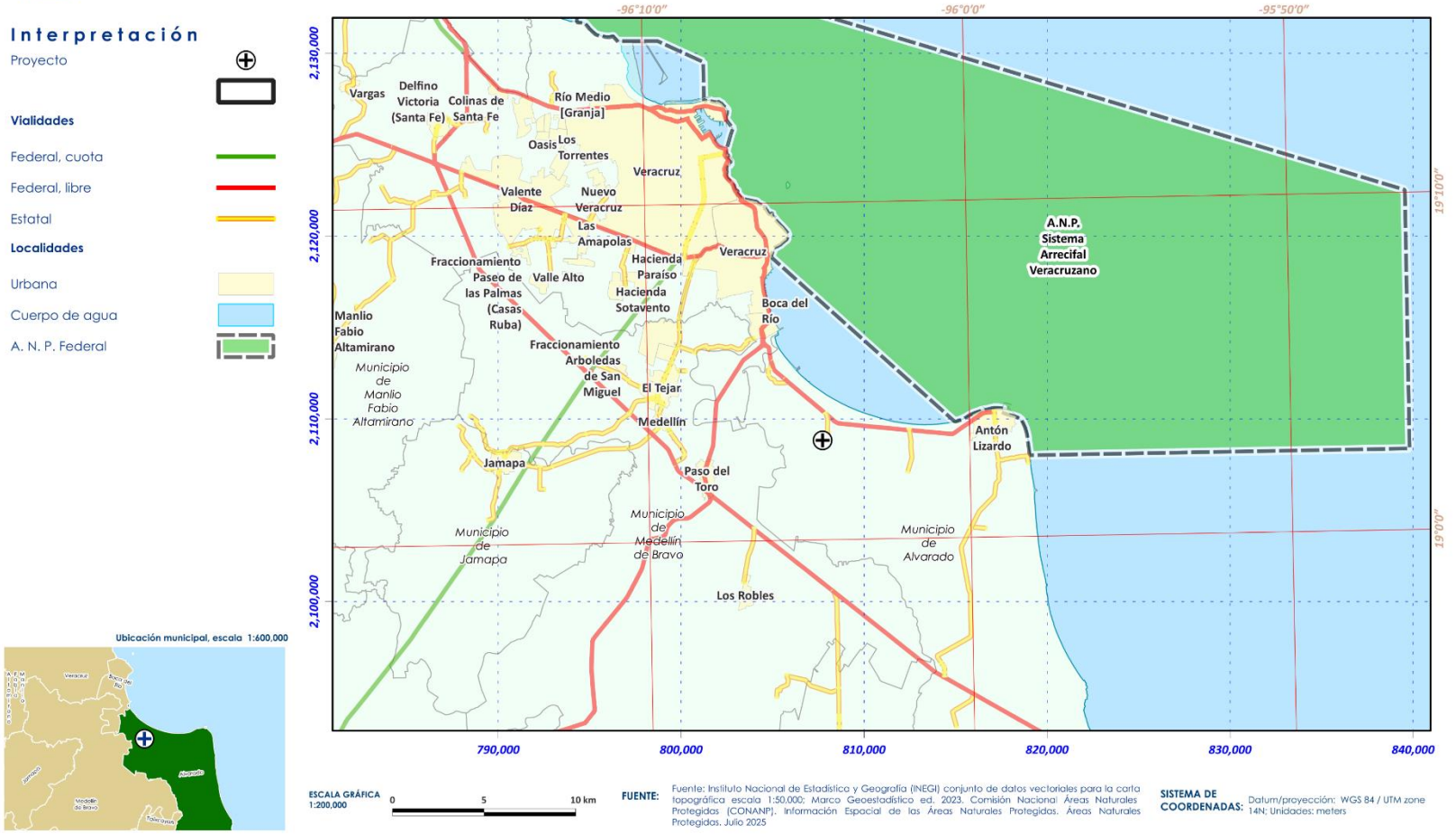
Imagen Sentinel 2- 4

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.



Áreas naturales protegidas Federales

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.



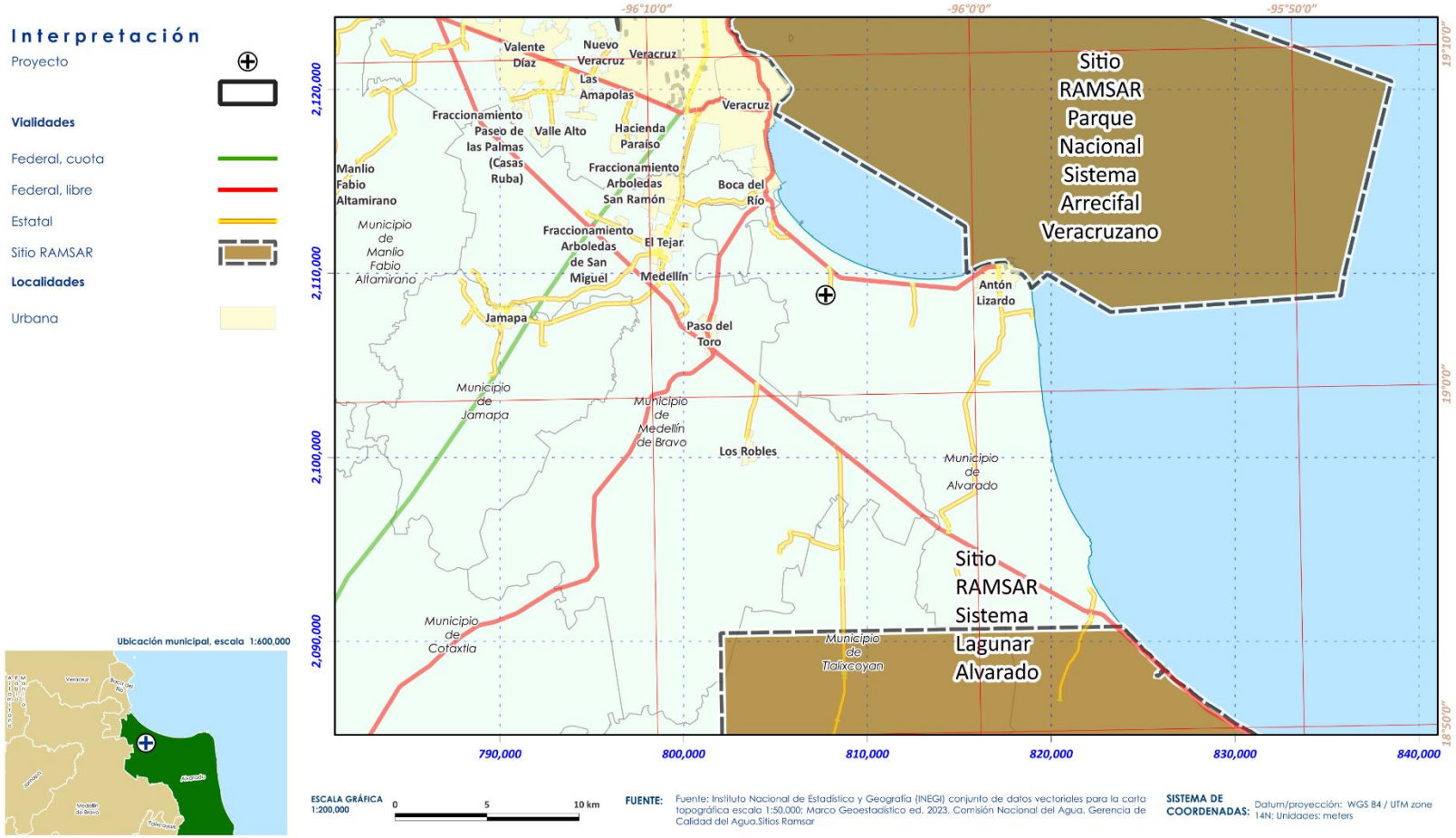
Ubicación municipal, escala 1:600,000

FUENTE: Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) conjunto de datos vectoriales para la carta topográfica escala 1:50,000; Marco Geoestadístico ed. 2023. Comisión Nacional Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Información Espacial de las Áreas Naturales Protegidas. Áreas Naturales Protegidas. Julio 2025

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

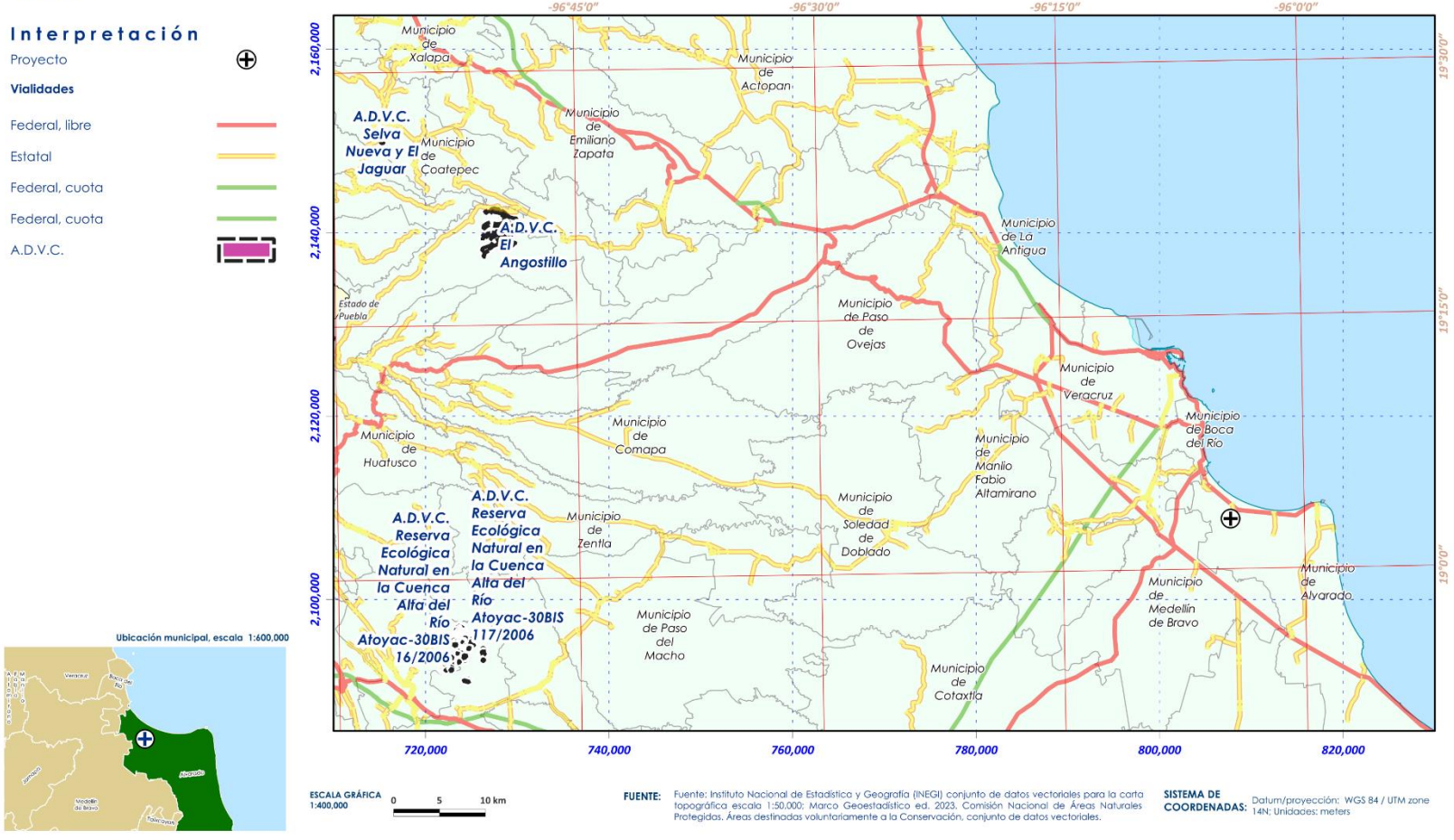
Sitios Ramsar

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.



Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación (A.D.V.C.)

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

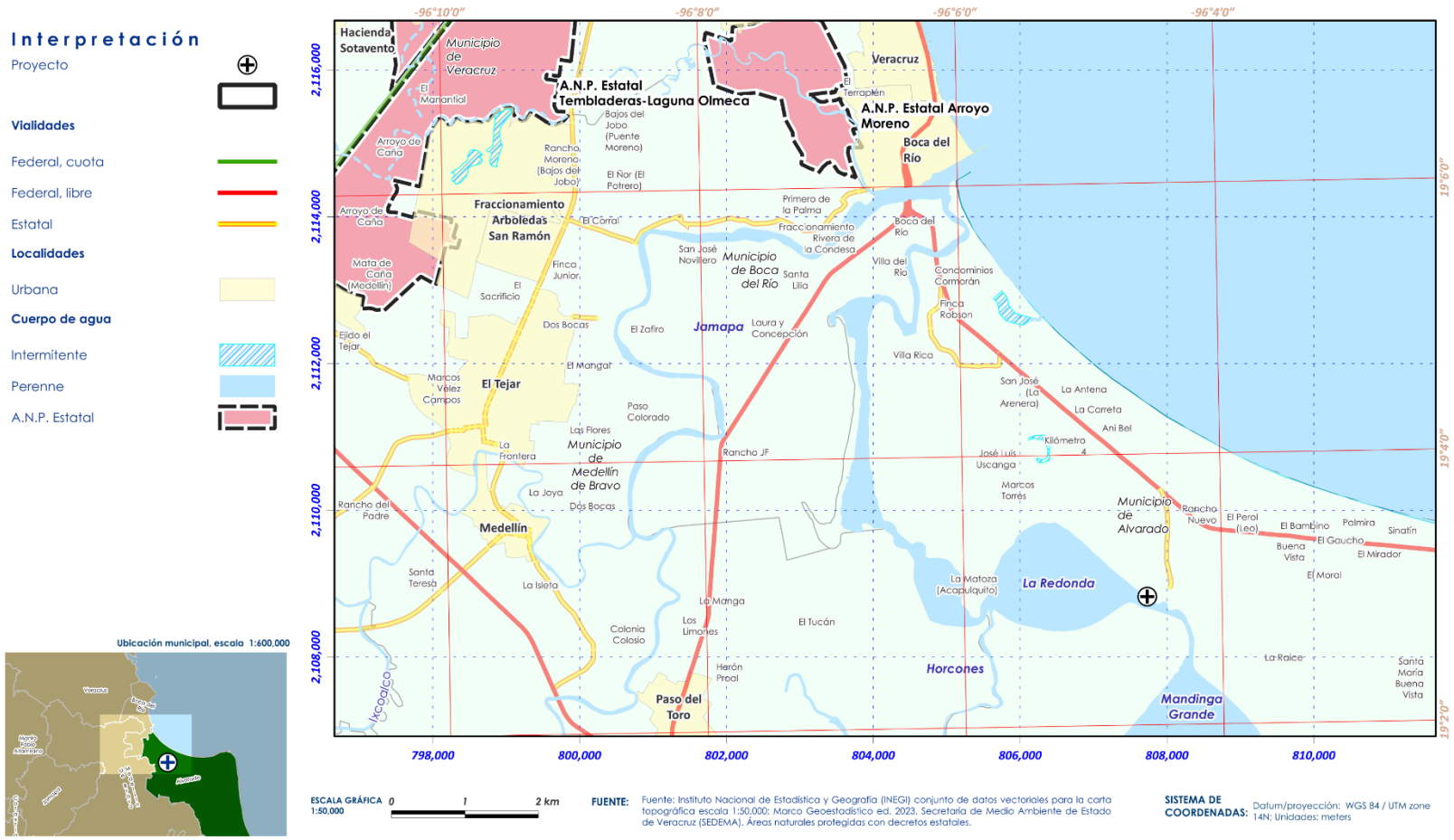


FUENTE: Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) conjunto de datos vectoriales para la carta topográfica escala 1:50,000; Marco Geoestadístico ed. 2023. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Áreas destinadas voluntariamente a la Conservación, conjunto de datos vectoriales.

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Áreas naturales protegidas estatales

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.



Áreas Privadas de Conservación (A.P.C.)

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

Interpretación

Proyecto

Vialidades

Federal, cuota

Federal, libre

Estatal

Localidades

Urbana

Corriente superficial

Intermitente

Perenne

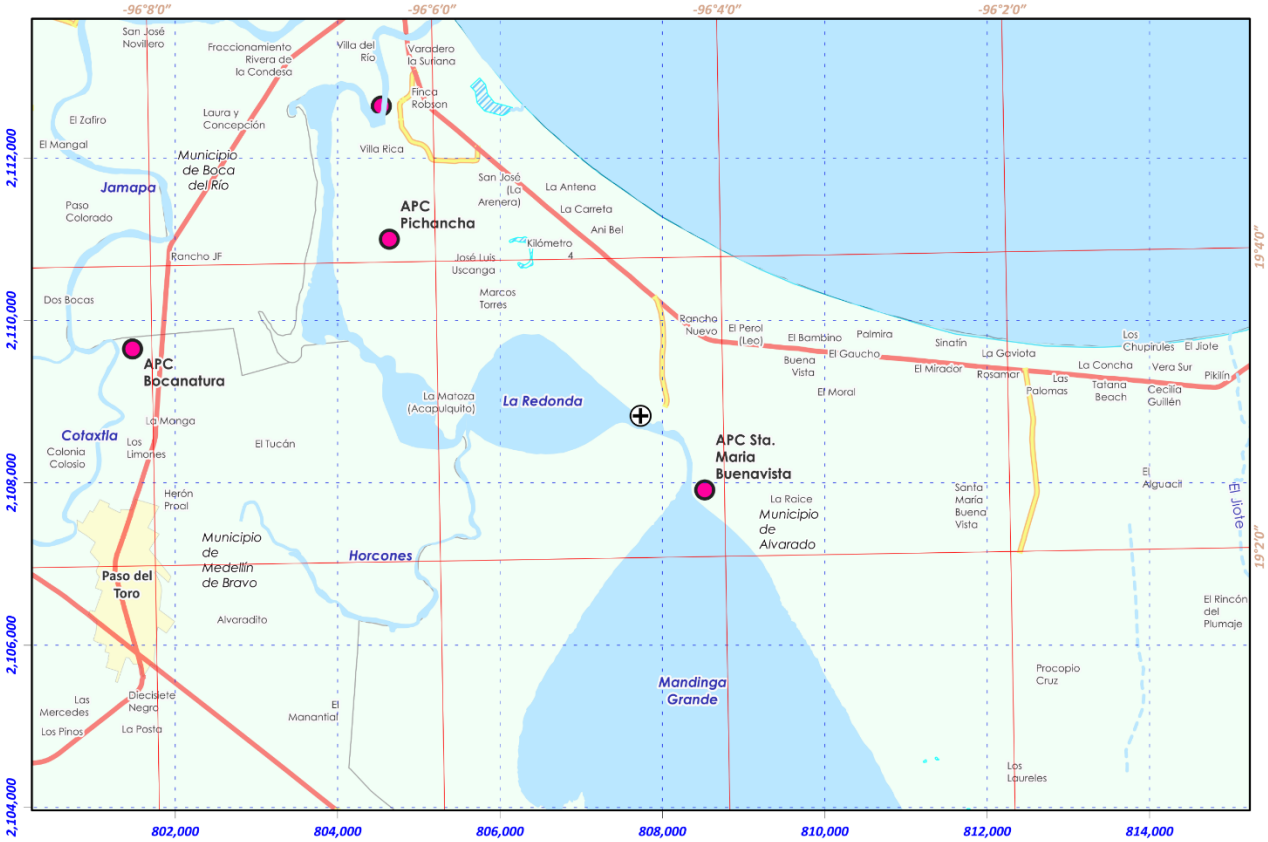
Cuerpo de agua

Intermitente

Perenne

A.P.C. Estatal





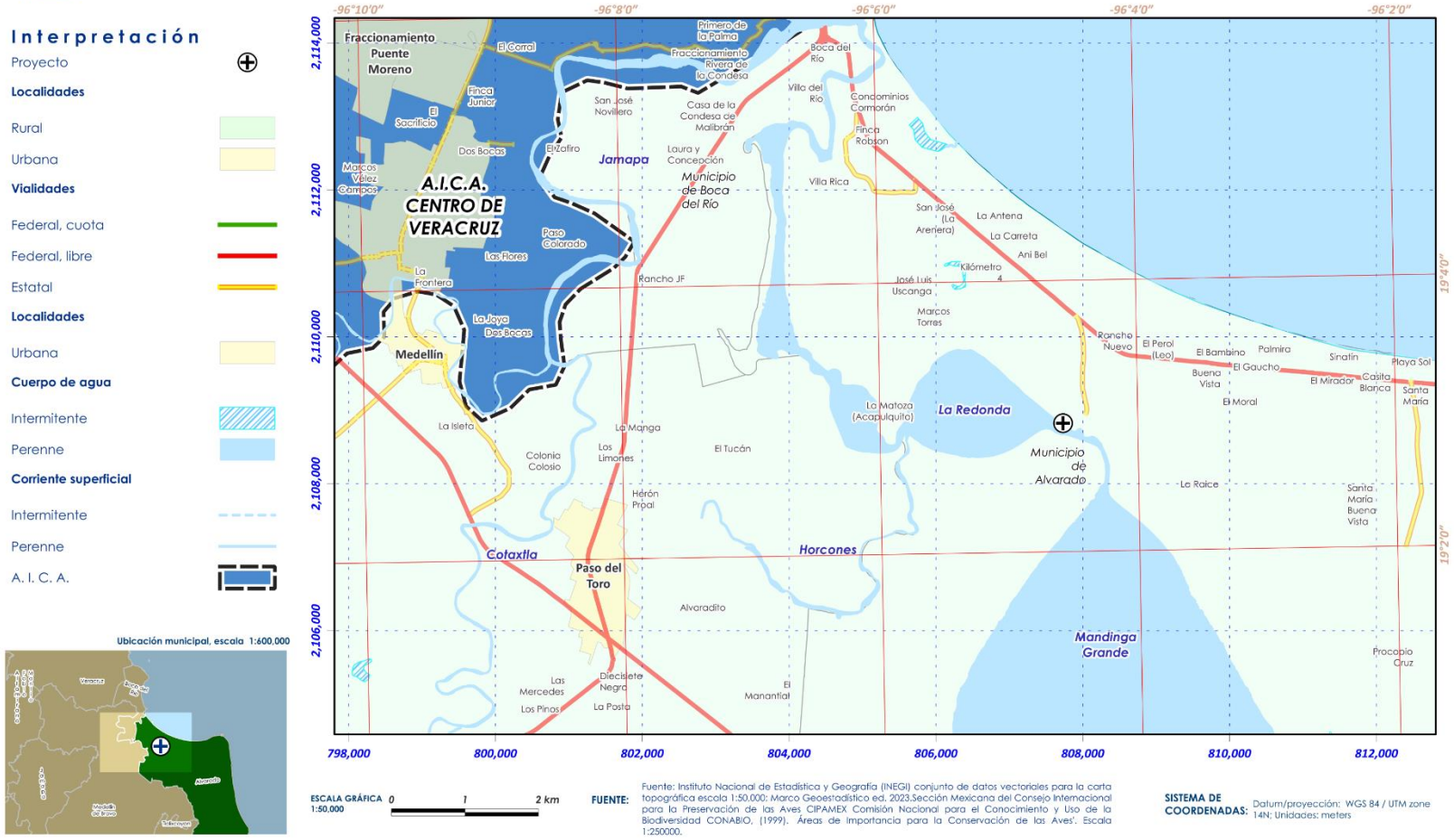
ESCALA GRÁFICA 1:50,000 — 0 — 1 — 2 km

FUENTE: Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) conjunto de datos vectoriales para la carta topográfica escala 1:50,000; Marco Geoestadístico ed. 2023. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz. Transparencia 2025

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

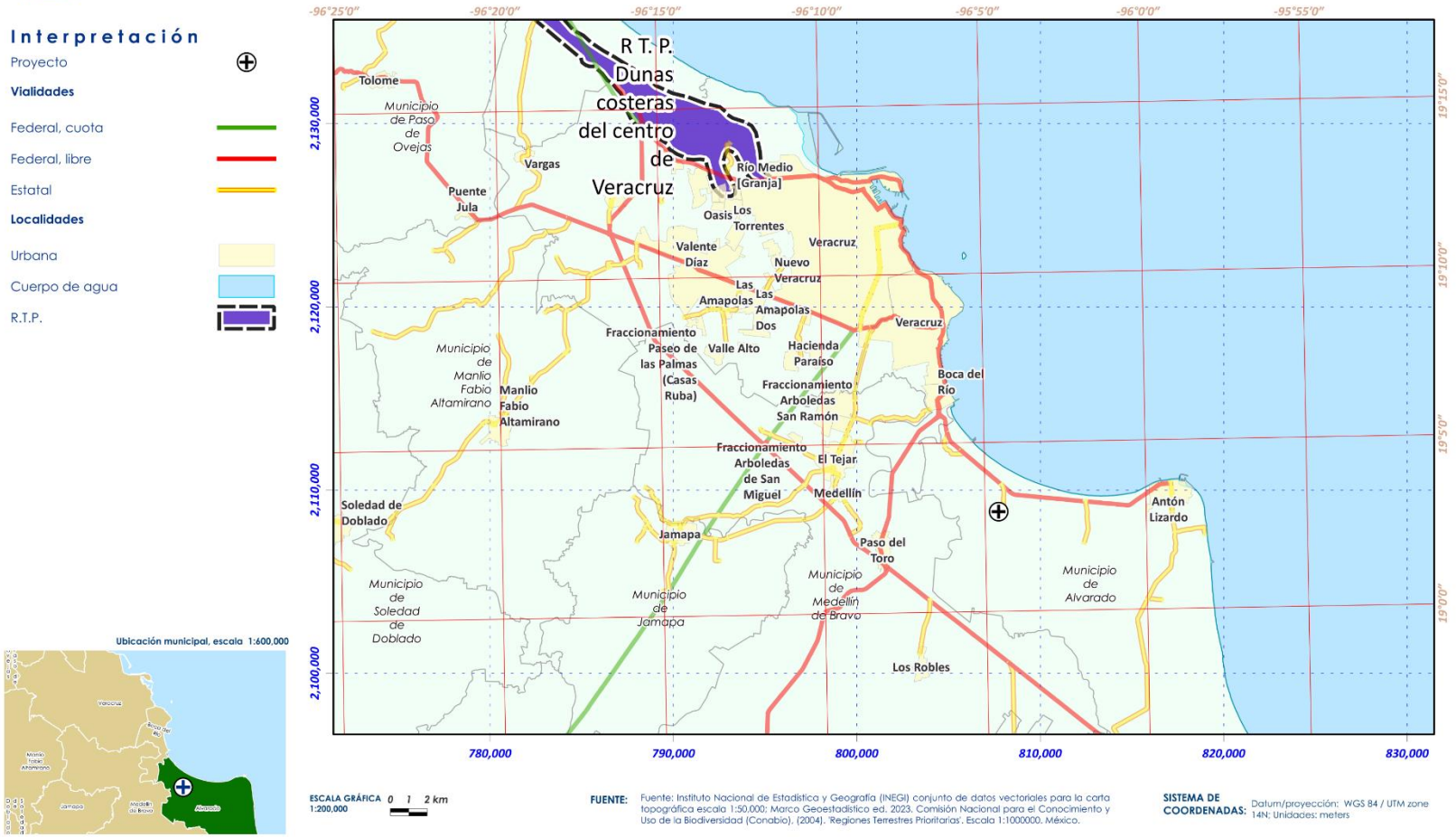
Áreas de importancia para la conservación de las aves (A.I.C.A.)

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.



Regiones Terrestres Prioritarias (R.T.P.)

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

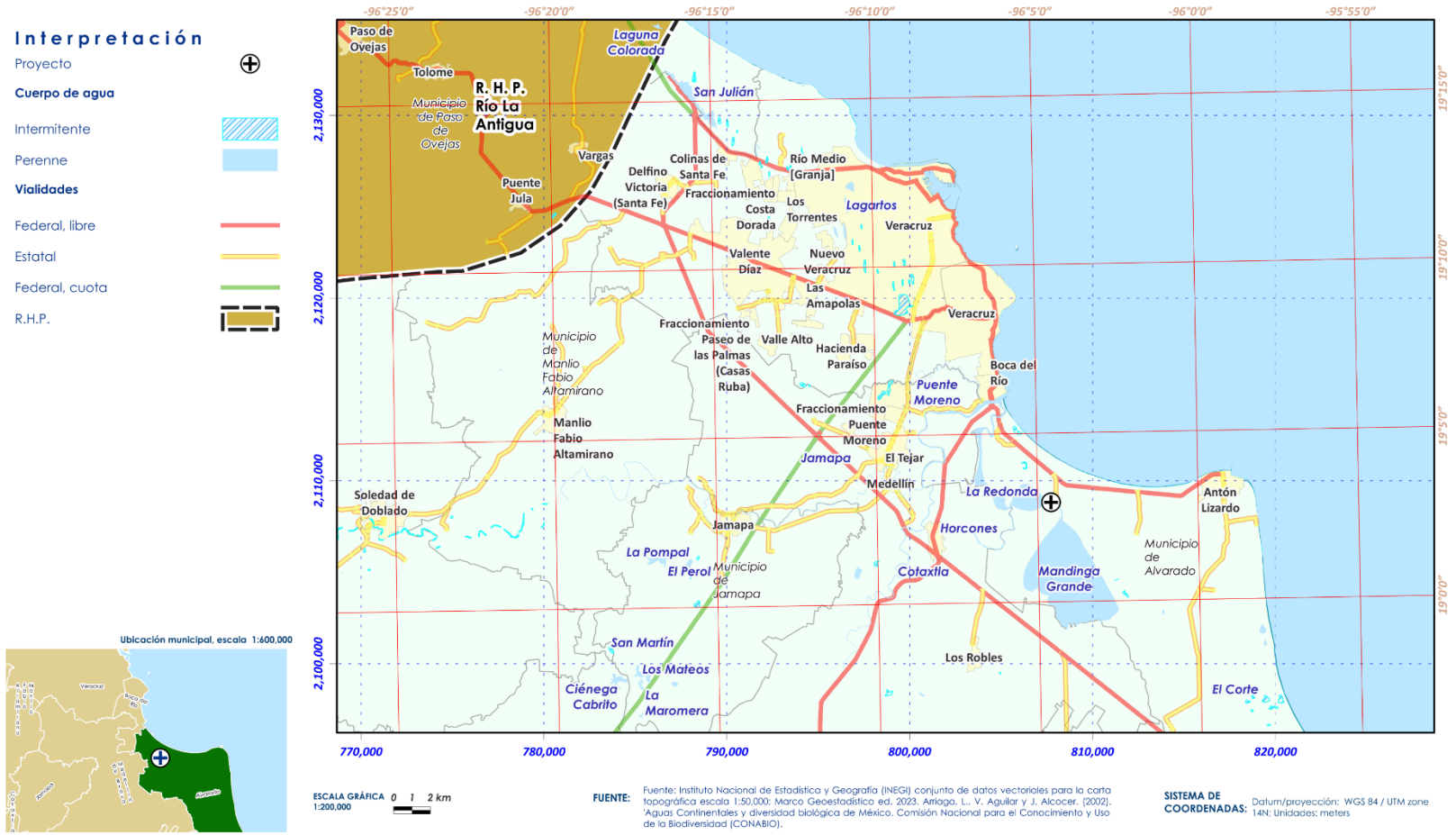


FUENTE: Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) conjunto de datos vectoriales para la carta topográfica escala 1:50,000; Marco Geoestadístico ed. 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). (2004). 'Regiones Terrestres Prioritarias'. Escala 1:1000000. México.

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Regiones Hidrológicas Prioritarias (R.H.P.)

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

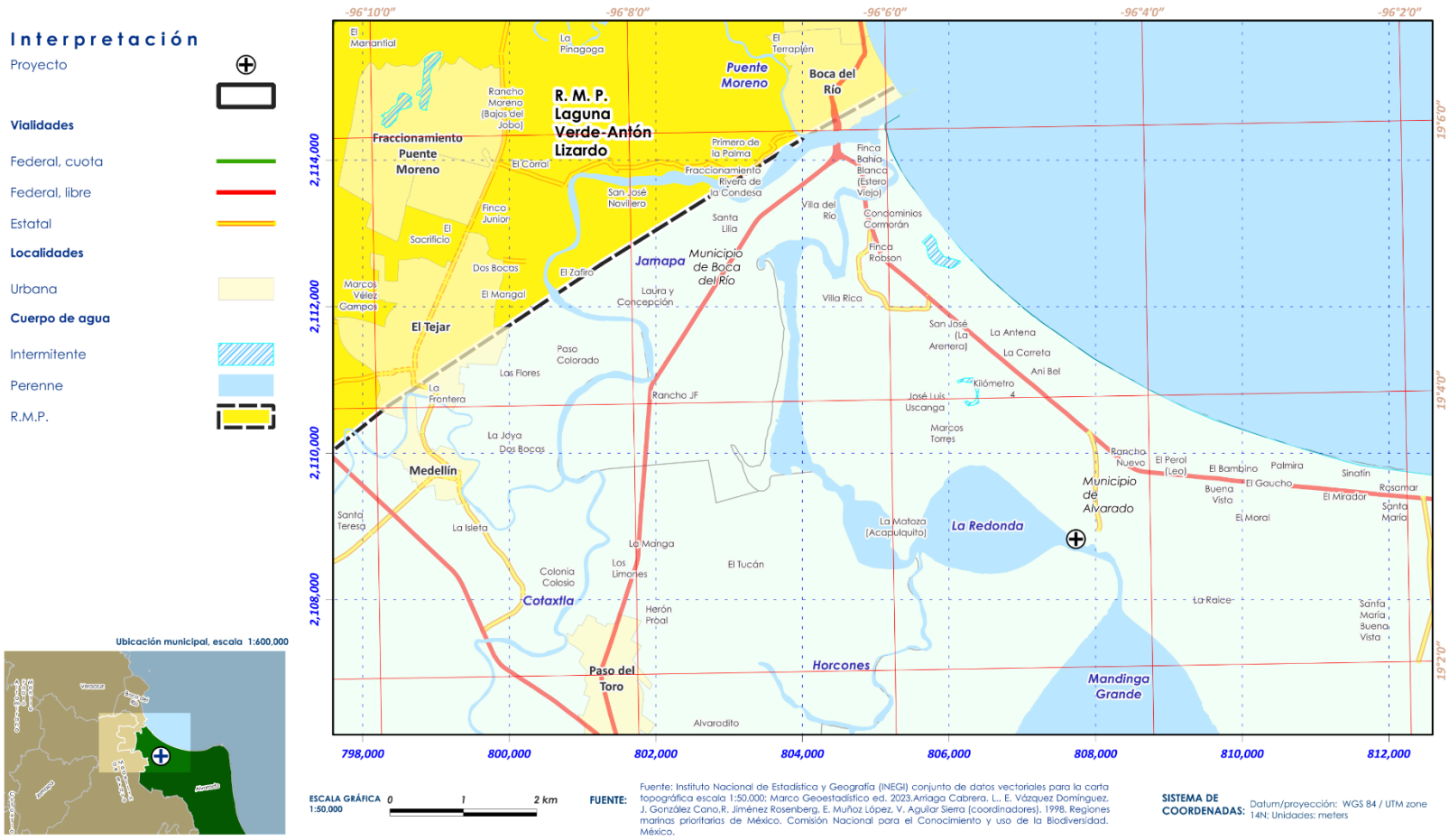


FUENTE: Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) conjunto de datos vectoriales para la carta topográfica escala 1:50,000; Marco Geoestadístico ed. 2023. Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). 'Aguas Continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

Regiones Marinas Prioritarias (R.M.P.)

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.



Ordenamiento Territorial Urbano

Manifestación de Impacto Ambiental para la "construcción y operación del Hotel XICARU Mandinga" en un predio ubicado en la localidad de Mandinga en el municipio de Alvarado, Veracruz.

Interpretación

Proyecto
Proyecto

Rural
Urbana

Corriente superficial
Intermitente
Perenne

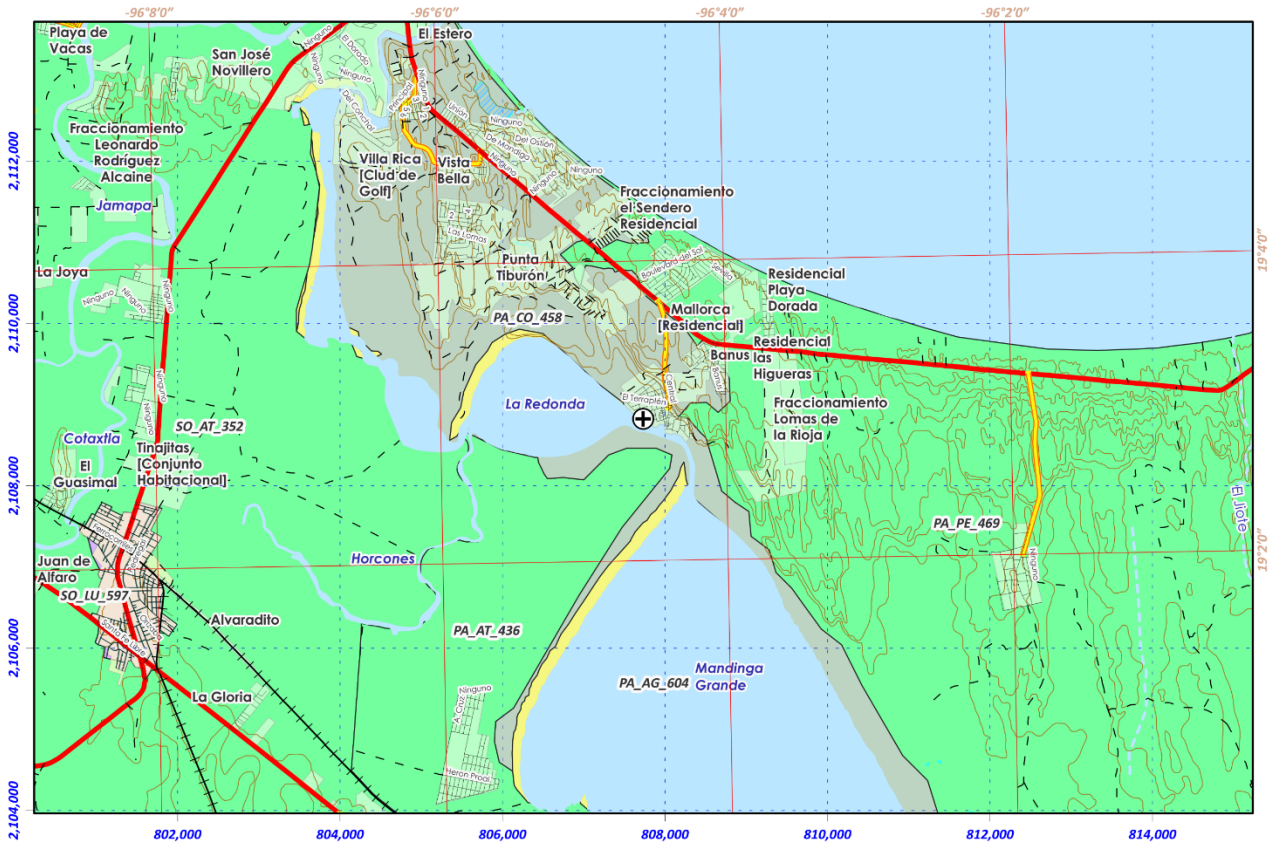
Cuerpo de agua
Intermitente
Perenne

Curva de nivel

Vialidades
Federal, libre
Estatal
Calle
Camino
Vía férrea

Unidades de Gestion Territorial
Aprovechamiento Sustentable
Conservacion
Conservación
Mejoramiento urbano





FUENTE: Instituto Nacional de Estagística y Geografía (INEGI). Marco Geoestadístico ed. 2024. Conjunto de datos vectoriales carto topográfica 1:50,000 serie III. Secretaría de Desarrollo Social. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Veracruz de Ignacio de la Llave.Datos proporcionados por el promovente

SISTEMA DE COORDENADAS: Datum/proyección: WGS 84 / UTM zone 14N; Unidades: meters

VIII.1.2 Fotografías

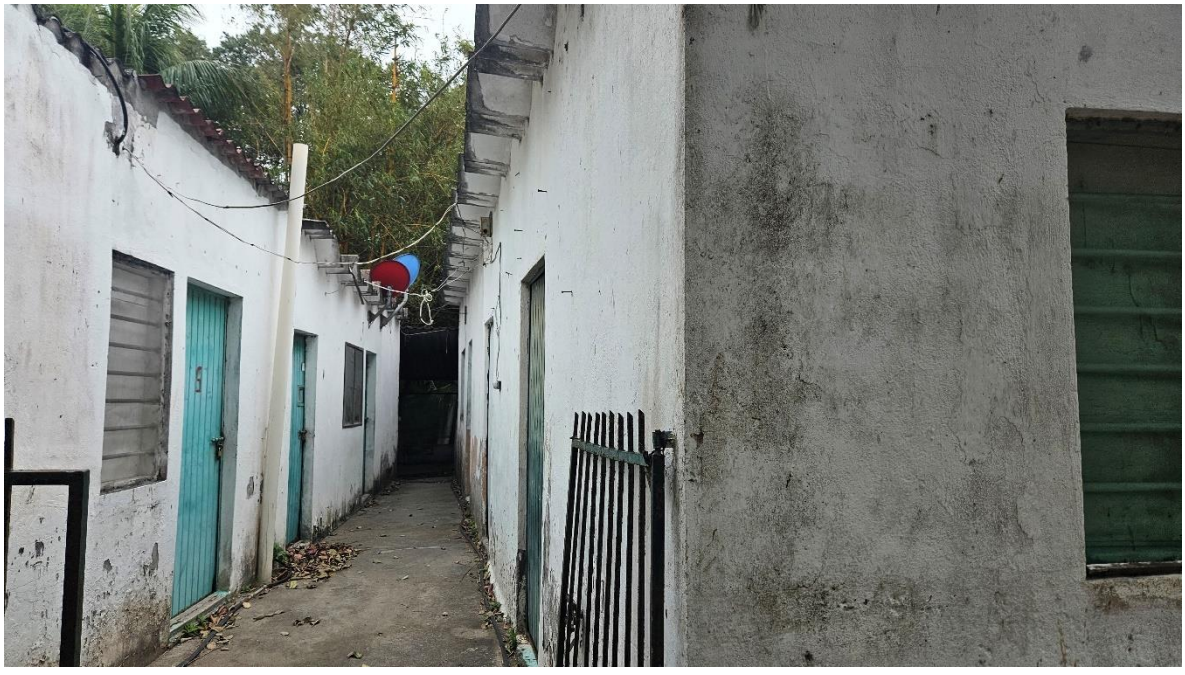









LA PALAPA DEL TIO
TECATE















CONCLUSIÓN

La viabilidad del proyecto **"Construcción y Operación del Hotel Xicarú Mandinga"** se fundamenta en un equilibrio integral entre la eficiencia de la ingeniería civil contemporánea y la preservación del capital natural del sistema lagunar de Alvarado. La propuesta técnica no solo busca la funcionalidad arquitectónica, sino la resiliencia del ecosistema receptor.

La fundamentación de esta sustentabilidad se detalla a continuación:

La sustentabilidad técnica se garantiza mediante el diseño de una obra que optimiza el uso del espacio y los recursos en una superficie total de **752.50 m²**, bajo los siguientes pilares:

- **Sistema de Tratamiento mediante Biodigestor de Alta Eficiencia:** Como eje central de la ingeniería preventiva, el proyecto incorpora un sistema de biodigestión anaerobia para el tratamiento de aguas residuales y residuos orgánicos. A diferencia de los sistemas convencionales, el biodigestor garantiza la degradación biológica de la carga orgánica, previniendo la infiltración de patógenos al subsuelo y permitiendo la recuperación de subproductos (biol) que pueden ser utilizados como fertilizante orgánico en las áreas verdes del hotel, promoviendo un modelo de **economía circular**.
- **Gestión de la Huella Constructiva:** La aplicación de la metodología de Conesa permitió identificar que el índice de impactabilidad es apenas del **2.52%** respecto al universo de interacciones posibles. Esto se traduce en una obra de bajo impacto relativo, donde los efectos son mayoritariamente temporales y controlables mediante una supervisión ambiental rigurosa.
- **Blindaje Operativo y Eficiencia Energética:** La sustentabilidad se extiende a la fase operativa mediante un plan de mantenimiento preventivo. El uso del biodigestor reduce la carga sobre los servicios municipales y previene contingencias sanitarias, garantizando la seguridad ocupacional y la salud de los huéspedes y trabajadores.

La ubicación en Mandinga y Matoza exige una responsabilidad ambiental superior, la cual se cumple mediante estrategias de mitigación de vanguardia:

- **Mitigación de la Impermeabilización del Suelo:** Reconociendo que la compactación del suelo es el impacto negativo con mayor puntaje (**I=41**), se propone el uso de materiales permeables y áreas de absorción estratégica. El efluente tratado proveniente del biodigestor se integrará a un sistema de riego controlado, favoreciendo la recarga del acuífero local sin comprometer la calidad química del agua.
- **Protección de la Biota y Prevención de Eutrofización:** El uso del biodigestor es crítico para evitar la **eutrofización** de la Laguna de Mandinga. Al tratar los residuos orgánicos de manera hermética y eficiente, se elimina el riesgo de vertidos de

nitrógeno y fósforo que podrían alterar el equilibrio del cuerpo lagunar. Asimismo, el compromiso de utilizar flora nativa en el paisajismo asegura la conectividad biológica para la avifauna local.

- **Manejo Integral de Residuos (Cero Descargas):** El proyecto establece una separación estricta de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (RME). La fracción orgánica se canaliza al sistema de biodigestión, garantizando que ningún residuo derivado de la actividad turística tenga como destino final el cuerpo lagunar, cumpliendo con la normativa estatal de protección ambiental y los estándares de "Descarga Cero" de contaminantes orgánicos.

Bajo el análisis de los escenarios prospectivos, se concluye que el proyecto es **ambientalmente admisible y técnicamente superior** al escenario tendencial de abandono. La integración de tecnologías como el biodigestor eleva el estándar de sustentabilidad de la zona, transformando la infraestructura hotelera en un activo ambientalmente gestionado que protege activamente el patrimonio natural de Alvarado, Veracruz.

Glosario

Para la construcción y operación del **Hotel Xicarú Mandinga**, se presenta el siguiente glosario de términos clave y siglas utilizados en el documento:

- **Ahuyentamiento de Fauna**: Medidas de mitigación físicas, visuales o auditivas para incentivar el desplazamiento natural de especies hacia áreas seguras antes de iniciar la construcción.
- **ANP (Área Natural Protegida)**: Zonas del territorio nacional donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana y que están sujetas a regímenes especiales de protección.
- **Antrópico**: Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas, como la deforestación o el cambio de uso de suelo.
- **Biodigestor**: Sistema de tratamiento biológico de aguas residuales que utiliza reactores para procesar desechos y garantizar cero descargas contaminantes al sistema lagunar.
- **Bitácora Ambiental**: Registro diario y sistemático donde se reporta el cumplimiento de las medidas de mitigación y los resultados del monitoreo ambiental.
- **GEI (Gases de Efecto Invernadero)**: Emisiones gaseosas que contribuyen al calentamiento global, cuya generación debe ser estimada y mitigada durante las etapas del proyecto.
- **LGEEPA (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente)**: Marco jurídico principal que regula la preservación y restauración del equilibrio ecológico en México.
- **Manglar**: Ecosistema de humedal costero dominado por especies de mangle (como el *Rhizophora mangle*), que actúa como barrera natural y hábitat crítico en la zona de Mandinga.
- **Medidas de Mitigación**: Acciones diseñadas para atenuar, reducir o eliminar los impactos ambientales negativos generados por una obra o actividad.
- **MIA (Manifestación de Impacto Ambiental)**: Documento técnico-científico que describe las condiciones ambientales del sitio y evalúa los posibles efectos que el proyecto puede causar en el entorno.
- **NOM-059-SEMARNAT**: Norma Oficial Mexicana que identifica las especies de flora y fauna silvestres en riesgo en México y establece los criterios para su protección.
- **POEGT (Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio)**: Instrumento de política ambiental que regula el uso del suelo y las actividades productivas para lograr la protección del medio ambiente.
- **Promovente**: Persona física o moral responsable de proponer y ejecutar el proyecto objeto del estudio de impacto ambiental.
- **Vectores**: Organismos (como los mosquitos) capaces de transmitir enfermedades, cuyo control en el hotel se realiza mediante medidas ecológicas como la revisión de mosquiteros y eliminación de encharcamientos.
- **ZOFEMAT (Zona Federal Marítimo Terrestre)**: Franja de 20 metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a la playa o a depósitos de agua marina. El proyecto respeta esta zona para evitar impactos directos en la laguna.

Bibliografía

Cano, A. y P. R. Stevenson. 2009. Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la Estación Biológica Caparú, Vaupés. Revista Colombia Forestal 12: 63-80.

Carmona Díaz, G. y J. E. Morales Mávil. 2008. Evaluación, manejo y rehabilitación de flora y fauna afectada por derrame de gasóleo del oleoducto de 30" Nuevo Teapa-Salina Cruz km 122+950, en las riberas del Río Coatzacoalcos, Veracruz. Informe final. PEMEX y Universidad Veracruzana. 280 p.

Durán-Ramírez, C. A., R. M. Fonseca-Juárez y G. Ibarra-Manríquez. 2010. Estudio florístico de Ficus (Moraceae) en el estado de Guerrero, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 81: 239-262.

Guízar-Nolazco, E., D. Granados-Sánchez y A. Castañeda-Mendoza. 2010. Flora y vegetación en la porción sur de la mixteca poblana. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 16 (2): 95-118.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Guía para la interpretación cartográfica, uso del suelo y vegetación. 195 pp.

Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

Silva-Sáenz, P. 2010. Curso de Inventarios Florísticos de Plantas Vasculares. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Morelia, Michoacán. 12 p.

CONAGUA (2025). *Sistema Nacional de Información del Agua (SINA).* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

SEMAR (2024). *Red Mareográfica Nacional. Datos históricos y de predicción para la región del Golfo de México (Estación Veracruz).* Secretaría de Marina, México.

INEGI (2021). *Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta Batimétrica Nacional.* Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Copernicus Marine Service (2026). *Global Ocean Physical Reanalysis and Monitoring (Product ID: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024).* [Datos de temperatura y salinidad superficial].

INEGI (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020. Panorama sociodemográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave.*

CONAPO (2020). *Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio.*

Data México (2024). *Perfil Económico de Alvarado, Veracruz.* Secretaría de Economía.

Ayuntamiento de Alvarado (2022). *Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025.*

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

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo