

**INFORME PREVENTIVO DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES
“SERVICIOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES PUNTA CHEN, S.A. DE C.V.”
SUCURSAL PUNTA CHEN II VICENTE GUERRERO
MUNICIPIO DE LÁZARO CÁRDENAS, ESTADO DE QUINTANA ROO**

INDICE

FORMATO PARA SOLICITUD DE EVALUACIÓN DEL INFORME PREVENTIVO.....	9
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. .	11
I.1. PROYECTO.	11
I.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.	11
I.1.2. SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO Y DEL PROYECTO.	11
I.1.3. INVERSIÓN REQUERIDA.	11
I.1.4. NÚMERO DE EMPLEOS DIRECTOS E INDIRECTOS GENERADOS POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	11
I.1.5. DURACIÓN TOTAL DEL PROYECTO.	12
I.2. PROMOVENTE.	12
I.2.1. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA PROMOVENTE.....	12
I.2.2. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.	12
I.2.3. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.	12
I.3. RESPONSABLE DEL INFORME PREVENTIVO.....	13
1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.....	13
2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.....	13
3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO, ASÍ COMO SU REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES Y, EN SU CASO, LA CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN.....	13
4. PROFESIÓN Y NÚMERO DE CÉDULA PROFESIONAL.	13
5. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.....	13
II. REFERENCIAS, SEGÚN CORRESPONDA, AL O LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 31 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.....	15
II.1. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.	15
II.2. LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES ESTÉN EXPRESAMENTE PREVISTAS POR UN PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO O DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.	21
A) PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO.....	21
B) PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.....	25
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. (POEMyRGMMyMC).....	29
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL.....	38
REGIONES PRIORITARIAS O DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN.....	38
II.3. SI LA OBRA O ACTIVIDAD ESTÁ PREVISTA EN UN PARQUE INDUSTRIAL.....	40
III. ASPECTOS TÉCNICOS Y AMBIENTALES.	41
III.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA.	41
a) Localización del proyecto:.....	41
b) Dimensiones del proyecto.....	41
c) Características del proyecto.....	42
d) Uso del suelo en el sitio seleccionado.....	43
e) Programa de trabajo.	44
f) Programa de abandono del sitio.	45
III.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS O PRODUCTOS QUE VAN A EMPLEARSE Y QUE PODRÍAN PROVOCAR UN IMPACTO AL AMBIENTE, ASÍ COMO SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.....	46
III.3. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES, DESCARGAS Y RESIDUOS CUYA GENERACIÓN SE PREVEA, ASÍ COMO MEDIDAS DE CONTROL QUE SE PRETENDAN LLEVAR A CABO.	47
III.3.1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	47
III.3.2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	51
a) Descripción general del tipo de servicios que se brindarán.	51
b) Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de	

residuos.	62
c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.	63
d) Control de malezas o fauna nociva.	63
III.3.3. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.	63
III.3.4. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.	63
III.3.5. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.	65
III.4. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE y, EN SU CASO, LA IDENTIFICACIÓN DE OTRAS FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	66
DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	67
SISTEMA AMBIENTAL MACRO.	68
SISTEMA AMBIENTAL MESO.	69
SISTEMA AMBIENTAL MICRO.	70
ASPECTOS ABIÓTICOS.	72
TIPO DE CLIMA.	72
TEMPERATURAS MÁXIMA, MÍNIMA Y PROMEDIO.	73
PRECIPITACIÓN.	79
HUMEDAD.	85
AIRE.	86
FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.	86
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.	115
RELIEVE.	121
EDAFOLOGÍA.	122
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.	125
ASPECTOS BIÓTICOS.	140
VEGETACIÓN TERRESTRE (MACRO).	140
VEGETACIÓN TERRESTRE MICRO (PREDIO DEL PROYECTO).	142
FAUNA A NIVEL MACRO.	166
FAUNA MICRO (PREDIO DEL PROYECTO).	167
POBLACIÓN.	176
PAISAJE.	184
III.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS O RELEVANTES Y DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES Y MEDIDAS PARA SU PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.	187
A) METODO PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	187
B) IDENTIFICACIÓN, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	196
C) PROCEDIMIENTOS PARA SUPERVISAR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN.	210
III.6. PLANOS DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN LA QUE SE PRETENDE REALIZAR EL PROYECTO.	212
III.7. CONDICIONES ADICIONALES.	213

Anexos:

- 1. Figuras de ubicación.**
- 2. Planos del proyecto.**
- 3. Fotografías.**
- 4. Documentos legales.**
- 5. Hojas de datos de seguridad.**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de regiones y subregiones del estado de Quintana Roo.....	22
Figura 2. Ubicación del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Mapa generado por el SIGEIA.	25
Figura 3. Ubicación del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC).....	29
Figura 4. Ubicación de las AICAS en la península de Yucatán.	38
Figura 5. Ubicación de los sitios RAMSAR en la península de Yucatán.	38
Figura 6. Ubicación de las regiones terrestres prioritarias en la península de Yucatán.....	39
Figura 7. Ubicación de las regiones hidrológicas prioritarias en la península de Yucatán.....	40
Figura 8. Diagrama de bloques de la operación del proyecto.	59
Figura 9. Diagrama de flujo de la operación del proyecto.	60
Figura 10. Diagrama de flujo mecánico de la operación del proyecto.....	61
Figura 11. Ubicación del estado de Quintana Roo.	66
Figura 12. Ubicación del proyecto en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	67
Figura 13. Ubicación del predio dentro de las microcuencas en el estado de Quintana Roo.	68
Figura 14. Mapa de climas generado por el SIGEIA.	72
Figura 15. Estaciones climatológicas en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	74
Figura 16. Diagrama del registro diario de temperaturas mínima y máxima.	75
Figura 17. Diagrama de la temperatura máxima.....	76
Figura 18. Diagrama de la temperatura mínima.	76
Figura 19. Diagrama de la temperatura mínima, media y máxima por estación del año.	77
Figura 20. Mapa de precipitación media para la Península de Yucatán.	79
Figura 21. Diagrama de la precipitación por mes.	81
Figura 22. Diagrama de evaporación por mes.....	81
Figura 23. Diagrama de promedio y máximo de lluvia, por década mes.....	82
Figura 24. Diagrama del promedio diario de lluvia.....	82
Figura 25. Diagrama de la distribución de lluvia en rangos de 5 mm.	83
Figura 26. Diagrama del promedio diario de lluvia y temperatura media, por mes.	83
Figura 27. Lluvia promedio y máxima, por estación del año.....	85
Figura 28. Niveles de humedad en la zona del proyecto. El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.....	86
Figura 29. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales.....	88
Figura 30. Mapa de riesgo por huracanes.	90
Figura 31. Diagrama de afectaciones hidrometeorológicas de 1950-2013.	91
Figura 32. Ruta de afectación del huracán Wilma.	91
Figura 33. Rutas y frecuencia por afectación por huracanes.	92
Figura 34. Trayectoria final de la tormenta tropical “Cristobal” del Océano Atlántico.....	97
Figura 35. Trayectoria final del Huracán “Delta” del Océano Atlántico.....	99
Figura 36. Trayectoria final del Huracán “Zeta” del Océano Atlántico.....	102
Figura 37. Diagrama del promedio mensual de granizo en días y tendencia polinómica.	105
Figura 38. Trayectorias de tormentas eléctricas.....	105
Figura 39. Diagrama del promedio mensual en días y tendencia polinómica de las tormentas eléctricas. ...	106
Figura 40. Mapa de sequías generado por el SIGEIA.	107
Figura 41. Monitor de sequía de América del Norte.	108
Figura 42. Mapa de riesgo de inundación generado por el SIGEIA.	110
Figura 43. Mapa de índice de inundación.	111
Figura 44. Diagrama de las temperaturas máximas extremas.....	112
Figura 45. Diagrama de las temperaturas mínimas extremas.....	112
Figura 46. Diagrama comparativo entre temperaturas extremas mínima y máxima.....	113
Figura 47. Mapa geológico del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, generado por el SIGEIA.	116
Figura 48. Mapa geológico de la Península de Yucatán.	117
Figura 49. Mapa fisiográfico de la región.	118
Figura 50. Dolinas y palustres de la región.....	121
Figura 51. Mapa del relieve de la región.....	122
Figura 52. Mapa edafológico del sitio, generado por el SIGEIA.....	123
Figura 53. Mapa de las regiones hidrológicas en el sitio del proyecto.	125

Figura 54. Mapa de ubicación del proyecto dentro de las cuencas.	126
Figura 55. Mapa de ubicación del proyecto dentro de las subcuencas.	126
Figura 56. Mapa de ubicación del proyecto en las microcuencas.....	127
Figura 57. Modelo de un acuífero kárstico.	129
Figura 58. Formaciones, fallas y fracturas que condicionan el flujo hidrológico y modelo del flujo hidrológico.	132
Figura 59. Modelo de flujo hidrológico consensuado de la Península de Yucatán. Fuente: ASK (2003).	132
Figura 60. Cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto.....	136
Figura 61. Familias de aguas del acuífero Península de Yucatán. Fuente: CONAGUA.	137
Figura 62. Zonas geohidrológicas de Quintana Roo.....	138
Figura 63. A) Zonas de recarga potencial del acuífero. Fuente: Hesselbach et al., (2009). B) Zonas de recarga potencial del acuífero. Fuente Bauer (Op. Cit).....	139
Figura 64. Mapa de uso de suelo y vegetación en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo (SIGEIA).	140
Figura 65. Tipos de vegetación presentes en el estado de Quintana Roo.	141
Figura 66. Diagrama de la población en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. <i>Fuente: Resultados censo INEGI 2020.</i>	176
Figura 67. Diagrama de migración, fecundidad y mortalidad, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. INEGI 2020.	176
Figura 68. Diagrama de la población económicamente activa, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.	178
Figura 69. Diagramas de la situación de la vivienda en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo... ..	181
Figura 70. Diagrama de la afiliación a servicios de salud del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.	182
Figura 71. Diagrama de las características educativas del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.	183
Figura 72. Situación de la etnicidad en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.	184

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM del predio general.....	11
Tabla 2. Coordenadas UTM del proyecto.....	11
Tabla 3. Cronograma de actividades del proyecto.....	12
Tabla 4. Composición vehicular del estado de Quintana Roo.....	23
Tabla 5. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica generada por el SIGEIA.....	25
Tabla 6. Descripción de la UAB 62 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	26
Tabla 7. Estrategias sectoriales dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.....	27
Tabla 8. Estrategias sectoriales dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.....	28
Tabla 9. Estrategias sectoriales dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.....	28
Tabla 10. Descripción de las UGAs de acuerdo al SIGEIA del POEMyRGMMyMC.....	29
Tabla 11. Descripción de la UGA 132.....	30
Tabla 12. Acciones y Criterios Específicos para la UGA 132 del POEMyRGMMyMC.....	30
Tabla 13. Criterios y Acciones Generales para aplicar en toda el área.....	34
Tabla 14. Acciones y Criterios Específicos para la UGA 132 del POEMyRGMMyMC.....	37
Tabla 15. Ubicación de las regiones marinas prioritarias en la península de Yucatán.....	39
Tabla 16. Coordenadas UTM del predio general.....	41
Tabla 17. Coordenadas UTM del proyecto.....	41
Tabla 18. Superficie de obras permanentes del proyecto.....	41
Tabla 19. Colindancias del predio del proyecto.....	43
Tabla 20. Cronograma del proyecto.....	45
Tabla 21. Cronograma de la etapa de abandono del sitio.....	45
Tabla 22. Sustancias que se manejarán en el proyecto.....	46
Tabla 23. Materiales requeridos para la construcción del proyecto.....	49
Tabla 24. Maquinarias que serán empleadas en la construcción del proyecto.....	50
Tabla 25. Personal necesario para la construcción del proyecto.....	50
Tabla 26. Etapas de operación del proyecto.....	51
Tabla 27. Descripción de la etapa de despacho de combustible.....	55
Tabla 28. Programa de mantenimiento del proyecto.....	57
Tabla 29. Microcuenca Kantunilkín de acuerdo al SIGEIA.....	67
Tabla 30. Coordenadas UTM del sistema ambiental macro.....	68
Tabla 31. Coordenadas UTM del sistema ambiental meso.....	69
Tabla 32. Coordenadas UTM del sistema ambiental a nivel micro.....	70
Tabla 33. Datos climatológicos del sitio del proyecto de acuerdo al SIGEIA.....	72
Tabla 34. Temperaturas promedios máximas para el estado de Quintana Roo. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”.....	73
Tabla 35. Temperaturas promedio medias para el estado de Quintana Roo. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”.....	73
Tabla 36. Temperaturas promedio mínimas para el estado de Quintana Roo. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”.....	74
Tabla 37. Temperaturas máximas y mínimas por década año.....	75
Tabla 38. Temperaturas máxima y mínima por mes.....	76
Tabla 39. Normales climatológicas periodo 1981-2010.....	77
Tabla 40. Valores extremos de las temperaturas máximas y mínimas.....	78
Tabla 41. Lámina de lluvia para el estado de Quintana Roo.....	79
Tabla 42. Lluvia y evaporación por década año.....	80
Tabla 43. Lluvia y evaporación por mes.....	80
Tabla 44. Normales climatológicas de precipitación 1981-2010.....	84
Tabla 45. Valores extremos de precipitación.....	84
Tabla 46. Tormentas tropicales que ha afectado la península de Yucatán.....	87
Tabla 47. Huracanes que ha afectado la península de Yucatán. (Adaptado de Nat. Hurr. Center, 1990).	89
Tabla 48. Eventos hidrometeorológicos de 1950-2013.....	90
Tabla 49. Reportes de lluvia máxima puntual en 24 horas (mm) asociadas con la tormenta tropical “Cristobal”.....	97
Tabla 50. Reportes de lluvia máxima puntual en 24 horas (mm) en México, asociadas con la Tormenta Tropical “Gamma”.....	100
Tabla 51. Trayectoria final de la Tormenta Tropical “Gamma” del Océano Atlántico.....	100

Tabla 52. Clasificación de sequía en el sitio de acuerdo al SIGEIA.	107
Tabla 53. Clasificación de riesgo de inundación en el sitio de acuerdo al SIGEIA.	110
Tabla 54. Índice de inundación en el sitio del proyecto de acuerdo al SIGEIA.	110
Tabla 55. Características geológicas y geomorfología en el sitio.	115
Tabla 56. Características edafológicas del sitio.	122
Tabla 57. Microcuenca del sitio de acuerdo al SIGEIA.	125
Tabla 58. Capas de resistividad en el municipio.	131
Tabla 59. Datos de la evolución del nivel estático relativa al periodo julio a noviembre de 2013.	134
Tabla 60. Características geométricas e hidráulicas del canal de flujo.	135
Tabla 61. Resultados de los componentes del balance hídrico subterránea en el área de estudio.	135
Tabla 62. Vegetación y uso de suelo en el sitio del proyecto.	140
Tabla 63. Listado de la vegetación observada en el predio del proyecto.	145
Tabla 64. Criterios para la evaluación de la flora en el área de influencia del proyecto.	145
Tabla 65. Coordenadas de los Transectos de intersección de hierbas y arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	146
Tabla 66. Resultados del Transecto de intersección 1 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	147
Tabla 67. Resultados del Transecto de intersección 2 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	148
Tabla 68. Resultados del Transecto de intersección 3 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	149
Tabla 69. Resultados del Transecto de intersección 4 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	151
Tabla 70. Resultados del Transecto de intersección 5 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	151
Tabla 71. Resultados del Transecto de intersección 6 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	152
Tabla 72. Valor de importancia ecológica de las especies del estrato herbáceo en el predio del proyecto, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	154
Tabla 73. Índice de diversidad de la comunidad del estrato herbáceo en el predio del proyecto, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	156
Tabla 74. Resultados del Transecto de intersección 1 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	157
Tabla 75. Resultados del Transecto de intersección 2 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	157
Tabla 76. Resultados del Transecto de intersección 3 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	157
Tabla 77. Resultados del Transecto de intersección 4 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	158
Tabla 78. Resultados del Transecto de intersección 5 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	158
Tabla 79. Resultados del Transecto de intersección 6 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	158
Tabla 80. Valor de importancia ecológica de las especies del estrato arbustivo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	159
Tabla 81. Índice de diversidad de la comunidad del estrato arbustivo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	160
Tabla 82. Coordenadas del transecto 1 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	161
Tabla 83. Coordenadas del transecto 2 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	161
Tabla 84. Coordenadas del transecto 3 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	161
Tabla 85. Coordenadas del transecto 4 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	161
Tabla 86. Coordenadas del transecto 5 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	162
Tabla 87. Coordenadas del transecto 6 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	162
Tabla 88. Inventario del arbolado presente en el transecto 1, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	162
Tabla 89. Inventario del arbolado presente en el transecto 2, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	163
Tabla 90. Inventario del arbolado presente en el transecto 3, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	163
Tabla 91. Inventario del arbolado presente en el transecto 4, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	164
Tabla 92. Inventario del arbolado presente en el transecto 5, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	164
Tabla 93. Inventario del arbolado presente en el transecto 6, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	164
Tabla 94. Valor de importancia ecológica de las especies del estrato arbóreo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	165
Tabla 95. Índice de diversidad de la comunidad del estrato arbóreo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.	166
Tabla 96. Coordenadas UTM del recorrido para registro de fauna silvestre.	168
Tabla 97. Fauna silvestre con registro en el área del proyecto y zona circundante.	169
Tabla 98. Número de individuos de la fauna silvestre con registro dentro y fuera del sitio del proyecto.	169
Tabla 99. Lista de fauna silvestre con registro en el área del proyecto y área circundante.	172
Tabla 100. Índices de biodiversidad.	174
Tabla 101. Especies dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.	175
Tabla 102. Población total, edad mediana, relación hombres-mujeres e índice de envejecimiento, Quintana Roo, INEGI 2020.	177

Tabla 103. Estimadores de la población en viviendas particulares habitadas por municipio y grupos quinquenales de edad según sexo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.	177
Tabla 104. Población de 12 años y más por grupos quinquenales de edad según condición de actividad económica y de ocupación y tasa específica de participación económica, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.	178
Tabla 105. Población de 12 años y más por sexo y escolaridad según condición de actividad económica y de ocupación y tasa específica de participación económica, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.	179
Tabla 106. Población de 12 años y más no económicamente activa por grupos quinquenales de edad según tipo de actividad no económica, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.	180
Tabla 107. Estimadores de la población de 12 años y más ocupada y su distribución porcentual según posición en el trabajo y división ocupacional, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.	180
Tabla 108. Estimadores de la población de 12 años y más ocupada y su distribución porcentual según sector de actividad económica, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.	181
Tabla 109. Población total por grupos quinquenales de edad según condición de afiliación a servicios de salud y tipo de institución, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.	182
Tabla 110. Población de 15 años y más por grupos quinquenales de edad según condición de alfabetismo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.	183
Tabla 111. Población de 3 años y más por edad según condición de asistencia escolar, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.	183
Tabla 112. Población de 3 años y más por grupos quinquenales de edad según condición de habla indígena y condición de habla española, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.	184
Tabla 113. Criterio y Calificación del medio (fragilidad).	188
Tabla 114. Valor de significación.	188
Tabla 115. Criterios y calificación de impactos.	188
Tabla 116. Matriz de interacciones resultante por la construcción y operación del proyecto.	195

FORMATO PARA SOLICITUD DE EVALUACIÓN DEL INFORME PREVENTIVO

**CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES
“SERVICIOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES PUNTA CHEN, S.A. DE C.V.”
SUCURSAL PUNTA CHEN II, VICENTE GUERRERO**

Lázaro Cárdenas, Quintana Roo a 10 de mayo de 2021

**DIRECTOR EJECUTIVO DE LA AGENCIA DE
SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)
BULEVAR ADOLFO RUIZ CORTINES 4209 (PERIFÉRICO SUR)
COLONIA JARDINES EN LA MONTAÑA
DELEGACIÓN TLALPAN
C.P. 14210, CIUDAD DE MÉXICO.**

**AT'N: ING. NADIA CECILIA CASTILLO CARRASCO
DIRECTORA GENERAL DE GESTIÓN COMERCIAL**

De acuerdo a lo establecido en los Artículos 31 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 29 al 34 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, adjunto para su análisis y determinación correspondiente original y tres (3) copias en disco compacto, una de ellas con la leyenda “CONSULTA AL PÚBLICO”, resumen ejecutivo, y pago de derechos del Informe Preventivo del proyecto **CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES “SERVICIOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES PUNTA CHEN, S.A. DE C.V.” SUCURSAL PUNTA CHEN II VICENTE GUERRERO EN EL MUNICIPIO DE LÁZARO CÁRDENAS, ESTADO DE QUINTANA ROO.**

Los que firman al calce, bajo protesta de decir verdad, manifiestan que la información relacionada con el Informe Preventivo del proyecto denominado **“CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES “SERVICIOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES PUNTA CHEN, S.A. DE C.V.” SUCURSAL PUNTA CHEN II VICENTE GUERRERO EN EL MUNICIPIO DE LÁZARO CÁRDENAS, ESTADO DE QUINTANA ROO,** a su leal saber y entender, es real y fidedigna, que saben de la responsabilidad en que incurren los que declaran con falsedad ante autoridad distinta de la judicial, como lo establece el Artículo 420 Quater del Código Penal Federal.

Atentamente,

[Nombre y firma del representante legal de la empresa]

**EDALI ELIAS MENA VILLANUEVA
ADMINISTRADOR ÚNICO
SERVICIOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES PUNTA CHEN, S.A. DE C.V.**

[Nombre y firma del responsable de la elaboración del estudio]

**M.C. FRANCISCO JOSE ANTONIO MENDOZA MILLAN
REPRESENTANTE LEGAL
CONSULTORES EN ECOSISTEMAS, S.C.**

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

I.1. PROYECTO.

Construcción y Operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales "Servicios Combustibles y Lubricantes Punta Chen, S.A. de C.V." Sucursal Punta Chen II Vicente Guerrero.

I.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

Carretera Cedral-Kantunilkín entre Mensura Poligonal del ejido Cedral y Predio Eleucadio Rojas y Kauil, ejido de Vicente Guerrero, municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo.

CUADRO DE CONSTRUCCION PREDIO GENERAL								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	06°23'30.05"	150.00	447,769.60	2,320,993.09	-0°10'47.995115"	0.99963371	20°59'19.775655" N	87°30'9.061739" W
2-3	226°6'16.14"	25.91	447,786.30	2,321,142.16	-0°10'47.833455"	0.99963369	20°59'24.626111" N	87°30'8.499591" W
3-4	226°6'16.14"	167.03	447,767.63	2,321,124.19	-0°10'48.059578"	0.99963371	20°59'24.039959" N	87°30'9.144209" W
4-5	97°7'42.28"	106.04	447,647.27	2,321,008.39	-0°10'49.517403"	0.99963387	20°59'20.260759" N	87°30'13.300326" W
5-1	97°7'42.28"	17.24	447,752.49	2,320,995.23	-0°10'48.208046"	0.99963373	20°59'19.843511" N	87°30'9.654617" W
AREA = 9,245.407 m2								

Tabla 1. Coordenadas UTM del predio general.

CUADRO DE CONSTRUCCION PROYECTO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
6-7	277°7'42.28"	53.160	447,776.8382	2,321,057.6834	-0°10'47.925066"	0.99963370	20°59'21.877515" N	87°30'8.818143" W
7-8	186°23'30.05"	65.000	447,724.0891	2,321,064.2802	-0°10'48.581499"	0.99963377	20°59'22.086698" N	87°30'10.645843" W
8-1	97°7'42.28"	53.160	447,716.8530	2,320,999.6842	-0°10'48.651528"	0.99963378	20°59'19.984837" N	87°30'10.889432" W
1-6	06°23'30.05"	65.000	447,769.6021	2,320,993.0874	-0°10'47.995115"	0.99963371	20°59'19.775655" N	87°30'9.061739" W
AREA = 3,455.40 m2								

Tabla 2. Coordenadas UTM del proyecto.

En el anexo No. 1 se presentan las figuras de ubicación.

I.1.2. SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO Y DEL PROYECTO.

El predio general tiene una superficie de 9,245.407m² y para el proyecto se utilizará una fracción de 3,455.40m².

I.1.3. INVERSIÓN REQUERIDA.

a) Importe total del capital (inversión + gasto de operación)

Para la construcción del proyecto se realizará una inversión de [REDACTED] y el costo por la operación (mantenimiento) será de [REDACTED]

b) Costo de las medidas de prevención y mitigación

El costo de las medidas de prevención y mitigación será de [REDACTED]

Datos Patrimoniales de la Persona Moral, Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116 cuarto párrafo de la LGTAIP.

I.1.4. NÚMERO DE EMPLEOS DIRECTOS E INDIRECTOS GENERADOS POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

En la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán 47 empleos temporales y en su etapa de operación y mantenimiento se generarán 12 empleos permanentes.

I.1.5. DURACIÓN TOTAL DEL PROYECTO.

La etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto abarca un período aproximado de dos años (12 bimestres) y a partir de ese periodo iniciará operaciones la Estación de Servicio y Locales Comerciales.

El proyecto se realizará en una etapa, que se analiza en el presente documento se construirán todas las instalaciones civiles, hidráulicas, mecánicas, instalación de tres tanques de combustible; tanque para gasolina con contenido mínimo de 87 octanos de 60,000 litros, tanque para gasolina con contenido mínimo de 91 octanos de 40,000 litros y tanque para diésel automotriz de 40,000 litros e instalación de dos dispensarios para el despacho de los combustibles.

[illegible]

Tabla 3. Cronograma de actividades del proyecto.

La etapa de operación del proyecto se considera indefinido, ya que a las instalaciones y equipo se les efectuará mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, la duración estará supeditada a la demanda de combustibles, que dependerá en gran medida a la cantidad de vehículos que transiten en la zona.

I.2. PROMOVENTE.

Servicios Combustibles y Lubricantes Punta Chen, S.A. de C.V.

En el anexo No. 4 documentos legales se incluye copia del acta constitutiva de la sociedad.

I.2.1. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA PROMOVENTE.

SCL161125Q87

I.2.2. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.

Edali Elias Mena Villanueva

Administrador único

RFC:

CURP:

Registro Federal de Contribuyentes y Clave Única de Registro de Población del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

En el anexo No. 4 documentos legales se presenta copia del acta constitutiva donde se otorga el poder de representación.

I.2.3. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.3. RESPONSABLE DEL INFORME PREVENTIVO

1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Consultores en Ecosistemas, S.C.

2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.

CEC-880909-GE9

3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO, ASÍ COMO SU REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES Y, EN SU CASO, LA CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN.

Biólogo Francisco José Antonio Mendoza Millán

RFC: [REDACTED]

CURP: [REDACTED]

Registro Federal de Contribuyentes y Clave Única de Registro Poblacional del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

4. PROFESIÓN Y NÚMERO DE CÉDULA PROFESIONAL.

Maestro en Ciencias

Cedula profesional: 681303

5. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

II. REFERENCIAS, SEGÚN CORRESPONDA, AL O LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 31 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

El Informe Preventivo (IP) es un documento requerido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, es un requerimiento específico de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, de acuerdo al **REGLAMENTO Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos** publicado el 31 de octubre de 2014, mismo que entró en vigor el 3 de marzo de 2015, que establece:

ARTÍCULO 1. *La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión, tiene a su cargo el ejercicio de las facultades y el despacho de los asuntos que le encomiendan la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la Ley de Hidrocarburos y demás ordenamientos que resulten aplicables en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el Sector.*

La cantidad de almacenamiento de combustibles en la Estación de Servicio y Locales Comerciales será de 60,000 litros de gasolina con contenido mínimo de 87 octanos; 40,000 litros de gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y 40,000 litros de diésel automotriz, teniendo un total de 140,000 litros que equivalen a 880.57 barriles, por lo que la operación **NO SE CONSIDERA COMO UNA ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA** ya que en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992 se observa que la cantidad de reporte para las gasolinas es de 10,000 barriles.

Para obtener el permiso ambiental de la autoridad federal (ASEA) se presenta el siguiente estudio: **Informe Preventivo de Impacto Ambiental, por la construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales “Servicios Combustibles y Lubricantes Punta Chen, S.A. de C.V.” Sucursal Punta Chen II Vicente Guerrero.**

II.1. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

A) NORMA Oficial Mexicana NOM-005-ASEA-2016. Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de noviembre de 2016.

1. Objetivo.

El Objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana es establecer las especificaciones, parámetros y requisitos técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa, y Protección Ambiental que se deben cumplir en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.

La Estación de Servicio cumplirá con las especificaciones de la Norma, ya que está basado en las especificaciones técnicas establecidas en dicha norma, así como por los usos de suelo autorizados por las autoridades municipales.

En esta norma, en el inciso **6 Construcción**, sub-inciso **6.1.3. Distancias de seguridad a elementos externos**, se menciona lo siguiente:

Señala la separación que debe haber entre elementos de restricción y el predio de la Estación de Servicio o las instalaciones donde se ubique la Estación de Servicio. En cuanto a las restricciones se observará según se indica:

a. El área de despacho de combustibles se debe ubicar a una distancia de 15.0 metros medidos a partir del eje vertical del dispensario con respecto a los lugares de concentración pública, así como del Sistema de Transporte Colectivo o cualquier otro sistema de transporte electrificado en cualquier parte del territorio nacional.

Acciones de cumplimiento.

En un radio de 15 metros a la redonda del eje vertical de los dispensarios no se ubican lugares de reunión pública; solamente se observarán las instalaciones de la futura Estación de Servicio y circulación interior, por lo que se cumple con la distancia de seguridad de 15 metros con respecto a este elemento de restricción.

- b. Ubicar el predio a una distancia de 100.0 m con respecto a Plantas de Almacenamiento y Distribución de Gas Licuado de Petróleo, tomar como referencia la tangente del tanque de almacenamiento más cercano localizado dentro de la planta de gas, al límite del predio propuesto para la Estación de Servicio.**

Acciones de cumplimiento.

En la zona del predio del proyecto no se encuentran plantas de almacenamiento de gas L.P.; por lo que se cumple con la distancia de seguridad de 100 metros con respecto a este elemento de restricción.

- c. Ubicar los tanques de almacenamiento de la Estación de Servicio a una distancia de 30.0 m con respecto a antenas de radiodifusión o radiocomunicación, antenas repetidoras, líneas de alta tensión, vías férreas y ductos que transportan productos derivados del Petróleo; dicha distancia se debe medir tomando como referencia la tangente de tanque de almacenamiento más cercano de la Estación de Servicio a las proyecciones verticales de los elementos de restricción señalados.**

Acciones de cumplimiento.

En la zona donde se ubica el proyecto no se observan antenas de radiodifusión, radiocomunicación o repetidoras, vías férreas ni ductos que transporten derivados del petróleo; sin embargo, a 292 metros al sur se encuentra línea de transmisión de la CFE; por lo que se cumple con la distancia de seguridad de 30 metros con respecto a estos elementos de restricción.

- d. Ubicar los tanques de almacenamiento de la Estación de Servicio a una distancia de 30.0 m con respecto a Instalaciones de Estaciones de Servicio de Carburación de Gas Licuado de Petróleo, tomar como referencia la tangente de los tanques de almacenamiento de la Estación de Servicio.**

Acciones de cumplimiento.

En la zona donde se ubica el proyecto no se encuentra estación de carburación; por lo que se cumple con la distancia de seguridad de 30 metros con respecto a este elemento de restricción.

- e. Si por algún motivo se requiere la construcción de accesos y salidas sobre ductos de transporte o distribución de Hidrocarburos, se adjuntará la descripción de los trabajos de protección para éstos, los cuales deben estar acordes con la Normativa aplicable y las mejores prácticas nacionales e internacionales.**

Acciones de cumplimiento.

No aplica, no se observan ductos.

- f. Las Estaciones de Servicio que se encuentren al margen de carreteras se ubicarán fuera del derecho de vía de las autopistas o carreteras. Los carriles de aceleración y desaceleración deben ser los únicos elementos que pueden estar dentro del derecho de vía.**

Acciones de cumplimiento.

Las instalaciones del proyecto se ubicarán fuera del derecho de vía de la carretera y los únicos elementos que si se encontrarán dentro serán los carriles de aceleración y desaceleración.

- g. Las Estaciones de Servicio que se construyen al margen de carreteras requieren construir carriles para facilitar el acceso y salida segura.**

Acciones de cumplimiento.

El proyecto contará con carriles para el acceso y salida segura de las instalaciones.

- h. Considerar la superficie y frente mínimos necesarios de la Estación de Servicio de acuerdo al ANEXO 5. y la tabla siguiente.**

Superficie mínima (m ²)	Frente principal mínimo (m lineal)
400	20

La fracción del predio que se utilizará para el proyecto tiene una superficie de 3,455.40m² y su frente principal mide 65.00m, por lo que se cumple con esta restricción.

B) NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

Acciones de cumplimiento.

En la Estación de Servicio y Locales Comerciales se contará con tres sistemas de drenaje independientes; aguas residuales (servicios sanitarios), aguas pluviales y aguas aceitosas. Con esto se evitará la contaminación del subsuelo.

Las aguas producto de los servicios sanitarios, se descargarán al sistema de drenaje de aguas residuales, para ser enviadas a un biodigestor autolimpiable para su tratamiento y posteriormente infiltrarlas al subsuelo por medio de un pozo de absorción.

Las aguas aceitosas se enviarán a la trampa de combustibles y posteriormente se recolectarán para su disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

Las aguas pluviales se recolectarán de manera independiente y serán enviadas al subsuelo mediante pozos pluviales de esta manera se previene la contaminación del acuífero.

C) 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 publicado en el Diario Oficial de la Federación el miércoles 10 de junio de 2015.

1. Objetivo y Campo de Aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

Acciones de cumplimiento.

Los vehículos automotores y maquinaria pesada que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción generarán emisiones de gases a la atmósfera a través de sus escapes, estas emisiones cumplirán con los valores máximos de los parámetros que dicta esta NORMA. Para lo cual se les proporcionará mantenimiento en talleres externos especializados, las cuales estarán a cargo de la empresa encargada de la construcción del proyecto.

Los vehículos automotores que acudan a la Estación de Servicio para surtir de combustible, así como los autotanks que suministrarán el mismo, generarán emisiones a la atmósfera en cantidades menores a las que dictan los parámetros de la norma.

D) 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. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el jueves 8 de marzo de 2018.

La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

Acciones de cumplimiento.

La maquinaria que se utilizará en la preparación del sitio y construcción generará emisiones a la atmósfera y para asegurar que los vehículos mantengan los niveles de opacidad del humo dentro de los parámetros de la norma se les proporcionará mantenimiento en talleres externos especializados que estará a cargo de la empresa encargada del proyecto.

E) NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.

1. Introducción

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen.

Los avances científicos y tecnológicos y la experiencia internacional sobre la caracterización de los residuos peligrosos han permitido definir como constituyentes tóxicos ambientales, agudos y crónicos a aquellas sustancias químicas que son capaces de producir efectos adversos a la salud o al ambiente.

2. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

3. Campo de aplicación.

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

6. Procedimiento para determinar si un residuo es peligroso

6.1 El procedimiento para determinar si un residuo es peligroso se presenta en la Figura 1.

6.2 Un residuo es peligroso si se encuentra en alguno de los siguientes listados:

Listado 1: Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica.

Listado 2: Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica.

Listado 3: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Agudos).

Listado 4: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Crónicos).

Listado 5: Clasificación por tipo de residuos, sujetos a Condiciones Particulares de Manejo.

Acciones de cumplimiento.

De acuerdo a esta norma en la Estación de Servicio y Locales Comerciales se generarán residuos peligrosos como sólidos impregnados con hidrocarburos y aguas con residuos de hidrocarburos provenientes de la zona de despacho y descarga de autotanques.

Se contará con drenaje de aguas aceitosas con trampa de combustible y almacén temporal para los residuos peligrosos que se generen por el mantenimiento y operación de las instalaciones, cumpliendo con las especificaciones de la norma y se contará con un programa para el manejo y disposición adecuada de los residuos peligrosos.

Se contratará a una empresa autorizada por la SEMARNAT para el servicio de recolección y transporte de residuos peligrosos.

- F) NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 (actualmente NOM-052-SEMARNAT-2005) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993.**

Introducción.

Que uno de los mayores riesgos que se derivan del manejo de residuos peligrosos, es el que resulta de mezclar dos o más que por sus características físico-químicas son incompatibles, por lo que es necesario establecer el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.

1. OBJETO

Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993.

Acciones de cumplimiento.

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, se deberá seguir el siguiente procedimiento:

5.1.1 Se identificarán los residuos peligrosos dentro de alguno de los grupos reactivos que se presentan en el anexo 1 de esta norma oficial mexicana.

De acuerdo al anexo 1 en la Estación de Servicio se generarán residuos peligrosos dentro del Grupo 101 Materiales combustibles e inflamables diversos.

5.1.2 Hecha la identificación anterior, con base en la tabla "B" de incompatibilidad que se presenta en el anexo 2 de la presente norma oficial mexicana, se intersectarán los grupos a los que pertenezcan los residuos.

De acuerdo a la Tabla B del Anexo 2 se intersecto el grupo 101 con los grupos 1,2, 20, 24 y 30.

5.1.3 Si como resultado de las intersecciones efectuadas, se obtiene alguna de las reacciones previstas en el código de reactividad que se presenta en el anexo 3 de esta norma oficial mexicana, se considerará que los residuos son incompatibles.

Del resultado de las intersecciones efectuadas se obtiene que los residuos peligrosos que se generarán en el inmueble, son incompatibles con Ácidos minerales no oxidantes, Ácidos minerales oxidantes, Mercaptanos, Metales y compuestos de metales tóxicos, Peróxidos e hidroperóxidos orgánicos. LOS CUALES NO SE GENERARÁN EN EL PROYECTO.

- G) NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Diciembre de 2010.**

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

Acciones de cumplimiento.

Para el cumplimiento de esta norma se realizaron visitas de campo al predio del proyecto para conocer los ejemplares de flora y de fauna existentes. En el caso de la flora se realizó un listado de la vegetación observada y se comparó con la lista de la norma; obteniéndose que en el predio no se observaron ejemplares de flora ni de fauna catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- H) NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 13 de enero de 1995.**

Acciones de cumplimiento.

La empresa encargada de la construcción contará con un programa de mantenimiento para asegurar que los vehículos que utilizarán mantengan los niveles de ruido dentro de los parámetros de la norma.

- I) REGLAMENTO de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el jueves 30 de noviembre de 2006.**

Artículo 1.- El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Acciones de cumplimiento.

Se construirá un almacén temporal de residuos peligrosos para lo cual se utilizarán materiales no inflamables como block, cemento y castillos de acero, se dejarán ventanas para la ventilación natural del almacén. Estará separada de las áreas de servicios, oficinas y almacenamiento, contará con dique de contención y el piso será de concreto armado impermeable con pendiente hacia la rejilla de drenaje de aguas aceitosas y conexión a la trampa de combustible. Tendrá fácil acceso, extintores, señalamientos, letreros alusivos a la peligrosidad y botes con tapa bien identificados, para dar cumplimiento a los artículos 82 y 83 y para cumplir con el artículo 84, se contratará a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección de los residuos peligroso en un plazo no mayor de seis meses.

Los residuos peligrosos estarán clasificados en sólidos y líquidos, cumpliendo con las especificaciones de la normatividad y se contará con un programa integral para el manejo y disposición adecuada de los residuos peligrosos.

II.2. LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES ESTÉN EXPRESAMENTE PREVISTAS POR UN PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO O DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.

A) PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO.

PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO 2000-2025

El Plan Estratégico para el Desarrollo Integral de Quintana Roo plantea cuatro líneas rectoras para que se encamine por la senda del desarrollo:

- Consolidar el desarrollo del Estado teniendo como eje el turismo.
- Lograr el equilibrio en el desarrollo de las zonas del Estado.
- Lograr un desarrollo sustentable.
- Integración del Estado a un mundo globalizado.

Adicionalmente, formula las siguientes cinco Estrategias Angulares:

EA1. Consolidación e Integración del sector turismo.

EA2. Diversificación de la oferta turística de Quintana Roo.

EA3. Vinculación de cadenas productivas al sector turismo.

EA4. Promoción a las actividades con potencial exportador.

EA5. Administración del crecimiento.

El PEDU es consistente con la planificación de largo plazo que ha sido establecida en el Plan Estratégico para el Desarrollo Integral de Quintana Roo 2000-2025.

A continuación, se realiza un análisis del PEDU de Quintana Roo.

5.1.1 Regiones del Estado

En el siglo XX, durante las décadas de los 70 y 80 el crecimiento de la actividad turística impulsa el crecimiento explosivo de Cozumel y Cancún y después el del corredor Cancún-Tulum donde perfila el desarrollo acelerado de nuevos centros urbanos como Playa del Carmen y Tulum.

El análisis de estos factores y sus interrelaciones, son determinantes al momento de establecer políticas de desarrollo urbano del Estado de Quintana Roo pues inciden en el proceso de desarrollo de los patrones de asentamientos urbanos.

El Estado de Quintana Roo se divide en tres regiones estratégicas:

Región	Municipios
CARIBE NORTE	Cozumel Isla Mujeres Benito Juárez Zona costera de Solidaridad
MAYA	Felipe Carrillo Puerto José María Morelos Lázaro Cárdenas Sector rural de Solidaridad Porción Noroeste de Othón P. Blanco
FRONTERA SUR	Othón P. Blanco

El proyecto se encuentra localizado en la **Región Maya**.

5.1.1.2 Región Maya

La constituyen dos porciones: la zona continental del noroeste del Estado, donde se encuentra el municipio de Lázaro Cárdenas y la zona rural del municipio de Solidaridad, sector que a pesar de situarse próximo a la

región de mayor crecimiento económico, no recibe beneficios de ella; y la zona que incluye a los municipios de José María Morelos, Felipe Carrillo Puerto y la porción noroeste del municipio de Othón P. Blanco.

La Región Maya abarca 28,307 km², lo que equivale al 55.7% del territorio de la entidad.

Está ubicada en la zona central y noroccidental del Estado y no se encuentra ligada actualmente al desarrollo turístico por lo que se encuentra en estado de estancamiento económico y social. Su economía se basa en actividades primarias (agropecuaria y forestal), destacan los cultivos de sandía y cítricos (naranja y limón), la extracción de maderas preciosas y duras tropicales, así como la explotación del chicle; la apicultura y la ganadería son actividades complementarias que se encuentran en proceso de desarrollo.

Se caracteriza asimismo por ser la región del Estado donde predominan los hablantes de lengua indígena, principalmente maya, de donde toma su nombre.

El criterio general para definir los límites de la región Maya fue el de que la población de las localidades fuera predominantemente hablante de lengua indígena.

Esta región fue dividida en dos subregiones: la Maya Norte que corresponde al municipio de Lázaro Cárdenas y la zona rural de Solidaridad y la Maya Centro, que comprende la población ubicada en los municipios de Felipe Carrillo Puerto; José María Morelos y la porción noroeste de Othón P. Blanco.

El límite entre la región Maya y la Riviera Maya para el municipio de Solidaridad se fijó de manera que en la región Maya quedaran incluidas las localidades de Constituyentes del Setenta y Cuatro, Macario Gómez y José María Pino Suárez.

El límite entre la región Maya y la región Frontera Sur quedó determinado de forma que las localidades de Miguel Hidalgo y Costilla, San Isidro la Laguna, Reforma, San Román y Jesús Martínez Ross quedaran en la región Maya, mientras que las de Bacalar, Otilio Montaño, General Francisco Villa y Nuevo Tabasco pertenecieran a la región Frontera Sur.

La población que habita esta zona representa menos del 20% de la población total del Estado. Según CONAPO el grado de marginación de la población en esta región es entre “media” y “alta”.

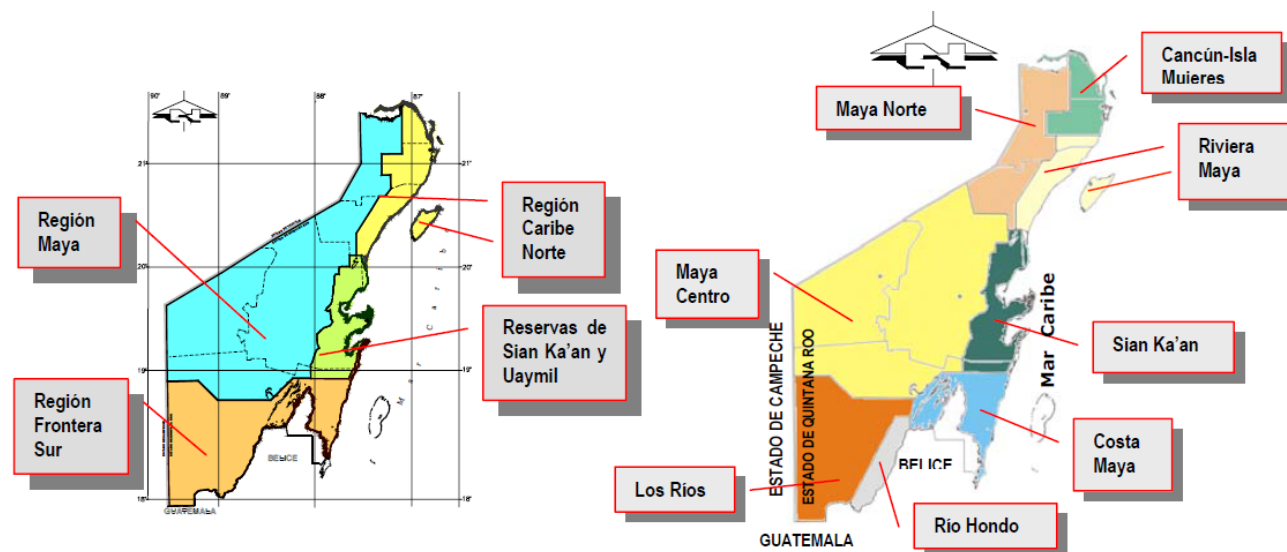


Figura 1. Mapa de regiones y subregiones del estado de Quintana Roo.

En este sentido el proyecto se encuentra en la **REGION MAYA NORTE**.

Tramo carretero	Km.	TDPA	Composición vehicular en porciento				
			Automóviles	Autobuses	Camiones de 2 y 3 ejes	Camiones de más de tres ejes	Otros
Kantunilkín – Chiquilá	44.40	293.00	79.80	7.80	10.50	1.10	0.80
El Ideal- Kantunilkín	31.20	824.00	78.80	7.10	10.90	1.30	1.90
Mérida – Ignacio Zaragoza	239.00	2,120.00	78.20	5.20	5.90	4.60	6.10
Ignacio Zaragoza - Colonia Puerto Juárez (Cancún)	78.00	10,430.00	92.00	2.10	2.30	1.20	2.40
Colonia Puerto Juárez(Cancún) – Puerto Juárez	4.41	5,395.00	76.60	4.80	5.60	5.60	7.40
Kantunil - Cancún – Cuota	249.00	550.00	88.30	3.90	3.50	2.80	1.50
Cancún - Punta Cancún	8.00	18,950.00	90.50	3.60	4.90	0.40	0.60
Puerto Morelos – Cancún	34.00	9,200.00	85.10	4.80	3.70	3.40	3.00
Playa del Carmen – Puerto Morelos	66.00	5,570.00	85.10	3.60	4.40	2.90	4.00
Tulum – Playa del Carmen	61.00	5,635.00	81.20	7.40	5.80	2.10	3.50
Felipe Carrillo Puerto – Tulum	97.00	2,875.00	81.40	5.80	6.30	3.30	3.20
Tulum - Nuevo Xcan	87.40	150.00	85.60	3.50	4.00	0.40	6.50
Polyuc - Felipe Carrillo Puerto	99.00	526.00	78.70	5.30	6.50	3.40	6.10
Valladolid – Tepic	51.40	390.00	82.60	4.50	6.00	2.00	4.90
Tepich - Felipe Carrillo Puerto	96.30	550.00	67.70	8.80	16.90	2.00	4.60
Tihosuco – Dziuché	60.50	326.00	88.70	1.90	5.00	2.80	1.60
Bacalar – Reforma	26.00	401.00	91.40	1.60	4.00	1.80	1.20
Entronque T. C. Chetumal-Escarcega – Bacalar	19.15	2,982.00	84.90	3.70	4.90	2.50	4.00
Bacalar - Felipe Carrillo Puerto	115.91	1,590.00	82.10	3.30	6.80	3.60	4.20
Ramal a tres garantías	30.00	83.00	81.10	3.60	7.70	3.60	4.00
Ucum - Entronque Ingenio Álvaro Obregón	31.00	808.00	80.50	4.10	5.80	3.30	6.30
Entronque Ingenio Álvaro Obregón - La Unión	57.00	138.00	80.10	3.30	6.80	2.90	6.90
Ramal a Subteniente López	3.00	5,806.00	85.00	3.30	4.20	4.00	3.50
Escárcega - Nicolás Bravo	206.10	977.00	71.20	4.70	8.20	5.70	10.20
Nicolás Bravo – Chetumal	71.26	4,465.00	75.30	8.50	6.20	3.50	6.50
Chetumal – Calderitas	9.00	4,790.00	58.90	8.80	13.60	3.40	15.30
Promedios	NA	3,300.92	81.18	4.81	6.55	2.83	4.62

*FUENTE: Centro SCT Quintana Roo, Dirección General, Unidad de Planeación y Evaluación 1999

Tabla 4. Composición vehicular del estado de Quintana Roo.

De la composición vehicular se tiene que más del 80% lo constituyen los automóviles y los camiones de más de tres ejes suman casi un 10%. Esto se debe a la predominancia de turismo carretero y al transporte de mercancías de abasto y de servicios complementarios al sector turístico.

De acuerdo al inciso **3.4 SISTEMA ESTATAL DE CIUDADES** que indica que para lograr el mejor aprovechamiento del territorio se aplicarán las políticas de ordenamiento Territorial y desarrollo Urbano establecidas para los centros de población. El sitio del proyecto tiene una **Política de consolidación**.

La Política de Consolidación se aplicará a los centros de población siguientes: Holbox-Chiquilá, Kantunilkín, Ignacio Zaragoza, Leona Vicario, Nuevo Xcán, Tepich, Huay Max, Sabán, Sacalaca, Bulukax y Kantemó, Felipe Carrillo Puerto, Chunhuhub, José María Morelos, Dziuché, Maya Balám, Xul-Há, Morcoy, Nicolás Bravo, Caobas, Subteniente López, Sergio Butrón Casas, Carlos A. Madrazo, Álvaro Obregón, Ingenio Álvaro Obregón y La Unión.

8.4. SISTEMA URBANO.

De acuerdo al sistema urbano para el estado de Quintana Roo el proyecto se encuentra en **Subsistema incipiente Kantunilkin, Solferino, San Ángel, Chiquilá, Holbox.**

Tipos de sistemas urbanos

Los centros urbanos se articulan entre ellos y con el resto del territorio de acuerdo al rol que juegan dentro del sistema económico y administrativo.

Los centros urbanos más importantes reúnen funciones y equipamientos de servicios de mayor nivel y complejidad que atraen a la población de centros menores localizados en su área de influencia.

De la misma forma, los asentamientos rurales equipados sirven de apoyo a las actividades productivas rurales. Adicionalmente, algunos de estos sistemas se han identificado como centros de apoyo turístico que pueden servir de soporte a la actividad turística alternativa de baja densidad.

Sistema incipientes o en proceso de consolidación:

1. Sistema de cabeceras de apoyo a actividades productivas primarias Eje Vicente Guerrero, Kantunilkin, Solferino, San Ángel, Chiquilá y Holbox.

Como se puede observar el sitio del proyecto se encuentra en el ejido Vicente Guerrero y el proyecto dotará del combustible necesario para las actividades productivas que se realizan en la zona.

Por lo anterior expuesto se concluye que el proyecto es compatible con el PEDU de Quintana Roo.

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.

El municipio de Lázaro Cárdenas del estado de Quintana Roo no cuenta actualmente con un programa de desarrollo urbano.

Sin embargo, el predio del proyecto se ubica a un costado de la carretera Cedral-Kantunilkin que es una de las vías principales de acceso/salida de la localidad de Kantunilkin y Vicente Guerrero; al analizar otros PDUs del estado de Quintana Roo, se observa que las principales vialidades de cada localidad son aptas para el desarrollo comercial e industrial.

El proyecto cuenta con la constancia de uso y destino de suelo para la construcción de la gasolinera o estación de servicio, emitido por la Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas, por lo que el presente proyecto cumple con las políticas de desarrollo urbano de la localidad.

Con la construcción y operación subsiguiente del proyecto se contribuye al equipamiento y fortalecimiento de la carretera, proporcionando un servicio que actualmente no existe en la zona.

En el anexo No. 4 Documentos Legales se presenta copia de la constancia de uso de suelo.

**B) PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.**

Según el ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, publicado el Viernes 7 de septiembre de 2012 en el DOF, el predio del proyecto se encuentra en la **REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33**, denominada **Unidad Ambiental Biofísica 62**. Karst de Yucatán y Quintana Roo. Se localiza en el Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo. Tiene una superficie de 59,542.35 Km². Población Total: 2,982,494 hab. Población Indígena: Maya.

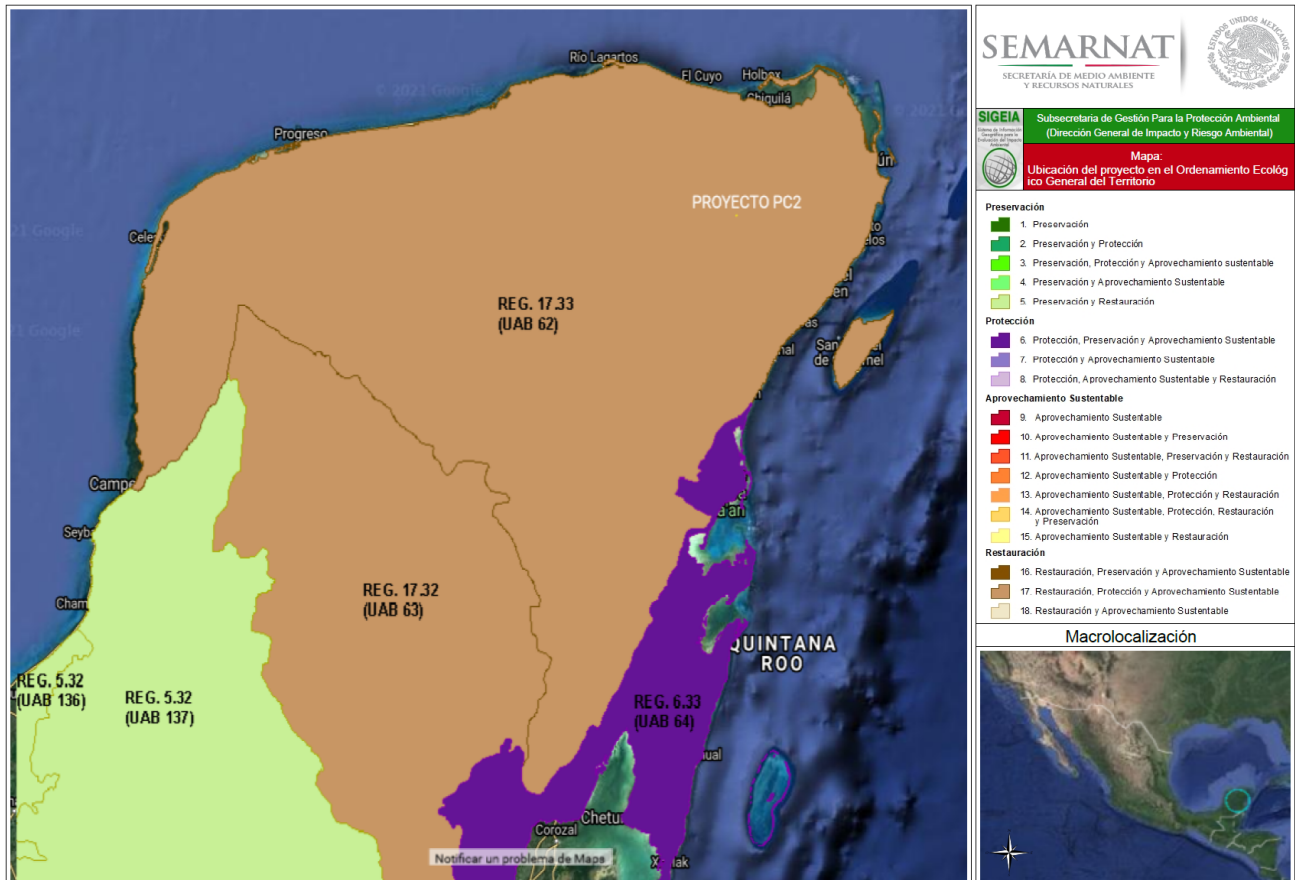


Figura 2. Ubicación del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Mapa generado por el SIGEIA.

De acuerdo al SIGEIA, el predio del proyecto se encuentra en la Unidad Ambiental Biofísica UAB 62, que presenta las siguientes características:

Región Ecológica	Unidad Biofísica Ambiental (UAB)	Nombre de la UAB	Clave de la política	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	17	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	Alta	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería
Otros sectores de interés	Población 2010	Región indígena	Corto Plazo 2012	Mediano Plazo 2023	Largo Plazo 2033	Superficie de la Región/UAB (Ha)	Estrategias	
Pueblos Indígenas	2,982,494	Maya	Inestable	Inestable a crítico	Inestable a crítico	3133580.903	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	
Componente vv	Descripción		Superficie de la geometría (m2)		Superficie de incidencia (m2)			
PREDIO	PROYECTO PC2		9245.407		9245.407			

Tabla 5. Descripción de la Unidad Ambiental Biofísica generada por el SIGEIA.

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:

Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuário. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033:		Inestable a Crítico			
Política Ambiental:		Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable			
Prioridad de Atención:		Alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna – Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Tabla 6. Descripción de la UAB 62 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

A continuación se presentan las estrategias sectoriales aplicables a la UAB 62.

Estrategias. UAB 62		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
		VINCULACIÓN
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	En el proyecto se contará con áreas verdes y se plantarán ejemplares nativos de la región
	2. Recuperación de especies en riesgo.	No aplica, en el predio no se observaron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No aplica.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplica.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No aplica.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	No aplica; la cuenca hidrológica no está sobreexplotada.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	No aplica
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No aplica.

Estrategias. UAB 62		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
		VINCULACIÓN
	12. Protección de los ecosistemas.	Se contará con áreas verdes lo que favorece a la conservación del ecosistema
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	En el mantenimiento de las áreas verdes solamente se utilizarán biofertilizantes
d) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No aplica.

Tabla 7. Estrategias sectoriales dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
		VINCULACIÓN
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Con la Estación de Servicio y Locales Comerciales se establecen las condiciones necesarias para el desarrollo de la localidad de Vicente Guerrero, estructurando una zona comercial y de servicios a pie de una vía de comunicación
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	No aplica.
E) Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Se dará preferencia en la contratación a mujeres indígenas y de grupos vulnerables.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
		VINCULACIÓN
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica.

Tabla 8. Estrategias sectoriales dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
		VINCULACIÓN
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto cumple con los ordenamientos estatales, federales y municipales.

Tabla 9. Estrategias sectoriales dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. (POEMyRGMyc)

El Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial está integrada por dos regiones: una costero-terrestre con 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) en los Estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas; y una región marina que comprende el Mar Patrimonial Mexicano del Golfo de México y Mar Caribe. En conjunto, tienen una extensión de 995,486.2km², correspondientes a 168,462.4km² de la región costero-terrestre y 827,023.8 km² de la región marina.

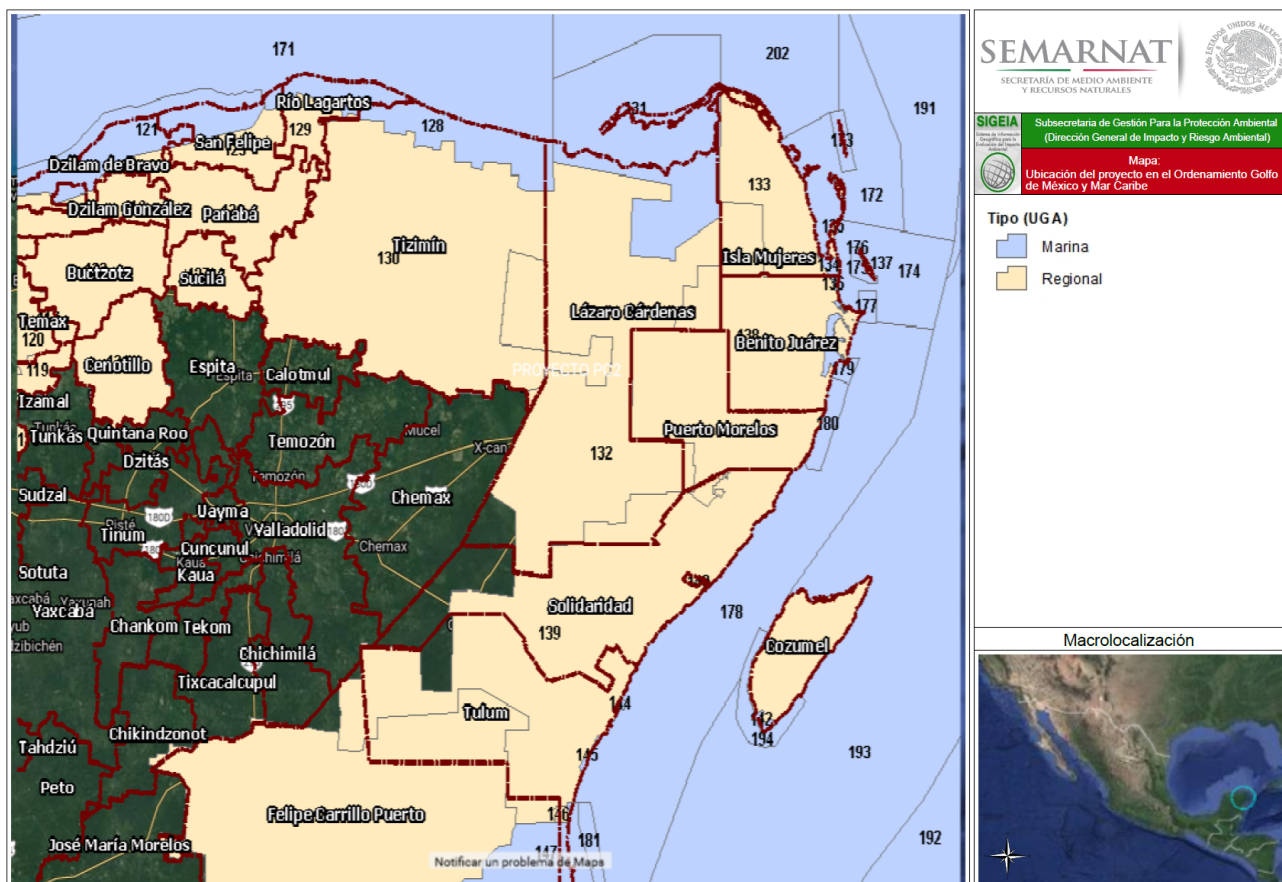


Figura 3. Ubicación del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyc)

Nombre del Ordenamiento	Tipo	Unidad(es) de Gestión Ambiental (UGA)	UGA/Usos/Etc.	Política	Uso Predominante
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	Regional	132			
Criterios	Estado	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
	gmmc	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	9245.407

Tabla 10. Descripción de las UGAs de acuerdo al SIGEIA del POEMyRGMyc.

De acuerdo al SIGEIA el predio del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental # 132.

De acuerdo a este ordenamiento, el predio del proyecto se encuentra en la **UGA 132**. Tiene una población de 19,886 Habitantes en una superficie de 284,135.661 Ha.

Tipo de UGA	Regional	Mapa El mapa muestra la UGA Regional de Quintana Roo, México, con los siguientes municipios y poblaciones: <table border="1"><thead><tr><th>Municipio</th><th>Población</th></tr></thead><tbody><tr><td>Cozumel</td><td>191</td></tr><tr><td>Lázaro Cárdenas</td><td>202</td></tr><tr><td>Tulum</td><td>173</td></tr><tr><td>Akumal</td><td>133</td></tr><tr><td>San Felipe</td><td>134</td></tr><tr><td>Solidaridad</td><td>138</td></tr><tr><td>Playa del Carmen</td><td>132</td></tr><tr><td>Cozumel</td><td>139</td></tr><tr><td>San Felipe</td><td>141</td></tr></tbody></table> El mapa también muestra la frontera con Guatemala y el mar Caribe.	Municipio	Población	Cozumel	191	Lázaro Cárdenas	202	Tulum	173	Akumal	133	San Felipe	134	Solidaridad	138	Playa del Carmen	132	Cozumel	139	San Felipe	141
Municipio	Población																					
Cozumel	191																					
Lázaro Cárdenas	202																					
Tulum	173																					
Akumal	133																					
San Felipe	134																					
Solidaridad	138																					
Playa del Carmen	132																					
Cozumel	139																					
San Felipe	141																					
Nombre:	Lázaro Cárdenas																					
Municipio:	Lázaro Cárdenas																					
Estado:	Quintana Roo																					
Población:	19,886 habitantes																					
Superficie:	284,135.661 ha																					
Subregión:																						
Islas:																						
Puerto turístico																						
Puerto comercial																						
Puerto pesquero																						
Nota:																						

Tabla 11. Descripción de la UGA 132

A esta UGA se le aplican las Acciones y Criterios Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones y Criterios Específicos para la misma.

Acciones y Criterios Específicos para la UGA 132 del POEMyRGMMyMC

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	NA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	NA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA= NO APLICA

Tabla 12. Acciones y Criterios Específicos para la UGA 132 del POEMyRGMMyMC

A continuación, se describe la vinculación del proyecto con los criterios aplicables a esta UGA.

Tabla de Criterios y Acciones Generales para aplicar en toda el área.

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G001	Implementar tecnologías/prácticas de manejo para el uso eficiente del agua.	Se contará con llaves e inodoros ahorradores de agua en los servicios sanitarios
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos.	No aplica al proyecto
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	No aplica al proyecto
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 NOM-SEMARNAT-059 y las especies de captura comercial.	No aplica, no se observaron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica al proyecto
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	No aplica al proyecto
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.	No aplica al proyecto
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No aplica al proyecto
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No aplica al proyecto
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No aplica al proyecto
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	No aplica al proyecto
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica al proyecto
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	En el proyecto se utilizarán especies nativas y se prohibirá el uso de especies invasoras
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No aplica al proyecto
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No aplica al proyecto
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación oriunda de la región.	No aplica al proyecto
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica al proyecto
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO.	No aplica al proyecto
G019	La actualización de los Planes de Desarrollo Urbano deberá incluir el análisis de riesgo frente a los efectos del cambio climático.	No aplica al proyecto
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica al proyecto
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No aplica al proyecto
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Se vigilará que no se introduzcan especies exóticas
G024	Crear nuevos reservorios de CO ₂ por forestación para incrementar la biomasa del material leñoso (madera).	No aplica al proyecto
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Se utilizarán solamente especies nativas en las áreas verdes del proyecto
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	No aplica al proyecto
G027	Promover e instrumentar el uso de combustibles no de origen fósil.	No aplica al proyecto
G028	Promover e implementar el uso de energías renovables.	No aplica al proyecto
G029	Establecer mecanismos de control para promover un uso más eficiente de combustibles, para reducir el consumo energético.	Se utilizarán luces LED ahorradoras en las instalaciones.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Se utilizarán luces LED ahorradoras en las instalaciones.
G031	Promover la sustitución de combustibles, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No aplica al proyecto
G032	Fomentar la generación y uso de energía a partir hidrógeno.	No aplica al proyecto
G033	Impulsar la investigación del recurso energético eólico, solar, mini hidráulica, mareomotriz, geotérmico, dendroenergía y generación y uso de hidrogeno.	No aplica al proyecto
G034	Incrementar la cobertura de electrificación en el ASO.	No aplica al proyecto
G035	Impulsar que los diseños de viviendas y edificaciones reduzcan el consumo de energía (Diseño bioclimático, nuevos materiales, energía solar pasiva).	No aplica al proyecto
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No aplica al proyecto
G037	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No aplica al proyecto
G038	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.	No aplica al proyecto
G039	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No aplica al proyecto
G040	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No aplica al proyecto
G041	Fomentar la participación de las industrias en el Programa de Auditoría Ambiental.	No aplica al proyecto
G042	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No aplica al proyecto
G043	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.	No aplica al proyecto
G044	Establecer mecanismos para mantener actualizada la Carta Nacional Pesquera y el cumplimiento de las cuotas que establece.	No aplica al proyecto
G045	Construir y reforzar las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica al proyecto
G046	Regular la creación, impulso y consolidación de los asentamientos humanos en el ASO.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G047	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No aplica al proyecto
G048	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No aplica al proyecto
G049	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	La operación del proyecto diversificará las actividades productivas al dotar de combustible de uso automotriz
G050	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Se contará con un Programa de Protección Civil donde se considerarán medidas de actuación en caso de desastres naturales.
G051	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Se participará en el Comité de Protección Civil del Municipio.
G052	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No aplica al proyecto
G053	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos.	Se contará con un plan de manejo de residuos y se concientizará a los usuarios mediante carteles.
G054	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Se contará con plan de manejo de residuos y se concientizará a los usuarios acerca de la importancia de la separación de residuos
G055	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Las aguas residuales se enviarán a tratamiento en un biodigestor, las aguas tratadas podrán ser utilizada para riego de las áreas verdes
G056	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento de residuos líquidos específicas para su rubro de actividad.	Se contará con tres sistemas de drenaje; pluvial para las descargas de lluvia mediante pozos pluviales sanitario para los servicios de la estación con biodigestor autolimpiable y drenaje aceitoso mediante una trampa API y fosa ciega.
G057	Se prohíbe la remoción de la vegetación forestal sin previa autorización otorgada por la autoridad competente y conforme a lo previsto en la legislación ambiental vigente u otras disposiciones reglamentarias aplicables.	No aplica. No se observa vegetación forestal
G058	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos, de manejo especial o municipal de acuerdo a la normatividad vigente.	No aplica al proyecto
G059	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No aplica al proyecto
G060	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación aplicable y los lineamientos de la CICOPALFEST que resulten aplicables.	Los residuos peligrosos se manejarán conforme a las normas oficiales, y no se utilizarán agroquímicos
G061	Las obras y actividades petroleras se podrán llevar a cabo siempre que hayan sido evaluadas y autorizadas en materia de impacto ambiental o exista algún instrumento que regule los impactos derivados de estas.	Con la presentación de este IP se obtendrá el resolutivo en materia de impacto ambiental por parte de la ASEA.
G062	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.	No aplica al proyecto
G063	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No aplica al proyecto

Clave	Acciones-Criterios	VINCULACIÓN.
G064	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No aplica al proyecto
G065	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica al proyecto
G066	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica al proyecto
G067	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.	No aplica al proyecto
G068	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	No aplica al proyecto

Tabla 13. Criterios y Acciones Generales para aplicar en toda el área.

De acuerdo al análisis realizado, la construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales es compatible con los criterios de aplicación general del POEMyRGMMyMC.

Además de los criterios de aplicación general del POEMyRGMMyMC, para la UGA132 se tienen los siguientes criterios de aplicación específica; se presenta su vinculación con el proyecto.

Acciones y Criterios Específicos para la UGA 132 del POEMyRGMMyMC.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	En el proyecto no se utilizarán agroquímicos ni pesticidas
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No se utilizarán agroquímicos ni pesticidas
A003	Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No aplica al proyecto.
A005	Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	No aplica al proyecto.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Se tendrá una red de drenaje pluvial independiente para captación de agua de lluvia, las aguas tratadas en el biodigestor podrán ser utilizadas para riego
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación ó ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	No aplica al proyecto.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	No aplica al proyecto.
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas	No aplica al proyecto.
A013	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.	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No aplica al proyecto.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No aplica al proyecto.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No aplica al proyecto.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Se contará con áreas verdes, que será reforestada con especies nativas
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.	No aplica, no se observaron ejemplares de flora y/o fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
A019	Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138-SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.	No aplica al proyecto.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.	No aplica al proyecto.
A021	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.	Se contará con un programa de manejo de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de tipo doméstico, para prevenir la contaminación de suelo, aire y agua.
A023	Aplicar 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 remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	Se prevendrá la contaminación del suelo y se contará con un programa para atención de accidentes para atender casos de contaminación.
A024	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 cuando ello sea técnicamente viable.	No aplica al proyecto.
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	No aplica al proyecto.
A026	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.	No aplica al proyecto.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No aplica al proyecto.
A028	Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.	No aplica al proyecto.
A029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.	No aplica al proyecto.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	No aplica al proyecto.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No aplica al proyecto.
A032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No aplica al proyecto.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No aplica al proyecto.
A037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.	No aplica al proyecto.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica al proyecto.
A039	Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	En las áreas verdes del proyecto se utilizará la tierra vegetal, el material composteado y fertilizantes orgánicos para el mejoramiento del suelo.
A040	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.	No aplica al proyecto.
A050	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.	No aplica al proyecto.
A051	Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	No aplica al proyecto.
A052	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.	No aplica al proyecto.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica al proyecto.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica al proyecto.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica al proyecto.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No aplica al proyecto.
A057	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.	No aplica al proyecto.
A058	Hacer campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No aplica al proyecto.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto es una obra de equipamiento básico para el desarrollo de actividades productivas.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Se contará con un programa para acción en caso de eventos meteorológicos extraordinarios, como es el caso de los huracanes. Se seguirán las instrucciones de protección civil.

Clave	Acciones-Criterios	Vinculación.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No aplica al proyecto.
A062	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.	Se contará con un programa de manejo de residuos peligrosos.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica al proyecto.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No aplica al proyecto.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica al proyecto.
A068	Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Se contará con programa integral para el manejo de los residuos que se generen en el proyecto
A069	Establecer planes de manejo que permitan el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición al mar.	Se contratará a empresas autorizadas para la disposición final de los residuos que se generan.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	No aplica al proyecto.
A071	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.	No aplica al proyecto.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	No aplica al proyecto.

Tabla 14. Acciones y Criterios Específicos para la UGA 132 del POEMyRGMMyMC.

De acuerdo al análisis realizado, el proyecto de construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales es compatible con los criterios ecológicos específicos para la UGA 132 del POEMyRGMMyMC.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL.

El municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo no cuenta con un programa de ordenamiento ecológico local.

REGIONES PRIORITARIAS O DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN

El sitio del proyecto no se ubica dentro AICAS, sitios RAMSAR, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, ni regiones hidrológicas prioritarias, como se puede observar en los mapas generados por el SIGEIA.

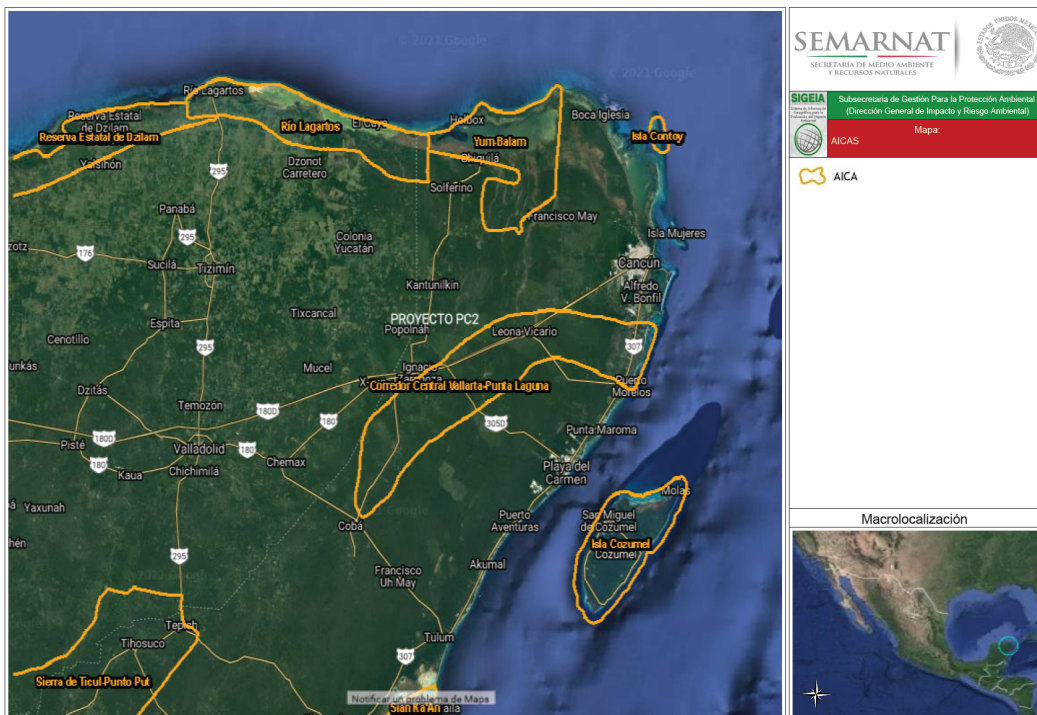


Figura 4. Ubicación de las AICAS en la península de Yucatán.

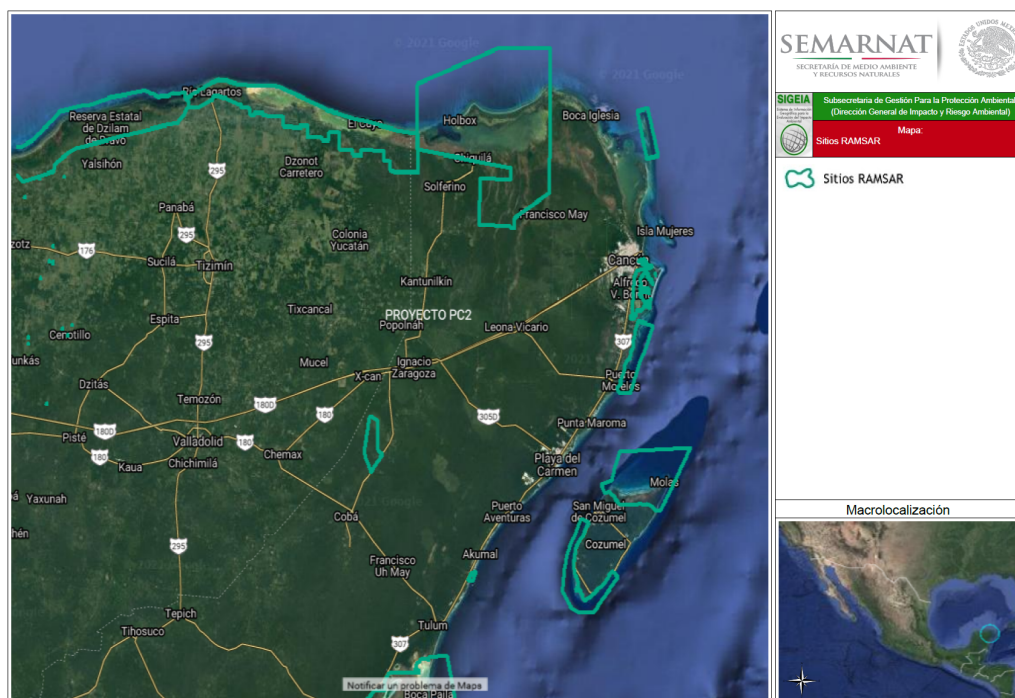


Figura 5. Ubicación de los sitios RAMSAR en la península de Yucatán.

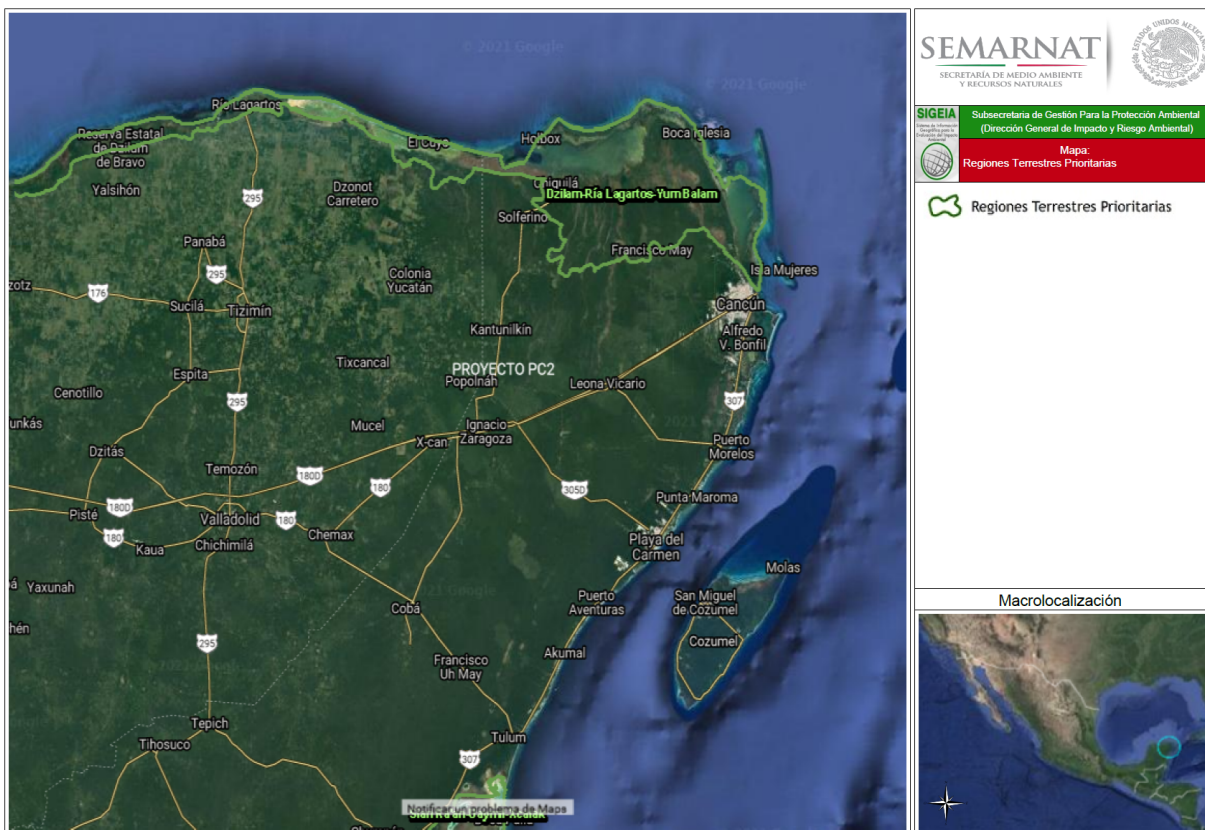


Figura 6. Ubicación de las regiones terrestres prioritarias en la península de Yucatán.

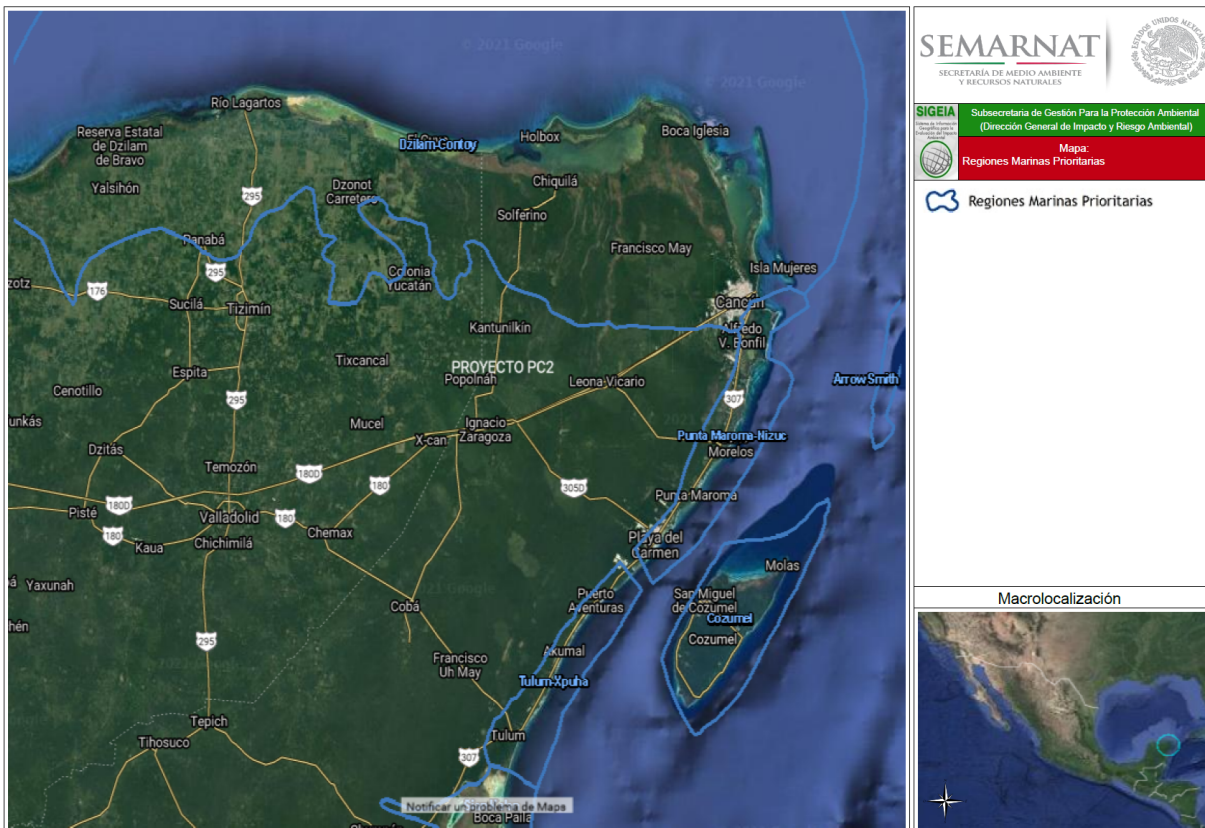


Tabla 15. Ubicación de las regiones marinas prioritarias en la península de Yucatán.

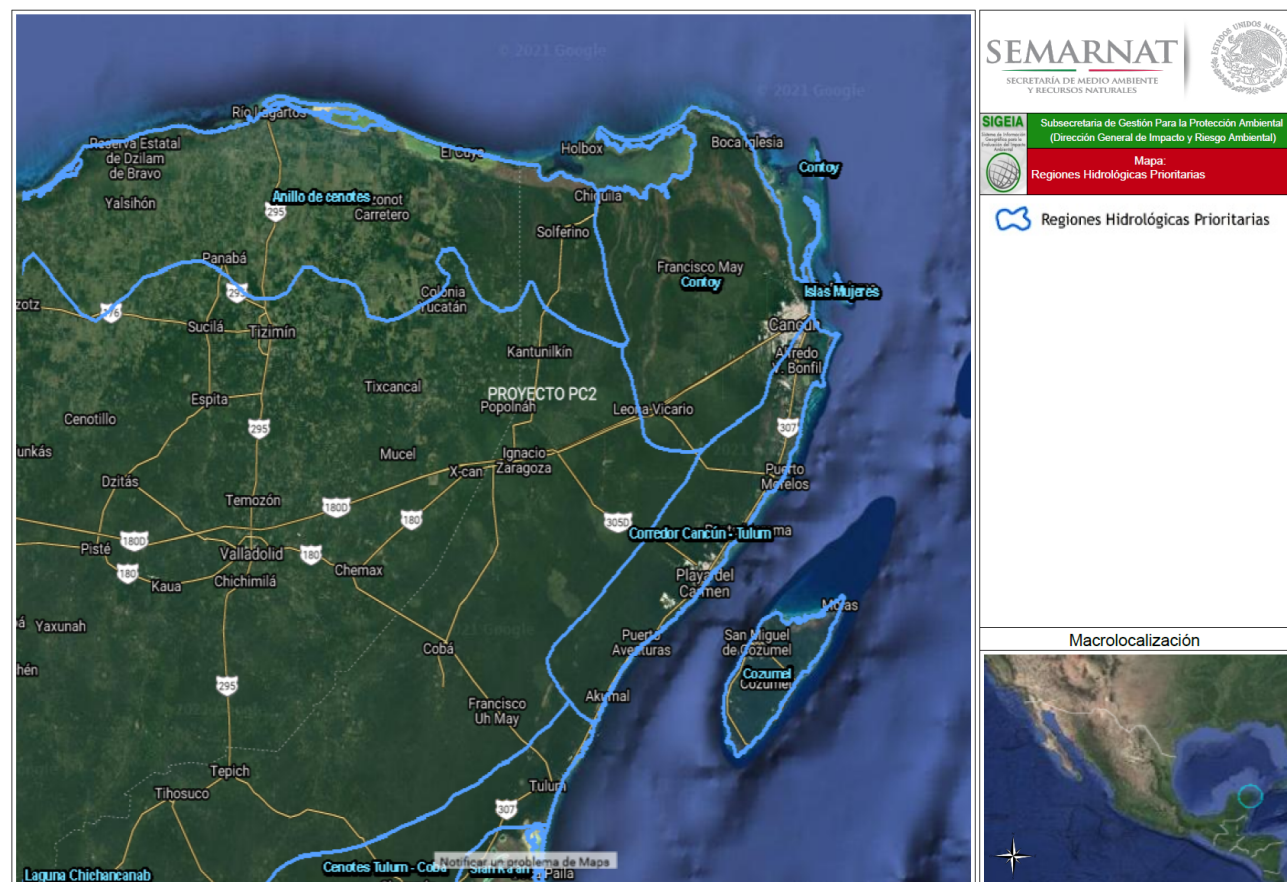


Figura 7. Ubicación de las regiones hidrológicas prioritarias en la península de Yucatán.

En cuanto a la implementación de la obra, cabe señalar que su construcción y operación, no afectará los flujos hídricos de la zona, tampoco generará descargas o contaminantes que pudieran infiltrarse al subsuelo por lo que no se prevé su afectación directa a causa de la obra presentada. Tampoco creará desabasto en la zona, toda vez que en el proyecto no se requerirá grandes cantidades del recurso hídrico.

Los tanques de almacenamiento de combustible serán de doble pared subterráneos y estarán confinados dentro de una fosa de contención con acabado interior impermeable; por lo que no se podrán producir fugas al subsuelo.

Asimismo, la zona de rodamiento contará con canales de contención de derrames y una trampa para combustible derramado, por lo que se considera que no se afectará la disponibilidad de agua ni su calidad en la región.

II.3. SI LA OBRA O ACTIVIDAD ESTÁ PREVISTA EN UN PARQUE INDUSTRIAL.

No aplica.

III. ASPECTOS TÉCNICOS Y AMBIENTALES.

III.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA.

El proyecto consiste en la construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales "Servicios Combustibles y Lubricantes Punta Chen, S.A. de C.V." Sucursal Punta Chen II Vicente Guerrero.

a) Localización del proyecto:

Carretera Cedral-Kantunilkin entre Mensura Poligonal del ejido Cedral y Predio Eleucadio Rojas y Kauil, ejido de Vicente Guerrero, municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo.

CUADRO DE CONSTRUCCION PREDIO GENERAL								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	06°23'30.05"	150.00	447,769.60	2,320,993.09	-0°10'47.995115"	0.99963371	20°59'19.775655" N	87°30'9.061739" W
2-3	226°6'16.14"	25.91	447,786.30	2,321,142.16	-0°10'47.833455"	0.99963369	20°59'24.626111" N	87°30'8.499591" W
3-4	226°6'16.14"	167.03	447,767.63	2,321,124.19	-0°10'48.059578"	0.99963371	20°59'24.039959" N	87°30'9.144209" W
4-5	97°7'42.28"	106.04	447,647.27	2,321,008.39	-0°10'49.517403"	0.99963387	20°59'20.260759" N	87°30'13.300326" W
5-1	97°7'42.28"	17.24	447,752.49	2,320,995.23	-0°10'48.208046"	0.99963373	20°59'19.843511" N	87°30'9.654617" W
AREA = 9,245.407 m2								

Tabla 16. Coordenadas UTM del predio general.

CUADRO DE CONSTRUCCION PROYECTO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
6-7	277°7'42.28"	53.160	447,776.8382	2,321,057.6834	-0°10'47.925066"	0.99963370	20°59'21.877515" N	87°30'8.818143" W
7-8	186°23'30.05"	65.000	447,724.0891	2,321,064.2802	-0°10'48.581499"	0.99963377	20°59'22.086698" N	87°30'10.645843" W
8-1	97°7'42.28"	53.160	447,716.8530	2,320,999.6842	-0°10'48.651528"	0.99963378	20°59'19.984837" N	87°30'10.889432" W
1-6	06°23'30.05"	65.000	447,769.6021	2,320,993.0874	-0°10'47.995115"	0.99963371	20°59'19.775655" N	87°30'9.061739" W
AREA = 3,455.40 m2								

Tabla 17. Coordenadas UTM del proyecto.

En el anexo No. 1 se presentan planos con la ubicación del proyecto, en el anexo No. 2 se presenta plano de distribución y en el anexo No. 3 se presentan fotografías del sitio y de la zona del proyecto.

b) Dimensiones del proyecto.

La fracción del predio que se utilizará para el proyecto tiene una superficie de 3,455.40m².

Superficie para obras permanentes.

En la siguiente tabla se presentan las superficies de las obras permanentes.

SUPERFICIE DE OCUPACIÓN	SUPERFICIE (m ²)	PORCENTAJE %
Área de descarga	75.00	2.17
Área de dispensarios	179.34	5.19
Área de circulación	1,847.83	53.48
Área de tanques	94.42	2.73
Área verde	866.53	25.08
Banquetas	84.68	2.45
Almacén temporal de residuos peligrosos	7.52	0.22
Oficinas y servicios	109.49	3.17
Tienda de conveniencia	180.20	5.22
Trampa de combustibles	5.12	0.14
Cuarto de sucios	5.27	0.15
Área total de la Estación de Servicio	3,455.40	100.00

Tabla 18. Superficie de obras permanentes del proyecto.

c) Características del proyecto.

La Estación de Servicio y Locales Comerciales estará ubicada en el ejido Vicente Guerrero, municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo, para la venta de gasolina con contenido mínimo de 87 octanos, gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y diésel automotriz. La capacidad de almacenamiento nominal será de 140,000 litros distribuidos en tres tanques subterráneos de la siguiente manera:

- Tanque de 60,000 litros para gasolina con contenido mínimo de 87 octanos.
- Tanque de 40,000 litros para gasolina con contenido mínimo de 91 octanos.
- Tanque de 40,000 litros para diésel automotriz.

Los tanques de almacenamiento serán subterráneos de doble pared enchaquetado tipo II, la pared primaria será de acero calidad ASTM-A-36 y construido bajo la norma UL-58 y la pared secundaria será de polietileno de alta densidad y construido bajo la norma UL-1746. Este tanque tiene un espacio anular definido de 360° que permite un monitoreo permanente.

Para el trasiego de combustible se contará con tuberías de doble pared, bombas de tipo sumergible en tanques de almacenamiento; los cuales estarán confinados dentro de una fosa de contención con dos pozos de observación para detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo.

Para el despacho de los combustibles se contará con dos dispensarios de doble posición de carga y seis mangueras c/u para gasolina con contenido mínimo de 87 octanos, gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y diésel automotriz.

Los dispensarios serán de la tecnología más moderna para garantizar un excelente servicio y una mayor seguridad para el despacho de los combustibles; contarán con válvula de emergencia Shut-off por cada línea de producto, localizada en la parte inferior de la tubería de suministro de combustible, asimismo las mangueras de despacho de combustible contarán con válvulas de emergencia Break Away, localizadas en la parte superior de la misma.

Asimismo, se contará con trincheras para tuberías, líneas de suministro de producto, trampa de combustibles y pozos pluviales; entre otros aditamentos.

Se contará con oficina administrativa, cuarto de controles eléctricos, cuarto de máquinas, baño para mujeres, baño para hombres, bodega, baño para empleados, cuarto de sucios, almacén temporal de residuos peligrosos y tienda de conveniencia.

Para el tratamiento de las aguas residuales de los servicios sanitarios se contará con un biodigestor autolimpiable en donde se les proporcionará tratamiento y después se infiltrarán al subsuelo por medio de un pozo de absorción.

Se considerará áreas verdes de acuerdo a la reglamentación municipal. Todas las aguas pluviales se absorberán en el interior de la Estación de Servicio. El piso en el área de dispensarios y zona de descarga de autotanque será de concreto armado y tendrá una pendiente de 1% hacia los registros del sistema de drenaje de aguas aceitosas, las losas de dicho pavimento tendrán un espesor de 15 cm. El pavimento en el camino de circulación y estacionamiento será de concreto asfáltico.

Para llevar a cabo la construcción de la Estación de Servicio y Locales Comerciales se contarán con las instalaciones civiles, hidráulicas, electromecánicas y de seguridad necesarias, cumpliendo con los lineamientos emitidos en la NOM-005-ASEA-2016, Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas, publicado en el D.O.F. el 7 de noviembre de 2016 y cumplirá asimismo con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes aplicables al proyecto.

La Estación de servicio laborará las 24 hrs del día, de lunes a domingo durante los 365 días del año y contará con las medidas de seguridad necesarias (extintores, paros de emergencia, tubos de venteo, monitoreo electrónico, etc.) para garantizar su buen funcionamiento y el bienestar de los empleados y consumidores.

La operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales **NO SE CONSIDERA COMO UNA ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA**, según el segundo listado de actividades altamente riesgosas publicado en el D.O.F. el 4 de mayo de 1992, ya que el volumen de combustible que se manejará es de 140,000 litros equivalentes a 880.57 barriles y la cantidad del reporte es de 10,000 barriles, por lo tanto, el volumen es mucho menor que la cantidad de reporte consignada en dicho listado.

De acuerdo al análisis del sitio proporcionado por el SIGEIA y a los ordenamientos ecológicos decretados, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en la **UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo** del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, con una política ambiental de Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable y en la **UGA 132** del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y de acuerdo al análisis de dichos instrumentos ecológicos la ubicación del proyecto cumple con los criterios de regulación ecológicas.

Se cuenta con la constancia de uso de suelo emitida por la Dirección de Obras Públicas y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas que menciona que es factible la ubicación del proyecto, con lo que se cumple con las políticas de desarrollo urbano del municipio.

En el municipio de Lázaro Cárdenas se encuentra la Isla de Holbox que es una de las más importantes del estado de Quintana Roo y de vital importancia para el desarrollo económico del estado, ya que su principal actividad económica son las turísticas con las entradas de divisas extrajeras y la generación de empleos en la localidad, lo que ha generado una mayor afluencia de turistas tanto nacionales como extranjeros. Por tal motivo sobre la vía de comunicación transitan una gran cantidad de vehículos, los cuales requieren abastecerse de combustibles. Es por ello que el presente proyecto cobra mayor relevancia, ya que dotará de un servicio que actualmente no existe en la zona.

En el anexo No. 1 se incluyen figuras de ubicación del proyecto y en el anexo No. 2 se incluye copia del plano.

d) Uso del suelo en el sitio seleccionado.

Actualmente el predio del proyecto no tiene uso y se encuentra cubierto de vegetación secundaria. A continuación, se presentan las colindancias del predio.

Norte:	Terreno baldío
Sur:	Terreno baldío
Este:	Derecho de vía de la carretera
Oeste:	Terreno baldío

Tabla 19. Colindancias del predio del proyecto.

De acuerdo a la información y mapas generados por el SIGEIA, se observan los usos de suelo existentes en la zona y los usos permitidos de acuerdo a los siguientes instrumentos de planeación:

- De acuerdo al **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)**, el predio del proyecto se ubica en la **Región Ecológica 17.33** denominada **Unidad Ambiental Biofísica 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo**, con una política ambiental de **Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable**.
- El predio del proyecto se localiza en la **UGA 132 Lázaro Cárdenas** de acuerdo al **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE**.

El predio del proyecto se encuentra ubicado en el ejido Vicente Guerrero a un costado de la carretera Cedral-Kantunilkin, las carreteras son aptas para la instalación de comercios y servicios relacionados con las necesidades de los automovilistas, en la zona mayormente se observan terrenos baldíos, al este del predio se encuentra un banco de materiales a 45 metros y a 219 metros al sur subestación eléctrica de la CFE; los asentamientos humanos del ejido de Vicente Guerrero se encuentra al sureste y en esta zona se encuentran la mayor parte de las actividades humanas; al sureste en 431 metros cementerio, en 537 metros al sureste caseta de policía, a 566 metros al sureste taller mecánico, en 735 metros al sureste templo de Dios Emmanuel, a 1122 metros al sureste escuela preescolar Francisco I. Madero, a 1204 al sureste Capilla San

Antonio de Padua, a 1258 metros la sureste escuela primaria Rafael E. Melgar, a 1297 metros al sureste casa ejidal, entre otros.

En el caso de los instrumentos de regulación ecológica el uso de suelo es compatible para la Estación de Servicio y Locales Comerciales y en el caso de las políticas de desarrollo urbano del municipio el proyecto cuenta con la constancia de uso de suelo.

El sitio del proyecto se encuentra al sur del municipio de Lázaro Cárdenas en el ejido Vicente guerrero y de acuerdo a los transectos realizados se considera que en el predio no se observa vegetación forestal, por lo que no requiere cambio de uso de suelo de terrenos forestales. En la zona del proyecto no se observan cuerpos de agua.

Ante la falta de un sistema de drenaje municipal, el primer manto freático es utilizado como cuerpo receptor de las descargas de aguas domésticas e industriales previo tratamiento mediante fosas sépticas o biodigestores.

El agua que es apta para el consumo humano se extrae del segundo manto freático. Para el suministro del agua necesaria para la construcción se realizará mediante pipas y para la operación del proyecto se tomará de un pozo, por lo cual se solicitará la concesión a la CONAGUA.

e) Programa de trabajo.

El proyecto de construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales se realizará en 5 fases que son: preparación del sitio, construcción del proyecto, operación, mantenimiento y abandono del sitio.

En la fase de preparación del sitio se realizarán las siguientes actividades:

Remoción de vegetación: Se eliminará la vegetación presente en el predio que corresponde a vegetación secundaria.

Separación de tierra vegetal: Con la remoción de la vegetación se realizará la separación de la tierra vegetal, para ser utilizada posteriormente en las áreas verdes.

Limpieza: Se realizará la limpieza del sitio enviando los residuos vegetales y la basura al relleno sanitario por medio de camiones de volteo.

Relleno: Se realizará el relleno del predio de acuerdo al nivel de la carretera aledaña, el material se obtendrá de distribuidores autorizados.

Nivelación: Se nivelará el sitio con la ayuda de maquinaria pesada y los materiales necesarios se obtendrán de empresas locales.

En la fase de construcción del proyecto se realizarán excavaciones para cimentaciones, trincheras para tuberías, drenajes; se construirán las obras civiles, obras electromecánicas, obra hidráulica, instalación de los tanques, instalación de dispensarios, etc.

La fase de operación la componen cinco etapas que son descarga de autotanques, almacenamiento de combustibles, despacho de combustibles, vigilancia e inspección.

En la fase de mantenimiento se realizarán actividades de limpieza de las instalaciones, cambio de lámparas, pintura y mantenimiento a las instalaciones eléctricas, instalaciones que conducen y almacenan combustible, instalaciones de seguridad, etc. que se llevarán a cabo por empresas especializadas.

En la fase de abandono se realizarán actividades de limpieza del sitio y desmantelamiento de los equipos.

A continuación, se presenta el cronograma del proyecto.

ACTIVIDADES ETAPAS	BIMESTRES												AÑOS															MES	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2
PREPARACIÓN DEL SITIO																													
Remoción de vegetación																													
Separación de tierra vegetal																													
Limpieza del sitio																													
Relleno y nivelación del terreno																													
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO																													
Cimentación																													
Obra civil																													
Obra hidráulica																													
Obra electromec.																													
Área verde																													
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO																													
Operación																													
MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES																													
Mantenimiento																													
ABANDONO DE LAS INSTALACIONES																													
Abandono																													

Tabla 20. Cronograma del proyecto.

f) Programa de abandono del sitio.

El tiempo de vida útil del proyecto se considera indefinido, ya que a las instalaciones y equipo se les efectuará mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, la duración estará supeditada a la demanda de combustible, que dependerá en gran medida a la cantidad de vehículos que transiten en la zona.

Por el tipo de proyecto y además de que a las instalaciones y equipo se les dará mantenimiento, no se contempla la necesidad de abandono del inmueble. Sin embargo, en el supuesto caso de que en un futuro la Estación de Servicio desocupará el inmueble que será construido, éste podrá ser utilizado por otra Estación de Servicio o por cualquier empresa que así lo requiera. A continuación, se presenta el programa de trabajo de la etapa de abandono.

ACTIVIDAD	SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Retiro de dispensarios								
Retiro de tanques								
Retiro de equipos electrónicos								
Retiro de maquinas								
Retiro de aguas aceitosas								
Retiro de residuos peligrosos								
Limpieza general de las instalaciones								

Tabla 21. Cronograma de la etapa de abandono del sitio.

III.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS O PRODUCTOS QUE VAN A EMPLEARSE Y QUE PODRÍAN PROVOCAR UN IMPACTO AL AMBIENTE, ASÍ COMO SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.

SUSTANCIA O PRODUCTO	VOLUMEN	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE ALMACENAMIENTO	ESTADO FÍSICO	ETAPA O PROCESO EN QUE SE EMPLEA	DESTINO /USO FINAL
Gasolina 87 octanos	60,000 lts	Inflamable 3	Tanque de almacenamiento de doble pared acero-polietileno	Líquido	Operación	Venta
Gasolina 91 octanos	40,000 lts	Inflamable 3	Tanque de almacenamiento de doble pared acero-polietileno	Líquido	Operación	Venta
Diésel automotriz	40,000 lts	Inflamable 2	Tanque de almacenamiento de doble pared acero-polietileno	Líquido	Operación	Venta
Aceites	N/D	Inflamable	Botes	Líquido	Operación	Venta
Contenedores de aceites vacíos	N/D	Inflamable	Contenedor-Almacenamiento temporal	Sólido	Operación-Mantenimiento	Empresa Autorizada
Estopas impregnadas de residuos de hidrocarburos	N/D	Inflamable	Contenedor-Almacenamiento temporal	Sólido	Operación-Mantenimiento	Empresa Autorizada

Tabla 22. Sustancias que se manejarán en el proyecto.

En el Anexo No 5 se presentan las Hojas de seguridad de los combustibles que se expendrán en la Estación de Servicio y Locales Comerciales.

III.3. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES, DESCARGAS Y RESIDUOS CUYA GENERACIÓN SE PREVEA, ASÍ COMO MEDIDAS DE CONTROL QUE SE PRETENDAN LLEVAR A CABO.

III.3.1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Como obras provisionales se instalará una letrina portátil para el uso exclusivo y obligatorio de los trabajadores, la cual será retirada del sitio al concluir la construcción de la obra, por la empresa que los rentará, evitando de esta manera la contaminación del subsuelo por excretas, en este mismo sentido se instalarán tambores metálicos de 200 litros para el almacenamiento temporal de residuos que generen los trabajadores, que serán enviados al relleno sanitario; igualmente se instalará una bodega hecha con láminas de cartón para almacenar herramientas y materiales de construcción, la cual será desmantelada y retirada del sitio al concluir la obra. El predio será delimitado con barda perimetral hecha con polines de madera y láminas de cartón o lona, que evitarán molestias a los usuarios de la vía de comunicación aledaña.

Para la construcción de la Estación de Servicio y Locales Comerciales se realizarán las siguientes obras permanentes:

Obra civil.

- Dos islas techadas para el despacho de combustibles.
- Oficina administrativa.
- Cuarto de controles eléctricos.
- Cuarto de máquinas.
- Baño para mujeres.
- Baño para hombres.
- Bodega.
- Baño para empleados.
- Cuarto de sucios.
- Tienda de conveniencia.
- Almacén temporal de residuos peligrosos.
- Rampa de acceso para minusválidos.
- Estacionamiento con zona reservada para minusválidos.
- Sistema de drenaje para aguas aceitosas.
- Trampa de combustible con depósito de residuos.
- Pozo de absorción.
- Pozo de aprovechamiento.
- Sistema de drenaje para aguas pluviales.
- Sistema de drenaje para aguas residuales.
- Fosa para biodigestor autolimpiable y pozo de absorción.
- Trincheras para tuberías de combustibles.
- Área de despacho y tanque con piso de concreto armado.
- Áreas verdes.
- Fosa de contención y confinamiento para tanques de almacenamiento.
- Pozos de observación.
- Cisterna con capacidad de 10,000 lts.
- Banqueta para la circulación de peatones.
- Zona de circulación de concreto asfáltico.
- Barda perimetral de 2.50 metros de altura.

Instalaciones electromecánicas.

- Tanque de almacenamiento de doble pared acero-polietileno subterráneo de 60,000 litros de capacidad para gasolina con contenido mínimo de 87 octanos.
- Tanque de almacenamiento de doble pared acero-polietileno subterráneo de 40,000 litros de capacidad para gasolina con contenido mínimo de 91 octanos.

- Taque de almacenamiento de doble pared acero-polietileno subterráneo de 40,000 litros de capacidad para diésel automotriz.
- Tres bombas sumergibles de 1 ½ H.P. c/u.
- Dos dispensarios de doble posición de carga y seis mangueras c/u para el despacho de gasolinas con contenido mínimo de 87 octanos, 91 octanos y diésel automotriz.
- Tuberías de doble pared para trasiego de combustibles.
- Tuberías de acero al carbón para venteo de tanques de combustible con válvula de presión-vacío. En el tubo de venteo de diésel se contará con arrestador de flamas.
- Tuberías para agua y aire.
- Sistema de control de inventarios en tanques de almacenamiento.
- Sistema de detección electrónica de fugas.
- Tablero eléctrico principal.
- Sistema de tierra física.
- Transformador tipo pedestal con capacidad de 45 kVA, 13,200/220/127 Volts.
- Instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado.
- Controles para equipo eléctrico.
- Compresor de aire de 5 H.P.
- Instalaciones hidráulicas y de aire para dispensarios.
- Bomba centrífuga.
- Hidroneumático.

Instalaciones de seguridad y control.

- Tres tanques subterráneos de doble pared acero-polietileno, resistente a la corrosión externa y contruidos bajo las normas UL-58 y UL-1746.
- Fosa de contención para tanques de almacenamiento, con muros de concreto, tapa losa y piso de concreto impermeable.
- Instalaciones eléctricas a prueba de explosiones en zonas consideradas peligrosas, según la normatividad para estas instalaciones.
- Extintores para combate de fuego.
- Botones de paro de emergencia.
- Protección tubular de acero al carbón en dispensarios.
- Sistema de control de inventarios.
- Monitoreo electrónico para la detección de fugas consistente en:
 - Sensores para detección de fugas en el espacio anular entre las paredes del tanque, que detectarán fugas de combustible del contenedor primario y en contenedores de bombas sumergibles.
 - Contenedores en tanques, se colocarán en la descarga de producto y en la bomba sumergible para garantizar la retención de posibles fugas o derrames de producto.
 - Dos pozos de observación.
 - Contenedor en dispensarios, cada dispensario contará con un contenedor en su base que garantice la retención de posibles fugas o derrames de producto. Dentro del mismo, se instalará un sensor para la detección de fugas.
- Los tanques de almacenamiento tendrán una válvula de sobrellenado, que cierra el acceso del líquido cuando alcanza el 95% de su capacidad, lo que evitará derrames de combustible.
- Los tanques de almacenamiento contarán con placas de desgaste, que evitará el desgaste de la pared primaria del tanque.
- Entrada hombre, prevista para la revisión y limpieza de los tanques en su parte interior.
- Dispositivo para purga, permite la instalación del equipo para succionar el agua que se acumule en los tanques por condensación.
- Venteos en tanques de combustible con válvula de presión-vacío. En el tubo de venteo de Diésel se contará con arrestador de flamas.
- Los dispensarios contarán con válvula de emergencia (Shut-off) c/u, localizada en la tubería de suministro de producto, que garantiza el corte inmediato del flujo del producto si hubiese fuego o colisión.

- Las mangueras de despacho contarán con válvula de emergencia Break Away, con capacidad para retener el producto en ambos lados del punto de ruptura.
- Sistema de tierra física.
- Señalización informativa, preventiva, restrictiva y prohibitiva en toda la Estación.
- Tuberías de doble pared para trasiego de combustible.
- Sistema de drenaje para aguas aceitosas con trampa de combustible y depósito de residuos.
- Cisterna de 10,000 litros de capacidad.
- Barda perimetral.

Servicios generales.

- Energía eléctrica.
- Teléfono.
- Telefonía celular.
- Servicio de recoja de desperdicios.
- Servicio de recoja de residuos peligrosos.

Para la etapa de construcción del proyecto se tiene estimado un consumo de agua de 60m³, la cual será suministrada por medio de pipas. La energía eléctrica será suministrada por medio de la red de energía eléctrica de la CFE. El combustible necesario para el equipo de construcción será adquirido en la Estación de Servicio más cercana al proyecto.

Los materiales requeridos para esta etapa se enlistan en la tabla siguiente:

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	55	Ton
Polvo de piedra	85	m ³
Grava	85	m ³
Varilla de ¾	3	Ton
Varilla de ½	5	Ton
Armex de 15x15x4	100	Pza
Malla electrosoldada	250	m ²
Viguetas	500	Mts
Bovedillas	1000	Pza
Tubería de cobre tipo L de 1"	250	Mts
Tubería de cobre tipo L de 0.75"	250	Mts
Tubería ecológica de doble pared de 1 ½"	250	Mts
Tubería sencilla de fibra de vidrio de 3"	150	Mts
Tubería para alimentación eléctrica varios diámetros	1000	mts
Tubería de PVC de 6"	30	mts
Codos de bronce	30	pza
Piedra	200	m ³
Piso de cerámica	50	m ²
Block de 15x20x40	1600	pza
Sascab	120	m ³
Acero de estructura	20	ton
Lámina galvanizada	500	m ²
Lavabos	5	pza
Inodoros	4	pza
Mingitorio	3	Pza

Tabla 23. Materiales requeridos para la construcción del proyecto.

En la tabla siguiente se presentan las maquinarias que serían empleadas.

Equipo	Etapas	Cantidad	Tiempo empleado en la obra ¹	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos	Emisiones a la atmósfera (gr/s) ²	Tipo de combustible
Compactador	Construcción	1	Indefinido	Indefinido			Diésel
Trascabo	Construcción	1	Indefinido	Indefinido			Diesel
Grúa	Construcción	1	Indefinido	Indefinido			Diésel
Camión de volteo	Construcción	1	Indefinido	Indefinido			Diésel
Bomba sumergible	Operación	3		24			Eléctrica
Compresor	Operación	1		24			Eléctrica
Hidroneumático	Operación	1		24			Eléctrica

Tabla 24. Maquinarias que serán empleadas en la construcción del proyecto.

El personal necesario en esta etapa se presenta a continuación:

PERSONAL	CANTIDAD
Ingeniero civil supervisor de la obra.	1
Oficial de albañilería	7
Oficial herrero	2
Ayudante herrero	2
Peones de albañilería	15
Oficial de plomería	2
Ayudante de plomería	2
Oficial electricista	2
Ayudante electricista	4
Oficial de carpintería	2
Ayudante de carpintería	2
Operador de maquinaria	1
Oficial pintor	1
Oficial soldador	2
Ayudante soldador	2

Tabla 25. Personal necesario para la construcción del proyecto.

Residuos sólidos. Durante la construcción se generarán sobrantes de materiales de construcción, retacería de madera y fierro, bolsas de cemento y cal, envases de plástico y latas de refrescos, pedazos de cables, alambres y material diverso. En esta etapa los trabajadores generarán desechos orgánicos sanitarios y de alimentos. Estos residuos serán enviados a los sitios autorizados, la empresa constructora contará con programa integral de manejo de residuos.

Residuos sanitarios. Se generarán residuos sanitarios por parte de los trabajadores de la obra, para lo cual se instalarán letrinas portátiles para el uso exclusivo y obligatorio del personal, a la cual se le dará mantenimiento y limpieza por parte de la empresa que rentará estos dispositivos.

Emisiones a la atmósfera. Los vehículos automotores y maquinaria pesada que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción, generarán emisiones de gases a la atmósfera a través de sus escapes, estas emisiones cumplirán con los valores máximos de los parámetros que dicta las Normas Oficiales Mexicanas 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. (D.O.F. 10/Junio/2015) y de la 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. (D.O.F. 8/Marzo/2018). Para ello se les brindará mantenimiento en talleres especializados a cargo de la empresa constructora.

III.3.2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

a) Descripción general del tipo de servicios que se brindarán.

En la Estación de Servicio y Locales Comerciales no se efectuará ningún proceso de transformación de alguna materia prima, solamente se efectuarán actividades de trasiego, almacenamiento y venta de combustible.

La operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales abarcará 5 etapas.

ETAPA	ACTIVIDAD
1	Recepción del combustible.
2	Almacenamiento del combustible.
3	Despacho del combustible
4	Inspección y vigilancia.
5	Mantenimiento

Tabla 26. Etapas de operación del proyecto.

A continuación, se describen cada una las etapas de operación.

Etapas 1. Recepción de combustible.

El personal encargado de la recepción de combustible previamente será capacitado y tendrá conocimientos de las características y riesgos de las sustancias, así como conocer las acciones para hacer frente a las contingencias probables dentro de las instalaciones, tales como la evacuación del personal y vehículos, inspección y manejo de extintores, combate de incendios, solicitud de apoyo a protección civil, bomberos, etc.

Los combustibles se recibirán por medio de autotanques de 18,000 o de 20,000 litros de capacidad.

Al ingresar el autotanque a la Estación de Servicio se efectuarán los siguientes pasos:

- El operador entregará la documentación al encargado, el cual verificará que el autotanque tenga el nivel correcto de acuerdo a su capacidad oficial y además el tipo de combustible que se recibe. Anota la hora y fecha de llegada en cada una de las hojas del tráfico y registran sus datos en la forma de "Reporte diario de entradas y salidas de transportes a descarga".
- Ya dentro de las instalaciones, el conductor dirigirá el vehículo hacia la toma de descarga.
- Una vez que el autotanque esté en posición de la descarga correspondiente, se apagará el motor y el operador de descarga deberá realizar las siguientes maniobras:
 - Verificar que no existan condiciones en su entorno que puedan poner en riesgo la operación.
 - Colocación de calzas de madera y/o plástico para asegurar la inmovilidad del vehículo. Para la colocación de las calzas, éstas deben acercarse con el pie teniendo cuidado de no exponer, las partes del cuerpo, en tanto que para retirarlas se debe utilizar el cable o la cadena a la cual están sujetas.
 - Conectar el autotanque al sistema de tierra física de la Estación de Servicio, verificando que la tierra física se encuentre libre de pintura, que la conexión entre las pinzas y el cable no se encuentre trozada y que las pinzas ejerzan una adecuada presión.
 - El Encargado debe comprobar que el sello (cola de ratón), colocado en la caja de válvulas, se encuentre íntegro antes de retirarlo y que coincida con el número asentado en la factura.
 - Conectar la manguera al autotanque de acuerdo al tipo de combustible que se va a descargar: inicialmente por el extremo de la boquilla del tanque de almacenamiento y posteriormente, por el extremo que se conecta a la válvula de descarga del autotanque.

- En caso de que la Estación de Servicio cuente con sistema de recuperación de vapores, se debe de conectar la manguera al autotank para la descarga del vapor del tanque de almacenamiento inicialmente por el extremo que se conecta a la válvula del tanque de almacenamiento.
- Verificar el nivel físico del combustible contenido en el tanque de almacenamiento al cual se dirigirá el mismo, para garantizar que haya espacio suficiente para el volumen contenido en la pipa.
- Después de que el responsable de la recepción y descarga del combustible haya llevado a cabo la conexión del codo de descarga, el chofer debe proceder a la apertura lenta de la válvula de descarga, para verificar que no existan derrames. A continuación, realizar la apertura total de la válvula para efectuar la descarga del combustible, verificando cada 5 minutos el paso del producto por la mirilla del codo de descarga.
- Verificar que las válvulas de descarga del tanque que vaya a ser llenado estén cerradas (no se deberá extraer combustible del tanque mientras éste sea llenado).
- El Chofer y el Encargado deben permanecer en el sitio de descarga y vigilar toda la operación, sin apartarse de la bocatoma del tanque de almacenamiento.
- Si durante las operaciones de descarga de producto se presentará alguna emergencia, el Chofer debe accionar de inmediato las válvulas de emergencia y de cierre de la descarga del autotank.
- En el caso de que el producto descargado sea diésel, no se requiere utilizar la manguera de retorno de vapores hacia el tanque, por lo que tanto el Encargado como el Chofer deben verificar que la tapa de recuperación de vapores del autotank se encuentre cerrada durante el proceso de descarga.

Al concluir el vaciado total del autotank se procederá de la siguiente forma:

- Una vez que en la mirilla del codo de descarga no se aprecie flujo de producto, el Chofer debe cerrar las válvulas de descarga y de emergencia.
- A solicitud del Encargado de la Estación de Servicio, el Chofer debe accionar la palanca de la válvula de descarga verificando que la válvula de emergencia se encuentre abierta, para asegurar de esta manera la entrega total de producto.
- Posteriormente se llevará a cabo la desconexión de la manguera de descarga de acuerdo a la siguiente secuencia:
 - Desconectar el extremo conectado a la válvula de descarga del autotank, levantando la manguera para permitir el drenado del combustible remanente hacia el tanque de almacenamiento; posteriormente se procede a desconectar el extremo conectado al tanque de almacenamiento.
 - En caso de que la Estación de Servicio cuente con sistema de recuperación de vapores, se debe desconectar primero el codo de acoplamiento al tanque de almacenamiento, a continuación, desconectar el extremo de la manguera del autotank.
- Se coloca la manguera en su lugar.
- Quitar la conexión a tierra del autotank, retiro de calzas.
- Revisar el nivel final del tanque de almacenamiento, para verificar la cantidad de combustible recibido.
- Ya por último, los documentos del conductor, conocidos como tráfico, se sellan anotando en ellos hora de arribo, hora de salida, la fecha y la firma del descargador, entregando dichos documentos al encargado de la Estación de Servicio.

Verificación de condiciones óptimas de descarga.

- En el sistema de control de inventarios, se seleccionará el tanque de almacenamiento que será designado para la recepción del combustible. Deberá verificarse que la capacidad del espacio vacío en el tanque, sea suficiente para contener el volumen de producto que descargue el autotank, sin que ésta alcance el 95 % de la capacidad total del tanque de almacenamiento.
- El operador del autotank y el encargado de la Estación de Servicio deben verificar que la caja que contiene las válvulas para la descarga de producto esté debidamente sellada.
- En el área destinada para la descarga, se colocarán un mínimo de 4 biombos con la leyenda "Peligro, Descargando Combustible", para proteger como mínimo un área de 6 x 6 metros, tomando como centro la bocatoma del tanque de almacenamiento que recibirá el producto.

- Durante la operación de descarga, se debe verificar que el área permanezca libre de personas y vehículos ajenos a esta actividad, asimismo se ubicarán dos personas, cada una con un extintor de P.Q.S. de 9 kg.
- El personal que está en el área de operación de la Estación de Servicio durante las maniobras de descarga, debe usar ropa de algodón y zapatos de seguridad sin clavos, para evitar chispas, así como asegurarse de no llevar objetos como peines, lápices, etc., que puedan caer dentro del autotank y obstruyan los asientos de las válvulas de emergencia y descarga, dando como resultado que éstas no cierren totalmente, originando derrames.
- En caso de producirse un derrame durante la descarga, el personal encargado procederá a accionar las válvulas de emergencia de cierre rápido y corregir la falla o suspender la operación.
- El chofer no debe permanecer por ningún motivo en la cabina del vehículo durante la operación de descarga de combustible.
- Queda prohibida la descarga de producto en tambores de 200 litros o en cualquier otro tipo de recipientes, directo del autotank.
- Por ningún motivo deberá descargarse combustible de manera simultánea en dos o más tanques.
- Antes de iniciar el proceso de descarga de combustible, el encargado de la recepción y descarga debe cortar el suministro de energía eléctrica a la bomba sumergible del tanque de almacenamiento.

Etapas 2. Almacenamiento de Combustible.

Riesgos identificados.

Los combustibles estarán almacenados en tanques subterráneos, en donde pueden producirse fugas que podrían filtrarse directamente por el terreno. Cualquier rotura que se produzca en el tanque es muy grave porque a simple vista será muy difícil darse cuenta, ya que estarán tapados con una losa de concreto. Por tanto, el tiempo que transcurra desde que se produce la fisura hasta que se arregle puede ser largo y, consecuentemente, la pérdida de combustible grande. Otro inconveniente es la dificultad para reparar cualquier fisura.

Por la gravedad que supone que se produzca una fisura en el tanque, se han tomado una serie de precauciones para evitar estas roturas, para detectarlas inmediatamente y para evitar que el combustible se derrame libremente por el terreno.

Medidas preventivas.

Para evitar fisuras en los tanques, ha de saberse que su causa principal es la corrosión, por eso en la elección del material se ha buscado que sea resistente a los hidrocarburos y a la corrosión externa del terreno, por tal motivo se seleccionó el tanque de doble pared acero-polietileno.

Para detectar inmediatamente cualquier fisura, por pequeña que sea que se produzca en cualquiera de las dos paredes del tanque, se instalará un sistema de detección de fugas en la cámara intermedia. Este sistema mide la presión que hay en la cámara intersticial. En caso de producirse una fuga en cualquiera de las dos cámaras, variaría la presión y saltaría una alarma alertando del peligro.

Para que el combustible no se filtre al terreno en caso de producirse alguna fisura, se contará con tanques de doble pared. Por tanto, si una pared se agrieta antes de que el combustible llegue al suelo, el sistema de fugas avisaría y daría tiempo de reparar el daño. El tanque de doble pared reduce y casi anula, la posibilidad de que el combustible almacenado se derrame por el terreno de la gasolinera. Esto tan sólo sería posible si se rompieran a la vez las dos paredes del tanque, cosa muy improbable. Sin embargo, aún que se diera este caso los tanques estarán confinados dentro de una fosa de contención con acabado interior impermeable, que en caso de que se rompan las dos paredes del tanque el combustible no se filtre al terreno, sino que sea contenido en la fosa; además se contará con dos pozos de observación para detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo.

Los tanques estarán bien sujetos a la losa inferior para impedir cualquier movimiento que se pueda producir. Si no fuera así, cualquier movimiento produciría la rotura de tuberías, acoplamientos, arquetas, etc. o incluso, el propio tanque, con el consecuente peligro de producirse alguna fuga de combustible.

- El almacenamiento de los combustibles se realizará en tres tanques subterráneos del tipo ecológico de doble pared acero-polietileno: tanque de 60,000 litros para gasolina con contenido mínimo de 87 octanos, tanque de 40,000 litros para gasolina con contenido mínimo de 91 octanos y tanque de 40,000 litros para diésel automotriz.
- Los tanques de almacenamiento contarán con detectores de fugas en el espacio anular entre las paredes del tanque, para registrar oportunamente alguna fuga de combustible del tanque (contenedor) primario, los cuales enviarán una señal a la alarma sonora y visible con que contará la Estación de Servicio. Las tuberías de doble pared contarán también con detectores similares.
- Los tanques de almacenamiento estarán confinados dentro de fosa de contención y se contará con dos pozos de observación para detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo.
- Los tanques de almacenamiento contarán con sistema de venteo provisto de válvula de presión-vacío, además, se contará con venteos de emergencia con el fin de relevar la presión interna producida en caso de incendio.
- Los tanques de almacenamiento contarán con entrada hombre.
- Previo a su puesta en operación se realizarán pruebas de hermeticidad a los tanques de almacenamiento y a las tuberías de suministro de combustible.

Se contará con un sistema de control de inventarios para verificar que coincidan las entradas y salidas de combustible de la Estación de Servicio.

La zona de tanques de almacenamiento se mantendrá libre de basura, así como de sustancias que pudieran poner en peligro la seguridad de la Estación de Servicio.

Etapas 3. Despacho de combustible.

La Estación de Servicio contará con dos dispensarios de doble posición de carga y seis mangueras c/u que expenderán gasolinas con contenido mínimo de 87 octanos, 91 octanos y diésel automotriz.

La operación de despacho se realizará tomando en cuenta las disposiciones dadas en la NOM-005-ASEA-2016.

Los dispensarios contarán con válvula de emergencia (Shut-off) c/u, localizada en la tubería de suministro de producto, que garantiza el corte inmediato del flujo del combustible si hubiese fuego o colisión y las mangueras de despacho contarán con válvula de emergencia Break Away, con capacidad para retener el combustible en ambos lados del punto de ruptura.

En la parte inferior de los dispensarios se instalarán contenedores herméticos, para la contención y manejo de los productos, en caso de algún derrame de combustible, los cuales contarán con un sensor para la detección de fugas. La energía que alimenta el dispensario deberá de suspenderse automáticamente cuando se detecte cualquier líquido en el contenedor.

Procedimiento de despacho de combustible.

Para el despacho de los combustibles a los vehículos que llegan a la Estación de Servicio se realizará mediante el siguiente procedimiento:

Responsable	Actividad
Despachador	Guiar al conductor para que se estacione adecuadamente en la posición de carga correspondiente para no entorpecer el flujo vehicular.
Despachador	Verifique que se encuentra apagado el motor del automóvil y si tienen teléfono celular asegúrese que este apagado, para no poder realizar ni recibir llamadas
Despachador	Se acercará al conductor, lo saludará, le solicitará la llave del tapón del tanque y le preguntará el tipo y cantidad de combustible que desea.
Cliente	Le entregará la llave del tapón o, en su caso, lo abrirá automáticamente; indicando el tipo y la cantidad de combustible que requiere.
Despachador	Destapa el tanque de combustible guardándose en el overol el tapón y las llaves, disponiéndose a despachar el combustible.

Responsable	Actividad
Despachador	Toma la manguera del dispensario, verifica que el medidor marque ceros y solicita al cliente que lo verifique.
Cliente	Verifica que el medidor marque ceros y autoriza que le despachen.
Despachador	Coloca la pistola en la entrada del depósito del vehículo y en caso de que el dispensario así lo permita, programará de acuerdo con la cantidad de litros o importe que el cliente solicitó, cuidando que no se derrame, suministra el combustible.
Despachador	Pregunta al conductor si quiere algún servicio adicional para su vehículo.
Despachador	Note que cuando el tanque de gasolina está lleno, el mecanismo automático detendrá el bombeo y en algunos casos emitirá una señal, remueva la pistola, y no trate de llenar más el tubo de combustible, esto evitara goteo y derrames
Despachador	Retira la pistola de la entrada del depósito del vehículo, acomodando la manguera en el dispensario.
Despachador	Extrae de su overol las llaves del vehículo y el tapón del tanque, verificando que quede bien cerrado.
Despachador	Entrega al conductor las llaves del vehículo y le informa sobre la cantidad suministrada; pidiéndole que la verifique en el dispensario.
Despachador	Elabora la nota de remisión por el importe del combustible despachado más algún otro producto (aceites lubricantes) que se le hubiera vendido y la entrega al cliente.
Despachador	Realiza el cobro y despide amablemente al conductor.

Tabla 27. Descripción de la etapa de despacho de combustible.

Para minimizar los riesgos derivado del manejo de combustibles, se deberán de observar siempre las siguientes normas de seguridad:

- ❑ No utilizar teléfonos celulares.
- ❑ No fumar ni encender fuego.
- ❑ Ubicarse adecuadamente en la posición de carga correspondiente y no entorpecer el movimiento de las unidades.
- ❑ Si llega a la Estación un vehículo con fugas de gasolina, con agua en el radiador hirviendo o cualquier otra condición peligrosa, se le desviará hacia un lugar fuera de la Estación donde no represente peligro.
- ❑ Atender los señalamientos y sus indicaciones.
- ❑ Apagar el motor del vehículo antes del despacho de combustible.
- ❑ No encender el motor sino hasta que el despachador lo indique.
- ❑ No efectuar ningún tipo de reparaciones en el área de despacho.
- ❑ No permanecer más tiempo del necesario en el área de despacho.
- ❑ Respetar la zona de acercamiento, el límite máximo de velocidad (10 km/h) y el sentido de la circulación.
- ❑ En caso de derrame accidental de gasolina, éste deberá ser eliminado inmediatamente con agua y no se autorizará el arranque del vehículo o la entrada de un nuevo usuario a esa área, hasta que haya desaparecido el peligro.

Por razones de seguridad, no se suministrará combustible en los siguientes casos:

- ❑ A vehículos de transporte público con pasajeros a bordo.
- ❑ A personas que se encuentren en estado de intoxicación por enervantes o por bebidas alcohólicas.
- ❑ A menores de edad.
- ❑ A vehículos que no tengan el tapón del tanque de combustible.
- ❑ Cuando se trate de recipientes que no sean de plástico, no estén en buen estado y no tengan cierre hermético.

Etapas 4. Inspección y vigilancia.

En esta etapa, el responsable de su realización que generalmente es el Encargado de la Estación de Servicio, revisará que no existan fuentes de peligro potencial en el área donde se ubica dicha Estación. Se deben realizar

inspecciones periódicas en las zonas aledañas a la Estación de Servicio, con el fin de comprobar que no exista ningún riesgo potencial que pudiera afectar la seguridad de las instalaciones. En caso de que se localice una fuente de riesgo que afecte la seguridad de la Estación, esta deberá ser reportada de inmediato a las autoridades competentes.

Para el fiel cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016, indica en su apartado **10 Evaluación de la conformidad**, el procedimiento de evaluación de la conformidad y es aplicable al diseño, construcción, operación y mantenimiento y cambios en las Estaciones de Servicio. Las Estaciones de Servicio deben obtener un dictamen elaborado por una Unidad de Verificación Acreditada que compruebe documentalmente el cumplimiento de la norma.

Etapas 5.- Mantenimiento.

Para un adecuado mantenimiento el Regulado debe cumplir las disposiciones del ANEXO 4 (inciso 3) de la NOM-005-ASEA-2016.

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollan en la Estación de Servicio para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los equipos e instalaciones como son: dispensarios, bombas sumergibles, válvulas, tuberías, instalaciones eléctricas, tierras físicas, extintores, drenajes, trampa de combustible, sistemas de recuperación de vapores, sistemas de control de inventarios, monitoreo de fugas, limpieza ecológica, pintura en general, señalamientos, etc.; elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes.

Por su naturaleza el mantenimiento se divide en preventivo y correctivo:

Mantenimiento Preventivo: Son las actividades que se desarrollan de acuerdo a un programa predeterminado; permite detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto antes de que falle algún equipo o instalación; si se lleva a cabo correctamente disminuirá riesgos e interrupciones repentinas.

Mantenimiento Correctivo: Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación por reparación o sustitución de los mismos.

Como parte integral para el cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016, se deberá revisar que el estado de los sistemas de la Estación de Servicio opere en condiciones normales. Para ello, se contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo de acuerdo a lo establecido en dicha norma, en donde se describen los trabajos a efectuar y el estado que debe guardar las instalaciones y equipos. En el caso que sea necesario una reparación mayor de las instalaciones o equipos, se recurrirá a empresas especializadas en el área.

A continuación, se presenta el programa de mantenimiento preventivo que se realizará en la Estación de Servicio.

Equipo e Instalaciones	Frecuencia				
	Diario	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Tanque de almacenamiento					X
Compresor de aire			X		
Línea de sensores.				X	
Instalación hidráulica.				X	
Sistema de seguridad del tanque.		X			
Botón de paro de emergencia		X			
Sistema de venteo				X	
Línea de conducción de combustible.		X			
Oficinas administrativas	X				
Dispensarios	X				
Equipo mecánico				X	
Extintores					X
Red de tierra física			X		
Trampa de combustible y registros	X				

Equipo e Instalaciones	Frecuencia				
	Diario	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Equipo de protección personal			X		
Nivel de la cisterna de agua	X				
Botiquines de primeros auxilios			X		
Equipo de comunicación	X				
Sistema eléctrico					X
Planta de emergencia					X
Transformador					X

Tabla 28. Programa de mantenimiento del proyecto.

El programa de mantenimiento de los sistemas debe contar con los procedimientos enfocados a:

- a. Verificar el funcionamiento seguro de los equipos relacionados con la operación;
- b. Asegurar que los materiales y refacciones que se usan en los equipos cumplen con las especificaciones requeridas;
- c. Testificar que se lleven a cabo las revisiones y pruebas periódicas a los equipos;
- d. Realizar el mantenimiento con base en las recomendaciones del fabricante y el procedimiento de la empresa;
- e. Revisar el cumplimiento de las acciones correctivas resultantes del mantenimiento;
- f. Revisar los equipos nuevos y de reemplazo, para el cumplimiento con los requerimientos de diseño donde estarán instalados, y
- g. Definir los criterios o límites de aceptación; la frecuencia de las revisiones y pruebas, conforme a las recomendaciones del fabricante; las buenas prácticas de ingeniería; los requerimientos regulatorios y las políticas del Regulado, entre otros.

Por seguridad y para evitar riesgos, las actividades de mantenimiento deben ser realizadas cumpliendo las medidas de seguridad descritas en el punto 8.4 de esta Norma, y se utilizarán herramientas, equipos de seguridad y refacciones que garanticen los trabajos de mantenimiento.

Todo trabajo de mantenimiento debe quedar documentado en la(s) bitácora(s) y registrado en los expedientes correspondientes.

Bitácora.

Para efectos de control y verificación de las actividades de mantenimiento la Estación de Servicio contará con bitácora foliada, para el registro de lo siguiente: mantenimiento preventivo y correctivo de edificaciones, elementos constructivos, equipos, sistemas e instalaciones de la Estación de Servicio, pruebas de hermeticidad, incidentes e inspecciones de mantenimiento, entre otros.

- a. La bitácora no debe contener tachaduras y en caso de requerirse alguna corrección, ésta será a través de un nuevo registro, sin eliminar ni tachar el registro previo.
- b. La bitácora estará disponible en todo momento en la Estación de Servicio y en un lugar de fácil acceso tanto para el responsable de dicha estación como para los trabajadores autorizados.
- c. La bitácora debe contener como mínimo, lo siguiente: nombre de la Estación de Servicio, domicilio, nombre del equipo y firmas de los trabajadores autorizados, firma autógrafa del o los trabajadores que realizaron el registro de actividades, así como la fecha y hora del registro.

Se permite el uso de aplicaciones (software) de base(s) de datos electrónica(s) para dar el seguimiento a las labores que deben ser registradas en la(s) bitácora(s), éstas deben permitir la rastreabilidad de las actividades y los registros requeridos de operación y/o mantenimiento, tales como actividades ejecutadas por personal competente o interacción con personal competente externo en la actividad, informes externos, evidencias objetivas (reportes de servicio, fotografías, manejo de residuos, manifiestos de disposición de residuos, entre otros).

Se deben de incluir todos los registros de concepto requeridos a lo largo de esta Norma.

Preparativos para realizar actividades de mantenimiento.

Todos los trabajos peligrosos efectuados por los trabajadores de la Estación de Servicio o contratados con externos deben ser autorizados por escrito por el responsable de la Estación de Servicio y se registrarán en la bitácora, anotando la fecha y horas de inicio y terminación programadas, así como el equipo y materiales de seguridad que serán utilizados.

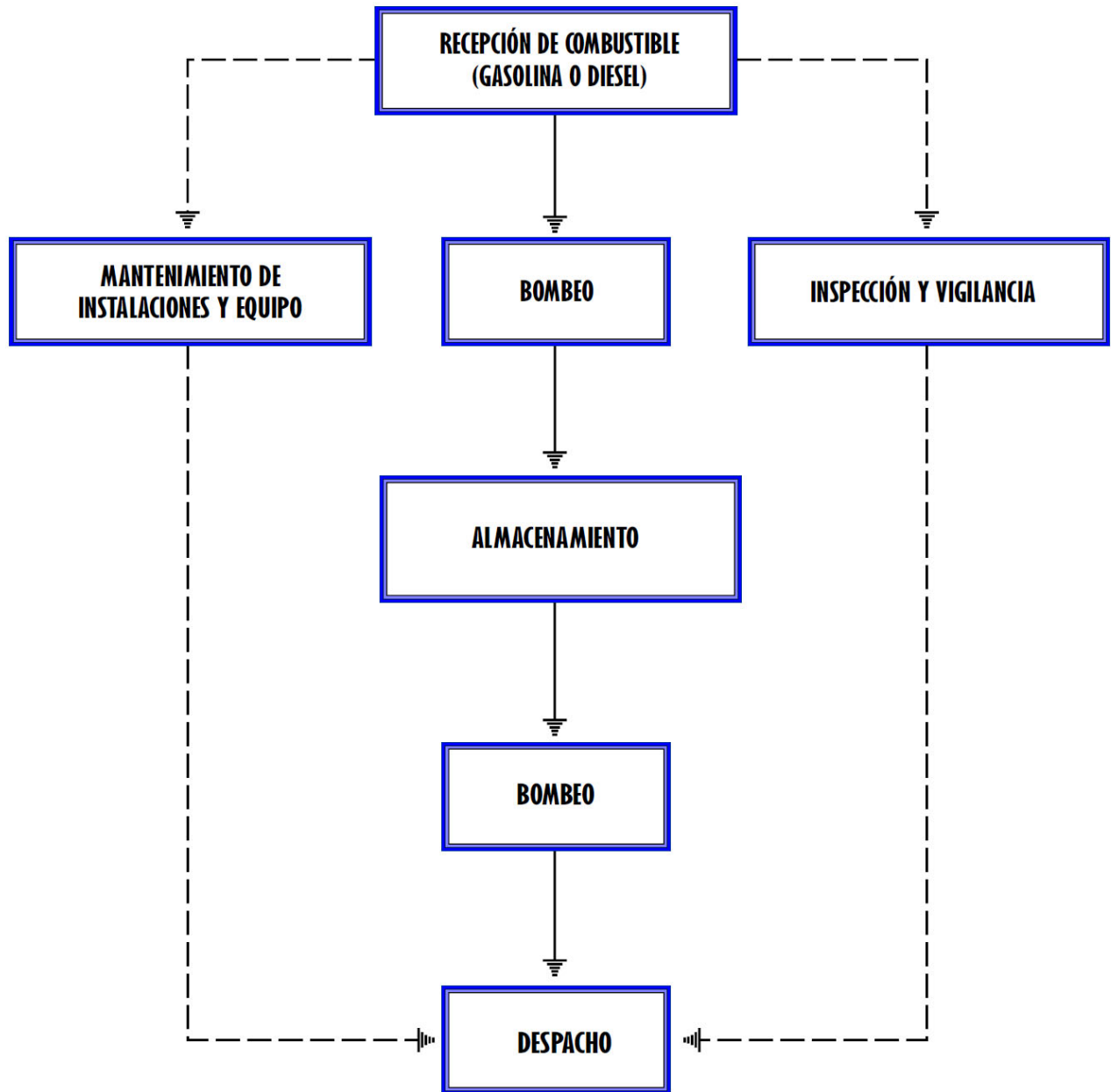
Los trabajadores de la Estación de Servicio y el personal externo contarán con el equipo de seguridad y protección; así como con herramientas y equipos adecuados de acuerdo al lugar y las actividades que vayan a realizar.

Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento se deben seguir las medidas establecidas en los procedimientos de mantenimiento, las recomendaciones de fabricante y las siguientes:

- a. Suspender el suministro de energía eléctrica al equipo en mantenimiento y aplicar el procedimiento de seguridad de etiquetado, bloqueo y candado.
- b. Para actividades en dispensarios, suspender el despacho de producto desde la bomba sumergible al dispensario.
- c. Delimitar la zona en un radio de:
 1. 6.10 m a partir de cualquier costado de los dispensarios.
 2. 3.00 m a partir de la bocatoma de llenado de tanques de almacenamiento.
 3. 3.00 m a partir de la bomba sumergible.
 4. 8.00 m a partir de la trampa de grasas o combustibles.
- d. Verificar con un explosímetro que no existan o se presenten concentraciones explosivas de vapores (si el área es clasificada como peligrosa).
- e. Eliminar cualquier punto de ignición.
- f. Todas las herramientas eléctricas portátiles estarán aterrizadas y sus conexiones e instalación deben ser a prueba de explosión.
- g. En el área de trabajo se designarán a dos personas capacitadas en el uso de extintores, cada una con un extintor de 9.0 kg y estarán especificados y deben cumplir con la función de sofocar fuego de las clases A, B y C.
- h. Cuando se realicen trabajos en el interior del tanque de almacenamiento se tendrá una persona en el exterior encargado de la seguridad.
- i. Estas medidas preventivas son enunciativas y no limitativas.

En las páginas siguientes se presentan los diagramas de bloques y de flujo por la operación de la Estación de Servicio y en el anexo No. 4 se presenta plano del proyecto.

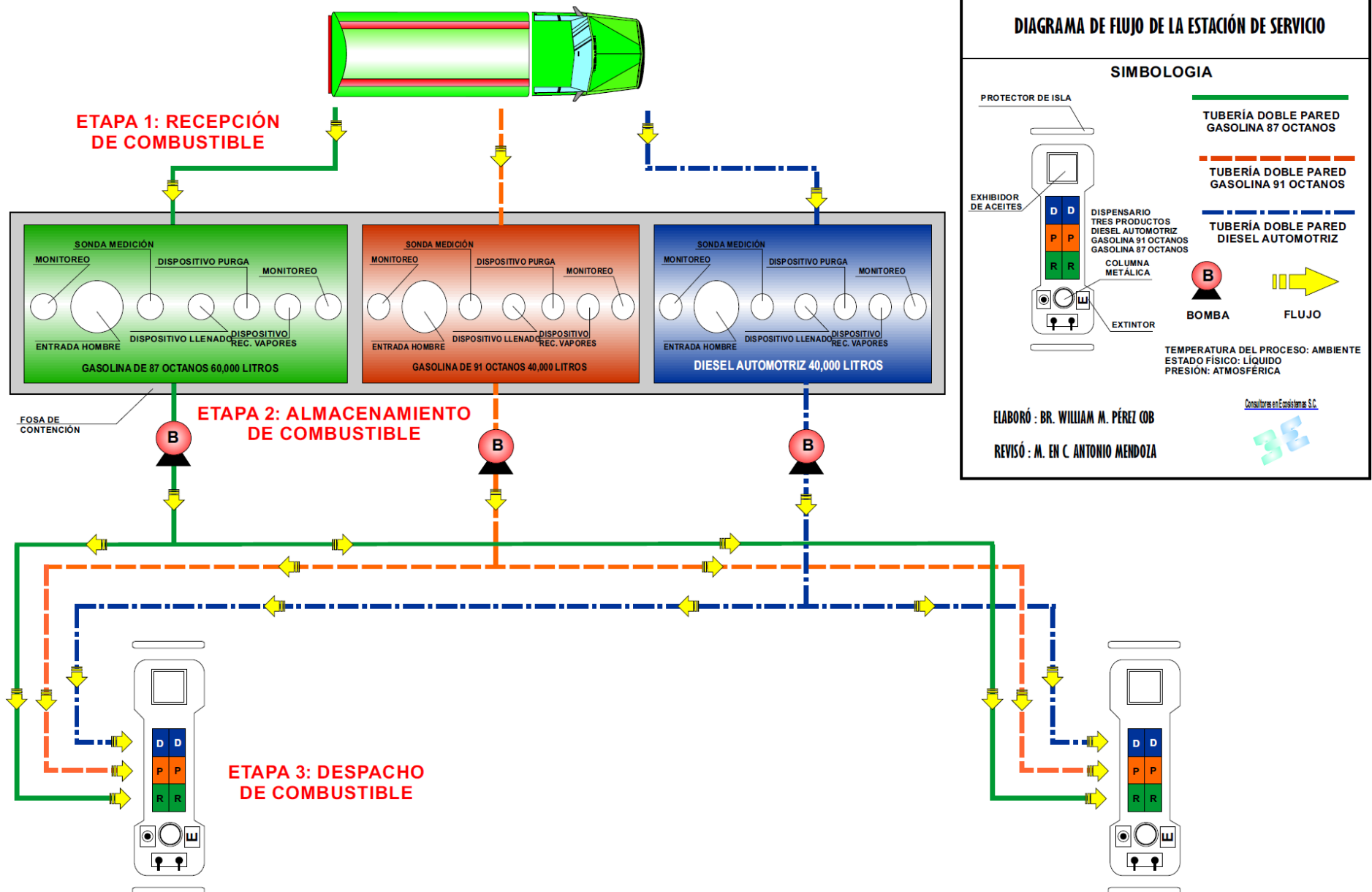
DIAGRAMA DE BLOQUES POR LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO

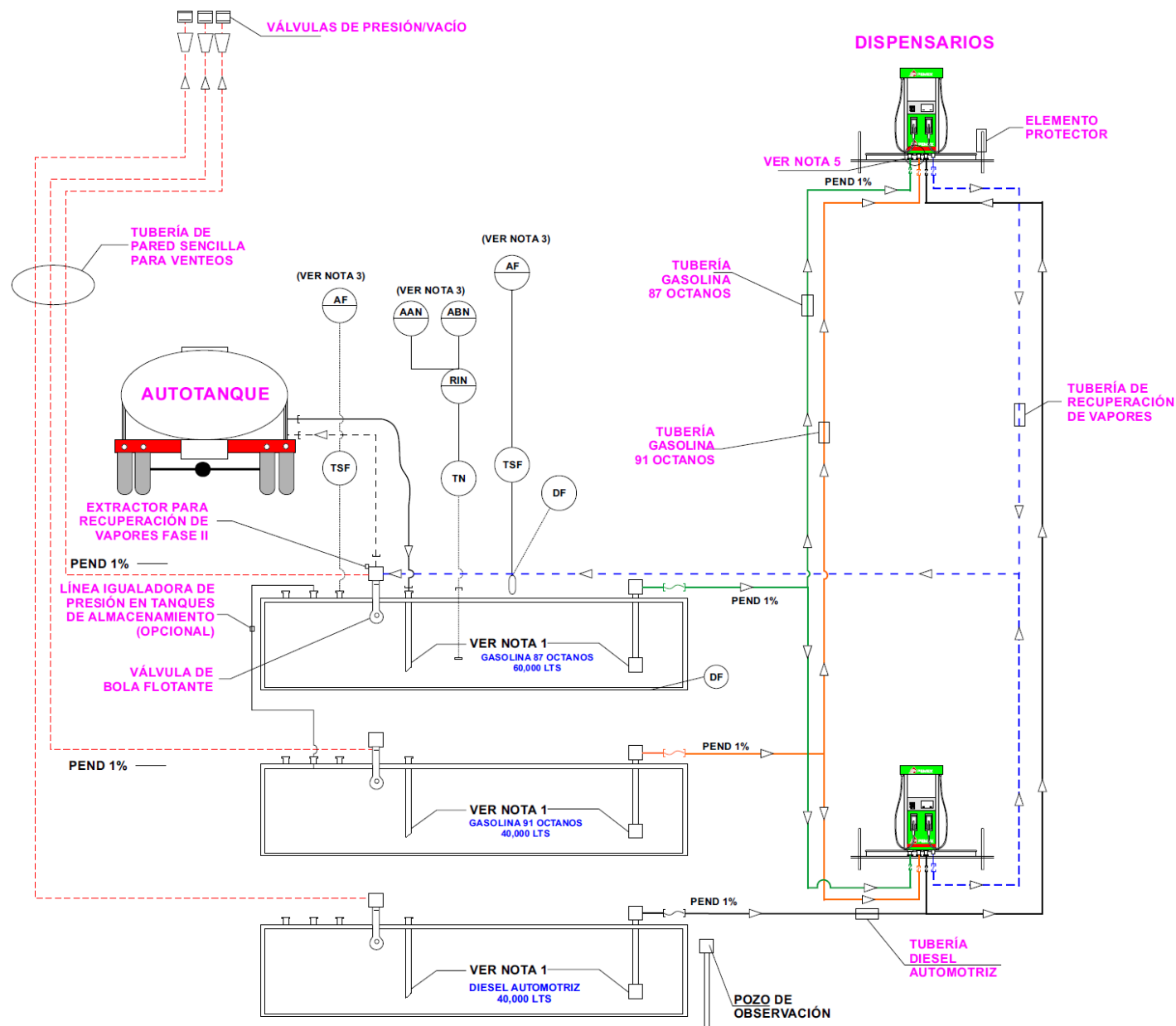


Consultores en Ecosistemas S.C.



Figura 8. Diagrama de bloques de la operación del proyecto.



**DIAGRAMA MECÁNICO DE FLUJO DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO****SIMBOLOGÍA**

	VÁLVULA DE VENTILACIÓN P/V
	LÍNEA DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES
	LÍNEAS DE SUMINISTRO DE PRODUCTOS
	ALARMA DE BAJO NIVEL
	CONEXIÓN FLEXIBLE
	VÁLVULA DE CORTE
	DETECTOR DE FUGAS LOCAL
	TRANSMISOR DE SEÑAL DE FUGA LOCAL
	TRANSMISOR DE NIVEL LOCAL
	REGISTRO INDICADOR DE NIVEL DE TABLERO
	ALARMA LUMINOSA Y SONORA EN TABLERO
	ALARMA DE ALTO NIVEL EN TABLERO
	VÁLVULA SHUT-OFF (FLUIDOS o VAPORES)

Consultores en Ecosistemas S.C.

ELABORÓ: BR. WILLIAM MARTÍN PÉREZ COB

REVISÓ: M. EN C. ANTONIO MENDOZA

**NOTAS:**

1. EL TUBO DE LLENADO Y LA SUCCIÓN DE LA BOMBA, DEBERÁN SER INSTALADOS AL MISMO NIVEL RESPECTO DEL FONDO DEL TANQUE
2. CUANDO LAS TUBERÍAS DE PRODUCTO SEAN DE ACERO AL CARBÓN, EL SEGUNDO CONTENEDOR SERÁ A BASE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
3. LA INSTRUMENTACIÓN INDICADA EN EL TANQUE DE PREMIUM ES LA MISMA PARA LOS OTROS TANQUES
4. CUANDO SE INSTALE TUBERÍA NO METÁLICA, RÍGIDA O FLEXIBLE, SE INSTALARÁ DE ACUERDO A LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE
5. LA ZONA DE FRACTURA DE LA VÁLVULA SHUT-OFF SE COLOCARÁ DE TAL MANERA QUE QUEDE A $\pm \frac{1}{2}$ " DEL NIVEL DE PISO TERMINADO DEL BASAMENTO DEL MÓDULO DE SERVICIO.

Figura 10. Diagrama de flujo mecánico de la operación del proyecto.

b) Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos.

- **Tanques de almacenamiento de doble pared:** Son de doble pared acero-polietileno, fabricados cumpliendo con los códigos UL-58 y UL-1746, el cual presenta una mayor seguridad con su doble contención; además de ser resistente a la corrosión externa.
- **Fosa de contención:** Los tanques de almacenamiento estarán instalados dentro de una fosa de contención, con piso, paredes y tapa losa de concreto impermeable, que evitará la contaminación por derrames de combustible.
- **Detección electrónica de fugas en espacio anular:** Este sistema ayuda a prever fugas ocasionadas por posibles fallas en el sistema de doble contención de los tanques, el cual consiste en sensor electrónico para la detección de hidrocarburos que estará conectado a la consola de control.
- **Válvulas de sobrellenado:** Los tanques de almacenamiento contarán con válvula de sobrellenado, que cerrará el acceso de líquido al tanque cuando alcanza el 95% de su capacidad, lo que evitará posibles derrames de combustible.
- **Control de inventarios:** Este sistema electrónico y automatizado permite medir las existencias del producto almacenado, previniendo de esta manera, sobrellenados y derrames de productos.
- **Válvulas de emergencia Break Away:** Las mangueras de despacho de combustible contarán con válvula de corte de emergencia, con capacidad para retener el producto en ambos lados del punto de ruptura.
- **Válvula de emergencia Shut off:** Los dispensarios contarán con válvula de emergencia, que estará localizada en la tubería de suministro de combustible, que permita detener el flujo de combustible al dispensario en caso de desprendimiento.
- **Contenedores herméticos en dispensarios:** En la parte inferior de los dispensarios se instalará un contenedor hermético de fibra de vidrio o polietileno de alta densidad, con un espesor que cumpla con los estándares internacionales de resistencia y estará libre de cualquier tipo de relleno para facilitar su inspección y mantenimiento.
- **Detección electrónica de fugas:** Se contará con un sistema electrónico para la detección de líquidos, con sensores en contenedor de bombas sumergibles, dispensarios y tuberías de suministro de producto, las cuales estarán conectadas a la consola de control. En caso de detectarse cualquier líquido en el contenedor de los dispensarios, la energía que alimenta al dispensario será suspendida automáticamente.
- **Tuberías de doble pared:** Con el objeto de evitar la contaminación del subsuelo, las tuberías de suministro de combustible serán de doble pared; que provee un espacio anular (intersticial) continuo para verificar la hermeticidad y estarán instaladas dentro de trincheras. Se contará con un sistema de control de detección electrónica que identificará líquidos que penetre por la pared secundaria o el producto que llegará a fugarse del contenedor primario.
- **Botón de paro de emergencia:** Capaz de suspender el suministro de energía eléctrica de forma inmediata, en toda la red que se encuentra conectada al centro de control de motores y alimentación de dispensarios.
- **Sistema de drenaje de aguas aceitosas:** Se contará con un sistema de drenaje de aguas aceitosas, consistente en rejillas colectoras, las cuales estarán conectadas a la trampa de combustible y depósito de residuos. Este sistema permitirá la contención y control de derrames en la zona de almacenamiento y despacho de combustible.
- **Sistema de drenaje de aguas residuales:** Se contará con sistema de drenaje de aguas residuales proveniente de los servicios sanitarios, los cuales se enviarán a un biodigestor autolimpiante para tratamiento y posteriormente se enviarán al subsuelo a través de un pozo de absorción.

c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.

En la Estación de Servicio y Locales Comerciales se tiene contemplado un programa de mantenimiento a los equipos e instalaciones, por lo que no se puede saber con exactitud qué tipo de reparaciones se realizarán; sin embargo, en caso de ser necesaria una reparación a tanques de almacenamiento, tuberías de trasiego, bombas sumergibles, dispensarios, sistema eléctrico y computo se recurrirá a empresas especializadas en el área.

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollan en la Estación de Servicio para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los equipos e instalaciones como son: dispensarios, bombas sumergibles, válvulas, tuberías, instalaciones eléctricas, tierras físicas, extintores, drenajes, trampa de combustible, sistemas de control de inventarios, monitoreo de fugas, limpieza ecológica, pintura en general, señalamientos, etc.; elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes.

d) Control de malezas o fauna nociva.

Para el control de malezas o fauna nociva no se utilizarán pesticidas o insecticidas. En el caso de la maleza se retirará manualmente (chapeo), cuando se le de mantenimiento (riego) a las áreas verdes y en el caso de la fauna nociva se realizará la limpieza de todas las zonas del inmueble con el fin de evitar la generación de la fauna nociva.

III.3.3. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

No se tiene contemplado un programa de abandono del sitio. En el supuesto caso de que en un futuro la Estación de Servicio y Locales Comerciales desocupará el inmueble que será construido, éste podrá ser utilizado por otra Estación de Servicio o por cualquier empresa que así lo requiera.

En caso de que la empresa se vea en la necesidad de abandonar el sitio se realizarán las siguientes actividades.

- Limpieza ecológica de la trampa de combustible y zona de almacenamiento temporal de residuos peligrosos, mediante una empresa autorizada por las autoridades ambientales.
- Retiro de los tanques de combustible, para lo cual deberá de estar libre de combustible.
- Retiro de dispensarios de despacho.
- Retiro de controles eléctricos, equipos de cómputo y maquinaria.
- Retiro de residuos sólidos domésticos por parte del H. Ayuntamiento.
- Desmantelamiento de letrero distintivo y zona de despacho.

III.3.4. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

Etapas de preparación del sitio y construcción.

Residuos sólidos. En la preparación del sitio se generarán residuos vegetales producto de la remoción de la vegetación y basura que los automovilistas arrojan al predio, los residuos vegetales serán triturados y composteados, para después integrarlos a las áreas verdes y la basura será llevado al relleno sanitario del municipio por medio de camiones de volteo.

Durante la construcción se generarán residuos como: sobrantes de materiales de construcción, retacería de madera y fierro, tubería, bolsas de cemento y cal, envases de plástico, latas de refrescos, pedazos de cables, alambres y residuos de comida. Estos serán enviados a los sitios autorizados, por parte de la empresa constructora.

La empresa constructora contará con un programa integral de residuos, que se aplicará en el proyecto, realizándose la separación de los residuos de acuerdo al siguiente código de colores: Rojo con la leyenda de PET, Amarillo para la lata de aluminio, Verde para los orgánicos y Naranja para varios.

Residuos sanitarios: Se instalará una letrina portátil para el uso exclusivo y obligatorio de los trabajadores, a la cual se le dará mantenimiento y limpieza por parte de la empresa rentadora, la cual dispondrá los residuos en los sitios autorizados.

Emisiones a la atmósfera. Los vehículos automotores y maquinaria pesada que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción generarán emisiones de gases a la atmósfera a través de sus escapes, estas emisiones cumplirán con los valores máximos de los parámetros que dicta las Normas Oficiales Mexicanas 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. (D.O.F. 10/Junio/2015) y 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. (D.O.F. 8/Marzo/2018). Para lo cual se les brindará mantenimiento en talleres especializados a cargo de la empresa constructora.

Etapas de operación y mantenimiento.

Residuos sólidos. En esta etapa los residuos sólidos generados serán papeles para uso de oficinas, cartones, envases de plástico, latas de refrescos y residuos de comida, los cuales serán almacenados temporalmente en tambores metálicos de 200 lts, se estima que se generarán de 2 a 3 tambores por semana. En la gasolinera se aplicarán los siguientes códigos de colores para la separación de los residuos: Rojo con la leyenda de PET, Amarillo para la lata de aluminio, Verde para los orgánicos y Naranja para varios.

Los residuos sólidos urbanos que se generen y que están clasificados en los botes de colores (PET, aluminio, papel, cartón), serán llevados al cuarto de sucios, posteriormente serán recolectados por una empresa autorizada por el H. Ayuntamiento quien los trasladará al relleno sanitario.

Los residuos orgánicos, se recolectarán periódicamente por el H. Ayuntamiento quien los llevará al relleno sanitario.

Residuos líquidos. Las aguas producto de los servicios sanitarios de las oficinas y baños se descargarán al sistema de drenaje de aguas residuales donde serán tratadas mediante un biodigestor autolimpiable, para después infiltrarlas al subsuelo a través de un pozo de absorción. Se estima que se producirá un volumen de 600 lts por día. Los lodos provenientes del tratamiento de las aguas residuales serán recolectados directamente del biodigestor por una empresa autorizada.

Residuos sólidos peligrosos. Se generarán sólidos impregnados con residuos de hidrocarburos, que se almacenarán temporalmente de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas y al Reglamento de la LGPGIR, hasta que sea recogido por una empresa autorizada para este propósito.

El almacén temporal de residuos peligrosos estará techado, con piso impermeable, dique de contención, pendiente hacia la rejilla de drenaje con conexión a la trampa de combustible, se clasificarán los residuos peligrosos en sólidos y líquidos, para lo cual se contará con contenedores con tapa y debidamente etiquetados. Se instalarán igualmente letreros informativos y de seguridad, extintores, ventilación natural, etc. Cumpliendo con los artículos 82, 83 y 84 del Reglamento de la LGPGIR.

Residuos líquidos peligrosos: En caso de que ocurriera algún derrame de combustible o aceite, estos serán recolectados por el drenaje aceitoso hasta la trampa de combustibles y de ahí al depósito de residuos; con el objeto de evitar accidentes y la posible contaminación del manto freático.

Las aguas de las zonas de descarga, despacho y almacenamiento contienen residuos de hidrocarburos los cuales por ser más densos que el agua, flotan sobre ésta. Este fenómeno permite que puedan entraparse o capturarse con facilidad.

Se contratará a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección de los residuos líquidos peligrosos, tanto del almacén temporal y de la trampa de combustible y para cumplir con el artículo 84 del Reglamento de la LGPDIR se realizará en un lapso menor de 6 meses.

Emisiones a la atmósfera. Las emisiones de gases a la atmósfera que se generarán serán producidas por los escapes de los vehículos automotores que lleguen a cargar combustible a la Estación de Servicio, pero estas serán cantidades mínimas que no igualarán o rebasarán los límites máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.

Las aguas pluviales se descargarán a un pozo de absorción.

III.3.5. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.

La infraestructura con que contará la Estación de Servicio y Locales Comerciales para el manejo y disposición de los residuos será la siguiente:

- Almacén temporal de residuos orgánicos e inorgánicos.
- Almacén temporal de residuos peligrosos.
- Sistema de drenaje de aguas residuales.
- Biodigestor.
- Sistema de drenaje de aguas aceitosas.
- Trampa de combustible con fosa ciega (depósito de residuos).

En el caso de los residuos sólidos urbanos se contarán con tambores metálicos con tapa donde se clasificarán de acuerdo al siguiente código de colores: Rojo con la leyenda de PET, Amarillo para latas de aluminio, Verde para los orgánicos y Naranja para varios, los cuales serán enviados al relleno sanitario, para lo cual se contratará los servicios prestados por el H. Ayuntamiento.

La Estación de Servicio y Locales Comerciales contará con una zona de confinamiento temporal de residuos peligrosos, los cuales serán enviados a su confinamiento final por medio de empresas autorizadas por las autoridades ambientales, la gasolinera contratara este servicio. Igualmente se contará con un sistema de drenaje de aguas aceitosas para las zonas de descarga, almacenamiento y despacho, que desembocarán en una trampa de combustible y se almacenarán en un cárcamo ciego, en espera de ser recogidas por empresas autorizadas.

La Estación de Servicio y Locales Comerciales contará con servicios sanitarios y las aguas residuales se descargarán al sistema de drenaje de aguas residuales, para ser enviadas al biodigestor para tratamiento y posteriormente ser enviadas al subsuelo por medio de un pozo de absorción (se solicitará la concesión por parte de la CONAGUA). Los lodos que se generará serán recolectados por empresas especializadas, quienes dispondrán los residuos en los sitios autorizados.

Estos servicios son suficientes para cubrir la demanda futura de la Estación de Servicio y Locales Comerciales, ya que no generará grandes cantidades de residuos.

III.4. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE y, EN SU CASO, LA IDENTIFICACIÓN DE OTRAS FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES EXISTENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

El municipio de Lázaro Cárdenas, se encuentra situado en el estado de Quintana Roo. Territorialmente limita al norte con el Golfo de México, al este con los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez y Solidaridad, en la zona sur una vez más con Solidaridad y al oeste con el estado de Yucatán. Se encuentra entre las coordenadas 21° 36' y 20° 36' latitud norte y entre 87° 6' y 87° 41' longitud oeste.

La extensión territorial que forma a Lázaro Cárdenas es de 3,881 kilómetros cuadrados y presenta una altitud promedio de aprox. 25 metros sobre el nivel del mar.

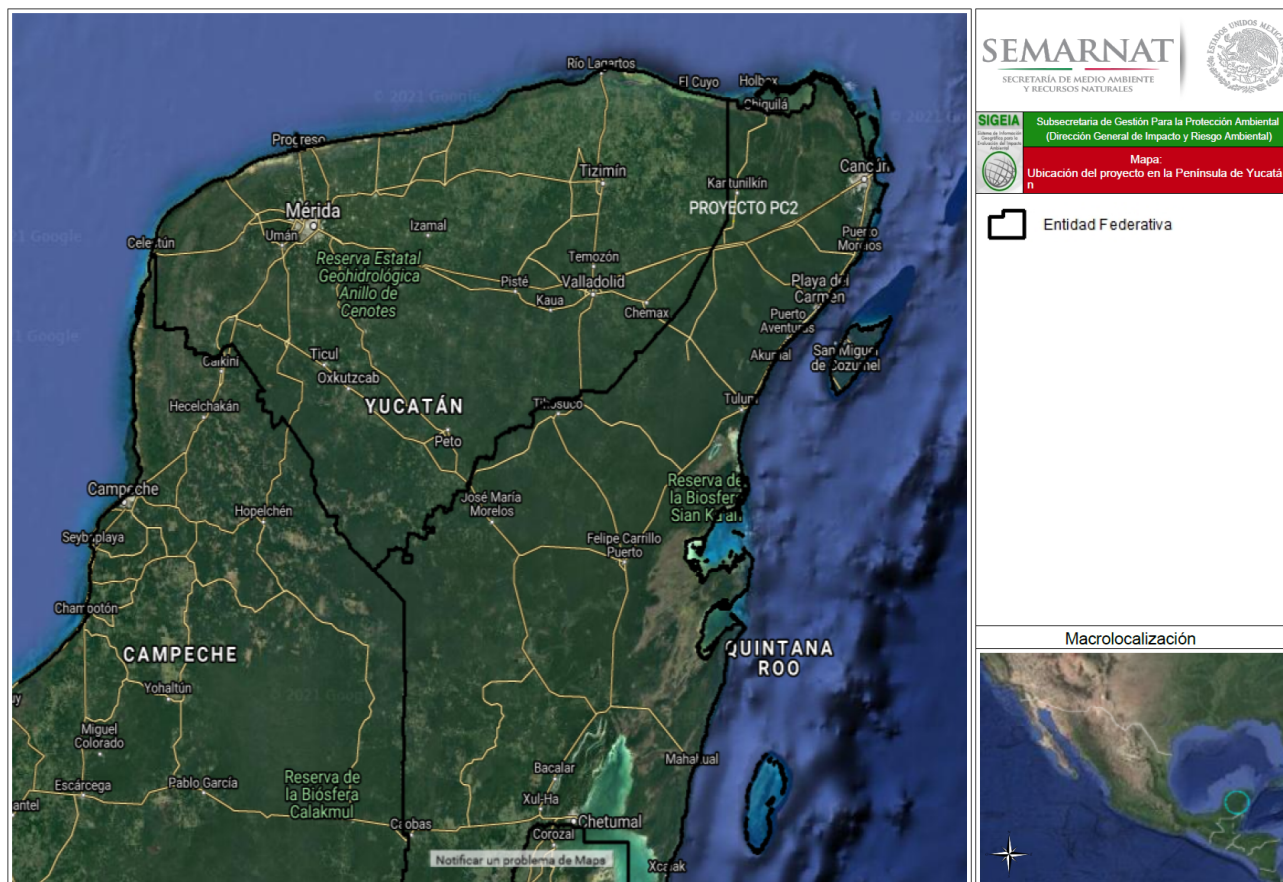


Figura 11. Ubicación del estado de Quintana Roo.

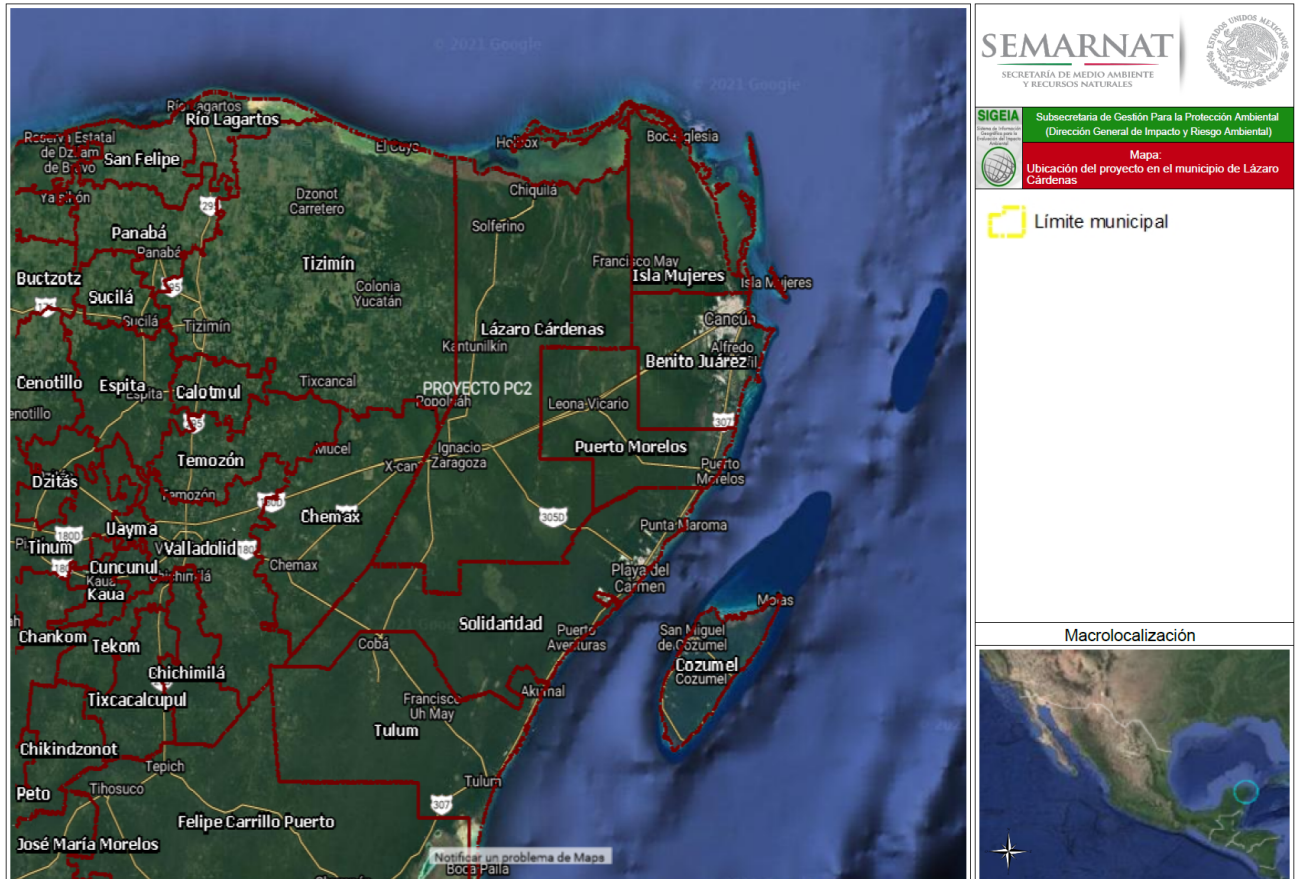


Figura 12. Ubicación del proyecto en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

De acuerdo al SIGIEA, el predio del proyecto se encuentra dentro de la Cuenca Quintana Roo, Subcuenca Menda 2, Microcuenca Kantunilkin, con una superficie de 1,688,341,172m², que es sumamente grande si se compara con el tamaño del predio.

A continuación, se presentan los datos del SIGIEA.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Superficie de la microcuenca (m ²)	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m ²)	Superficie de incidencia (m ²)
Quintana Roo	Menda 2	Kantunilkin	1688341172	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	9245.407

Tabla 29. Microcuenca Kantunilkin de acuerdo al SIGIEA.

A continuación, se muestra el mapa de la microcuenca generado por el SIGIEA.

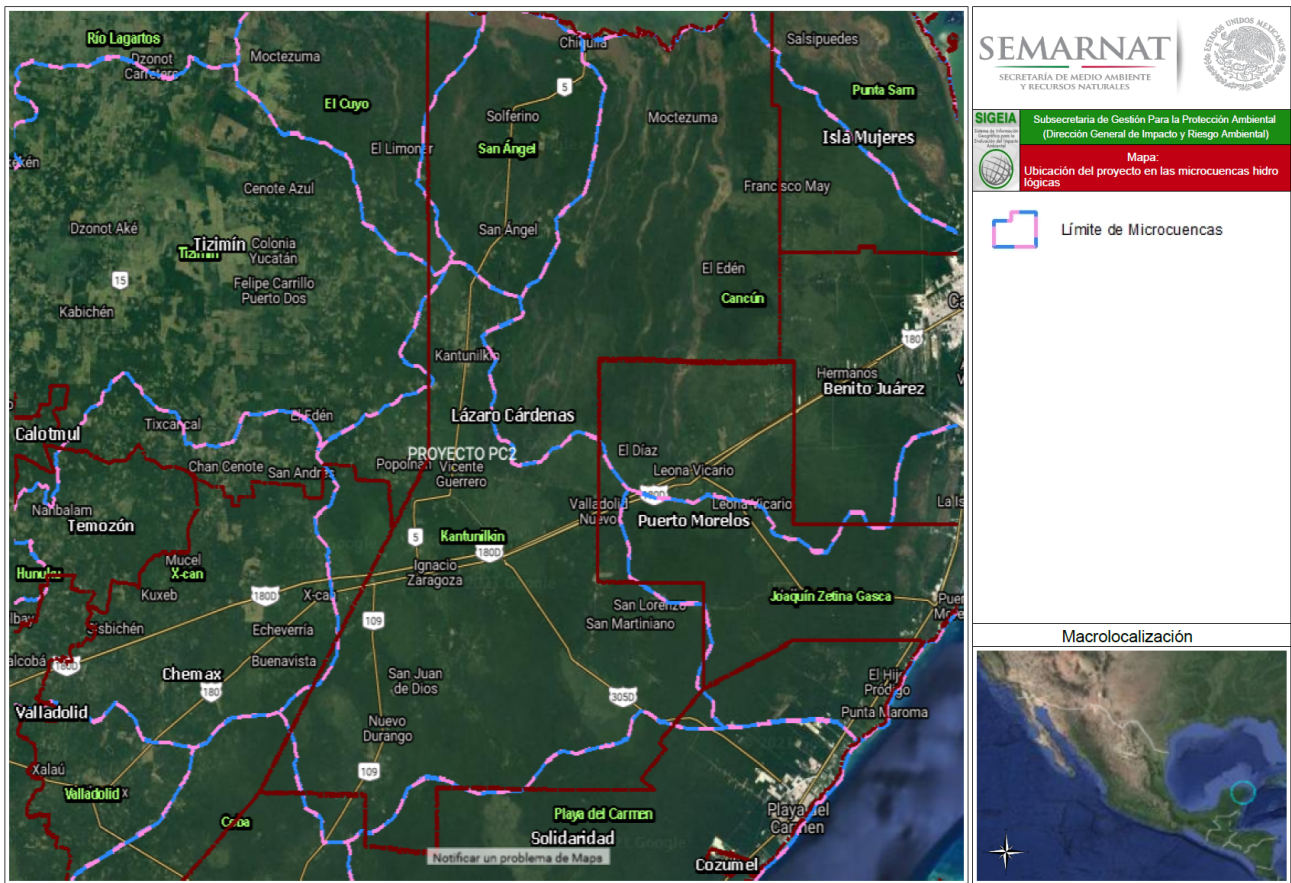


Figura 13. Ubicación del predio dentro de las microcuencas en el estado de Quintana Roo.

Dentro de la microcuenca Kantunilkin, se establecieron tres niveles de análisis: macro, meso y micro, mismos que se describen a continuación.

SISTEMA AMBIENTAL MACRO.

Para la delimitación del Sistema Ambiental Macro se utilizó el siguiente polígono.

CUADRO DE CONSTRUCCION SISTEMA AMBIENTAL MACRO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
10-11	187°51'39.98"	1,100.000	447,264.7850	2,321,667.9323	-0°10'54.465845"	0.99963437	20°59'41.674557" N	87°30'26.620315" W
11-12	97°51'39.98"	1,100.000	447,114.3357	2,320,578.2695	-0°10'55.995995"	0.99963456	20°59'6.215454" N	87°30'31.711300" W
12-13	07°51'39.98"	1,100.000	448,203.9984	2,320,427.8202	-0°10'42.434905"	0.99963315	20°59'1.433327" N	87°29'53.955353" W
13-10	277°51'39.98"	1,100.000	448,354.4478	2,321,517.4830	-0°10'40.897934"	0.99963296	20°59'36.892171" N	87°29'48.861923" W
AREA = 1,210,000.000 m2								

Tabla 30. Coordenadas UTM del sistema ambiental macro.

Descripción del sistema.

La extensión territorial que forma a Lázaro Cárdenas es de 3,881 kilómetros cuadrados que es una extensión demasiado grande, por lo que para la delimitación del sistema ambiental a nivel macro y al no contar con un programa de ordenamiento se tomó una poligonal con la extensión de 1,100 por 1,100 metros con una superficie de 1,210,000.00m².

En este sistema ambiental el clima predominante se incluye dentro del grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano el SA macro presenta un clima Aw1(x') que se define como cálido subhúmedo, siendo el que presenta una humedad media dentro de los

subhúmedos, con un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C.

En el SA únicamente se presentan rocas sedimentarias de tipo caliza, las cuales son las rocas constituidas por carbonato de calcio (>80% CaCO₃), pudiendo estar acompañada de: aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Por su contenido orgánico, arreglo mineral y textura existe una gran cantidad de clasificaciones en calizas. Sin embargo, en ninguna se considera la presencia de material clástico. En los casos donde es considerable o relevante la presencia de clásticos se clasifica la caliza y el tamaño de la partícula determina el nombre secundario: caliza arcillosa, caliza arenosa y caliza conglomerada (INEGI, 2005).

El material geológico presente en el área de estudio es de periodos o sistemas diferentes, manifestándose amplias zonas en donde se distribuyen rocas calizas del Plioceno "Tpl(cz)" y rocas calizas del Neógeno "Ts(cz), y aunque no se manifiestan rocas calizas del periodo cuaternario "Q(cz)", si se tiene la presencia de sustratos de dicho periodo, los cuales se encuentran en forma de depósitos sedimentarios en etapa de pedogénesis en los que únicamente se manifiesta una acumulación de material granular suelto como producto de los procesos de erosión e intemperismo, a los cuales se les denomina en función de los lugares en que se depositan, de tal forma que estos son: suelos de tipo lacustre (la) y suelo de tipo litoral (li)

Dentro del SA macro se observa una zona de asentamiento humanos (AH) que corresponde a la localidad de Vicente Guerrero ubicada al sureste del predio del proyecto; también se observa Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia VSA/SMQ y Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia VSA/SMQ. Esta última comunidad vegetal se ha conformado principalmente por la recuperación de la Selva mediana subperennifolia a los incendios forestales que se han presentado en la zona y actividades que se asocian a desmontes antiguos con fines habitacionales o de posesión del terreno. Entre las especies de mayor abundancia en el estrato arbóreo alto, predominan visiblemente el Chechén negro (*Metopium brownei*) y el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), en el estrato arbóreo bajo las especies más abundantes son el P'erezcutz (*Croton. niveus*), el Pechkitam (*Randia spp*) y *Psychotria nervosa*.

SISTEMA AMBIENTAL MESO

Para la delimitación del Sistema Ambiental Meso se utilizó el siguiente polígono.

CUADRO DE CONSTRUCCION SISTEMA AMBIENTAL MESO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X) NORTE (Y)		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
6-7	186°10'55.30"	500.000	447,512.7674	2,321,323.3443	-0°10'51.282701"	0.99963404	20°59'30.491646" N	87°30'17.993368" W
7-8	96°10'55.30"	500.000	447,458.9236	2,320,826.2519	-0°10'51.798098"	0.99963411	20°59'14.317138" N	87°30'19.803880" W
8-9	06°10'55.30"	500.000	447,956.0160	2,320,772.4082	-0°10'45.615353"	0.99963347	20°59'12.616607" N	87°30'2.581334" W
9-6	276°10'55.30"	500.000	448,009.8598	2,321,269.5006	-0°10'45.098527"	0.99963340	20°59'28.791075" N	87°30'0.770309" W
AREA = 250,000.000 m2								

Tabla 31. Coordenadas UTM del sistema ambiental meso.

Descripción del sistema.

El predio del proyecto se encuentra ubicado en el ejido Vicente Guerrero a un costado de la carretera Cedral-Kantunilkín, las carreteras son aptas para la instalación de comercios y servicios relacionados con las necesidades de los automovilistas, en la zona mayormente se observan terrenos baldíos, al este del predio se encuentra un banco de materiales a 45 metros y a 219 metros al sur subestación eléctrica de la CFE; los asentamientos humanos del ejido de Vicente Guerrero se encuentra al sureste y en esta zona se encuentran la mayor parte de las actividades humanas; al sureste en 431 metros cementerio, en 537 metros al sureste caseta de policía, a 566 metros al sureste taller mecánico, en 735 metros al sureste templo de Dios Emmanuel, a 1122 metros al sureste escuela preescolar Francisco I. Madero, a 1204 al sureste Capilla San Antonio de Padua, a 1258 metros la sureste escuela primaria Rafael E. Melgar, a 1297 metros al sureste casa ejidal, entre otros.

SISTEMA AMBIENTAL MICRO

Para delimitar el sistema ambiental a nivel micro se tomó en cuenta la superficie del predio del proyecto.

Cuadro de área del sistema ambiental micro.

CUADRO DE CONSTRUCCION SISTEMA AMBIENTAL MICRO								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	06°23'30.05"	150.000	447,769.6021	2,320,993.0874	-0°10'47.995115"	0.99963371	20°59'19.775655" N	87°30'9.061739" W
2-3	226°6'16.14"	25.906	447,786.3008	2,321,142.1553	-0°10'47.833455"	0.99963369	20°59'24.626111" N	87°30'8.499591" W
3-4	226°6'16.14"	167.027	447,767.6329	2,321,124.1936	-0°10'48.059578"	0.99963371	20°59'24.039959" N	87°30'9.144209" W
4-5	97°7'42.28"	106.038	447,647.2722	2,321,008.3860	-0°10'49.517403"	0.99963387	20°59'20.260759" N	87°30'13.300326" W
5-1	97°7'42.28"	17.244	447,752.4910	2,320,995.2273	-0°10'48.208046"	0.99963373	20°59'19.843511" N	87°30'9.654617" W
AREA = 9,245.407 m2								

Tabla 32. Coordenadas UTM del sistema ambiental a nivel micro.

	El sistema ambiental a nivel micro ya ha sido afectado debido a que el predio forma parte del ejido Vicente Guerrero y ha sido utilizado para la agricultura de temporal, el SA se encuentra delimitado al este por la carretera Cedral-Kantunilkín que se observa en el primer plano.
	En el predio del proyecto se observa vegetación secundaria con especies herbáceas como <i>Panicum máximum</i> (guinea), <i>Viguiera dentata</i> (tahonal) y <i>Bidens pilosa</i> (maskab chikbu'ul).



Se realizaron transectos de intersección en línea para determinar la diversidad y abundancia de especies presentes

Para caracterizar la vegetación del predio se realizaron visitas de campo y se llevó a cabo un levantamiento florístico y se tomaron fotografías del sitio del proyecto.

Se consultaron bancos de información, así como oficinas de gobierno Federal, Estatal y Municipal y conocer la información existente sobre el sitio.

Caracterización y análisis del sistema ambiental.

De acuerdo al sitio donde se propone el proyecto, así como el tipo de instalación, el sistema ambiental del área no será afectado en gran manera. Ya que se encuentra en una zona donde las características nativas del sistema ambiental ya fueron modificadas por encontrarse dentro del ejido de Vicente Guerrero utilizado para el cultivo de temporal y por la operación de la vía de comunicación.

El predio del proyecto se encuentra ubicado en la carretera Cedral-Kantunilkín al sur del municipio de Lázaro Cárdenas, por lo que en la zona se observan mayormente terrenos baldíos, al este se encuentra un banco de materiales y al sur una subestación eléctrica de la CFE, los asentamientos humanos se encuentran al sureste correspondiente al ejido de Vicente Guerrero.

El predio se encuentra cubierto de vegetación secundaria con presencia de ejemplares de *Panicum máximum* (guinea), *Viguiera dentata* (tahonal), *Bidens pilosa* (maskab chikbu'ul), *Coccoloba cozumelensis* (boob), *Arrabidaea procumbens* (zo bach), *Ehretia tinifolia* (bek/roble), *Caesalpinia gaumeri* (kitamche), *Hampea trilobata* (hol/majagua), *Heteropterys laurifolia* (pepen'ak), *Serjania adiantoides* (pak'ak), *Guazuma ulmifolia* (pixoy), *Pennisetum purpureum* (zacate taiwan), *Lonchocarpus rugosus* (kanasin), *Mucuna pruriens* (pica pica), *Cochlospermum vitifolium* (chum/choy), *Sabal yapa* (Sak xa'an/huano), entre otras, que serán eliminados y como medida de mitigación se construirán áreas verdes con ejemplares de la región y no se observaron ejemplares de flora o fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

También se observó basura que los automovilistas arrojan al sitio, se realizará la limpieza, enviando los residuos al relleno sanitario y parte de los residuos vegetales serán composteados.

En el caso de la fauna esta ha sido ahuyentada por la operación de la vía de comunicación debido al alto aforo vehicular.

Para el caso de las aves, su facilidad de desplazamiento a sitios menos perturbados favorece su conservación; de igual manera, se instruirá a los trabajadores para que eviten capturarlos.

El continuo desarrollo de las actividades comerciales y turísticas, motor de la economía del municipio, requiere de la utilización de espacios naturales con el objeto de habilitar actividades industriales y comerciales, destinadas a mejorar la competitividad y calidad de los servicios que se ofrecen. Tal es el caso del presente proyecto que dotará de combustible a los vehículos que transiten en la vía de comunicación, resolviendo el problema de abasto, ya que no se cuenta con este tipo de instalaciones en la zona.

Dentro de esta lógica, las medidas de prevención y mitigación de los impactos que puedan ocasionar al medio la creación de proyectos de desarrollo, se constituyen en la estrategia para asegurar la sustentabilidad de las actividades comerciales.

ASPECTOS ABIÓTICOS.
TIPO DE CLIMA.

De acuerdo a la clasificación de climas del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el tipo de clima para el sitio del proyecto es cálido. A continuación, se presentan los datos del SIGEIA.

Temperatura	Precipitación	Clima (Leyenda)	Clave climatológica	Superficie del polígono de clima (Ha)	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m²)	Superficie de incidencia (m²)
Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.	Cálido	Aw1(x')	3070124.77	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	9245.407

Tabla 33. Datos climatológicos del sitio del proyecto de acuerdo al SIGEIA.

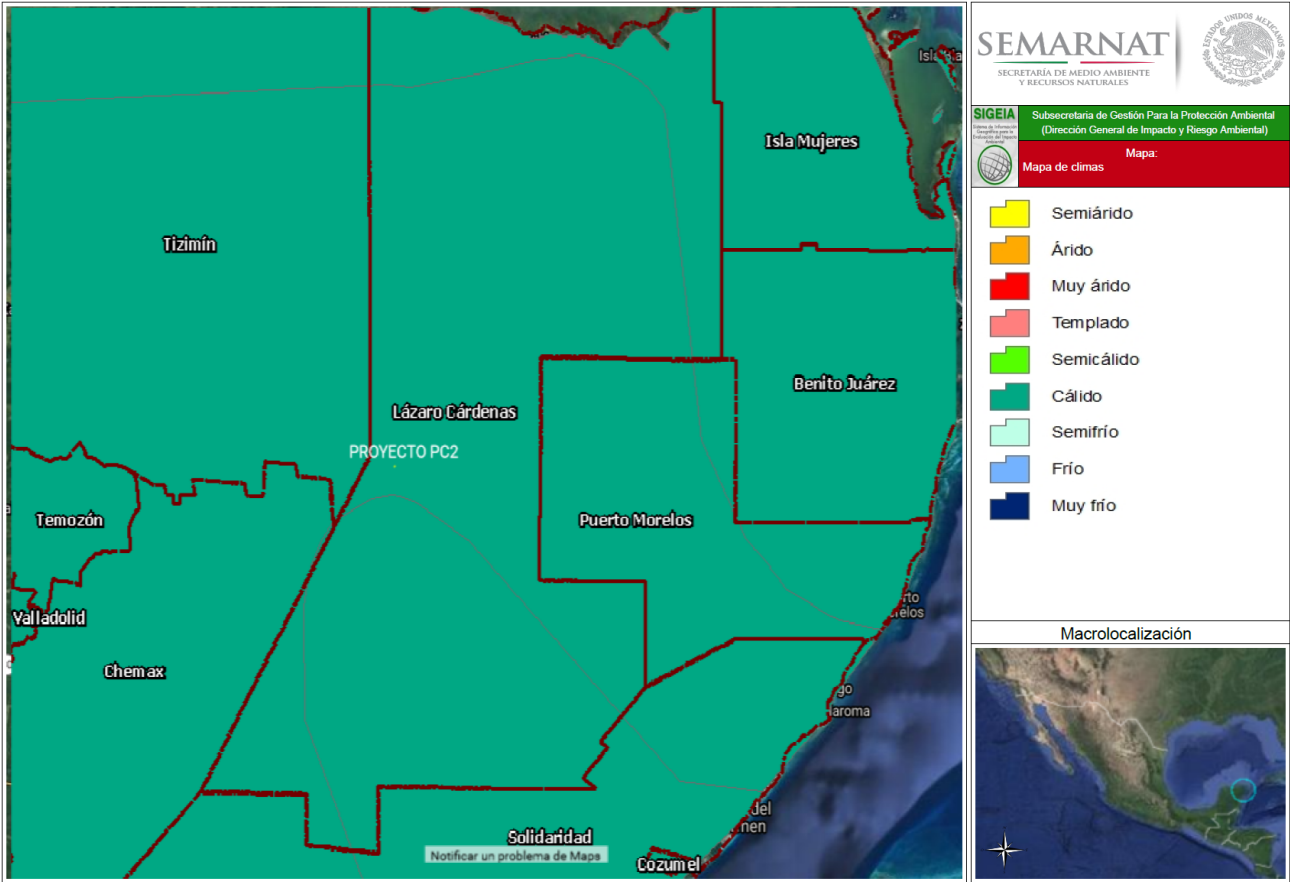


Figura 14. Mapa de climas generado por el SIGEIA.

La región Norte del Estado de Quintana Roo recibe la influencia de corrientes marinas calientes, principalmente la Corriente del Golfo de México, que propicia un clima cálido y lluvioso. El clima predominante se incluye dentro del grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. De acuerdo con la carta de climas escala 1:1,000,000 (INEGI), en el municipio de Lázaro Cárdenas se ubica dentro del área de influencia de la unidad climatológica con subtipo Aw1(x') que se define como cálido subhúmedo, siendo el que presenta una humedad media dentro de los subhúmedos, con un régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, con una precipitación del mes más seco inferior a 60 mm y una temperatura media anual mayor a 22°C.

TEMPERATURAS MÁXIMA, MÍNIMA Y PROMEDIO.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	29.0	30.1	31.9	33.2	33.0	31.7	33.4	32.3	32.2	30.4	30.9	28.9	31.4
2001	28.3	31.0	32.0	32.7	32.5	32.8	33.3	32.9	32.8	31.7	30.5	30.1	31.7
2002	30.1	30.5	31.9	34.3	34.7	33.4	34.1	34.3	33.2	32.8	31.0	29.8	32.5
2003	27.5	31.2	33.0	32.8	34.6	33.2	32.9	33.2	33.1	32.1	29.9	28.2	31.8
2004	29.9	30.5	31.7	32.2	32.4	32.9	33.2	33.8	33.2	32.0	31.0	29.9	31.9
2005	29.7	31.4	33.3	34.0	34.5	33.6	33.4	33.7	33.3	31.0	30.2	29.8	32.3
2006	29.2	29.3	31.1	32.9	33.1	33.4	33.4	34.1	34.6	32.7	30.0	29.3	31.9
2007	29.7	30.1	30.4	32.0	33.0	33.3	34.2	34.1	33.3	32.1	30.2	29.9	31.9
2008	29.2	30.7	30.9	32.2	33.5	32.3	32.5	34.7	34.3	30.6	29.5	28.8	31.6
2009	28.6	29.5	30.7	32.5	34.0	30.6	32.9	34.9	34.7	32.8	30.6	29.8	32.1
2010	27.7	29.2	29.9	32.5	33.0	34.1	32.8	34.0	33.4	32.5	31.2	29.0	31.6
2011	30.0	30.2	31.2	33.1	34.4	31.7	32.9	33.6	33.8	30.7	30.4	29.2	31.8
2012	29.0	29.2	31.7	32.1	32.9	32.2	33.9	33.9	33.5	32.1	29.7	30.4	31.7
2013	29.6	30.9	30.2	33.2	33.6	33.0	32.6	33.1	31.9	32.4	30.9	29.9	31.8
2014	28.6	31.5	32.3	33.3	32.9	33.2	34.5	35.1	33.0	32.4	29.7	29.5	32.2
2015	29.2	29.8	32.1	34.6	34.3	32.9	34.6	34.9	34.0	32.4	31.3	30.8	32.6
2016	29.7	29.3	31.7	33.0	34.2	32.4	34.0	34.6	34.7	33.6	31.8	31.9	32.6
2017	31.0	32.3	32.3	33.4	34.8	34.0	34.9	34.6	34.6	32.0	30.8	30.0	32.9
2018	28.2	31.5	32.4	33.8	33.7	33.3	34.5	34.4	33.8	33.0	31.9	30.0	32.5
2019	29.6	31.9	32.7	33.6	34.9	35.4	36.0	35.5	35.0	33.2	31.1	30.3	33.3
2020	30.4	31.3	32.2	34.4	33.8	33.2	34.3	34.2	34.5	32.6	31.1	29.3	32.6
2021	29.1	30.5	31.3										

Tabla 34. Temperaturas promedios máximas para el estado de Quintana Roo. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	29.0	30.1	31.9	33.2	33.0	31.7	33.4	32.3	32.2	30.4	30.9	28.9	31.4
2001	28.3	31.0	32.0	32.7	32.5	32.8	33.3	32.9	32.8	31.7	30.5	30.1	31.7
2002	30.1	30.5	31.9	34.3	34.7	33.4	34.1	34.3	33.2	32.8	31.0	29.8	32.5
2003	27.5	31.2	33.0	32.8	34.6	33.2	32.9	33.2	33.1	32.1	29.9	28.2	31.8
2004	29.9	30.5	31.7	32.2	32.4	32.9	33.2	33.8	33.2	32.0	31.0	29.9	31.9
2005	29.7	31.4	33.3	34.0	34.5	33.6	33.4	33.7	33.3	31.0	30.2	29.8	32.3
2006	29.2	29.3	31.1	32.9	33.1	33.4	33.4	34.1	34.6	32.7	30.0	29.3	31.9
2007	29.7	30.1	30.4	32.0	33.0	33.3	34.2	34.1	33.3	32.1	30.2	29.9	31.9
2008	29.2	30.7	30.9	32.2	33.5	32.3	32.5	34.7	34.3	30.6	29.5	28.8	31.6
2009	28.6	29.5	30.7	32.5	34.0	33.6	32.9	34.9	34.7	32.8	30.6	29.8	32.1
2010	27.7	29.2	29.9	32.5	33.0	34.1	32.8	34.0	33.4	32.5	31.2	29.0	31.6
2011	30.0	30.2	31.2	33.1	34.4	31.7	32.9	33.6	33.8	30.7	30.4	29.2	31.8
2012	24.1	24.3	26.3	27.2	28.4	28.1	28.6	29.1	28.6	27.1	24.1	25.1	26.8
2013	25.2	26.0	24.6	27.9	28.4	28.3	27.9	28.1	27.5	25.7	26.4	26.0	27.0
2014	23.5	26.3	27.3	28.2	28.7	29.2	29.5	29.7	28.5	27.8	24.7	24.4	27.3
2015	24.0	24.0	27.1	29.5	29.3	28.6	29.6	29.7	29.0	27.6	27.0	26.5	27.7
2016	24.3	23.6	26.9	27.8	28.6	27.6	28.8	29.8	29.7	28.2	26.5	26.9	27.4
2017	25.4	26.6	26.4	28.2	29.7	29.5	29.8	29.9	29.6	27.4	25.4	24.6	22.5
2018	23.1	26.4	26.7	28.0	28.5	29.2	29.9	29.6	29.0	28.2	26.9	25.0	27.5
2019	23.9	26.7	27.0	28.2	30.1	30.6	30.7	30.4	29.6	28.7	26.2	24.9	28.1
2020	25.3	26.0	26.8	29.6	29.3	29.0	29.6	29.6	29.7	28.4	27.0	24.5	27.9
2021	24.6	25.5	26.5										

Tabla 35. Temperaturas promedio medias para el estado de Quintana Roo. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	15.7	15.9	17.4	18.6	20.8	21.2	20.9	21.1	21.4	19.6	18.5	16.2	19.0
2001	15.0	17.7	17.1	18.8	19.7	21.0	20.8	21.3	21.2	20.8	18.3	17.8	19.1
2002	16.6	17.4	18.5	19.3	20.9	21.8	21.8	21.1	21.5	20.7	18.6	17.1	19.6
2003	14.2	17.6	19.0	18.6	21.3	21.8	21.5	21.1	21.2	20.9	19.4	15.1	19.3
2004	16.2	17.4	18.3	19.1	20.9	21.8	21.3	21.7	21.6	21.0	18.7	16.6	19.5
2005	15.4	16.0	19.0	19.4	21.4	22.0	22.2	22.1	21.6	20.3	18.6	17.3	19.6
2006	19.4	19.0	20.3	22.7	24.3	24.2	24.6	24.4	24.7	24.0	19.5	20.7	22.3
2007	21.3	21.3	20.3	21.8	22.5	24.0	24.8	24.2	23.9	23.0	20.3	20.0	22.3
2008	19.3	21.5	21.0	22.1	24.6	24.2	23.6	24.5	24.2	22.4	18.5	18.7	22.1
2009	18.6	18.7	20.1	22.9	23.6	24.4	23.0	23.9	24.0	23.4	20.4	20.8	22.0
2010	17.2	17.8	17.0	22.4	24.1	25.2	24.1	24.4	23.9	21.3	19.6	15.5	21.1
2011	18.1	19.4	21.0	23.4	24.3	23.3	24.3	23.3	23.7	21.4	20.2	19.3	21.8
2012	19.6	18.9	21.2	22.2	23.9	24.3	23.9	24.3	23.8	22.1	18.2	19.8	21.9
2013	20.8	21.0	19.0	22.7	23.1	23.7	23.3	23.2	23.2	22.6	22.0	22.1	22.2
2014	18.3	21.1	22.2	23.1	24.4	25.2	24.5	24.4	24.0	23.3	19.6	19.3	22.5
2015	18.7	18.1	22.1	24.3	24.2	24.3	24.6	24.5	24.1	22.8	22.6	22.1	22.7
2016	18.8	18.0	22.0	22.6	23.0	22.8	23.6	24.9	24.8	22.8	21.1	22.0	22.2
2017	19.8	21.0	20.5	23.1	24.5	25.0	24.6	25.2	24.6	22.8	20.0	19.2	22.5
2018	17.9	21.2	21.1	22.3	23.3	25.2	25.2	24.9	24.3	23.5	21.8	19.9	22.6
2019	18.3	21.5	21.2	22.7	25.3	25.8	25.4	25.3	24.3	24.3	21.4	19.4	22.9
2020	20.3	20.7	21.3	24.8	24.8	24.9	24.9	25.0	24.9	24.2	22.9	19.8	23.2
2021	20.2	20.4	21.8										

Tabla 36. Temperaturas promedio mínimas para el estado de Quintana Roo. Fuente: Datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional “Temperaturas mensuales por entidad federativa”

ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL MUNICIPIO DE LÁZARO CÁRDENAS, QUINTANA ROO

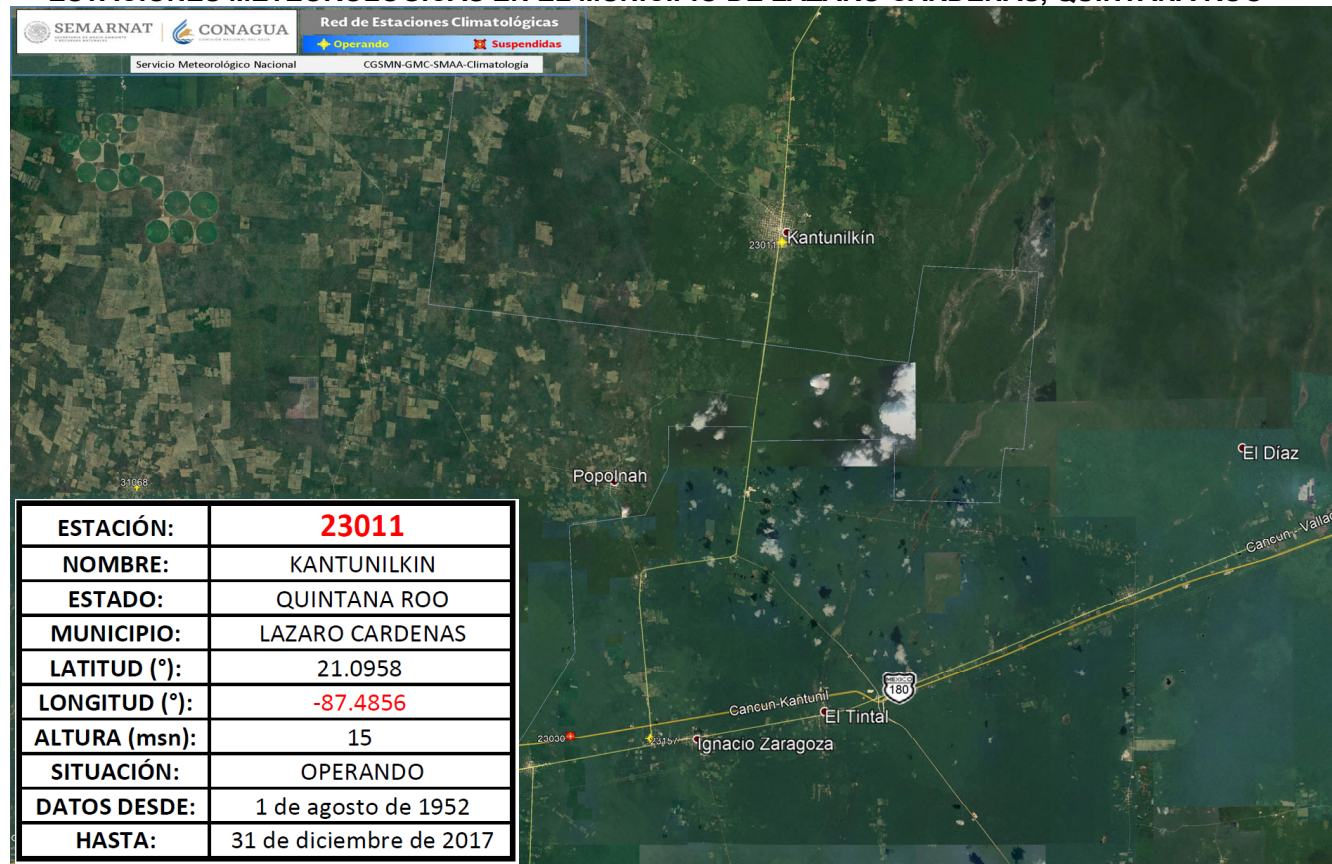


Figura 15. Estaciones climatológicas en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.



SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

Estacion	23011
NOMBRE	KANTUNILKIN
ESTADO	QUINTANA ROO

Estacion	23011
NOMBRE	KANTUNILKIN
ESTADO	QUINTANA ROO

		Temp Min (°C)			
Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
2000	2001	9.5	18.4	25.0	3.8
	2002	6.0	19.1	24.5	3.1
	2003	7.0	18.9	24.0	3.6
	2004	10.0	18.8	25.5	3.7
	2005	8.0	20.1	25.0	3.7
	2006	8.5	19.4	26.0	3.5
	2007	2.0	19.8	25.0	3.0
	2008	13.0	18.7	23.5	2.5
	2009	9.0	19.0	24.0	3.7
	2010	8.0	16.7	25.0	4.7
Total 2000		2.0	18.9	26.0	3.7
2010	2011	9.0	18.4	24.5	3.9
	2012	14.0	19.4	23.0	2.4
	2013	6.0	18.5	21.5	1.9
	2014	13.0	17.9	21.5	2.1
	2015	12.0	18.0	24.0	1.8
	2016	8.0	17.2	23.0	3.9
	2017	13.0	18.0	22.5	2.4
Total 2010		6.0	18.2	24.5	2.8
Total general		2.0	18.2	30.0	3.5

		Temp Max (°C)			
Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
2000	2001	23.5	31.2	36.0	2.7
	2002	20.0	31.6	36.5	2.9
	2003	19.0	31.1	37.0	3.8
	2004	23.0	31.9	37.0	2.8
	2005	20.0	32.5	37.0	2.6
	2006	23.0	32.2	36.0	2.7
	2007	24.0	32.1	38.0	2.5
	2008	22.0	32.1	37.0	2.7
	2009	19.0	32.8	37.0	3.0
	2010	20.0	31.6	38.0	4.5
Total 2000		19.0	31.9	38.0	3.1
2010	2011	22.0	32.8	37.0	3.2
	2012	28.0	33.6	37.0	2.0
	2013	21.0	33.1	36.0	2.3
	2014	27.0	33.0	36.5	1.9
	2015	27.0	33.2	36.5	1.9
	2016	24.0	33.2	39.5	2.9
	2017	26.0	33.3	37.0	2.5
Total 2010		21.0	33.2	39.5	2.4
Total general		17.5	31.6	43.0	3.0

Tabla 37. Temperaturas máximas y mínimas por década año.

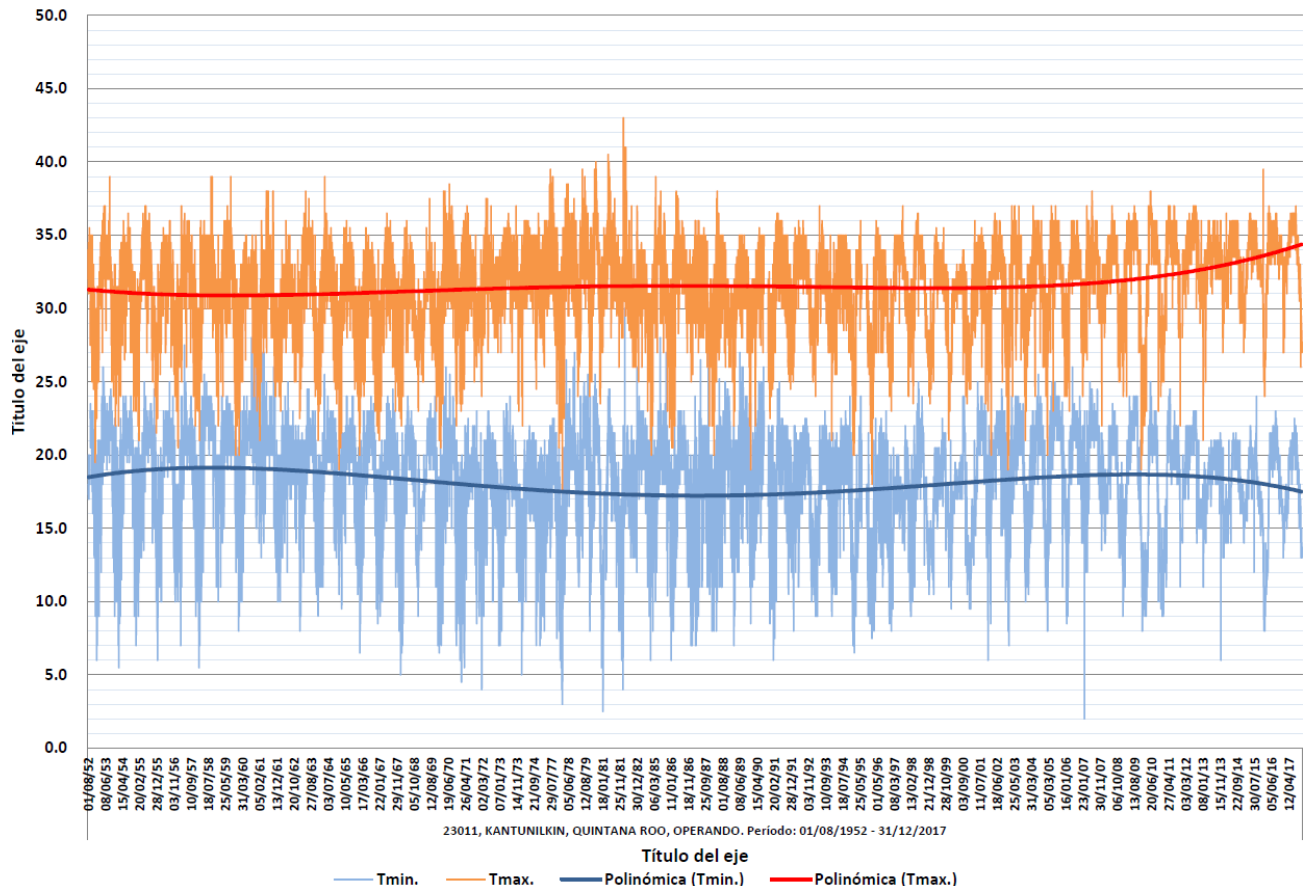


Figura 16. Diagrama del registro diario de temperaturas mínima y máxima.

Estacion	23011
NOMBRE	KANTUNILKIN
ESTADO	QUINTANA ROO

Temp Min (°C)					
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
ENE	2.5	14.3	28.0	3.5	
FEB	2.0	14.8	25.0	3.5	
MAR	7.0	16.1	27.0	3.1	
ABR	5.5	17.8	26.0	2.9	
MAY	9.0	19.6	30.0	2.4	
JUN	11.0	20.4	28.0	2.1	
JUL	11.0	20.5	26.0	1.9	
AGO	11.0	20.6	26.0	1.8	
SEP	10.0	20.7	28.0	1.9	
OCT	10.0	19.6	28.0	2.2	
NOV	7.0	17.4	27.4	3.0	
DIC	6.0	15.8	29.0	3.2	
Total general	2.0	18.2	30.0	3.5	

Estacion	23011
NOMBRE	KANTUNILKIN
ESTADO	QUINTANA ROO

Temp Max (°C)					
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
ENE	19.0	28.3	39.5	2.7	
FEB	17.5	29.3	36.0	2.9	
MAR	20.0	31.0	38.0	2.7	
ABR	24.0	32.7	39.0	2.0	
MAY	23.0	33.7	43.0	2.1	
JUN	24.0	33.2	41.0	2.0	
JUL	26.0	33.5	39.5	1.7	
AGO	26.0	33.5	40.0	1.8	
SEP	25.0	32.9	39.0	1.9	
OCT	23.0	31.5	38.0	2.2	
NOV	22.0	30.0	37.0	2.4	
DIC	19.0	28.9	36.5	2.7	
Total general	17.5	31.6	43.0	3.0	

Tabla 38. Temperaturas máxima y mínima por mes.

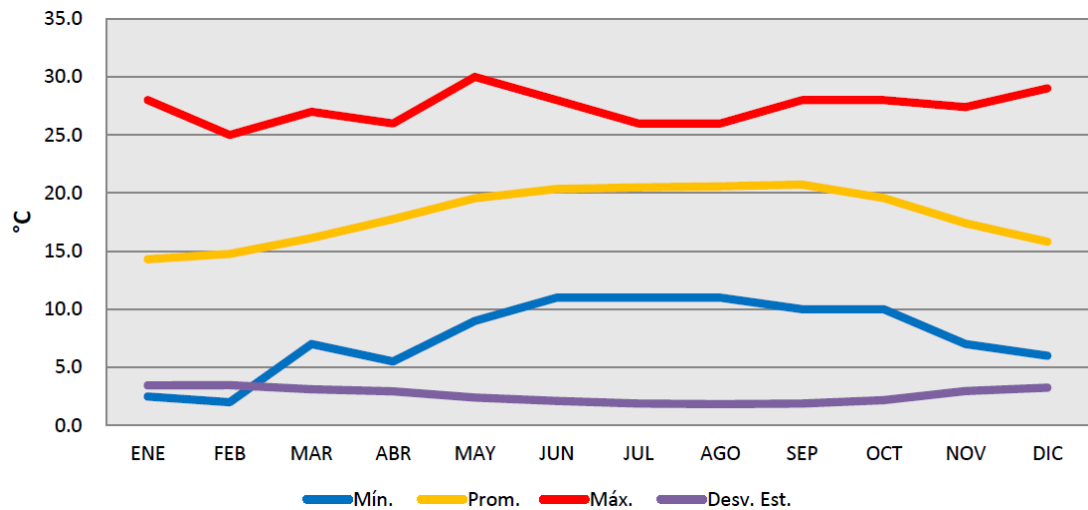


Figura 17. Diagrama de la temperatura máxima.

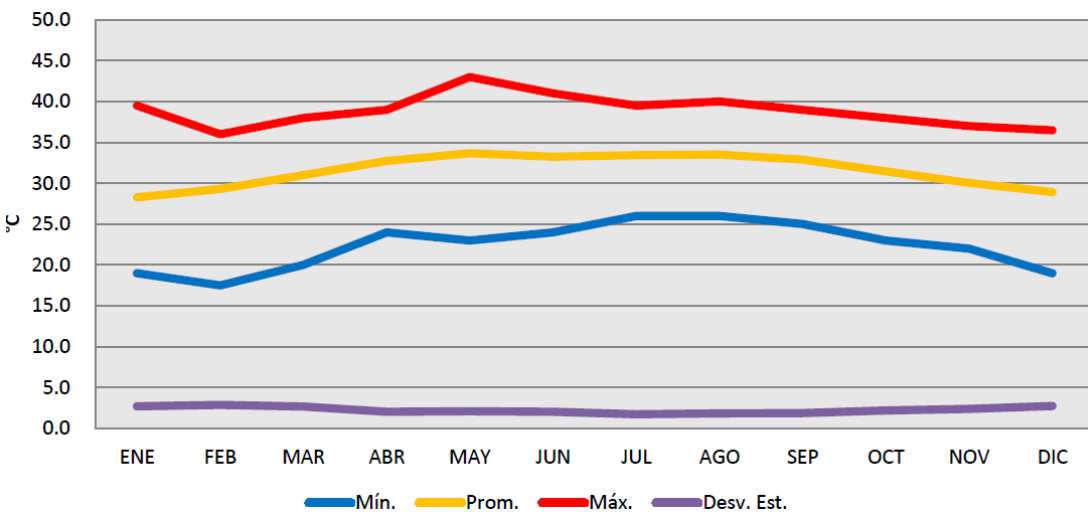


Figura 18. Diagrama de la temperatura mínima.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: QUINTANA ROO

PERIODO: 1981-2010

ESTACION: 00023011 KANTUNILKIN

LATITUD: 21°05'45" N.

LONGITUD: 087°29'08" W.

ALTURA: 15.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	27.9	29.1	30.8	32.6	33.8	33.4	33.3	33.3	32.9	31.7	29.9	28.6	31.4
MAXIMA MENSUAL	30.7	31.9	33.4	34.6	37.7	36.6	35.2	35.3	35.3	34.2	32.2	31.3	
AÑO DE MAXIMA	1982	1987	1997	2009	1981	2010	2007	2010	2009	2009	2010	1986	
MAXIMA DIARIA	33.5	35.5	37.0	39.0	43.0	41.0	38.0	37.5	37.0	36.0	34.0	35.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	10/1981	15/1981	18/2003	06/1985	01/1982	09/1982	08/1985	27/1981	28/1982	04/2004	06/1992	11/1993	
AÑOS CON DATOS	28	26	27	26	29	29	28	28	27	26	28	27	
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	20.8	21.7	23.3	24.9	26.5	26.8	26.8	26.9	26.7	25.7	23.6	22.2	24.7
AÑOS CON DATOS	28	26	27	26	29	29	28	28	27	26	28	27	
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	13.6	14.3	15.8	17.1	19.2	20.1	20.3	20.5	20.6	19.6	17.4	15.7	17.9
MINIMA MENSUAL	8.2	10.4	11.5	11.5	15.9	16.7	17.0	16.0	16.1	15.8	12.8	12.0	
AÑO DE MINIMA	1981	1995	2010	1987	1992	1997	1997	1996	1997	1981	1981	1995	
MINIMA DIARIA	2.5	2.0	7.5	7.0	9.0	11.0	11.0	11.0	13.0	10.0	8.0	8.5	
FECHA MINIMA DIARIA	27/1981	26/2007	05/1991	02/1987	23/1987	16/1987	06/1988	01/1987	15/1982	31/2010	12/1981	27/1989	
AÑOS CON DATOS	28	26	27	26	29	29	28	28	27	26	28	27	

Tabla 39. Normales climatológicas periodo 1981-2010.

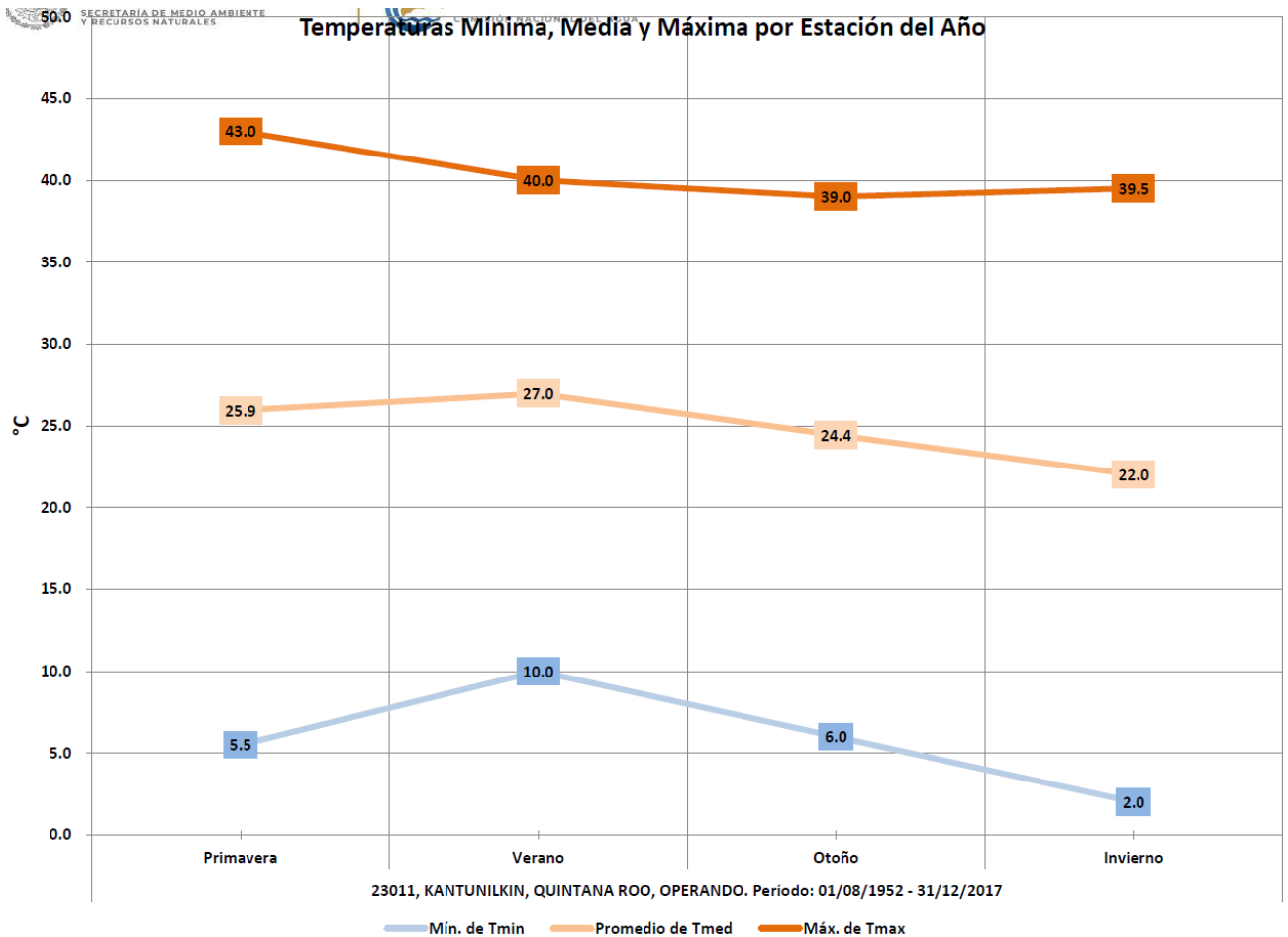


Figura 19. Diagrama de la temperatura mínima, media y máxima por estación del año.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
PROYECTO BASES DE DATOS CLIMATOLOGICOS

00023011

KANTUNILKIN, LAZARO CARD

TEMPERATURA MAXIMA

Mes	Año	Año	Núm.	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Desv.
	Inicio	Fin	Años	Máximo	Máxima	Repetido	Mínimo	Mínima	Repetido	Medio	Estándar
Ene	1953	2009	53	35.5	1980-01-18	S?	19.0	1965-01-17	S?	28.2	2.7
Feb	1953	2009	51	36.0	1979-02-09	S?	17.5	1978-02-22	No	29.2	2.8
Mar	1953	2009	51	38.0	1970-03-30	No	20.0	1988-03-01	S?	30.9	2.7
Abr	1953	2009	49	39.0	1985-04-06	No	24.0	1959-04-14	S?	32.6	2.1
May	1953	2009	52	43.0	1982-05-01	S?	23.0	2005-05-31	No	33.4	2.1
Jun	1953	2009	53	41.0	1982-06-09	S?	24.0	2004-06-12	No	33.0	2.0
Jul	1953	2009	53	39.5	1977-07-20	No	26.0	1984-07-30	S?	33.2	1.7
Ago	1952	2009	54	40.0	1980-08-21	No	26.0	2001-08-21	No	33.3	1.8
Sep	1952	2009	53	39.0	1953-09-01	S?	25.0	2002-09-25	No	32.7	1.8
Oct	1952	2009	52	38.0	1961-10-10	S?	23.5	2001-10-29	No	31.2	2.1
Nov	1952	2009	52	37.0	1973-11-02	S?	22.0	1970-11-16	No	29.7	2.3
Dic	1952	2009	52	36.5	1974-12-12	No	19.0	1989-12-24	S?	28.6	2.6

TEMPERATURA MINIMA

Mes	Año	Año	Núm.	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Desv.
	Inicio	Fin	Años	Máximo	Máxima	Repetido	Mínimo	Mínima	Repetido	Medio	Estándar
Ene	1953	2009	53	28.0	1961-01-14	No	2.5	1981-01-27	No	14.3	3.5
Feb	1953	2009	51	25.0	1961-02-26	No	2.0	2007-02-26	No	14.8	3.6
Mar	1953	2009	51	27.0	1961-03-30	No	7.0	1957-03-09	S?	16.2	3.1
Abr	1953	2009	49	26.0	1953-04-30	S?	5.5	1971-04-09	No	17.8	3.0
May	1953	2009	52	30.0	1982-05-26	No	9.0	1987-05-23	No	19.5	2.5
Jun	1953	2009	53	28.0	1985-06-30	No	11.0	1987-06-16	S?	20.4	2.1
Jul	1953	2009	53	26.0	1989-07-20	No	11.0	1988-07-06	S?	20.5	2.0
Ago	1952	2009	54	26.0	1989-08-10	S?	11.0	1987-08-01	S?	20.6	1.9
Sep	1952	2009	53	28.0	1960-09-14	No	10.0	1972-09-01	S?	20.8	1.9
Oct	1952	2009	52	28.0	1960-10-25	No	11.0	1981-10-01	S?	19.7	2.3
Nov	1952	2009	52	27.4	1987-11-18	No	7.0	1970-11-18	S?	17.4	3.1
Dic	1952	2009	52	29.0	1960-12-22	No	7.0	1954-12-22	S?	15.8	3.3

Tabla 40. Valores extremos de las temperaturas máximas y mínimas.

PRECIPITACIÓN.

Precipitación media en la Región XII

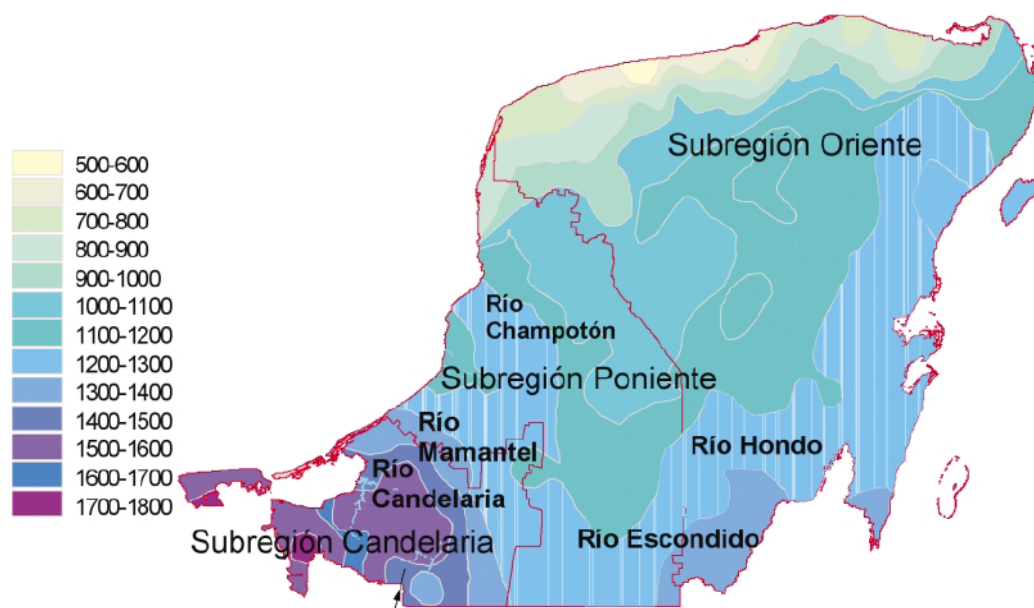


Figura 20. Mapa de precipitación media para la Península de Yucatán.

 SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA COORDINACIÓN DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL LAMINA DE LLUVIA ESTATAL													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM. ANUAL
2001	31.9	17.2	40.2	38.9	302.9	39.8	75.0	317.2	216.9	233.1	88.9	147.8	1,549.8
2002	19.5	132.6	66.2	10.2	75.8	278.3	76.6	110.4	256.9	164.2	227.1	101.8	1,519.6
2003	31.6	108.3	41.0	26.6	67.0	346.5	154.1	169.5	194.7	238.9	127.9	46.5	1,552.6
2004	8.6	52.7	62.0	55.3	115.2	249.9	100.0	52.0	208.2	121.0	46.2	16.0	1,087.1
2005	16.8	19.1	12.7	18.7	121.3	223.7	127.7	103.5	113.1	649.2	35.9	14.8	1,456.5
2006	53.0	31.0	20.6	6.2	82.5	62.8	157.5	178.0	88.0	157.9	153.4	141.0	1,131.9
2007	89.3	124.2	31.3	15.4	147.0	120.7	42.8	205.1	115.0	170.5	129.4	61.5	1,252.2
2008	62.5	28.0	46.1	17.4	91.9	193.7	123.1	44.9	128.4	431.4	10.2	32.3	1,209.9
2009	66.4	26.6	22.3	12.0	86.5	172.2	65.3	81.2	117.8	152.4	243.3	54.8	1,100.8
2010	76.8	35.5	10.9	221.9	187.9	120.9	292.1	130.2	217.9	63.8	130.7	15.2	1,503.8
2011	40.1	91.2	100.9	3.2	14.9	277.4	180.1	112.9	125.5	382.5	93.8	53.8	1,476.3
2012	54.8	58.1	25.0	97.1	202.6	215.8	108.1	202.8	105.2	179.1	43.9	45.6	1,338.1
2013	51.3	40.7	39.1	18.6	77.9	254.7	208.7	220.7	377.4	235.8	246.0	127.6	1,898.5
2014	112.1	34.9	41.0	39.9	209.9	97.7	73.1	127.2	234.4	271.7	73.9	42.7	1,358.3
2015	73.6	41.0	43.2	18.4	22.0	270.5	42.5	95.9	171.0	378.8	224.8	113.9	1,495.5
2016	64.8	40.8	55.9	52.3	27.5	274.0	94.2	211.6	130.5	79.5	35.2	43.10	1,109.3
2017	30.5	9.5	25.6	76.5	64.1	241.0	111.0	205.1	240.0	255.2	94.0	54.3	1,406.8
2018	89.8	19.1	50.0	78.0	160.6	230.2	90.7	129.5	146.8	162.3	82.2	67.0	1,306.1
2019	67.0	62.0	20.0	57.0	52.8	89.7	57.5	94.6	128.4	187.2	139.0	81.0	1,036.1
2020	56.8	27.2	9.6	12.0	248.4	406.0	105.3	153.0	172.3	354.9	254.9	70.3	1,870.7
2021	79.2	39.5	54.3										

Tabla 41. Lámina de lluvia para el estado de Quintana Roo.

PRECIPITACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE LÁZARO CÁRDENAS, QUINTANA ROO



ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

Estacion	23011
NOMBRE	KANTUNILKIN
ESTADO	QUINTANA ROO

		Lluvia (mm)				
Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
2000	2001	0.0	3.3	110.5	10.6	
	2002	0.0	3.2	83.0	9.1	
	2003	0.0	3.1	45.0	7.8	
	2004	0.0	3.3	113.0	11.2	
	2005	0.0	4.4	310.0	19.6	
	2006	0.0	5.9	118.0	14.8	
	2007	0.0	4.3	78.5	10.5	
	2008	0.0	3.9	175.0	12.7	
	2009	0.0	4.4	131.0	13.3	
	2010	0.0	4.4	76.0	10.6	
Total 2000		0.0	4.0	310.0	12.3	
2010	2011	0.0	5.4	89.0	12.8	
	2012	0.0	4.4	105.5	10.7	
	2013	0.0	7.8	180.0	19.6	
	2014	0.0	4.3	112.0	13.9	
	2015	0.0	5.6	152.0	16.1	
	2016	0.0	4.3	98.5	11.5	
	2017	0.0	4.4	105.0	12.3	
Total 2010		0.0	5.2	180.0	14.1	
Total general		0.0	4.0	365.8	12.1	

Estacion	23011
NOMBRE	KANTUNILKIN
ESTADO	QUINTANA ROO

		Evap (mm)				
Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
2000	2001	0.1	3.0	13.5	1.6	
	2002	0.0	3.1	11.3	1.7	
	2003	0.6	3.3	9.9	1.2	
	2004	0.2	3.5	8.1	1.4	
	2005	0.0	4.1	9.5	1.6	
	2006	0.1	4.0	16.2	2.0	
	2007	0.1	3.8	10.3	1.8	
	2008	0.1	3.7	12.9	1.5	
	2009	0.6	3.9	17.3	1.9	
	2010	0.1	2.4	5.2	1.3	
Total 2000		0.0	3.6	17.3	1.7	
2010	2011	0.6	2.8	6.2	1.1	
	2012					
	2013	0.3	3.8	13.0	2.6	
	2014	0.6	3.3	10.1	1.6	
	2015	0.1	3.9	9.4	1.7	
	2016	0.2	4.0	12.3	1.9	
	2017	0.7	4.2	9.2	1.5	
Total 2010		0.1	3.8	13.0	1.7	
Total general		0.0	3.7	18.0	1.9	

Tabla 42. Lluvia y evaporación por década año.



ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

Estación	23011
NOMBRE	KANTUNILKIN
ESTADO	QUINTANA ROO

Lluvia (mm)					
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
ENE	0.0	1.5	100.0	6.4	
FEB	0.0	1.5	120.0	7.1	
MAR	0.0	1.4	112.0	7.2	
ABR	0.0	1.6	90.5	7.3	
MAY	0.0	3.5	110.5	11.2	
JUN	0.0	6.7	365.8	19.3	
JUL	0.0	5.9	174.0	14.1	
AGO	0.0	6.5	131.0	13.7	
SEP	0.0	7.8	248.0	15.4	
OCT	0.0	6.2	310.0	15.6	
NOV	0.0	2.6	120.0	8.4	
DIC	0.0	1.6	62.0	6.1	
Total general		0.0	4.0	365.8	12.1

Estación	23011
NOMBRE	KANTUNILKIN
ESTADO	QUINTANA ROO

Evap (mm)					
Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
ENE	0.1	2.8	9.8		1.4
FEB	0.2	3.2	12.9		1.5
MAR	0.1	3.9	12.3		1.6
ABR	0.0	4.7	11.9		1.8
MAY	0.1	4.8	15.0		1.9
JUN	0.0	4.2	18.0		1.9
JUL	0.1	3.9	13.4		1.9
AGO	0.0	3.7	17.3		2.0
SEP	0.1	3.8	17.8		2.2
OCT	0.2	3.4	16.2		1.8
NOV	0.1	3.1	13.0		1.6
DIC	0.1	2.9	13.5		1.4
Total general		0.0	3.7	18.0	1.9

Tabla 43. Lluvia y evaporación por mes.

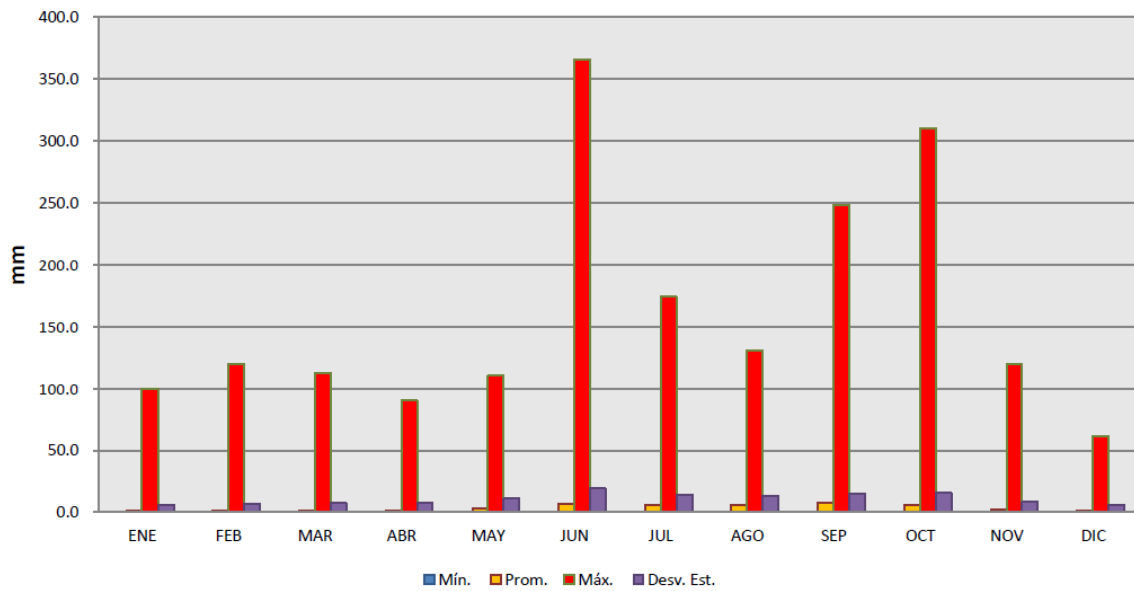


Figura 21. Diagrama de la precipitación por mes.

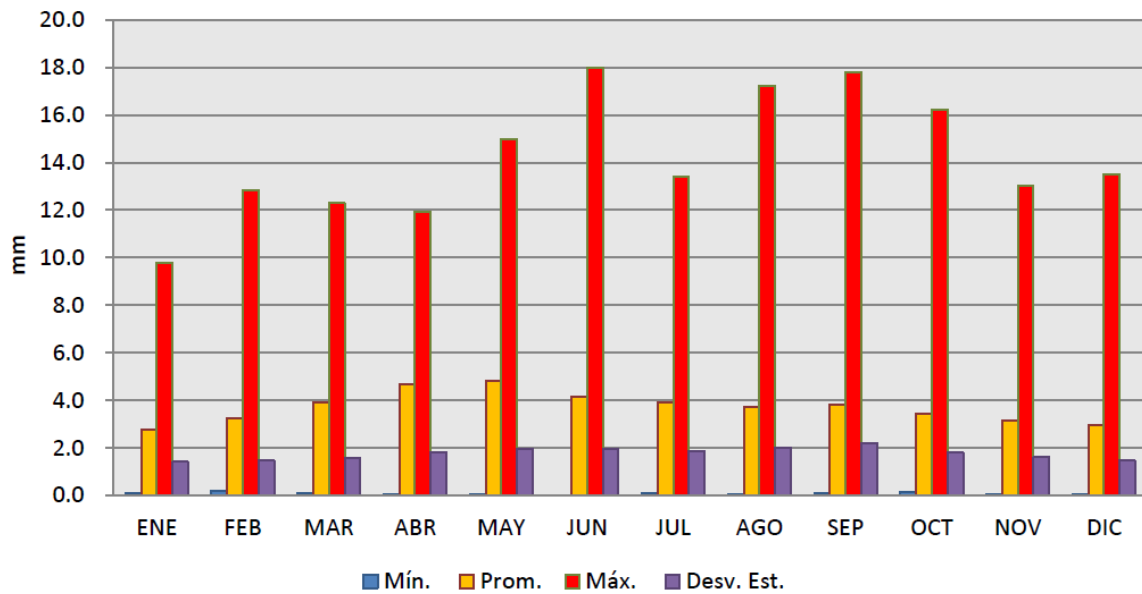


Figura 22. Diagrama de evaporación por mes.

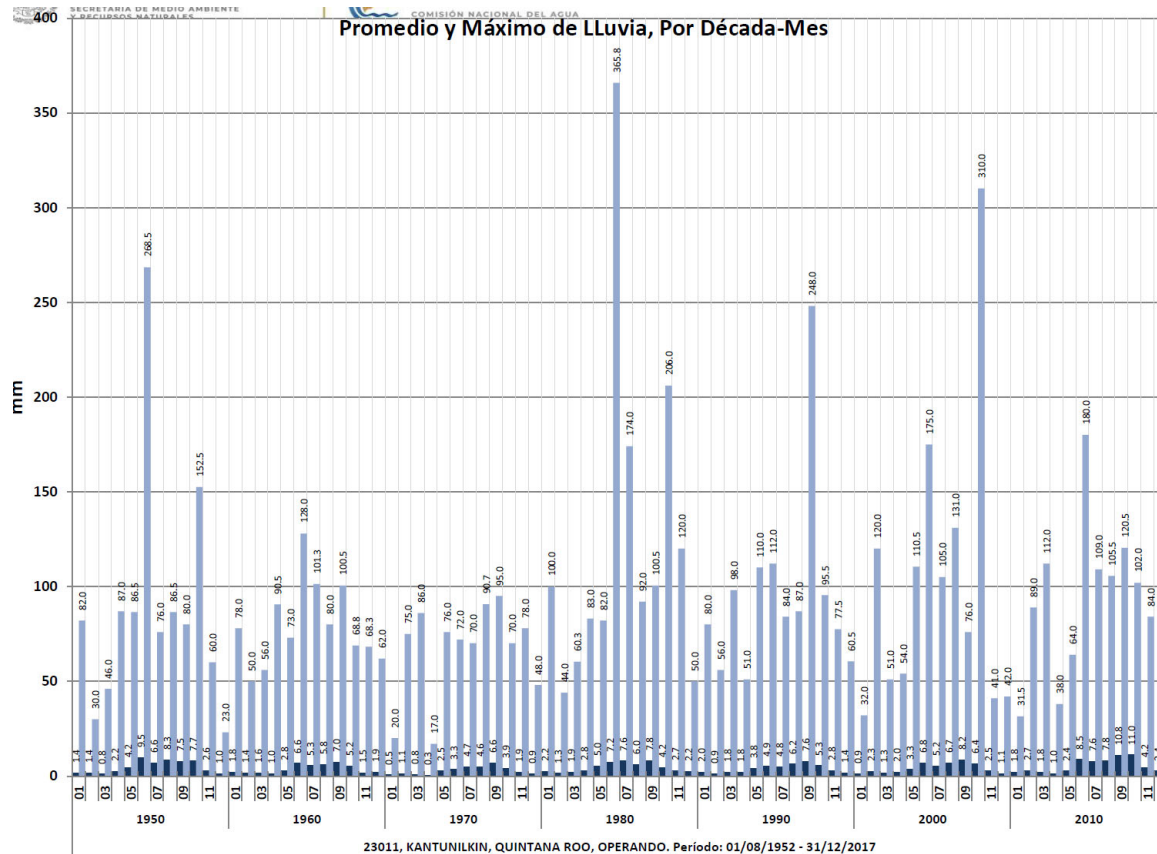


Figura 23. Diagrama de promedio y máximo de lluvia, por década mes.

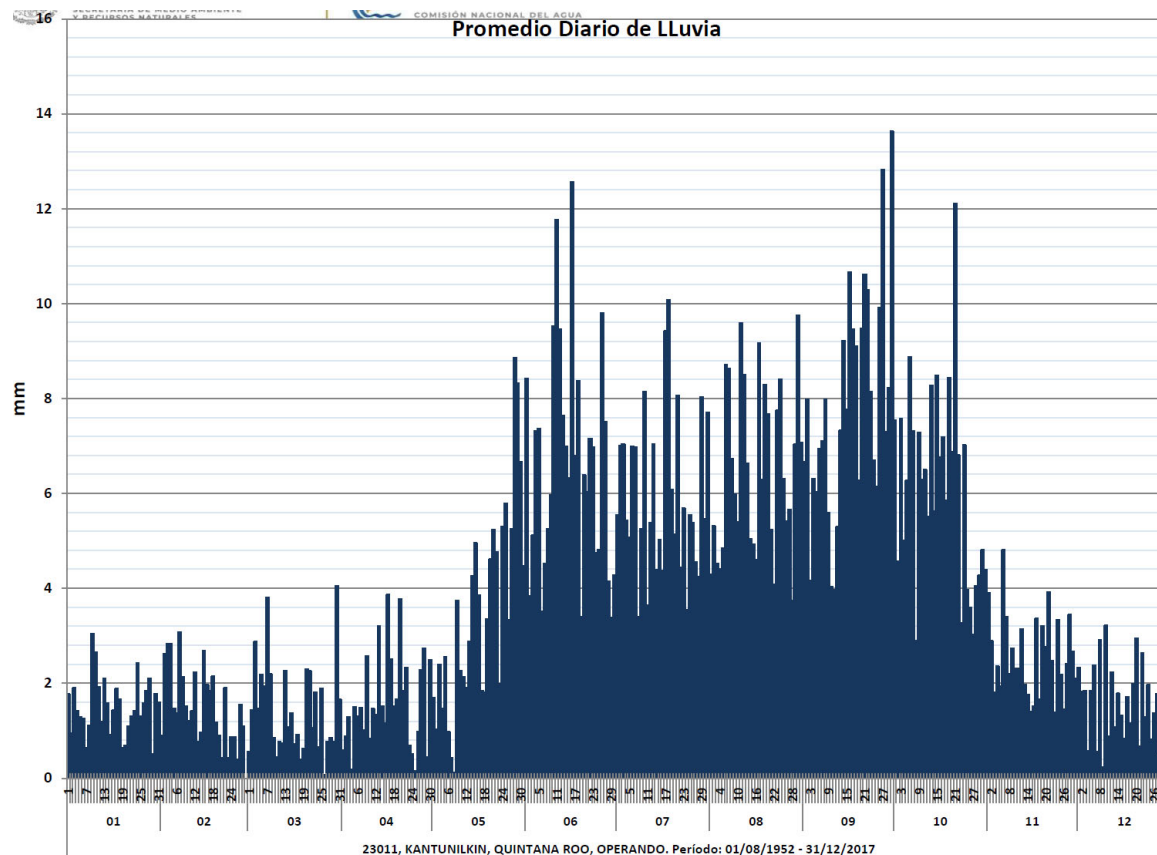


Figura 24. Diagrama del promedio diario de lluvia.

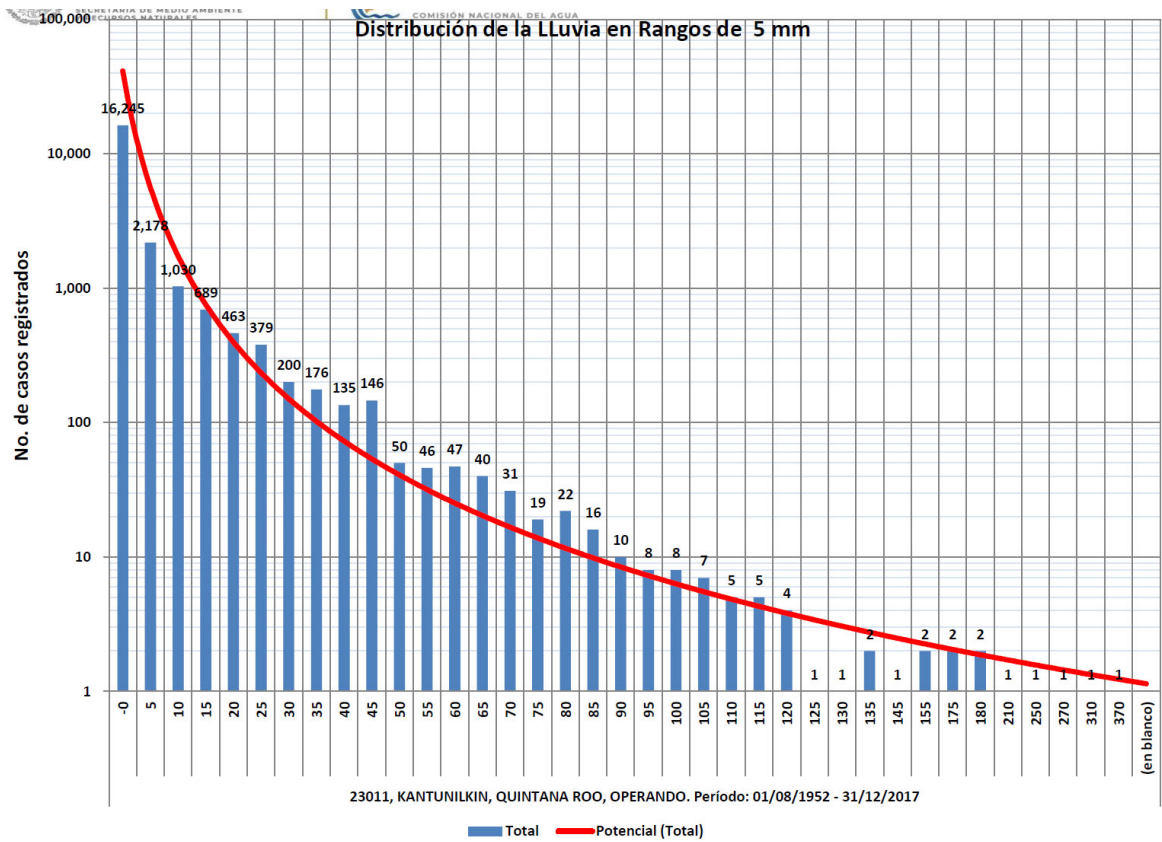


Figura 25. Diagrama de la distribución de lluvia en rangos de 5 mm.

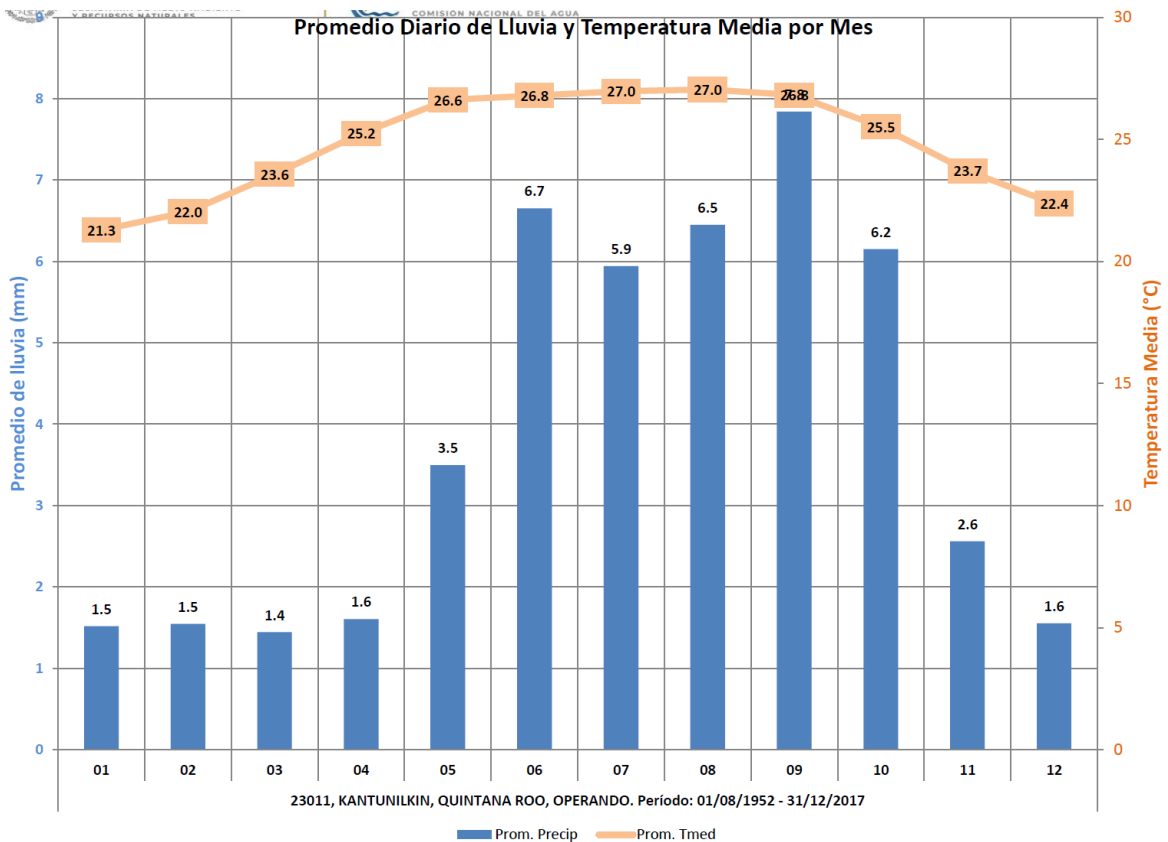


Figura 26. Diagrama del promedio diario de lluvia y temperatura media, por mes.

**INFORME PREVENTIVO DE IMPACTO AMBIENTAL
ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES EN LÁZARO CÁRDENAS, Q.ROO.**

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: QUINTANA ROO

PERIODO: 1981-2010

ESTACION: 00023011 KANTUNILKIN

LATITUD: 21°05'45" N.

LONGITUD: 087°29'08" W.

ALTURA: 15.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION													
NORMAL	52.3	42.5	51.3	63.6	124.6	188.2	182.2	195.4	236.1	164.2	79.6	48.0	1,428.0
MAXIMA MENSUAL	292.0	130.0	148.0	262.0	410.1	490.8	453.5	419.0	521.5	569.5	295.5	128.0	
AÑO DE MAXIMA	1988	2009	1993	1985	1984	1982	1989	2009	1988	2005	1988	1995	
MAXIMA DIARIA	100.0	120.0	98.0	83.0	110.5	365.8	174.0	131.0	248.0	310.0	120.0	60.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	10/1988	02/2009	07/1993	13/1985	28/2001	16/1982	29/1989	20/2009	30/1995	21/2005	21/1988	27/1995	
AÑOS CON DATOS	28	26	27	26	29	29	28	29	29	28	28	27	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	74.8	83.9	114.1	126.7	134.8	107.4	107.0	93.9	97.5	89.9	82.2	82.0	1,194.2
AÑOS CON DATOS	25	24	26	24	25	24	25	23	22	22	25	24	
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	5.1	3.3	3.1	3.3	5.7	10.2	10.9	13.1	14.8	12.1	7.0	4.6	93.2
AÑOS CON DATOS	28	26	27	26	29	29	28	29	29	28	28	27	
NIEBLA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AÑOS CON DATOS	28	26	27	26	29	29	28	29	29	28	28	27	
GRANIZO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AÑOS CON DATOS	21	20	20	20	22	22	21	22	22	21	22	20	
TORRENTA E.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
AÑOS CON DATOS	28	26	27	26	29	29	28	29	29	28	28	27	

Tabla 44. Normales climatológicas de precipitación 1981-2010.

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
PROYECTO BASES DE DATOS CLIMATOLOGICOS

00023011

KANTUNILKIN, LAZARO CARD

PRECIPITACION

Mes	Año	Año	Núm.	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Desv.
Inicio	Fin	Años	Máximo	Máxima	Repetido	Mínimo	Mínima	Repetido	Medio	Estándar	
Ene	1953	2009	53	100.0	1988-01-10	No	0.0	1953-01-01	S?	1.5	6.6
Feb	1953	2009	51	120.0	2009-02-02	No	0.0	1953-02-02	S?	1.4	6.6
Mar	1953	2009	51	98.0	1993-03-07	No	0.0	1953-03-01	S?	1.4	6.9
Abr	1953	2009	49	90.5	1966-04-16	No	0.0	1953-04-01	S?	1.6	7.5
May	1953	2009	52	110.5	2001-05-28	No	0.0	1953-05-01	S?	3.7	11.6
Jun	1953	2009	53	365.8	1982-06-16	No	0.0	1953-06-05	S?	6.4	18.9
Jul	1953	2009	53	174.0	1989-07-29	No	0.0	1953-07-05	S?	5.7	13.9
Ago	1952	2009	55	131.0	2009-08-20	No	0.0	1952-08-14	S?	6.3	13.1
Sep	1952	2009	55	248.0	1995-09-30	No	0.0	1952-09-03	S?	7.4	14.8
Oct	1952	2009	53	310.0	2005-10-21	No	0.0	1952-10-09	S?	5.6	15.0
Nov	1952	2009	52	120.0	1988-11-21	No	0.0	1952-11-03	S?	2.3	8.1
Dic	1952	2009	52	62.0	1964-12-12	No	0.0	1952-12-01	S?	1.5	6.0

EVAPORACION

Mes	Año	Año	Núm.	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Fecha	Se ha	Valor	Desv.
Inicio	Fin	Años	Máximo	Máxima	Repetido	Mínimo	Mínima	Repetido	Medio	Estándar	
Ene	1966	2009	33	9.8	1971-01-04	No	0.1	1993-01-08	No	2.8	1.4
Feb	1966	2009	32	12.9	2008-02-28	No	0.2	1985-02-12	No	3.3	1.5
Mar	1966	2009	34	12.3	1987-03-30	No	0.1	2006-03-06	No	4.0	1.6
Abr	1965	2009	34	11.9	2009-04-07	No	0.0	2002-04-15	No	4.6	1.8
May	1965	2009	35	15.0	1974-05-18	No	0.1	1994-05-16	No	4.8	2.0
Jun	1961	2009	37	18.0	1974-06-03	No	0.0	1995-06-01	No	4.2	2.0
Jul	1965	2009	35	13.4	1969-07-23	No	0.1	1999-07-08	No	3.9	1.9
Ago	1965	2009	36	17.3	2009-08-17	No	0.0	2005-08-16	No	3.7	2.0
Sep	1965	2009	36	17.8	1992-09-09	No	0.1	1988-09-05	No	3.8	2.2
Oct	1965	2009	34	16.2	2006-10-16	No	0.2	1996-10-19	No	3.4	1.8
Nov	1965	2009	35	10.6	2009-11-03	No	0.1	1992-11-25	S?	3.1	1.6
Dic	1965	2009	34	13.5	1988-12-24	No	0.1	1992-12-31	S?	2.9	1.4

Tabla 45. Valores extremos de precipitación.

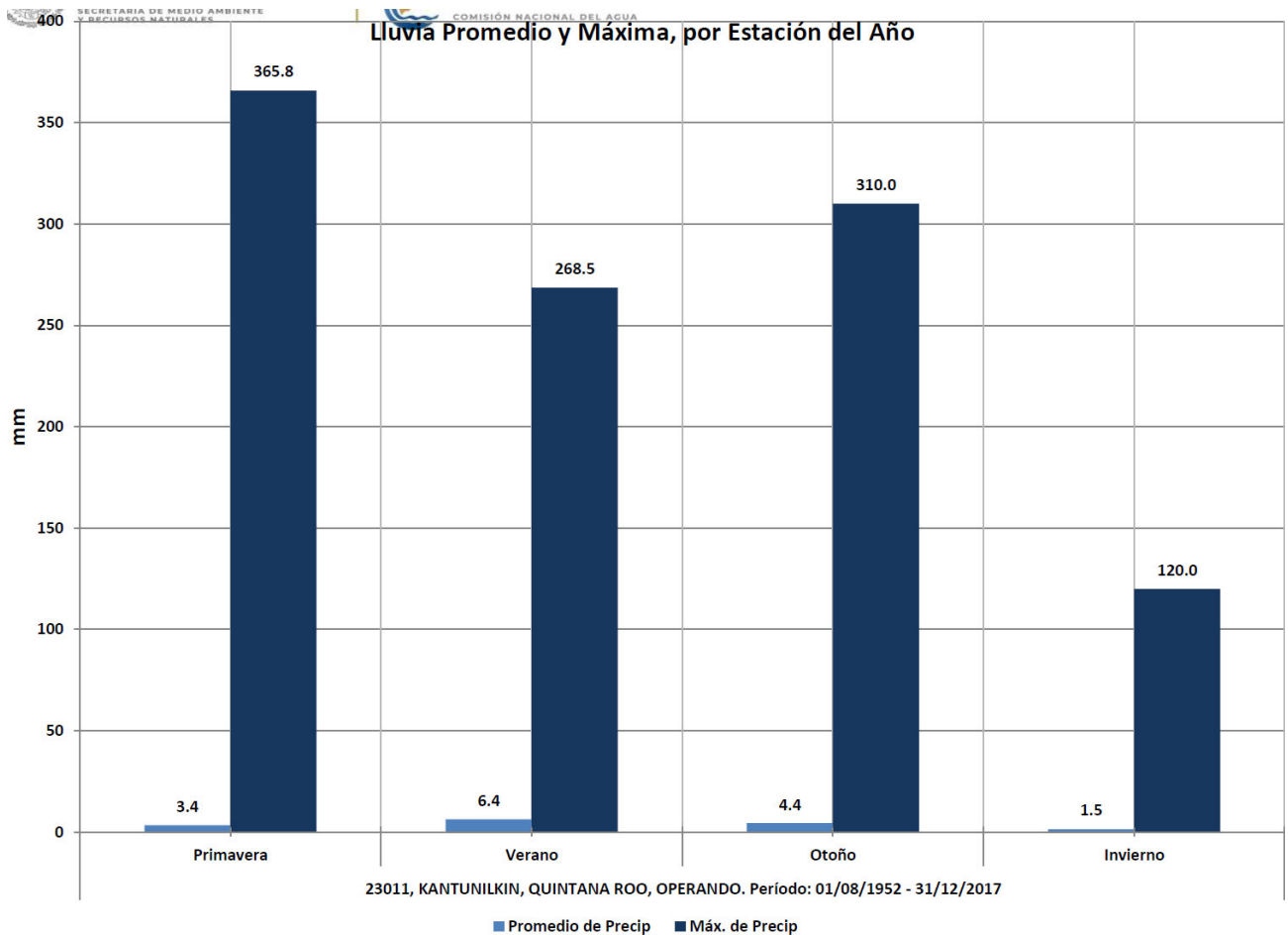


Figura 27. Lluvia promedio y máxima, por estación del año.

HUMEDAD.

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

En la zona del proyecto la humedad percibida varía considerablemente.

El período más húmedo del año dura 8.6 meses, del 22 de marzo al 11 de diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insostenible por lo menos durante el 66 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 4 de septiembre, con humedad el 100 % del tiempo.

El día menos húmedo del año es el 30 de enero, con condiciones húmedas el 55 % del tiempo.

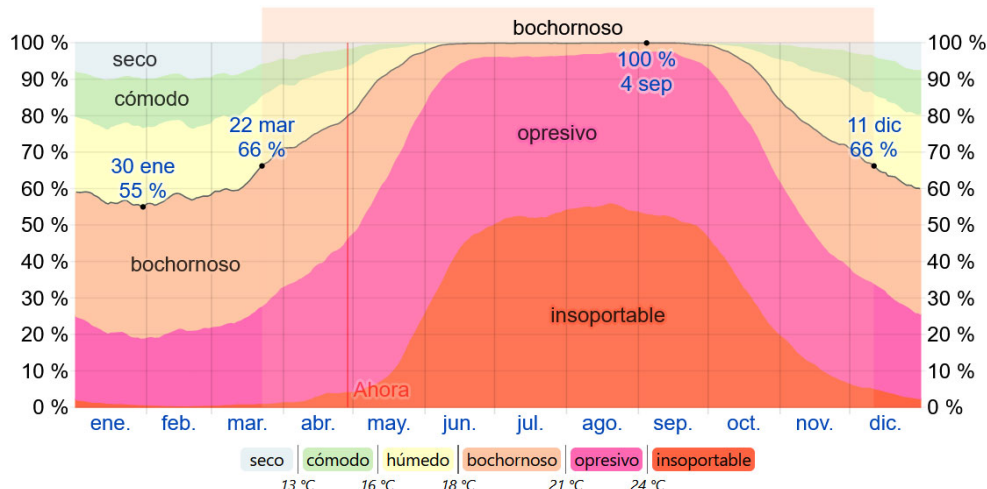


Figura 28. Niveles de humedad en la zona del proyecto. El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

AIRE.

En el Municipio, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. De acuerdo con los registros de la Comisión Nacional del Agua de los años 1998 y 1999, en los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de Junio a Septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. Finalizando el año, en Noviembre y Diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg, lo que coincide con el inicio de la temporada de “nortes”.

El municipio frecuentemente se ve afectado por fenómenos meteorológicos de gran magnitud conocidos como huracanes, que son masas de viento tropical que giran alrededor de un centro de muy baja presión a velocidades del orden de 150 Km/hr o mayores. Los huracanes se originan entre los 8 y 15 grados de latitud en ambos hemisferios y su dirección es generalmente de Este a Oeste. El Estado de Quintana Roo, se encuentra en la ruta de paso de estos intemperismos y está permanentemente expuesto a depresiones atmosféricas que pueden llegar a presentar vientos superiores a los 300 Km/hr.

FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

Los principales fenómenos climatológicos que afectan a la Península de Yucatán y en particular al propio municipio están relacionados con la época del año: en el otoño e invierno se observan los “Nortes” o frentes fríos; en los meses de abril y mayo se presenta un período relativamente seco; a partir del mes de mayo y hasta octubre. La situación meteorológica en la entidad se ve fuertemente influenciada por la presencia de “ondas tropicales”, cuyo potencial de humedad es importante; se presenta entonces la temporada anual de lluvias, que son del tipo tropical.

Por su ubicación geográfica, el municipio de Lázaro Cárdenas se ve amenazada por ciclones tropicales durante la temporada comprendida de mayo a noviembre, originados generalmente en el este del Mar Caribe en el Océano Atlántico, y que viajan hacia el oeste rumbo al Golfo de México, la Florida, la costa del este de los Estados Unidos de Norteamérica o se disipan al llegar a las frías aguas del Atlántico Norte. La mayor parte de estos fenómenos generados en esta zona, adquieren grandes magnitudes debido a que se desplazan enormes distancias sobre las cálidas aguas del Atlántico tropical, que entre otros factores alimentan de energía a dichos fenómenos y sus efectos suelen ser devastadores para las zonas alcanzadas.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan al municipio son los meteoros tropicales (ciclones tropicales) y frentes fríos. Otros fenómenos de menor incidencia son las sequías, incendios forestales, temperaturas extremas, inundaciones, trombas o turbonadas, granizadas y tormentas eléctricas.

Meteoros tropicales

Los meteoros tropicales son fenómenos meteorológicos de baja presión localizados dentro de los trópicos, en las cuales el viento circula en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y tienen al menos una isobara cerrada, se conoce como de circulación “ciclónica”.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), los ha clasificado en depresión tropical, tormenta tropical y huracanes de acuerdo a la intensidad del viento y marea que generan, en base a la Escala de Beuffort.

Depresión y tormentas tropicales

Las tormentas y ondas tropicales son fenómenos hidrometeorológicos de circulación cerrada. Las primeras ondas de la temporada pueden identificarse fácilmente por las grandes nubes de tormenta que las acompañan y que se desplazan hacia el oeste del Caribe una o dos veces a la semana durante todo el verano. Estas nubes de gran desarrollo vertical traen consigo fuertes lluvias y vientos, así como tormentas eléctricas.

Hacia principios del verano y el otoño, las formaciones nubosas aumentan ligeramente en densidad y frecuencia provocando al chocar con masas de aire más frío provenientes del norte los frentes de lluvia típicos de las regiones tropicales y, si las condiciones son adecuadas, desarrollándose posteriormente en huracanes (Pereira y Vester, 2000). Las tormentas tropicales se presentan entre los meses de agosto y octubre en el municipio.

AÑO	FECHA	CURSO	CONTACTO CON TIERRA
1880	Oct. 6	NNW	40 millas este de Cancún
1901	Jul.8	NW	Cancún
1924	Sep.28	N	40 millas este de Cancún
1931	Jun. 25	NW	40 millas norte de Cabo catoche
1936	Jun.12	N	25 millas este de Cancún
1945	Jun. 21	N	25 millas este de Cancún
2020	3 de octubre	NNW	Tulum

Tabla 46. Tormentas tropicales que ha afectado la península de Yucatán.

Huracanes

Los huracanes son fenómenos hidrometeorológicos que se originan y desarrollan en mares de aguas cálidas y templadas, consistentes en una gran masa de aire cálida y húmeda, con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Generalmente su diámetro es de unos cientos de kilómetros.

Cabe hacer mención que la formación de huracanes varía de un año a otro y se encuentra relacionado con fenómenos climáticos globales. Riehl (1979) afirma que para el periodo de 1885 a 1975 se han presentado un promedio de 40 huracanes por cada 5 años en el océano Atlántico. Sin embargo, en los primeros 45 años de periodo vemos que la actividad registrada se encuentra por debajo de la media (30 por cada 5 años) e incrementa hasta 50 por cada 5 años en las siguientes cuatro décadas.

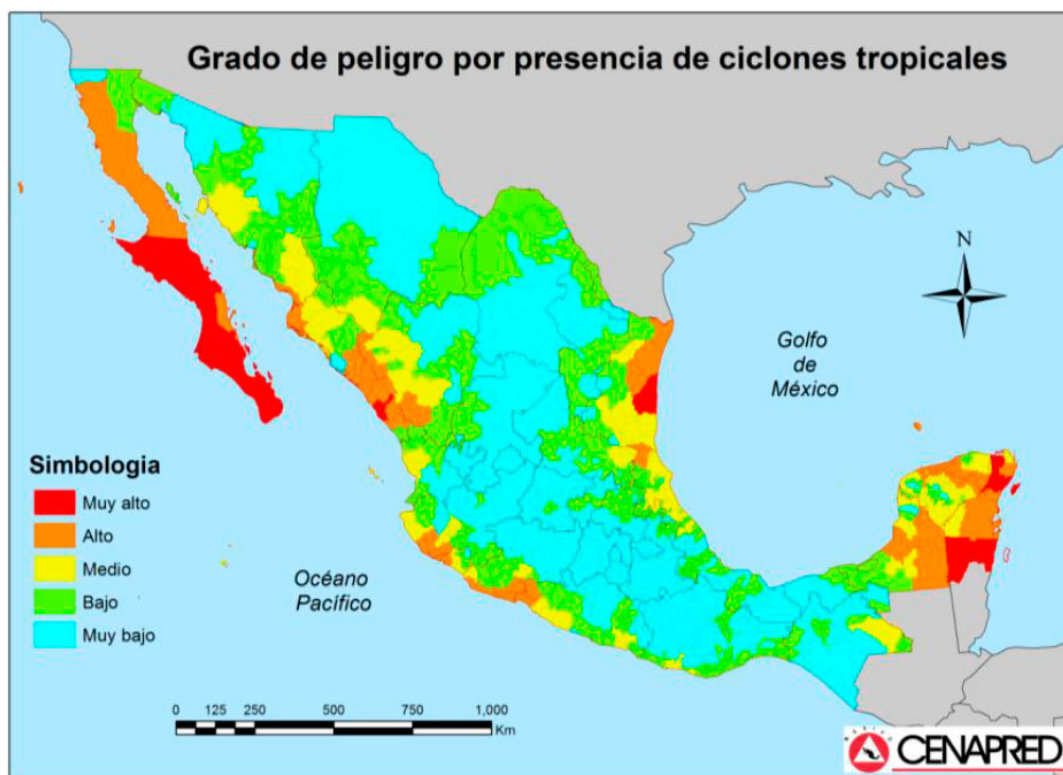


Figura 29. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales.

En los últimos años se ha observado un incremento en el número de ciclones tropicales formados en la cuenca del Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México. Esto se debe a que se presentan ciclos de altas y bajas en las formaciones de estos sistemas meteorológicos, que se repiten en un lapso que va desde los 25 hasta los 40 años, habiendo terminado el último ciclo a fines de los años 60s del siglo pasado. Prácticamente casi es un hecho que nos encontramos en el inicio de un nuevo ciclo de alta en la formación en el número de ciclones tropicales para esta cuenca, siendo esto notorio a partir del año de 1995 y continuo a partir del año 2002, la cual se espera tenga una duración de cuando menos dos décadas (Juan Vásquez, 2005 Diario Por Esto!).

Estudios han mostrado que hay una relación entre los vientos que generan la circulación Madden-Julian y la actividad ciclónica del Caribe Occidental con un retraso de dos semanas aproximadamente. Se muestra un incremento de hasta 400% en la actividad ciclónica del Caribe y Golfo de México cuando la época ciclónica coincide con apariciones del fenómeno de Madden-Julian (Pereira y Vester 2000).

Otro factor que influye en la actividad ciclónica es la variabilidad en el comportamiento global de la temperatura, inducidos por El Niño en el Pacífico y su contraparte atlántica, La Niña. Banichevich & Lizano (1998) estudiaron la relación entre los ciclones tropicales y huracanes y el fenómeno El Niño/La Niña. En sus estudios mencionan que durante los años en que se presenta El Niño se ha observado una reducción estadísticamente sensible en el número y fuerza de los ciclones originados en el Caribe, en tanto que se observa que durante los años en que se manifiesta La Niña hay una actividad ciclónica mayor en la misma área.

En el verano y principios de otoño, el país se ve afectado por huracanes (ciclones tropicales), tanto en el Pacífico como en el Atlántico. Los huracanes se forman principalmente en zonas de aguas tropicales cálidas (por encima de 27°C), donde los cambios en la intensidad del viento en la vertical son débiles.

Los huracanes se originan en cuatro centros de origen. El primero es el Golfo de Tehuantepec, el cual se inicia en la última semana de mayo; el segundo, la Sonda de Campeche, que inicia en la primera quincena de junio; el tercero es el Caribe Oriental que inicia en julio; y por último, la Región Atlántica que inicia a finales de julio. Los huracanes formados en este último centro de origen son los más peligrosos, cuyo vórtice avanza con trayectorias irregulares de este a oeste a una velocidad promedio de 25 km/h.

Los meses de mayor incidencia de estos fenómenos, para el estado de Quintana Roo y el municipio, son agosto, septiembre y octubre. Sin embargo, el período de ocurrencia para toda la Península de Yucatán se extiende desde junio hasta noviembre. La zona oriental de la Península de Yucatán está considerada como área crítica con categoría de Alta Influencia, ya que es visitada por varios eventos extremos: depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

HURACANES

AÑO	FECHA	CURSO	CONTACTO CON TIERRA
1895	Ago.26	NW	Isla Contoy y Cabo Catoche
1903	Ago.13	WNW	Cancún
1903	Ago.13	WNW	Cancún
1909	Ago.25	WNW	Cabo Catoche
1916	Ago.17	WNW	Isla Blanca
1922	Oct.18	W	Cancún
1938	Ago.13	NW	Cancún y Cabo Catoche
1944	Sep.20	W	Cancún e Isla Mujeres
1961	Sep.7	NW	40 millas noreste de Isla Convoy
1967	Sep. 18	SW	Norte de Chetumal.
1980	Ago. 7	WNW	40 millas norte Cabo Catoche
1988	Sep. 14	WNW	Cozumel y Playa del Carmen
1995	Sep. 25	WSW	Costa central de Quintana Roo
1995	Oct. 02	WSW	Costa central de Quintana Roo
2002	Sept.22	WSW	Costa Norte de Yucatán y Mérida
2005	Oct. 22	WNW	Cozumel, Costa noreste de Yucatán.
2007	Agosto	WNW	Cono sur de Yucatán y Majagual
2020	Octubre 7	NW	Puerto Morelos
2020	Octubre 26	NW	Tulum, Quintana Roo

Tabla 47. Huracanes que ha afectado la península de Yucatán. (Adaptado de Nat. Hurr. Center, 1990).

México es uno de los países con mayor incidencia directa o marginal de ciclones tropicales, lo cual es un factor determinante en la cuantificación de riesgos naturales, pues un ciclón tropical es equivalente, en lluvia, a un conjunto de decenas o centenas de tormentas convectivas y tienen una fuerte penetración hacia el interior del continente. Es por ello que la incidencia de ciclones tropicales sobre las cuencas de México determina en forma importante su comportamiento hidrológico, su red de drenaje y su potencial de erosión, entre otros (Rosengaus, 2010). Una de las zonas con la mayor incidencia de ciclones tropicales en la República Mexicana es precisamente el Noreste de la Península de Yucatán, siendo la región que presenta el máximo número de frecuencia de ciclones tropicales extremos (categoría H5). Esto se debe a que muchos de los sistemas tropicales que han incidido sobre Quintana Roo son sistemas que ya han tenido un gran desarrollo en su trayectoria desde las islas de Cabo Verde frente a África (más de 5,000 km).

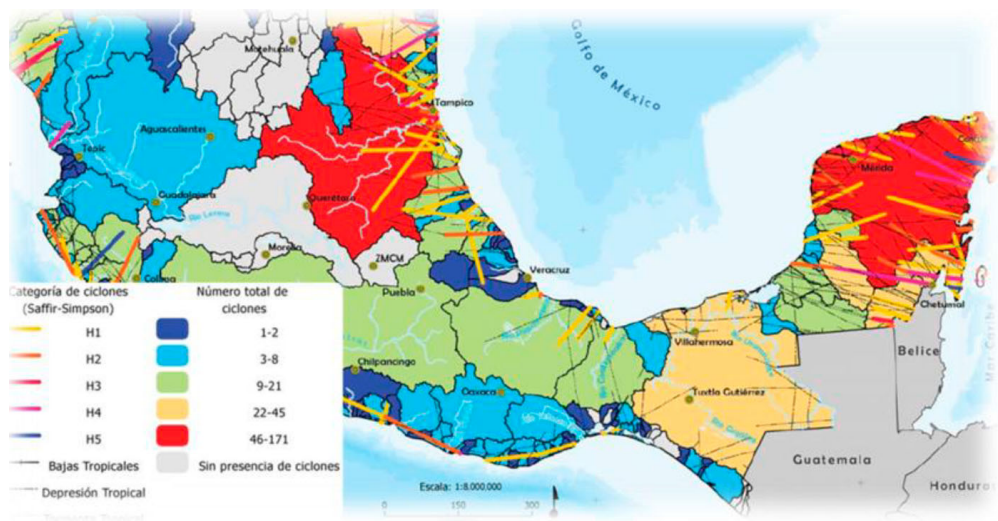


Figura 30. Mapa de riesgo por huracanes.

En cuanto a trayectorias se refiere, la Península de Yucatán destaca por el número de trayectorias de huracanes que la cruzan, ya que frecuentemente existe cruce completo de la misma debido al relieve relativamente plano que presenta y por estar casi al nivel del mar.

De acuerdo con datos del National Climatic Data Center (NCDC), y del International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS), el número total de eventos hidrometeorológicos tuvieron influencia sobre las costas del Estado de Quintana Roo durante el periodo 1950-2013 fueron 82, de los cuales 34 corresponden a depresiones tropicales, 25 a tormentas tropicales y el resto a huracanes en diversas categorías.

Número de eventos	Categoría	Velocidad media del viento (kts=nodos)
34	TD (depresión tropical)	25.6
25	TS (tormenta tropical)	47.6
5	H1	72
4	H2	88.8
5	H3	104
4	H4	123.8
5	H5	152

Tabla 48. Eventos hidrometeorológicos de 1950-2013.

Del periodo que comprende de 1950 a 2013, la década que más eventos hidrometeorológicos presentó fue la de 2000-2010, registrándose un total de 22, de los cuales 7 fueron depresiones tropicales, 8 tormentas tropicales y 7 huracanes. Siendo el huracán Wilma (2005) el huracán de mayor categoría y que generó mayor afectación.

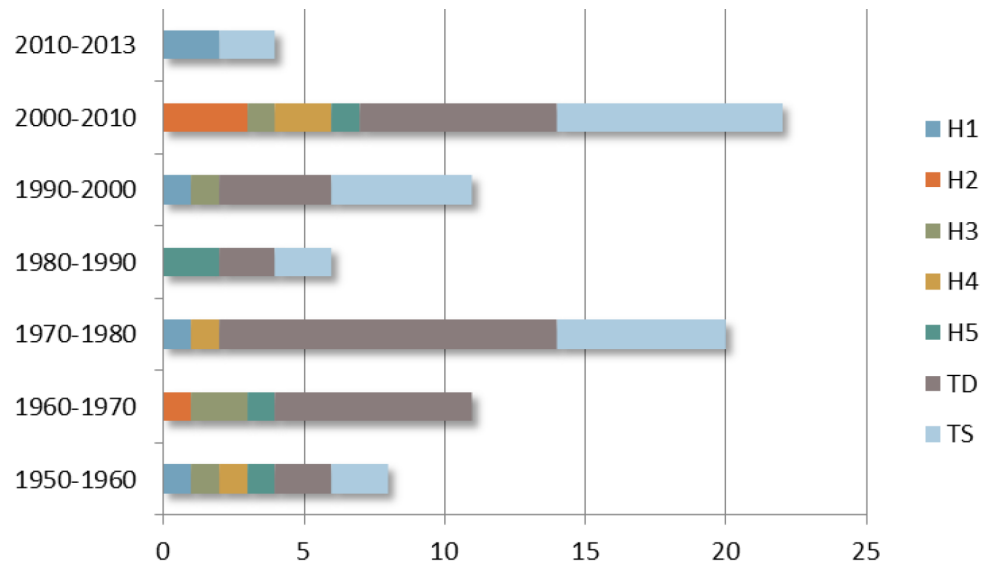


Figura 31. Diagrama de afectaciones hidrometeorológicas de 1950-2013.

Durante el periodo de tiempo analizado (1950-2013), se presentaron diversos fenómenos hidrometeorológicos que afectaron directa e indirectamente al municipio, sin embargo, fueron cuatro los huracanes que afectaron de forma considerable el territorio. De estos los más sobresalientes, por el grado de daño causado, son el huracán Gilberto de 1988 y el huracán Wilma de 2005.

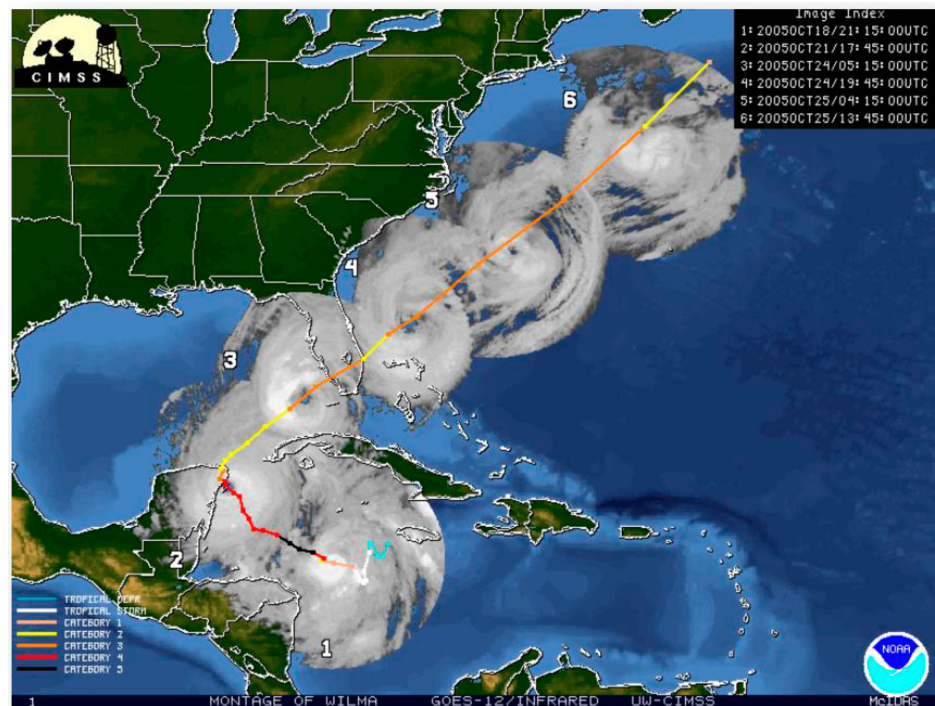


Figura 32. Ruta de afectación del huracán Wilma.

En conclusión, el municipio se encuentra en una región con alta frecuencia de ciclones tropicales, y no sólo el número de ciclones que se presentan es sobresaliente, sino la intensidad con que estos se desarrollan, lo cual vuelve al municipio una zona vulnerable frente a este tipo de eventos meteorológicos. En la siguiente figura se presenta la trayectoria de los eventos hidrometeorológicos que han afectado directa e indirectamente al territorio municipal y los cuatro eventos de mayor intensidad durante el periodo 1950-2013, además en la imagen derecha se puede apreciar la densidad de trayectorias históricas, donde el municipio de Solidaridad presenta junto con Cozumel y Benito Juárez alta densidad de trayectorias históricas de huracanes y por consiguiente mayor frecuencia de los mismos.

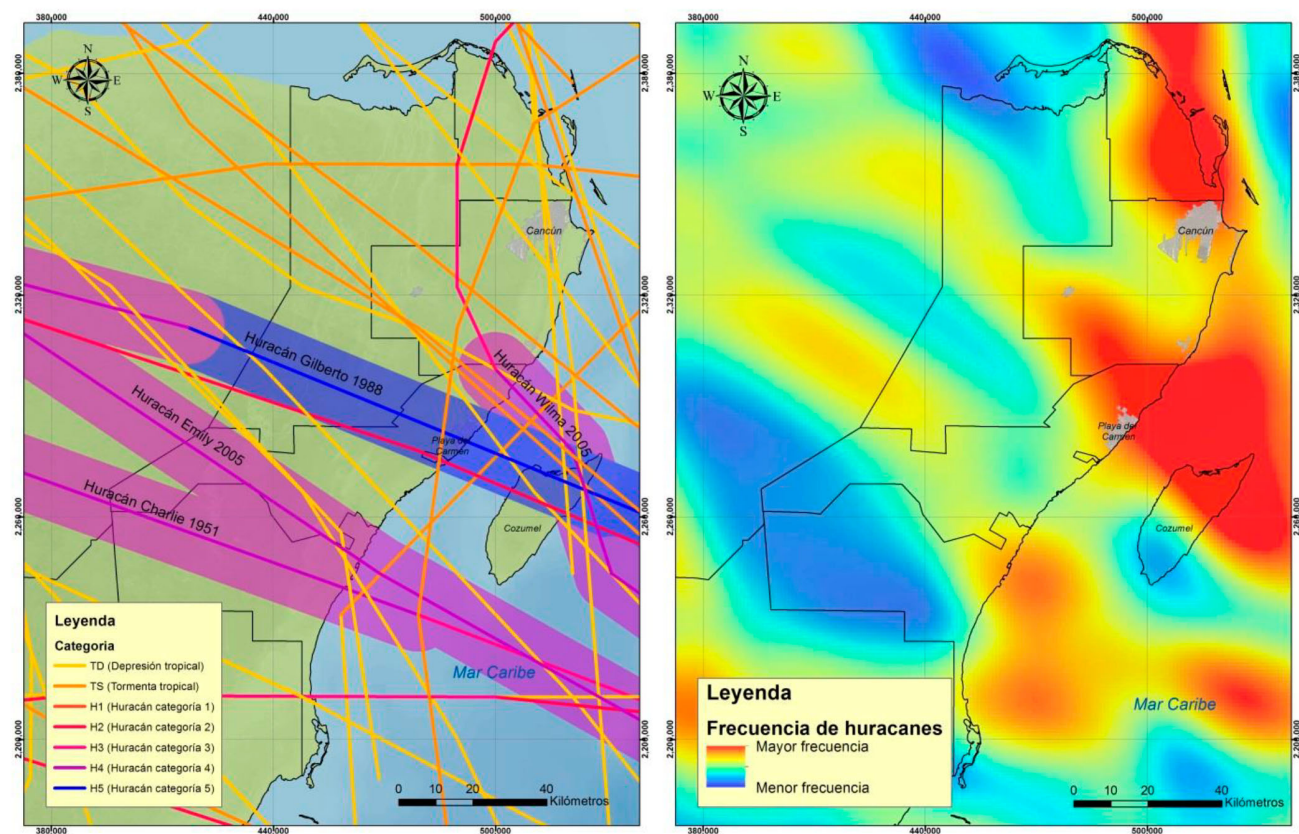


Figura 33. Rutas y frecuencia por afectación por huracanes.

JANET

En 1955 un fuerte huracán azotó a Quintana Roo, se trató de Janet, el cual fue completamente letal, ya que para esa época un fenómeno natural como este de categoría 5 representaba destrucción total. De acuerdo con diversos reportes, Janet dejó a su paso graves daños principalmente en Chetumal, sin embargo, alcanzó otras zonas de Quintana Roo e incluso algunos rincones en Yucatán. Su saldo fue de 712 muertos y destruyó cientos de viviendas de madera en aquel entonces.

GILBERTO

Otro de los huracanes con mayor fuerza destructiva el cual se originó tras una depresión tropical que abrió paso a la tormenta y huracán fue Gilberto, el cual en 1988 dejó miles de damnificados, la estimación se habla de más de 100 mil, contando los estados de Yucatán y Quintana Roo, además de que la cifra de muertos fue cercana a los 300.

Ciclones 2002.

En el Atlántico, durante la temporada de ciclones del año 2002, se generaron dos depresiones tropicales, ocho tormentas tropicales y cuatro huracanes. De estos últimos, los más intensos fueron "Lili" e "Isidore" con categoría IV y III respectivamente, en la escala de intensidad Saffir-Simpson y les siguieron "Gustav" y "Kyle", ambos con categoría I.

Durante esta temporada, sólo uno de los ciclones que se generaron en la cuenca del Atlántico afectó directamente en territorio de México. El intenso huracán "Isidore" afectó fuertemente sobre la península de Yucatán.

Ciclones 2003

En el Atlántico, durante la temporada de ciclones del año 2003, se generaron cinco depresiones tropicales, diez tormentas tropicales y seis huracanes. De estos últimos, los más intensos fueron "Isabel", de categoría V, "Fabián" de categoría IV y "Kate" de categoría III, en la escala de intensidad Saffir-Simpson, seguidos de "Juan", de categoría II y "Claudette", "Danny" y "Erika" de categoría I.

El huracán "Claudette", cuya trayectoria se desarrolló del 8 al 16 de julio. En la madrugada del día 11 de julio, todavía como tormenta tropical, "Claudette" tocó tierra en la costa del estado de Quintana Roo, a 25 km al Sur-Suroeste de Cancún, Q. R., con vientos máximos sostenidos de 90 km/h y rachas de 110 km/h.

Ciclones 2004.

En el Atlántico, la temporada ciclónica se desarrolló desde el 31 de julio hasta el 2 de diciembre, generándose un total de una depresión tropical, siete tormentas tropicales y ocho huracanes, de los cuales seis fueron huracanes intensos, siendo el mayor de ellos, el huracán "Iván" de categoría V en la escala de intensidad de Saffir-Simpson, con vientos máximos sostenidos de 270 km/h, seguido de "Charley", "Francés" y "Karl" de categoría IV y por "Alex" y "Jeanne" de categoría III. Los cuales no afectaron el territorio de Quintana Roo.

Ciclones 2005

En el Atlántico, durante la temporada de ciclones del año 2005, se generaron 14 huracanes, 13 tormentas tropicales y 3 depresiones tropicales. De los huracanes, los más intensos fueron "Emily", "Katrina", "Rita" y "Wilma" de categoría V, "Dennis", de categoría IV y "María" y "Beta" de categoría III, en la escala de intensidad Saffir-Simpson.

La depresión tropical "Cindy"; tocó tierra al Sureste de Felipe Carrillo Puerto, Q. R. en la madrugada del día 4 de julio, localizándose un poco después a 10 km al Oeste de esa misma población.

El día 18 de julio, un poco después de las 2:00 de la mañana, "Emily" tocó tierra en las inmediaciones de Tulum, Q. R., como huracán de categoría IV de la escala de intensidad Saffir-Simpson, con vientos máximos sostenidos de 215 km/h.

El huracán "Stan", tocó la costa de Quintana Roo, como tormenta tropical, aproximadamente a las 7:00 horas del día 2 de octubre, a 33 km al Este Noreste de Felipe Carrillo Puerto con vientos máximos sostenidos de 75 km/h y rachas de 95 km/h.

El último ciclón tropical que afectó directamente las costas de México por el lado del Atlántico fue el intenso huracán "Wilma". El día 19 de octubre por la mañana, cuando estaba a 520 km al Este-Sureste de Punta Allen, mantenía vientos máximos sostenidos de 280 km/h y registró la presión más baja en toda la historia de los ciclones en el Atlántico con 882 hPa.

El día 21 octubre a partir del mediodía avanzó sobre la isla de Cozumel, la cual, tres horas después, quedó rodeada por el ojo del huracán, mientras mantenía vientos máximos sostenidos de 230 km/h, aproximadamente a las 20:30 horas impacto tierra sobre la población de Puerto Morelos, Q. R., con vientos máximos sostenidos de 220 km/h y rachas de 270 km/h, como huracán de categoría IV.

Ciclones 2006

En el Atlántico, durante la temporada de ciclones del año 2006, se generaron 9 ciclones. De los cuales, cinco alcanzaron intensidad de huracanes y cuatro fueron tormentas tropicales. De los huracanes, los más intensos fueron "Helene" y "Gordon", ambos de categoría III en la escala Saffir-Simpson, con vientos máximos sostenidos de 205 km/h y 185 km/h, respectivamente. Los cuales no impactaron el estado de Quintana Roo.

Ciclones 2007.

Dos años después del devastador paso de Wilma, un nuevo huracán acechó las costas de Quintana Roo y Yucatán. Se trató de Dean, el cual en un principio fue de categoría 5, sin embargo, se debilitó hasta categoría 3, aunque fue demasiado tarde para toda la región. Pues incluso alcanzó a Campeche dejando daños graves y a decenas de familias damnificadas, especialmente en Yucatán, en donde el impacto fue mayor que en los dos estados vecinos.

Ciclones 2008

En el Atlántico, durante la temporada de ciclones del año 2008, se generaron 17 ciclones, de los cuales, ocho alcanzaron intensidad de huracanes, ocho se desarrollaron a tormentas tropicales y una sólo alcanzó la etapa de depresión tropical. Los huracanes más intensos fueron, por orden de aparición, "Gustav", con vientos máximos sostenidos de 240 km/h y rachas de 295 km/h, "Ike", con vientos máximos sostenidos de

215 km/h y rachas de 260 km/h y “Paloma”, con vientos máximos sostenidos de 230 km/h y rachas de 275 km/h, los tres de categoría IV en la escala Saffir-Simpson, además, los huracanes “Bertha”, con vientos máximos sostenidos de 195 km/h y rachas de 240 km/h y “Ornar” con vientos máximos sostenidos de 205 km/h y rachas de 250 km/h, ambos de categoría III.

La tormenta tropical “Arthur”, presentó un recorrido sobre el Sur de Quintana Roo, Campeche y Oriente de Tabasco, durante su evolución de tormenta a depresión tropical, durante el 31 de mayo y 1 de junio. Los remanentes de “Arthur” ocasionaron lluvias intensas en el Sureste de México, con una acumulación máxima en 24 horas de 212 mm en Pijijiapan, Chiapas. No se reportaron daños significativos ni decesos asociados con “Arthur” en México.

La tormenta tropical “Dolly”, tocó tierra por la parte Sur de la Laguna de Nichupté, al Sur de Cancón, Quintana Roo, aproximadamente a las 01:30 horas local del día 21 de julio, con vientos máximos sostenidos de 85 km/h y rachas de 100 km/h.

Ciclones 2009

En el Atlántico, durante la temporada de ciclones del año 2009, se generaron 11 ciclones, de los cuales, 3 alcanzaron intensidad de huracanes, 6 se desarrollaron a tormentas tropicales y 2 alcanzaron la etapa de depresión tropical. El huracán más intenso fue “Bill” con vientos máximos sostenidos de 215 km/h y rachas de 260 km/h de categoría IV en la escala Saffir-Simpson. También “Bill” fue el de mayor recorrido con 8,100 km y el de mayor duración con 216 horas. No hubo afectación en territorio de Quintana Roo.

Ciclones 2010.

En el Atlántico, durante la temporada del año 2010, se generaron un total de 21 ciclones tropicales, de los cuales 19 tuvieron un nombre y de éstos, siete llegaron a la categoría de tormenta tropical y once alcanzaron intensidad de huracán, complementándose el total con dos depresiones tropicales. De los huracanes, el más intenso fue “Igor”, de categoría IV en la escala Saffir-Simpson, con vientos máximos sostenidos de 240 km/h y rachas de 295 km/h.

El ciclón “Alex”, tocó territorio de México, el día 26 de junio, aproximadamente a las 21:30 horas local en el extremo Suroeste del estado de Quintana Roo, como tormenta tropical, a 90 km al Suroeste de Chetumal, Quintana Roo, con vientos máximos sostenidos de 95 km/h y rachas de 110 km/h.

“Karl” impactó como tormenta tropical, a 15 km al Sur-Suroeste de Puerto Bravo, Quintana Roo, con vientos máximos sostenidos de 100 km/h y rachas de 120 km/h el día 15 de septiembre, a las 7:45 horas local tiempo del Centro de México.

Ciclones 2011.

En el Atlántico se desarrollaron 5 huracanes, 3 tormentas tropicales y una depresión tropical. De los huracanes, el más intenso fue “Ophelia”, de categoría IV en la escala Saffir-Simpson, con vientos máximos sostenidos de 220 km/h y rachas de 275 km/h.

Cuatro ciclones impactaron directamente a México durante la temporada 2011, generados en el Golfo de México o el Mar Caribe.

A su vez, la tormenta tropical “Riña”, el cuarto meteoro que impacto en territorio mexicano, se aproximó a 30 km al Oeste de la isla de Cozumel, Quintana Roo, durante el día 27 de octubre, con vientos máximos de 95 km/h. Se reportó una lluvia máxima de 234.5 mm en Cozumel, Q Roo. No se reportaron decesos ni daños materiales significativos.

Ciclones 2012.

Huracán “Ernesto”

El día 1° de agosto por la tarde se formó la depresión tropical No. 5 de la temporada de ciclones 2012 en la cuenca del Océano Atlántico. Se inició a 1,300 km al Este de las Antillas Menores y a 4,200 km al Este de las costas de Quintana Roo, con vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h, misma fuerza con la que se mantuvo hasta la tarde del día 2, cuando se desarrolló a tormenta tropical con el nombre de “Ernesto”, alcanzando vientos máximos sostenidos de 85 km/h y rachas de 100 km/h a una distancia de 3,345 km al Este de la costa de Quintana Roo.

Mientras seguía su trayecto hacia el Oeste viajando en la periferia Sur de la amplia circulación anticiclónica de las Azores, la tormenta tropical “Ernesto” siguió fortaleciéndose y así, el día 7 de agosto a las 13:00 horas local, tiempo de México, después de haber atravesado a todo lo largo del Mar Caribe, se intensificó a huracán con vientos máximos sostenidos de 130 km/h y rachas de 160 km/h a 295 km al Este de Chetumal, Q.R.

Ya como huracán, “Ernesto” siguió aumentando su fuerza y a las 22:00 horas, tiempo del centro de México se encontraba sobre la línea de costa, en las inmediaciones de la población de Majahual, Quintana Roo y a 65 km al Este-Noreste de Chetumal, Quintana Roo con vientos máximos sostenidos de 140 km/h y rachas de 165 km/h.

Huracanes 2020.

La temporada de huracanes del Atlántico de 2020 ha presentado la formación de ciclones tropicales a un ritmo récord. Hasta ahora, ha habido un total de 31 ciclones tropicales o subtropicales, 30 tormentas con nombre, 13 huracanes y 6 huracanes intensos. Con 30 tormentas tropicales o subtropicales, es la temporada de huracanes más activa registrada. También es solo la segunda temporada de ciclones tropicales que presenta el sistema de nombres de tormenta con letras griegas, siendo la primera la temporada de 2005. La temporada comenzó oficialmente el 1 de junio y finalizará oficialmente el 30 de noviembre; sin embargo, la formación de ciclones tropicales es posible en cualquier momento, como lo ilustran las formaciones de las tormentas tropicales Arthur y Bertha, el 16 y 27 de mayo, respectivamente. Esto marcó el sexto año consecutivo récord con sistemas de pretemporada. Durante la temporada, la tormenta tropical Cristóbal y 27 sistemas posteriores han batido el récord de formación más temprana por número de tormentas. La temporada ha tenido cinco huracanes de categoría 4, el número más alto registrado en una sola temporada en la cuenca del Atlántico y la última ocurrencia de este tipo desde 2005. Esta temporada también contó con 10 ciclones tropicales que han experimentado una rápida intensificación, vinculándola con 1995. Esta actividad sin precedentes ha sido impulsada por el fenómeno de la Niña en curso.

En junio, Cristóbal se formó, matando a 15 personas. En julio, se formó Edouard, seguida de la tormenta tropical Fay, que causó daños moderados y mató a seis en el noreste de los Estados Unidos, luego la tormenta tropical Gonzalo. Dos semanas después, Hanna, el primer huracán de la temporada, tocó tierra en el sur de Texas. A esto le siguió el Huracán Isaías, que tocó tierra en las Bahamas y Carolina del Norte, ambas veces como huracán de categoría 1, y provocó fuertes impactos y un brote de tornado destructivo. En agosto, Laura se convirtió en el ciclón tropical más fuerte registrado en términos de velocidad del viento en tocar tierra en Luisiana, junto con el huracán Last Island de 1856. Septiembre fue el mes más activo registrado en el Atlántico, con diez tormentas con nombre, comenzando con Nana, Omar, Paulette y Rene. El Huracán Paulette tocó tierra en Bermudas, la primera tormenta en hacerlo desde 2014. El Huracán Sally afectó severamente la Costa del golfo de Estados Unidos, mientras que un huracán masivo Teddy afectó al Atlántico canadiense como un ciclón extratropical, al tiempo que se convirtió en el cuarto ciclón tropical más grande registrado por vientos huracanados. El alfabeto griego comenzó con Alpha, la primera tormenta subtropical registrada en Portugal. Finalmente, la tormenta tropical Beta afectó a Texas, provocando inundaciones moderadas.

En octubre, la tormenta tropical Gamma y el Huracán Delta azotaron la Península de Yucatán en México. Más tarde, Delta impactaría a Louisiana, convirtiéndose en la décima tormenta en azotar los Estados Unidos continentales esta temporada. Además, el Huracán Epsilon se formó al sureste de las Bermudas y se convirtió en el cuarto huracán mayor de la temporada, mientras que el Huracán Zeta pasó por la península de Yucatán antes de convertirse en la quinta tormenta récord de la temporada en tocar tierra en Luisiana. A finales de este mes se formó una tormenta tropical que más tarde se convertiría en el Huracán Eta, que propició a más inundaciones en el sureste de México.

Reseña de la tormenta tropical “Cristobal” del Océano Atlántico (1 al 10 de junio de 2020)

El día 1° de junio por la tarde se formó en el sur del Golfo de México la Depresión Tropical No. 3 de la temporada de ciclones tropicales 2020 en el Océano Atlántico; se inició a 80 km al oeste-suroeste de la ciudad de Campeche, Camp., con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, rachas de 55 km/h y desplazamiento hacia el oeste-noroeste a 11 km/h.

La DT-3 se originó en la Sonda de Campeche a partir de una baja presión remanente de la tormenta tropical “Amanda” del Océano Pacífico, que después de cruzar de sur a norte sobre Guatemala y el estado de

Campeche, al salir al Golfo de México encontró condiciones favorables para formar el tercero de los ciclones tropicales del Atlántico, ésta vez en el sur del Golfo de México.

La depresión tropical No. 3 del Océano Atlántico siguió desplazándose lentamente hacia el suroeste sobre las aguas cálidas del sur del Golfo de México y así, el día 2 de junio a las 11:00 horas, tiempo del centro de México, la DT 3 se desarrolló a la tormenta tropical “Cristóbal” a 215 km al noreste de Coatzacoalcos, Ver., y a 245 km al oeste-suroeste de Campeche, Camp., con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h.

“Cristobal” se mantuvo con desplazamiento errático mientras recurvaba hacia el sureste y ganaba fuerza sobre el sur del Golfo de México por lo que el día 2 de junio al anochecer, cuando se encontraba a 75 km al noroeste de Ciudad del Carmen, Camp., y a 120 km al noreste de Puerto Dos Bocas, Tab., aumentó la fuerza de sus vientos máximos sostenidos a 75 km/h con rachas de 95 km/h.

A las 01:00 horas del día 3 de junio, tiempo del centro de México, “Cristóbal”, alcanzó vientos máximos sostenidos de 95 km/h con rachas de 110 km/h, fuerza que mantuvo hasta la mañana del 3 de junio cuando ya se dirigía hacia el sureste.

A las 8:35 horas del día 3 de junio, el centro de la tormenta tropical “Cristobal” tocó tierra en la costa de Campeche, a 7 km al nor-noreste de la localidad de Atasta, Camp. y a 20 km al oeste-noroeste de Ciudad del Carmen, Camp., con vientos máximos sostenidos de 95 km/h, rachas de 110 km/h y presión mínima central de 994 hPa. Sus bandas nubosas de fuerte convección se extendían sobre los estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Tabasco, sur de Veracruz, oriente de Oaxaca e incluso Chiapas, donde el sistema originó una importante entrada de humedad proveniente del Océano Pacífico debido al efecto de arrastre originado por su amplia circulación.

A las 10.00 horas del mismo día, “Cristobal” se encontraba a 20 km al oeste de Ciudad del Carmen, Camp., todavía con vientos máximos sostenidos de 95 km/h y rachas de 110 km/h; no obstante, al avanzar sobre tierra empezó a perder fuerza debido a la falta de energía que le proveía el mar y al desgaste que le originaba la fricción con el terreno.

Durante el resto del día 3 de junio, “Cristobal” se mantuvo con movimiento casi estacionario o desplazamiento lento hacia el sureste sobre territorio del suroeste de Campeche y oriente de Tabasco; a las 00:01 horas del 4 de junio, el centro de la tormenta tropical se encontraba sobre el oriente de Tabasco, a 22 km al norte de Balancán, Tab., y a 70 km al sur-sureste de Ciudad del Carmen, Camp., con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h, siguió perdiendo fuerza y a las 10:00 horas se degradó a depresión tropical a una distancia de 45 km al este-noreste de Tenosique, Tab., con vientos máximos sostenidos de 55 km/h, rachas de 75 km/h y desplazamiento hacia el este-sureste a 6 km/h. A las 16:00 horas, después de avanzar hacia el este-sureste sobre territorio de Campeche y Tabasco, el centro de la depresión tropical “Cristobal” se ubicó sobre el norte de Guatemala, a 22 km al oeste-suroeste de la población de Santa Amelia, Guatemala y a 65 km al este de Tenosique, Tab.

La depresión tropical “Cristobal” siguió su desplazamiento lento, sobre territorio de Guatemala y a las 01:00 horas del día 5 de junio el centro del sistema ya había cruzado la frontera norte de Guatemala y se ubicó en territorio del estado de Campeche, a 65 km al sureste de Escárcega.

La DT “Cristobal” tomó dirección hacia el norte y después de cruzar el estado de Campeche, el día 5 a las 13:00 horas se desarrolló de nueva cuenta a tormenta tropical, esta vez sobre el occidente del estado de Yucatán, a 10 km al oeste-noroeste de Muna, Yuc., y a 45 km al sur-suroeste de Mérida, capital del estado con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h.

A las 14:30 horas, el centro de la tormenta tropical “Cristobal” pasó a 5 km al oeste de la ciudad de Mérida y diez minutos más tarde salió al mar del Golfo de México sobre Chuburná, a 5 km al oeste-suroeste de Chelem, y a 13 km al oeste-suroeste de Progreso, poblaciones de la costa norte del estado de Yucatán.

Al incursionar en aguas abiertas del Golfo de México, “Cristobal” encontró ambiente favorable que le permitió abastecerse de energía y empezó a ganar fuerza por lo que a las 22:00 horas, cuando se encontraba a 165 km al nor-noroeste de Progreso, Yuc., alcanzó vientos máximos sostenidos de 75 km/h y rachas de 95 km/h;

siguió fortaleciéndose y a las 7:00 horas del día 6 se ubicó a 295 km al nor-noroeste de Progreso, Yuc., donde alcanzó vientos máximos sostenidos de 85 km/h con rachas de 100 km/h, fuerza que mantenía el 7 de junio a las 16.00 horas cuando se encontraba a 15 km de la costa sureste de Louisiana.

Estados	31 may	1 jun	2 jun	3 jun	4 jun	5 jun	6 jun	7 jun	8 jun
Campeche	100.0 Xpujil	140.0 Hopelchén	528.9 El Carmen	136.5 Escárcega	204.0 Bolónchén	40.0 Hecelchakán	8.1 Campeche	30.0 Hopelchén	4.0 Hecelchakán
Yucatán	100.0 Peto	131.5 Cantamayec	151.0 Valladolid	124.0 Tantaguin	320.0 Oxkutzcab	72.2 Tizimin	19.7 El Cuyo	30.4 El Cuyo	0.2 El Cuyo
Quintana Roo	131.5 Chetumal	54.3 Fpe. C. Puerto	68.0 J. M. Morelos	96.4 Kantunilkin	100.4 J. M. Morelos	152.0 P. del Carmen	16.0 Cozumel	18.8 Fpe. C. Puerto	0.2 J. M. Morelos
Tabasco	136.5 Boca del Cerro	67.0 Boca del Cerro	222.4 San Pedro	214.4 Boca del Cerro	55.6 San Pedro	66.2 Mezcalapa	13.5 Oxolotán	3.8 Tapijulapa	1.0 Paraíso
Veracruz	60.4 Sontecomapan	48.0 Potrero Nuevo	68.0 Cangrejera	170.0 S. J. del Carmen	127.4 Orizaba	336.0 Potrero Nuevo	43.2 Tapachapan	33.7 Orizaba	14.5 Zalayeta
Oaxaca	34.5 Jacatepec	38.5 Jacatepec	19.0 Calihualá	58.8 Astata	93.0 San Fpe. Usila	50.6 Oaxaca	117.9 Chicapa	110.5 Zanatepec	24.9 Chicapa
Chiapas	141.5 Ocoatepec	107.8 Ocoatepec	220.8 Finca Hamburgo	267.5 Ocoatepec	140.1 Emiliano Zapata	109.8 Sierra Morena	44.2 El Refugio	77.4 Sierra Morena	4.0 El Escalón

Tabla 49. Reportes de lluvia máxima puntual en 24 horas (mm) asociadas con la tormenta tropical “Cristobal”

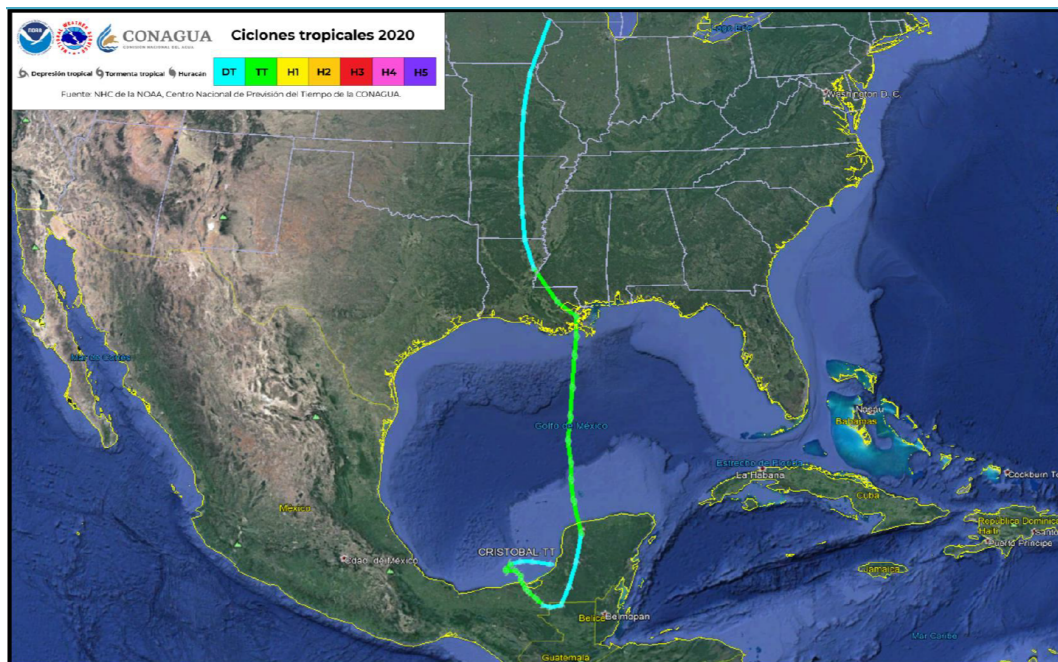


Figura 34. Trayectoria final de la tormenta tropical “Cristobal” del Océano Atlántico.

Reseña del Huracán “Delta” del Océano Atlántico (4 al 10 de octubre de 2020)

El día 4 de octubre a las 16:00 horas, tiempo del centro de México, se formó en el Mar Caribe, la Depresión Tropical “Veinticinco” de la temporada de ciclones 2020 en el Océano Atlántico, la cual se inició a 145 km al sur de Kingston, Jamaica y a 1,185 km al este-sureste Cancún, Q. R., con vientos máximos sostenidos de 55 km/h, rachas de 75 km/h y desplazamiento hacia el noroeste a 17 km/h.

La Depresión Tropical No. 25 siguió desplazándose hacia el oeste-noroeste y el día 5 de octubre a las 7:00 horas, cuando se encontraba a 210 km al sur de Negril, Jamaica y a 1,005 km al este-sureste de Cancún, Q.R., se desarrolló a la Tormenta Tropical “Delta” con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h. Durante el resto del día siguió ganando fuerza y a las 19:00 horas, cuando se encontraba a 245 km al sur-suroeste de Negril, Jamaica y a 885 km al este-sureste de punta Herrero, Q. Roo, se intensificó a huracán de categoría 1 en la escala de huracanes Saffir-Simpson con vientos máximos sostenidos de 120 km/h y rachas de 150 km/h.

“Delta” se movió hacia la región de condiciones más favorables con baja cizalladura vertical del viento y aguas cálidas profundas que le permitieron un rápido proceso de fortalecimiento; a las 4:00 horas del día 6 de octubre ya se encontraba como huracán de categoría 2 con vientos máximos sostenidos de 155 km/h y rachas de 185 km/h a 200 km al sur de Gran Caimán y a 675 km al este-sureste de Punta Herrero, Q. Roo. Siguió ganando fuerza mientras avanzaba sobre el noroeste del Mar Caribe, acercándose a la costa oriental

de la Península de Yucatán y así, a las 16:00 horas del día 6, alcanzó la que sería su mayor fuerza como huracán de categoría 4 en la escala Saffir-Simpson con vientos máximos sostenidos de 230 km/h, rachas de 280 km/h y presión mínima central de 956 hPa a una distancia de 345 km al este-sureste de Cozumel, Q. Roo y a 380 km al sureste de Cancún, Q. Roo, fuerza que mantuvo hasta las primeras horas del día 7, pues mientras se acercaba a tierra, empezó a degradarse y así, a las 6:00 horas del día 7 el centro del huracán se ubicó a dos kilómetros de la línea de costa, donde se degradó a huracán de categoría 3.

El día 7 de octubre a las 06:00 horas, tiempo del centro de México, cuando se encontraba frente a la costa de Quintana Roo, “Delta” se degradó a huracán de categoría 2 con vientos máximos sostenidos de 175 km/h y rachas de 205 km/h, fuerza con la que después de recorrer dos kilómetros que lo separaban de la costa, tocó tierra a 6 km al sur-suroeste de Puerto Morelos, Q. Roo.

Mientras se desplazaba hacia el noroeste sobre territorio de Quintana Roo y Yucatán, “Delta” estuvo disminuyendo su fuerza como huracán de categoría 2, debido a la falta de la energía que obtenía del mar y a la fricción con el terreno. A las 7:00 horas, se ubicó a 9 km al este de Kantunilkín, Q. Roo con vientos máximos sostenidos de 165 km/h y rachas de 205 km/h, misma fuerza con la que aproximadamente a las 11:00 horas, salió al mar a 30 km al oeste de Río Lagartos, Yuc.

En el Golfo de México, “Delta” enfrentó nuevas vicisitudes debido a las condiciones de aguas con menor contenido de calor oceánico y mayor cizalladura en el occidente y suroeste del Golfo de México que bloquearon su trayectoria hacia esa región y la desviaron hacia la costa de Louisiana, E. U. A. Fue así que, después de mantenerse como huracán de categoría 2 sobre la península de Yucatán, en su recorrido por el Golfo de México, el día 7 de octubre por la tarde se degradó a huracán de categoría 1 con vientos máximos sostenidos de 140 km/h y rachas de 165 km/h a 90 km al nor-noreste de Progreso, Yuc., después, en las primeras horas del día 8 se intensificó a huracán de categoría 2 con vientos de 155 km/h y rachas de 195 km/h, siguió fortaleciéndose y el día 8 de octubre a las 16:00 horas se intensificó a huracán de categoría 3 con vientos de 185 km/h y rachas de 220 km/h, alcanzando intensidad de vientos máximos sostenidos de 195 km/h y rachas de 240 km/h dentro de la categoría 3, que con disminución paulatina mantuvo hasta el día 9 de octubre por la tarde.

Reportes de lluvia máxima puntual en 24 horas (mm) en México, asociadas con el Huracán “Delta”

4 de octubre de 2020

148.0 en Noh-Yaxché, Camp.; 86.0 en Conkal, Yuc.; 36.0 en San Felipe Usila, Oax.; 22.6 en Huixtla, Chis.; 8.5 en Sontecomapan, Ver.; 3.5 en Paraíso, Tab., y 2.2 en José María Morelos, Q. Roo.

5 de octubre de 2020

100.3 en Valladolid, Yuc.; 48.0 en Canasayab, Camp.; 39.2 en Playa del Carmen, Q. Roo.; 25.0 en Malpaso II, Chis.; 5.5 en Tuxtepec, Oax.; 5.0 en Tapachapan, Ver., y 2.0 en Paraíso, Tab.

6 de octubre de 2020

110.0 en Finca Argovia, Chis.; 99.8 en Tizimín, Yuc.; 60.6 en Kantunilkín, Q. Roo.; 47.7 en Canasayab, Camp., y 4.6 en Pantanos de Centla, Tab.

7 de octubre de 2020

138.7 en Mocochoá, Yuc.; 61.5 en Sabancuy, Camp.; 47.6 en Finca Argovia, Chis.; 30.6 en Zamapa 2ª Sección, Tab.; 10.0 en Tierra Morada, Ver.; 7.7 en Puerto Ángel, Oax., y 4.0 en Playa del Carmen, Q. Roo.

8 de octubre de 2020

119.8 en Escuintla, Chis.; 45.8 en Arrecifes Xcalak, Q. Roo.; 24.5 en Mocochoá, Yuc.; 11.5 en Río Verde, Oax., y 6.7 en Canasayab, Camp.

9 de octubre de 2020

115.5 en Malpaso II, Chis.; 43.0 en Motul, Yuc.; 40.1 en Chicapa, Oax., y 8.4 en Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo.

10 de octubre de 2020

103.2 en Finca Hamburgo, Chis., 77.5 en Ostuta, Oax.; 57.0 en Boca del Cerro, Tab.; 44.5 en Acatlán, Ver.; 39.0 en Mérida, Yuc., y 10.4 en Kantunilkín.

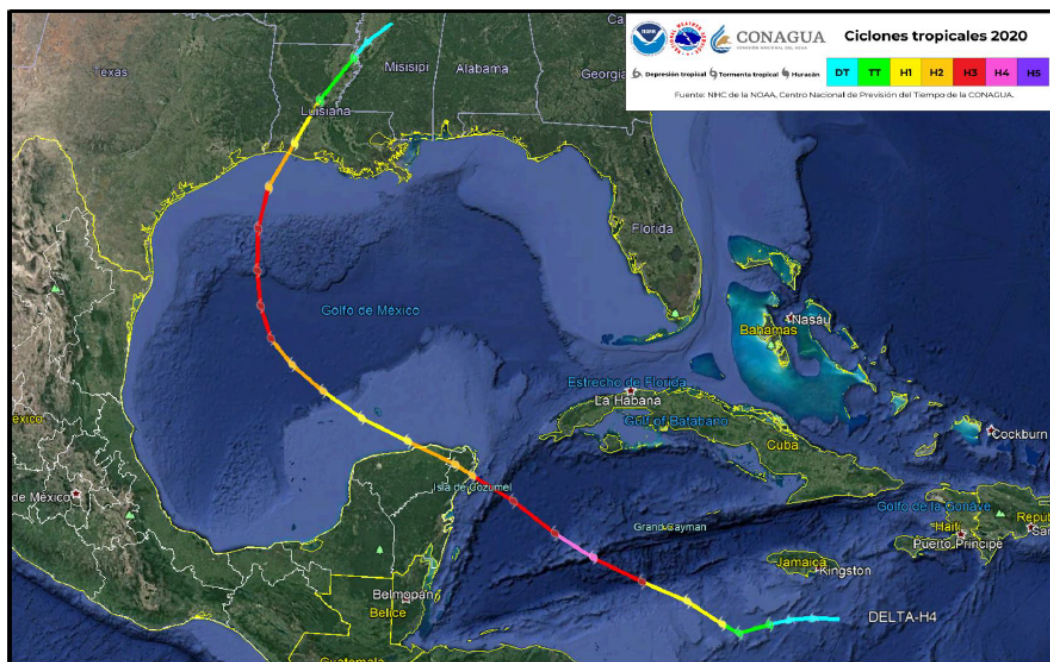


Figura 35. Trayectoria final del Huracán "Delta" del Océano Atlántico.

Reseña de la Tormenta Tropical "Gamma" del Océano Atlántico (2 al 5 de octubre de 2020)

El día 2 de octubre a las 10:00 horas se formó en el noroeste del Mar Caribe, la Depresión Tropical "Veinticinco" de la temporada de ciclones 2020 en el Océano Atlántico; se inició a 355 km al sureste de Cozumel, Q. Roo con vientos máximos sostenidos de 55 km/h, rachas de 75 km/h y desplazamiento hacia el noroeste a 15 km/h. La DT-25 se originó a partir de una baja presión con potencial para desarrollo ciclónico a la que se dio seguimiento del 30 de septiembre a las 01:00 horas al 2 de octubre a las 7:00 horas.

La Depresión Tropical "Veinticinco" del Océano Atlántico siguió desplazándose hacia el noroeste y a las 19:00 horas, tiempo del centro de México, se desarrolló a tormenta tropical con el nombre de "Gamma" a 185 km al este-sureste de Punta Herrero y a 220 km al sur-sureste de Cozumel, Q.R., con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h.

Mientras se acercaba con rumbo noroeste a la costa de Quintana Roo, la Tormenta Tropical "Gamma" estuvo fortaleciéndose por lo que a las 10:00 horas del 3 de octubre, cuando se encontraba a 30 km al sureste de Tulum y a 30 km al noreste de Punta Allen, Q. Roo alcanzó vientos máximos sostenidos de 110 km/h con rachas de 140 km/h, la mayor fuerza que alcanzaría en toda su trayectoria.

Con desplazamiento hacia el noroeste, el centro de la Tormenta Tropical "Gamma" tocó tierra aproximadamente a las 11:45 horas del día 3 de octubre, tiempo del centro de México, a 5 km al sur de la población de Tulum, Q. Roo con vientos máximos sostenidos de 110 km/h y rachas de 140 km/h, al mismo tiempo que sus bandas nubosas de fuerte convección se extendían sobre el oriente del Golfo de México, la Península de Yucatán y el sureste de México.

A las 12:00 horas se localizó en tierra sobre las inmediaciones del lado oeste de Tulum con vientos máximos sostenidos de 110 km/h y rachas de 140 km/h, fuerza que mantuvo hasta las 13:00 horas cuando se ubicó a 25 km al nor-noroeste de Tulum, Q. Roo.

Sin las condiciones favorables que tenía en el mar y debido a la fricción con el terreno "Gamma" estuvo perdiendo fuerza mientras se desplazaba sobre territorio de Quintana Roo y Yucatán; a las 22:00 horas se localizó sobre el noreste de Yucatán, a 23 km al noreste de Tizimín y a 40 km al sur-sureste de Río Lagartos con vientos máximos sostenidos de 95 km/h y rachas de 110 km/h. Dos horas después, salió al mar y a las 01.00 horas del día 4 de octubre ya estaba avanzando hacia el noroeste en aguas del Golfo de México a 25 km al oeste-noroeste de Río Lagartos, Yucatán con vientos máximos sostenidos de 85 km/h. Si bien fue bloqueado por el sistema frontal y su masa de aire frío, todavía pudo fortalecerse por lo que el día 4 a las

10:00 horas, cuando se encontraba a 65 km al norte de Río Lagartos alcanzó vientos máximos sostenidos de 95 km/h con rachas de 110 km/h.

El bloqueo del sistema frontal detuvo el avance de “Gamma” hacia el norte y por la tarde del 4 de octubre se estacionó a 85 km al norte de la costa de Yucatán. A las 22:00 horas se encontraba a 160 km al noreste de Río Lagartos todavía con vientos máximos sostenidos de 95 km/h y a partir de ese momento empezó a perder fuerza mientras buscaba rumbo de desplazamiento. Después de un avance lento (4 km/h), primero hacia el este y después hacia el oeste, tomó rumbo predominante hacia el suroeste con trayectoria de retorno y así, el día 5 de octubre por la tarde, cuando se encontraba a 55 km al norte de Río Lagartos, se degradó a depresión tropical con vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h.

Por último, después de regresar más de 100 km, el día 5 de octubre a las 22:00 horas se ubicó frente a la costa de Yucatán, a 25 km al oeste de Río Lagartos con vientos máximos sostenidos de 55 km/h y rachas de 75 km/h como una depresión tropical, muy próxima a su disipación.

Estados	2 oct	3 oct	4 oct	5 oct	6 oct
Quintana Roo	244.6 Cozumel	84.0 Playa del Carmen	-	39.2 Playa del Carmen	60.6 Kantunilkin
Yucatán	97.2 Celestún	289.8 Tizimin	86.0 Conkal	100.3 Valladolid	99.8 Tizimin
Campeche	169.0 Palizada	69.0 Noh-Yaxché	148.0 Noh-Yaxché	48.0 Canasayab	47.7 Canasayab
Tabasco	183.7 Pueblo Nuevo	103.2 Oxolotán	-	-	-
Chiapas	175.0 Emiliano Zapata	268.8 Yamanhó	22.6 Huixtla	25.0 Malpaso II	110.0 Finca Argovia

Tabla 50. Reportes de lluvia máxima puntual en 24 horas (mm) en México, asociadas con la Tormenta Tropical “Gamma”

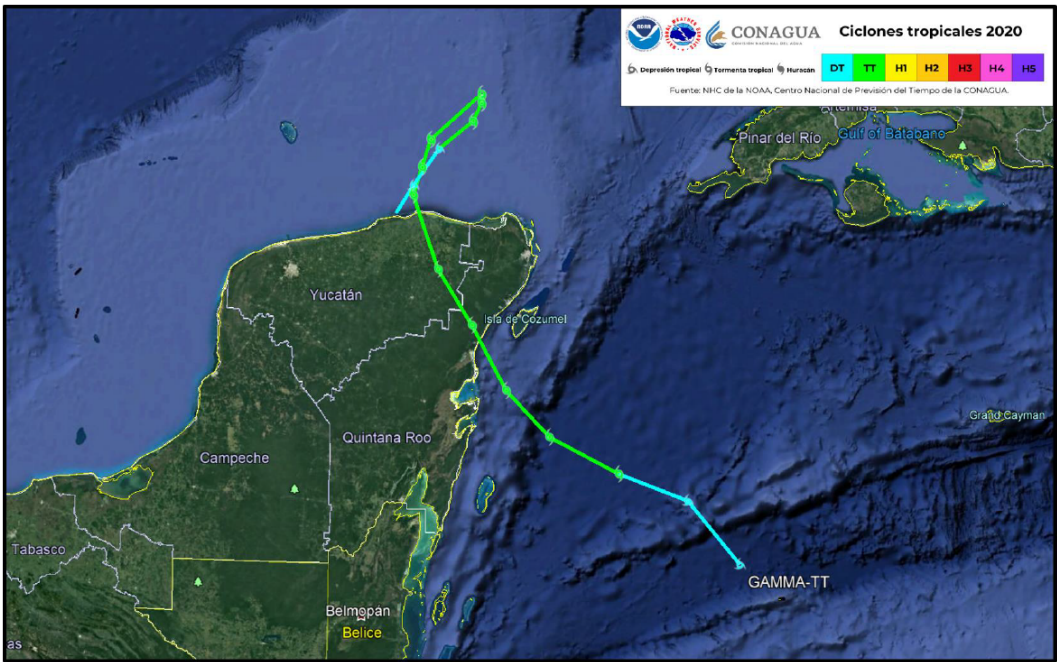


Tabla 51. Trayectoria final de la Tormenta Tropical “Gamma” del Océano Atlántico.

Huracán “Zeta” del Océano Atlántico Del 24 al 29 de octubre de 2020

A las 16:00 horas del 24 de octubre se formó la Depresión Tropical “Veintiocho” del Océano Atlántico. Su centro se localizó sobre el Mar Caribe, a 455 km al este-sureste de Cozumel y a 485 km al este-sureste de Punta Allen, Q. Roo, con vientos máximos sostenidos de 45 km/h, rachas de 65 km/h y desplazamiento hacia el nor-noroeste a 4 km/h.

Horas después, a la 01:00 horas del 25 de octubre, la Depresión Tropical “Veintiocho” incrementó la velocidad del viento y dio origen a la Tormenta Tropical “Zeta” sobre el Mar Caribe, localizándose semiestacionaria a una distancia de 415 km al este-sureste de Cozumel y a 460 km al sureste de Cancún, Q. Roo, con vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h. En ese momento, el Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN) en coordinación con el Centro Nacional de Huracanes (NHC por

sus siglas en inglés), con sede en Miami, Fl. E.U.A., estableció una zona de vigilancia por vientos de tormenta tropical desde Tulum, Q. Roo hasta Río Lagartos, Yuc., incluyendo a Cozumel, Q. Roo.

Debido a la inminente llegada de la Tormenta Tropical “Zeta” a la costa de Quintana Roo, a las 06:00 horas del 25 de octubre, el SMN y el NHC decidieron establecer una zona de vigilancia por vientos de huracán desde Tulum, Q. Roo hasta Río Lagartos, Yuc., incluyendo a la isla de Cozumel, Q. Roo.

La circulación de la Tormenta Tropical “Zeta” ocasionó en su desplazamiento hacia el noroeste del Mar Caribe, oleaje elevado, rachas de viento en la costa noreste de Yucatán y en Quintana Roo, además de lluvias con un registro máximo de 56.0 mm en Conkal, Yuc., el 25 de octubre.

A las 03:00 horas del 26 de octubre, la Tormenta Tropical “Zeta” se localizó a 340 km al sureste de Cozumel, Q. Roo, con vientos máximos sostenidos de 110 km/h, rachas de 140 km/h y desplazamiento hacia el noroeste a 15 km/h.

De acuerdo con la información obtenida en un vuelo de reconocimiento de la Fuerza Aérea de E.U.A., a las 13:10 horas del 26 de octubre (tiempo del centro de México), la Tormenta Tropical “Zeta” se intensificó a huracán de categoría 1 en la escala Saffir-Simpson a una distancia de 170 km al sureste de Cozumel, Q. Roo, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h, rachas de 155 km/h y desplazamiento hacia el noroeste a 17 km/h con dirección a la costa de Quintana Roo.

El Huracán “Zeta” continuó desplazándose hacia el noroeste, y a las 22:00 horas del 26 de octubre, el centro del ciclón tropical ingresó a tierra en las inmediaciones de Ciudad Chemuyil y a 15 km al nor-noreste de Tulum, ambas localidades del municipio de Tulum, Q. Roo, como huracán de categoría 1, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h, rachas de 155 km/h y desplazamiento hacia el noroeste a razón de 20 km/h.

Mientras el Huracán “Zeta” de categoría 1 se desplazó en tierra sobre el noreste de la Península de Yucatán, disminuyó gradualmente la velocidad de sus vientos y a las 03:00 horas del 27 de octubre, se degradó a tormenta tropical a 65 km al sureste de Dzilam y a 140 km al este-sureste de Progreso, Yuc., con un registro 110 km/h de vientos máximos sostenidos, rachas de 140 km/h y desplazamiento hacia el noroeste a 22 km/h.

El ciclón tropical “Zeta” ocasionó durante el 26 de octubre, lluvias de muy fuertes a torrenciales en la Península de Yucatán, registrándose 206.0 mm en Cozumel, Q. Roo, 154.0 mm en el Observatorio de Valladolid, Yuc., y de 64.0 mm en Champotón, Camp.

A las 09:00 horas del 27 de octubre, el centro de la Tormenta Tropical “Zeta” salió al Golfo de México, localizándose a 40 km al nor-noreste de Progreso, Yuc., con vientos máximos sostenidos de 100 km/h, rachas de 120 km/h y desplazamiento hacia el noroeste a 22 km/h. Debido a que el sistema se alejaba gradualmente del costas mexicanas, a las 12:00 horas el SMN y el NHC descontinuaron la zona de prevención por vientos de tormenta tropical en la Península de Yucatán.

Mientras se desplazaba sobre el Golfo de México, la Tormenta Tropical “Zeta” encontró condiciones favorables de temperatura del mar y cizalladura del viento para volverse a intensificar a huracán de categoría 1 en la escala Saffir-Simpson, a una distancia de 385 km al nor-noroeste de Progreso, Yuc., con vientos máximos sostenidos de 120 km/h, rachas de 150 km/h y desplazamiento hacia el noroeste a 24 km/h, a las 00:00 horas del 28 de octubre.

A pesar de que el Huracán “Zeta” se alejaba gradualmente de costas mexicanas, el 27 de octubre sus bandas nubosas ocasionaron acumulados de lluvia de 83.4 mm en Mocochá, Yuc., 69.0 mm en Noh-Yaxché, Camp., y 24.0 mm en Cozumel, Q. Roo.

Al ubicarse en el norte del Golfo de México, el 28 de octubre a las 12:00 horas, “Zeta” se intensificó a huracán de categoría 2 en la escala Saffir-Simpson, localizándose su centro a una distancia de 750 km al nor-noroeste de Progreso, Yuc., con vientos máximos sostenidos de 155 km/h, rachas de 195 km/h y desplazamiento hacia el nor-noreste a 30 km/h. Este día “Zeta” interactuó en superficie con el frente frío No. 9 y en altura con la corriente en chorro subtropical, condiciones que provocaron su intensificación, el

cambio en la dirección de desplazamiento y su aceleración; a las 15:00 horas del 28 de octubre, el centro del huracán ingresó por segunda vez a tierra, ahora sobre la costa de Louisiana, a 15 km al suroeste de Golden Meadow, Louisiana, E.U.A., como huracán de categoría 2 en la escala Saffir-Simpson.

Durante su aproximación e ingreso a tierra, el ciclón tropical “Zeta” generó diversas afectaciones sobre la Península de Yucatán, registrándose un máximo de lluvia acumulada del 24 al 28 de octubre de 243.2 mm en la estación de Cozumel, Q. Roo.

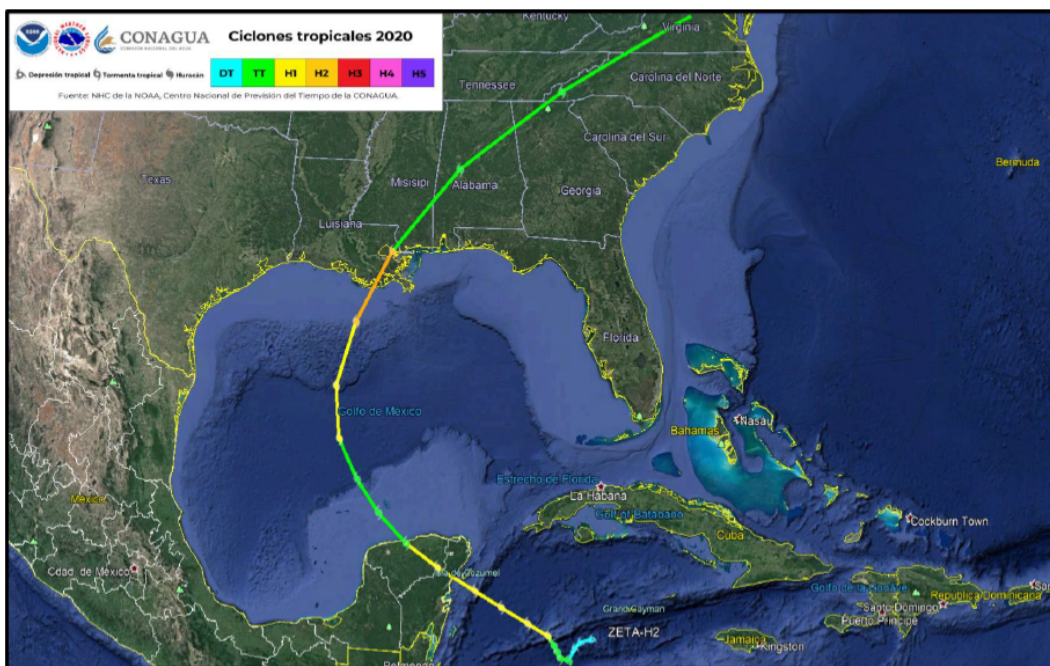


Figura 36. Trayectoria final del Huracán “Zeta” del Océano Atlántico.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS HURACANES Y SUS IMPACTOS

Las principales características destructivas de los huracanes que marcan su intensidad se deben a cuatro aspectos: 1) viento, 2) oleaje, 3) marea de tormenta y 4) lluvia. A lo largo de la historia, la marea de tormenta ha sido la responsable de la mayor cantidad de daños comparada con los otros efectos. Cada uno de estos fenómenos se localizan al interior del ciclón tropical o en su exterior, es decir, el viento y el oleaje están concentrados a pocos kilómetros del centro del huracán, mientras que las lluvias que lo acompañan afectan áreas a cientos de kilómetros de su centro.

Aun cuando no existen datos registrados que permitan evaluar los impactos de estos factores de manera individual, sus efectos e impactos de forma conjunta y una vez que el fenómeno ha dejado la zona (el municipio en este caso) se pueden medir de acuerdo a los daños en la infraestructura urbana. Para un huracán categoría 5 por ejemplo, se ha estimado la afectación al 80% de la infraestructura urbana que se encuentra en la trayectoria (con un radio de afectación de 40 a 240 km) de estos fenómenos.

El municipio es vulnerable a estos fenómenos por su ubicación geográfica. Cada año desde que inicia la temporada ciclónica para la región del Atlántico Norte, Golfo de México y Mar Caribe, del primero de junio al 30 de noviembre, la población residente tiene que tomar sus precauciones y estar alerta al pronóstico de la amenaza de huracanes, su trayectoria y sus posibles afectaciones.

Los huracanes también afectan la producción agropecuaria y pesquera, en menor medida para el conjunto de la economía, aunque no así para los productores que experimentan significativas pérdidas. Otra pérdida a consecuencia de estas amenazas naturales se refleja en la ecología y el paisaje del municipio, observándose una alta tasa de deforestación frente a la intensidad del fenómeno.

1) Vientos

El viento es el factor que caracteriza a un ciclón tropical y lo diferencia de otras tormentas severas. También es la principal causa, directa o indirectamente, de las otras amenazas: el oleaje, la marea de tormenta y la precipitación pluvial.

Los vientos de los ciclones tropicales son una gran masa de aire con corrientes en forma de remolino que giran en torno a un centro, donde la presión atmosférica es la más baja del entorno, y con un diámetro del orden de 500 km. La magnitud del viento puede calcularse a partir de un balance entre varias fuerzas que lo generan. Cuando se toman en cuenta las fuerzas debidas a la presión del aire, la forma curva de la región donde sopla y la rotación de la Tierra, se obtiene el viento que se denomina gradiente. El viento gradiente proporciona una buena aproximación al viento que generan los ciclones tropicales, a partir del cual, se calcula el viento máximo sostenido.

Cualquier objeto suelto que es arrastrado por vientos de esta intensidad puede convertirse en un proyectil capaz de causar daños importantes; es común encontrarse con daños por viento tales como árboles, torres y líneas eléctricas derribadas. Los edificios altos que se encuentren expuestos a la fuerza directa del viento suelen resultar dañados sobre todo en cuanto a la ruptura de vidrios y ventanas, cuyos restos salen volando y caen al suelo con gran fuerza.

2) Oleaje

El oleaje en el océano puede ser causado por diferentes tipos de factores, desde el paso de embarcaciones hasta fenómenos tales como terremotos submarinos. Sin embargo, la causa más común del oleaje es el viento. Cuando el viento pasa sobre la superficie del agua, la fuerza de fricción ocasiona que se formen ondas. La altura del oleaje se define como la distancia vertical que existe entre el punto más alto de la ola (cresta) y su punto más bajo (valle). Los factores que determinan la altura del oleaje son la fuerza del viento, la distancia que mantiene ese viento y su duración.

3) Marea de tormenta

En el caso particular de los ciclones tropicales, éstos provocan un ascenso mayor al habitual del nivel medio del mar, lo que origina la entrada de agua marina a las zonas bajas que colindan con el océano y pueden ocasionar inundaciones. Este levantamiento del nivel medio del mar se debe, principalmente, a los vientos de los ciclones tropicales y se le denomina marea de tormenta.

La marea de tormenta es el ascenso del nivel medio del mar debido a la acción de los vientos de los ciclones tropicales sobre una región del océano. Este levantamiento tiene la apariencia de un domo de agua, agregado a la superficie habitual del mar.

Esta marea dura de 12 horas a 3 días, puede causar inundaciones en las zonas bajas del continente colindantes a la costa, y oleaje que impacte sobre las estructuras y construcciones cercanas al mar. Así como la erosión de la arena de las playas por las corrientes de agua que inducen las olas. Cuando al ascenso del nivel del mar (pleamar) correspondiente a la marea ordinaria (astronómica) se combina con la marea de tormenta provoca una sobre elevación más alta.

4) Precipitación

Las lluvias intensas asociadas a los ciclones tropicales en cualquiera de sus etapas, desde depresión tropical y tormenta tropical, hasta huracán, ocurren principalmente en el semicírculo derecho y pueden extenderse a grandes distancias de su región central.

En huracanes muy simétricos, la lluvia suele concentrarse cerca de su centro y en todas direcciones. Los aspectos de un ciclón tropical que influyen para la formación de lluvias torrenciales, son los siguientes: 1. Permanencia del centro del ciclón después de la llegada a tierra, 2. Desplazamiento, 3. Suministro continuo del vapor de agua, 4. Interacción de un ciclón tropical con un fenómeno de latitudes medias y 5. Configuración del terreno.

En algunas ocasiones, los ciclones tropicales producen lluvias muy intensas, en cambio otros pueden pasar rápidamente y atravesar una región sin causar precipitaciones fuertes. Esto dificulta relacionar la cantidad de lluvia con la intensidad del ciclón tropical. Sin embargo, estos eventos son trascendentes para la economía

agrícola de las regiones semiáridas de México; ya que la precipitación contribuye significativamente a los niveles de las reservas de agua que se requieren como sustento de la producción agrícola.

Frentes fríos.

Los frentes fríos, comúnmente denominados “nortes”, llegan a la región a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico.

Cuando una masa de aire frío avanza hacia el sur, su frente se desplaza con facilidad sobre la superficie llana del este de los Estados Unidos levantando el más ligero aire caliente que por convención se precipita aumentando la humedad del sistema y al pasar por el mar de las Antillas y el Golfo de México se satura con agua en forma de una gran nubosidad que se deposita como lluvia, es por este motivo se pueden observar densas nubes de alto desarrollo vertical que ordinariamente originan chubascos o nevadas si la temperatura ambiente del sitio también es muy baja. Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la Península se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo.

Los Nortes o frentes fríos son grandes masas de aire frío que descienden del polo produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la península de Yucatán.

Los nortes ocasionan la lluvia invernal, que en algunos años ha llegado a ser tan elevada que abarca el 15% del total de precipitación anual. La duración del efecto de los nortes puede ser en promedio tres días, tiempo en el que cubre su trayectoria. El municipio se ubica en una zona tropical, de modo que se ve afectado por diversidad de fenómenos hidrometeorológicos casi todo el año, excepto abril y mayo, considerados meses de “temporada de secas”.

Trombas o turbonadas.

Las lluvias torrenciales acompañadas de violentas ráfagas de viento, acompañadas de tormentas eléctricas y a veces de granizo, son conocidas popularmente como “trombas” siendo fenómenos hidrometeorológicos aislados que se presentan por lo regular al inicio de la temporada de lluvias. La intensidad de los vientos de una turbonada puede alcanzar una fuerza similar a la de un huracán.

Granizadas.

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. Para que se presente una tormenta de granizo tienen que darse ciertas condiciones de temperatura, humedad y viento, por lo que normalmente estos fenómenos se presentan durante los meses calurosos y están relacionados con las tormentas eléctricas. En función de la cantidad y del tamaño del granizo, será la magnitud del posible daño.

En zonas rurales y áreas verdes las tormentas de granizo destruyen jardines, sembradíos y plantíos, y en ocasiones provocan la muerte de animales de cría. En zonas urbanas y carreteras provocan problemas de tránsito porque se acumula y obstruye drenajes, generando inundaciones de manera que no permite la circulación, y en estructuras produce daños a viviendas precarias y naves industriales tanto por impacto del granizo como por la acumulación del mismo sobre techos, generalmente por el taponamiento del sistema de drenaje.

Fuente: Extractor Rápido de información del banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional. CLICOM 2012. Serie de datos obtenida de 82 estaciones meteorológicas

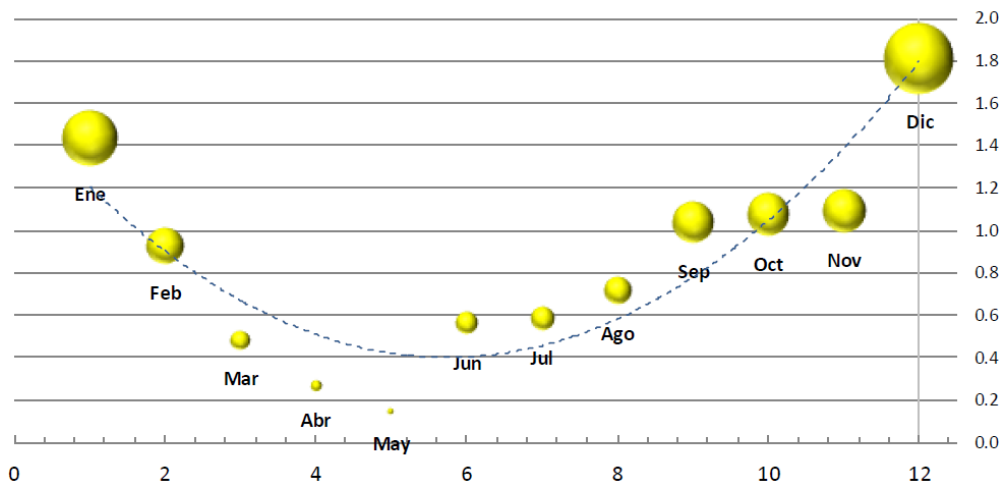


Figura 37. Diagrama del promedio mensual de granizo en días y tendencia polinómica.

Tomando como base las normales climatológicas históricas en las estaciones base (mismas usadas para los análisis de temperaturas máximas y de Heladas), se obtienen los valores promedios anuales históricos de granizadas en cada ubicación, se promedian los valores y en un ámbito geográfico se interpolan los valores estimados.

A partir del análisis de las 82 estaciones meteorológicas ubicadas en el centro-este de la península, se definió la tendencia polinómica del comportamiento de las tormentas granizo en el municipio, marcadamente en invierno con algunos picos en otoño, pero alcanzando el máximo de días de granizo en diciembre y enero. La tendencia de las tormentas tiene su valle en los meses de primavera, coincidiendo con los meses de menor humedad y comenzando su tendencia al alza junto con las primeras lluvias de verano.

En el municipio las granizadas no son frecuentes y su granulometría es escasa.

Tormentas eléctricas.

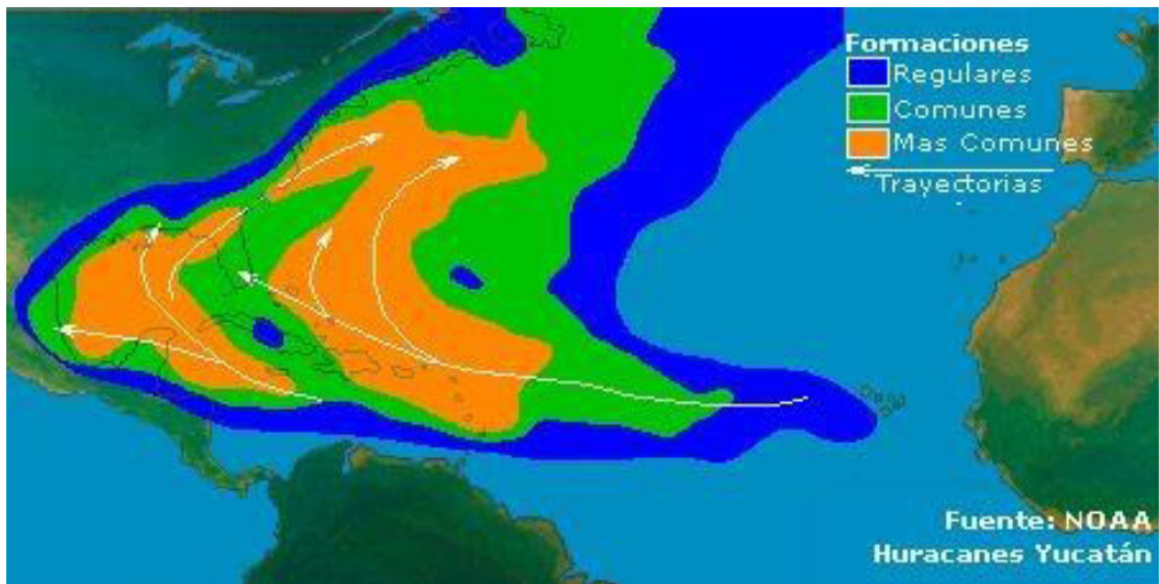


Figura 38. Trayectorias de tormentas eléctricas.

La ocurrencia de tormentas eléctricas en nuestro país, así como la caída de rayos, sobre todo cerca de áreas urbanas, puede significar una amenaza para las personas y sus bienes. La Tierra es afectada por

aproximadamente 100 rayos cada segundo y hay alrededor de 2,000 tormentas eléctricas simultáneamente y 40,000 tormentas eléctricas diariamente.

Estas tormentas eléctricas se originan en un tipo de nube llamada cumulonimbus o nube de tormenta, de gran extensión vertical que puede superar los 10 km de altura y que en su interior se producen fuertes corrientes ascendentes y descendentes de aire, turbulencias y zonas con temperaturas muy frías, cristales de hielo y granizos. Este movimiento interno genera partículas cargadas eléctricamente, cuando es muy grande la diferencia de potencial eléctrico entre la parte superior e inferior de la nube, entre una nube y otra o con la superficie terrestre se produce una descarga eléctrica.

La descarga eléctrica que llega a la tierra recibe el nombre de rayo, mientras que la descarga que va de una nube a otra se llama relámpago, aunque normalmente los dos son usados como sinónimo del mismo fenómeno. El calor producido por la descarga eléctrica es de unos 28,000 °C, esto calienta el aire y lo expande bruscamente dando lugar a ondas de presión que se propagan como ondas sonoras, convirtiéndose en un trueno.

El rayo puede desplazarse hasta 13 km, generando una temperatura tres veces superior a la superficie del sol, conduciendo 100 millones de voltios y 20,000 amperes de electricidad. La velocidad de un rayo puede llegar a los 140,000 km/s, de tal forma que se percibe la luz y luego el sonido. Los rayos pueden tornarse peligrosos y letales para el ser humano, no obstante, liberan parte del nitrógeno de la atmósfera que al combinarse con la lluvia produce ácido nítrico que fertiliza suelos.

Este tipo de fenómeno acompaña generalmente a otros fenómenos hidrometeorológicos como son las lluvias intensas y tormentas tropicales. Entre los daños que causan el impacto de rayos está el incendio de árboles y áreas descubiertas, muerte de animales y ocasionalmente de personas.

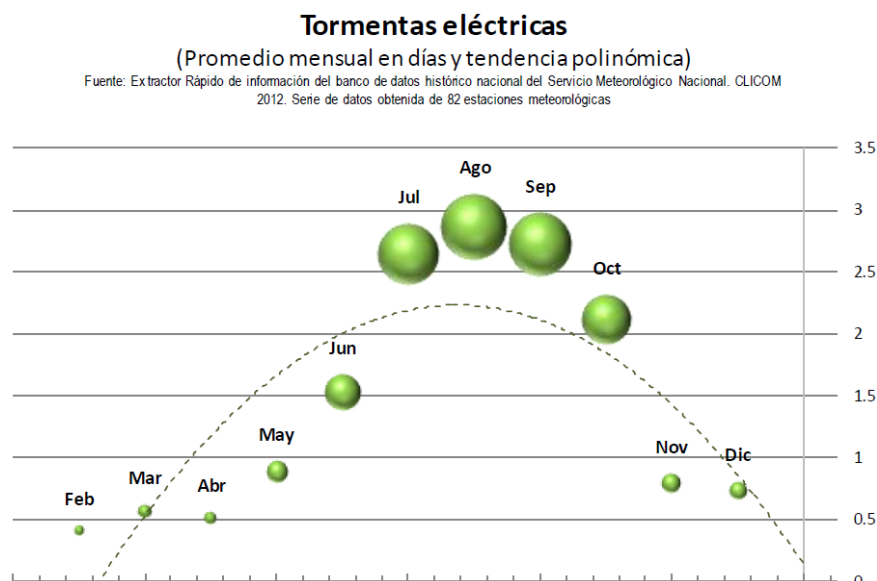


Figura 39. Diagrama del promedio mensual en días y tendencia polinómica de las tormentas eléctricas.

El riesgo se analiza con los registros del periodo de 1951-2012, de 82 estaciones meteorológicas, ubicadas en los municipios colindantes. Las tormentas eléctricas, en las 82 estaciones seleccionadas para determinar el peligro, tienen una presencia muy marcada en la época de lluvias, ya que el movimiento de las masas de aire genera precisa el desplazamiento de grandes cantidades de energía y por ello, las descargas eléctricas suelen ser frecuentes en esta estación con una marcada tendencia en los meses de julio, agosto y septiembre en los que, en promedio, se tienen casi 3 tormentas eléctricas por mes. No obstante, hay estaciones que en dichos meses presentan más de 10 tormentas, por lo que el fenómeno tiene una alta incidencia en el municipio. El peligro es alto en el municipio y muy alto en la zona litoral, en donde los efectos de una tormenta eléctrica se ven agudizados por el efecto de llanura oceánica, que deja a las zonas costeras como prominencias o 'picos' que atraen las descargas eléctricas.

Las tormentas eléctricas van acompañadas por cantidades relevantes de descargas eléctricas aire-aire, aire-tierra y aire-mar por lo que los destellos de los relámpagos se repiten intermitentemente a lo largo de toda la tormenta eléctrica. En los meses de invierno y primavera muy rara vez se presenta una tormenta eléctrica y sus promedios son inferiores a una por mes; febrero destaca por promediar menos de 0.5 de dichos eventos. La tendencia polinómica es marcadamente decreciente en los meses del extremo de la gráfica y su cima se halla en los meses de verano, en los que además se ven potenciadas por los eventos ciclónicos que se presentan regularmente en esta zona del mar Caribe.

Las localidades en las zonas rurales resultan más vulnerables, debido a la falta de instalaciones adecuadas para reducir el riesgo por impacto de rayos y a que las zonas de trabajo se localizan en el campo. En las zonas urbanas la vulnerabilidad es baja, debido a la existencia de pararrayos en diversas construcciones diseminadas en la ciudad y los sistemas de tierras físicas para estructuras e instalaciones eléctricas y de tecnologías de la información.

Sequías.

El SIGEIA clasifica al municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo con un nivel de sequía **extremadamente severa** a continuación se presenta los datos generados:

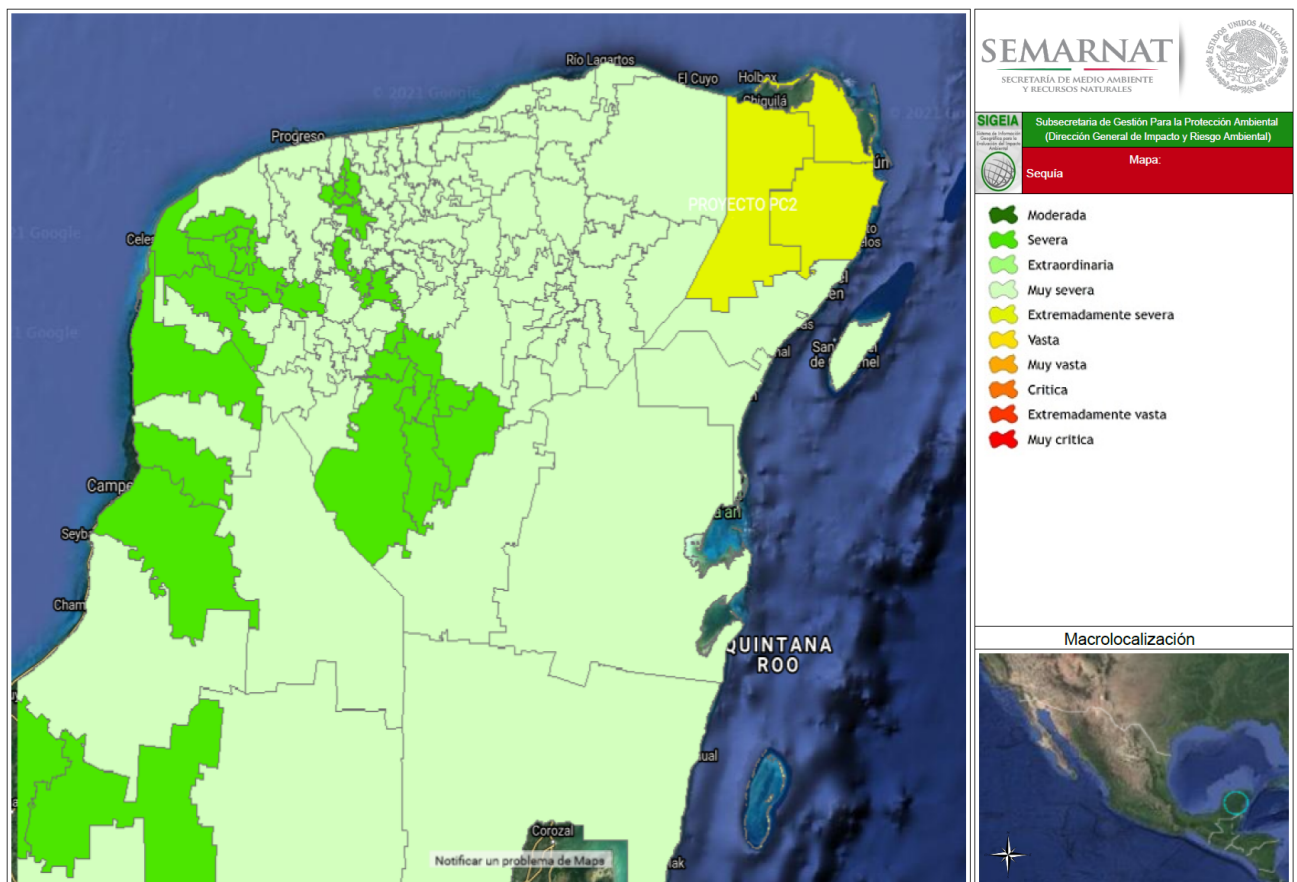


Figura 40. Mapa de sequías generado por el SIGEIA.

Nombre del municipio en Riesgo a sequía	Entidad Federativa	Sequía	Clave de Entidad/municipio	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m²)	Superficie de incidencia (m²)
Lázaro Cárdenas	Quintana Roo	Extremadamente severa	23007	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	9245.407

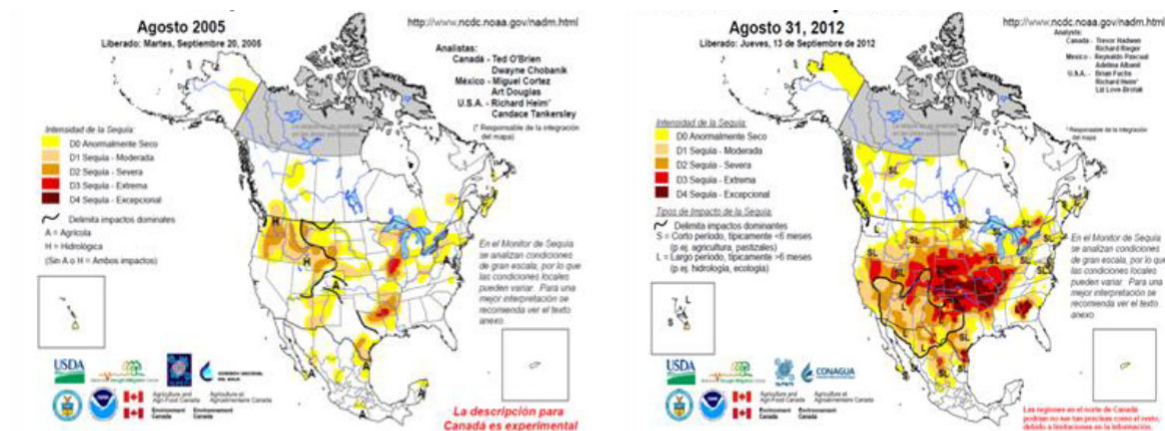
Tabla 52. Clasificación de sequía en el sitio de acuerdo al SIGEIA.

La sequía, como fenómeno natural asociado al ciclo hidrológico, ha sido poco estudiada. De hecho, el reconocimiento de la sequía como fenómeno hidrológico extremo, dista mucho de tener las características de otros. Por ello, se ha llegado a mencionar que la sequía es un «no evento», debido a que su ocurrencia, sobre todo en su inicio, no es fácilmente detectable como tal, sino que se le reconoce por los efectos que causa después de un cierto tiempo. La severidad de la sequía radica en que es variable en el espacio ya que puede abarcar grandes extensiones de territorio, además de durar meses o años.

Para la caracterización de la sequía es muy importante determinar su duración, su intensidad o valor promedio del déficit de humedad y la severidad en términos del valor acumulado del déficit, de tal manera que estos parámetros ayudan en la difícil tarea de su catalogación. La distribución temporal y espacial de la precipitación (en cualquiera de sus formas: lluvia, nieve, granizo, etc.) determina si se presenta o no la sequía en una región. La severidad de la sequía radica en que es variable en el espacio ya que puede abarcar grandes extensiones de territorio, además de durar meses o años, por lo que sus efectos pueden ser catastróficos.

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios en las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera (variaciones de los vientos a escala planetaria), así como modificaciones en la cantidad de luz solar reflejada en la superficie de la Tierra, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera, que a su vez ocasionan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones.

En la siguiente figura se presenta la intensidad del nivel de sequía en América del norte, se observa que las precipitaciones de agosto del 2005 fueron muy por debajo de lo normal sobre parte del Noreste de México, entre ellas la zona este de la península, por lo que se calificó como “anormalmente seco”, mientras que en Agosto de 2012 esta zona se extendió hacia el norte.



Monitor de Sequía de América del Norte, Agosto de 2005.
CONAGUA-SMN

Figura 5: Monitor de Sequía de América del Norte,
Agosto de 2012. CONAGUA-SMN

Figura 41. Monitor de sequía de América del Norte.

A pesar de que las lluvias a nivel nacional fueron 11% por debajo del promedio de los últimos 75 años, estas permitieron disminuir 3.4 % la superficie afectada por la sequía moderada (D1) hasta la extrema (D3); durante ese mes los ingresos más importantes de humedad se asociaron a la circulación y desplazamiento de huracanes.

Metodología y nivel de resolución

Este fenómeno se analiza en el nivel 1 utilizando datos de precipitación media mensual de 82 estaciones meteorológicas, considerando un periodo de 1951- 2012. Para obtener el índice de severidad de sequía según la metodología de María Engracia Hernández Cerda, y obteniendo el índice de severidad de la sequía meteorológica se clasificó en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2). (Sancho y Cervera, et al., 1980). Esta fórmula y este grado de clasificación, origina como resultado los índices de

severidad por estación meteorológica, siendo necesario repetir este mismo proceso para cada uno de los años analizados.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se concentra en las pérdidas agrícolas, por reducción de la productividad de las tierras de cultivo, en la ganadería con las tasas elevadas de mortalidad de ganado o en la propagación de incendios forestales, propagación de plagas de insectos afectando la economía y a la población en general.

Los boletines emitidos por el Servicio Meteorológico Nacional indican que los meses críticos para el municipio son los correspondientes al estiaje, que es cuando la sequía alcanza un grado que va de severo a extremo y también es cuando se presentan los mayores impactos en el sector agropecuario. Al presentarse las lluvias intensas en el mes de septiembre la sequía se reduce a anormalmente seca, sin embargo, al completarse un largo período expuesto al fenómeno también se han presentado impactos hidrológicos con el abatimiento de los niveles de los acuíferos.

Incendios.

Un siniestro asociado a las sequías y a la temporada de estiaje son los incendios forestales, ya que se presentan en áreas con cualquier tipo de vegetación, en condiciones propicias recurrentes, tales como una fuente de calor para iniciar el incendio y suficiente material combustible que se genera, por ejemplo, después del paso por tierra de un huracán.

Los incendios son causados por la resequedad de la maleza, tanto de origen agrícola secundarios a la práctica tradicional de agricultura de roza y quema que prepara la tierra para nuevos cultivos, como por predios abandonados, terrenos baldíos o áreas destinadas a equipamiento urbano aún sin construir. Durante marzo, abril y mayo los meses más secos del año, se incrementa considerablemente con la constante incidencia de incendios rurales.

Entre los factores que pueden iniciar el fuego se encuentran: las sequías, el combustible, la topografía del sitio, la extensión del área forestal afectable, la velocidad del viento al momento del incendio, la continuidad y la comunicación entre áreas afectadas (Cenapred, 2001; Bitrán 2001). Las actividades agropecuarias (quema de pastos, roza, tumba y quema, entre otras) son las más importantes generadoras de incendios. Existen otras como las intencionales, por fumadores, fogatas, cultivos ilícitos, rayos, líneas eléctricas, las propias actividades silvícolas, los derechos de vía, entre otras.

Se debe mencionar que los incendios forestales también pueden ser benéficos. Se ha observado que los bosques que llevan cierto tiempo sin incendios son más propensos a plagas y enfermedades y a cambios en la estructura vertical y horizontal; además, al acumularse el combustible por varios años, los incendios pueden ser mucho más severos. Por lo anterior, en el manejo forestal también existen las quemadas prescritas para recuperar la salud de los bosques.

Los incendios a inmuebles urbanos, aunque de menor incidencia, son factor de importancia, ya que involucran una mayor posibilidad de pérdidas humanas. La predominante horizontalidad de las construcciones en el municipio permite el uso de equipo apaga fuegos de bajo costo, además de posibilitar una segura y rápida evacuación de los edificios.

En 1989 se presentaron una serie de incendios forestales que arrasaron con 6,209 hectáreas en todo el Estado de Quintana Roo.

La causa principal de los incendios forestales es la negligencia del hombre en el cumplimiento de las normas contra incendios en bosques; así como las actividades ilícitas efectuadas con la única intención de abrir nuevas tierras al desarrollo urbano y asentamientos irregulares. Las causas naturales como las descargas eléctricas han sido el factor desencadenante en menos ocasiones.

Inundaciones

De acuerdo al SIGEIA el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, tiene un grado de inundación **Medio**, a continuación, se presenta la información generada.

Nombre del municipio con riesgo de inundación	Entidad Federativa	Grado de inundación	Clave de Entidad/municipio	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m²)	Superficie de incidencia (m²)
Lázaro Cárdenas	Quintana Roo	Medio	23007	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	9245.407

Tabla 53. Clasificación de riesgo de inundación en el sitio de acuerdo al SIGEIA.

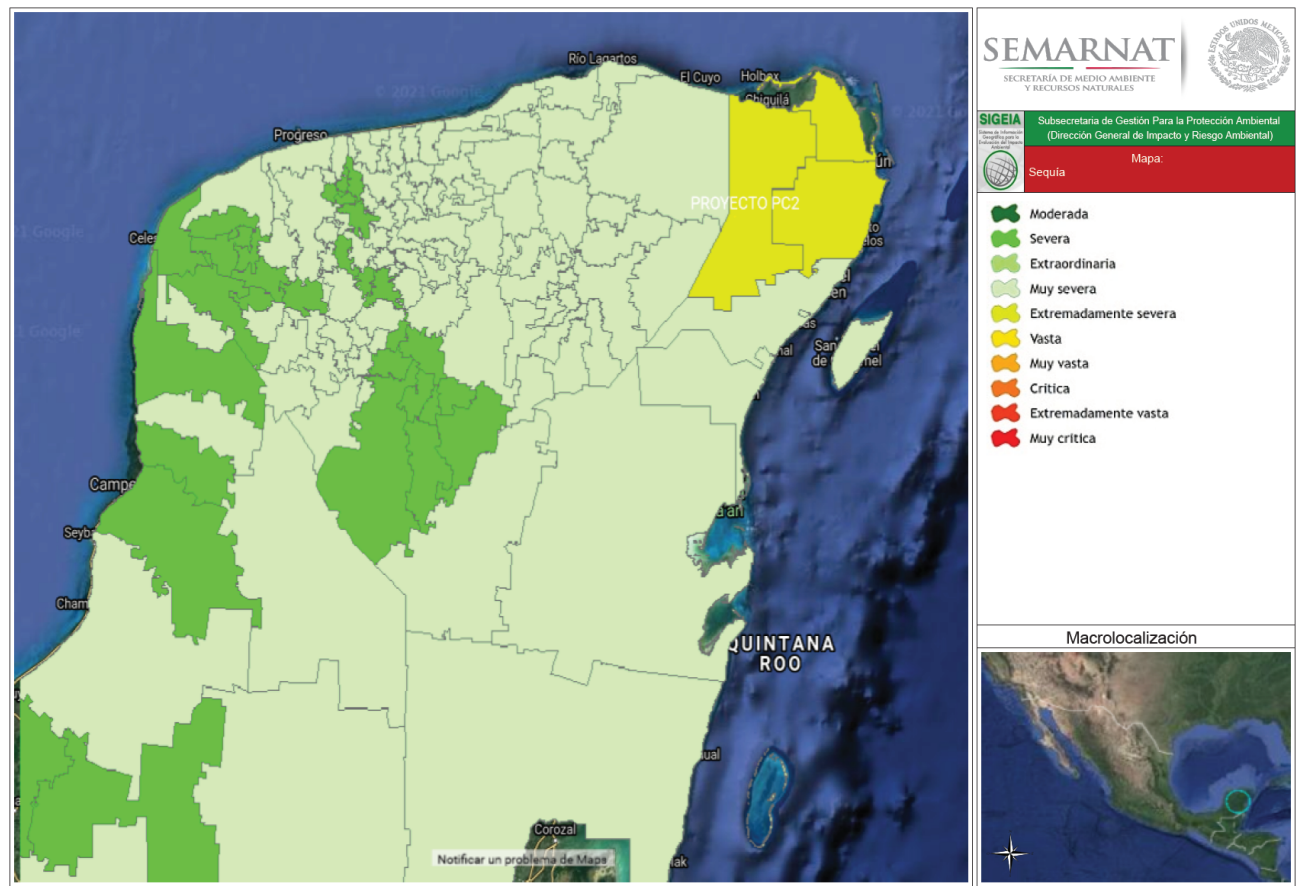


Figura 42. Mapa de riesgo de inundación generado por el SIGEIA.

El predio del proyecto se ubica en zona sujeta a inundación de acuerdo a la información generada por el SIGEIA.

Superficie (Ha)	unico	Descripción	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
72331.29	41336	Sujeta a inundación	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	9245.407

Tabla 54. Índice de inundación en el sitio del proyecto de acuerdo al SIGEIA.

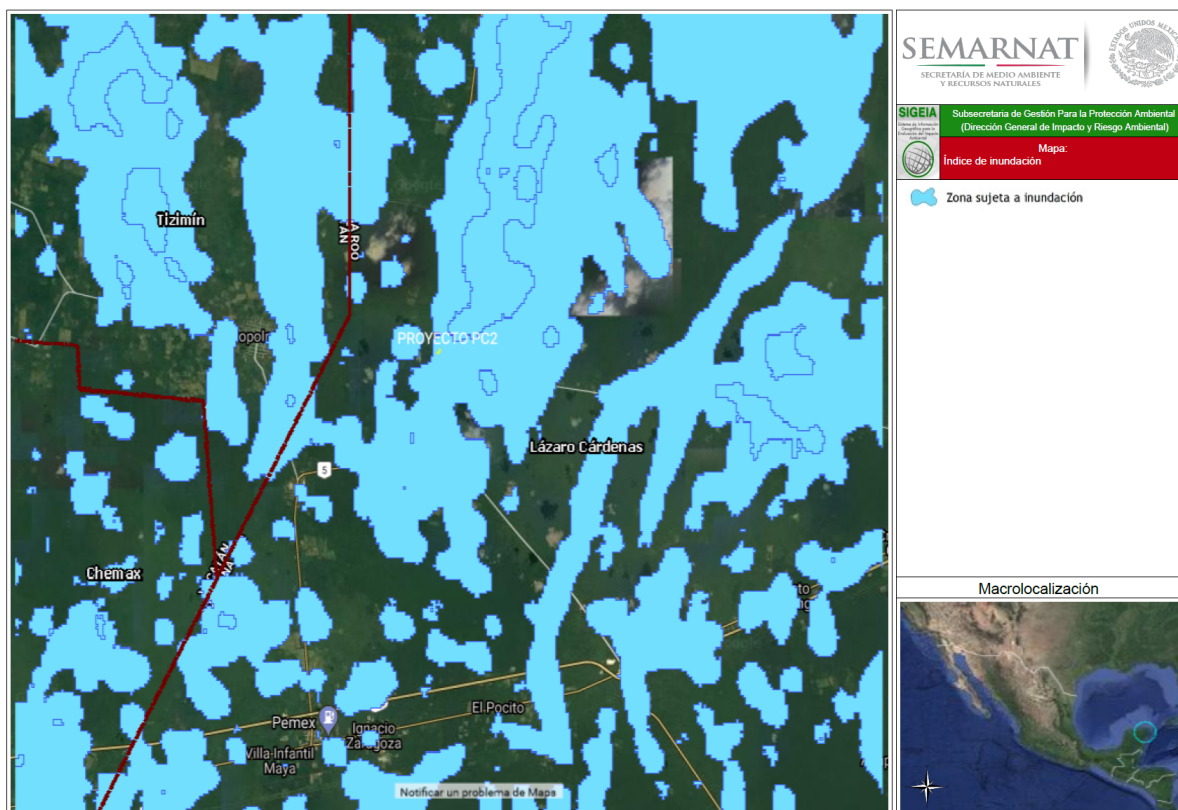


Figura 43. Mapa de índice de inundación.

Una inundación es la ocupación por parte del agua en las zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos debido a lluvias torrenciales o deshielo, o mares por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por avalanchas causadas por maremotos. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura. Tienen su origen por el desarrollo de fenómenos atmosféricos, a través de procesos de climatológicos e hidrológicos, la precipitación extraordinaria en una cuenca tributaria a un punto en específico dentro de una zona urbana puede provocar graves daños en la infraestructura, así como, las pérdidas humanas que podrían generarse a consecuencia de las áreas inundadas

La interacción de dichos elementos está íntimamente ligados a la ocupación del suelo, el caudal de los ríos es inconstante durante periodos muy largos a través de los años, de la misma manera, la hidrología fundamenta para el estudio de los ríos una amplia metodología para la determinación de gastos máximos, estos se relacionan directamente al tiempo de retorno del evento. De la misma manera si se sabe que las áreas se encuentran delimitadas y configuradas, además de que, los niveles de agua registrados por las avenidas quedan marcados sobre las márgenes de los ríos.

Una inundación se conceptualiza como el tiempo transitorio de agua sobre un área determinada que generalmente no se encuentra con los excedentes de las lluvias.

Por otro lado, las áreas donde, por inundaciones, haya peligro se desarrollarán modelos que partirán con datos básicos como son: régimen de avenidas en un lugar determinado para el modelo, características fisiográficas de varias cuencas tributarias, la aplicación y desarrollo de métodos hidrológicos con ayuda de Sistemas de Información Geográfica para marcar las zonas que serán afectadas por el fenómeno de Inundación dentro de la delegación.

Por las características arriba mencionadas (falta de sistema fluvial, inexistencia de cuencas de captación hídrica, relieve plano) se estima que para el municipio las inundaciones se presentan por falla en el sistema de drenaje y por lluvias generadas durante las tormentas tropicales o sistemas ciclónicos.

En el caso del proyecto, se observa que la carretera constituye una barrera en el patrón normal de escurrimiento, observando un paso de agua en la parte sur que colinda con la vía de comunicación.

Temperaturas máximas extremas.

La temperatura máxima es la mayor temperatura del aire alcanzada en un lugar en un día (máxima diaria), en un mes (máxima mensual) o en un año (máxima anual) para el caso del municipio es el promedio mensual de las máximas. También puede referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante mucho tiempo (máxima absoluta). En condiciones normales, y sin tener en cuenta otros elementos del clima, las temperaturas máximas diarias se alcanzan en las primeras horas de la tarde-, las máximas mensuales suelen alcanzarse durante julio o agosto en la zona templada del hemisferio norte y en enero o febrero en el hemisferio sur. Las máximas absolutas dependen de muchos factores, sobre todo de la insolación, de la continentalidad, de la mayor o menor humedad, de los vientos y de otros. La ocurrencia de temperaturas máximas extremas constituye un peligro para la salud de la población (golpes de calor), como también para las zonas selváticas del municipio o zonas de cultivo al provocar incendios, desemboca en un mayor consumo de energía, etc.

Metodología para la determinación del peligro por temperaturas extremas

En el presente estudio se analiza el peligro por temperaturas máximas extremas partiendo del registro de temperaturas obtenidas de la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional a través de su manejador de base de datos climatológica "ERIC III", para un periodo de datos de 50 años y 78 estaciones.

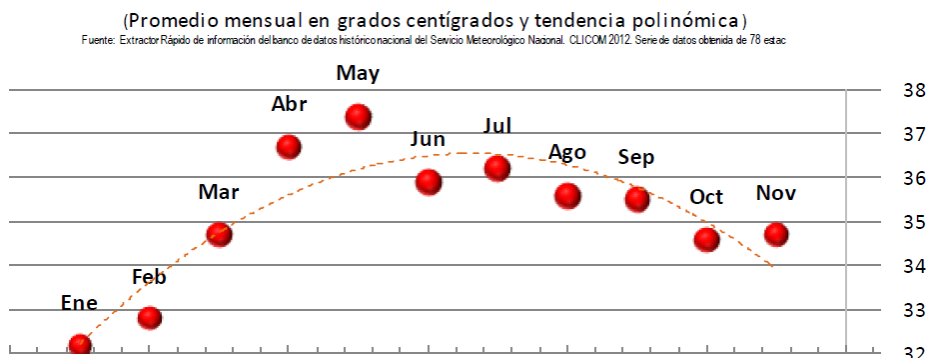


Figura 44. Diagrama de las temperaturas máximas extremas.

A diferencia de las temperaturas mínimas, las máximas extremas son un elemento decisivo en la vida de los habitantes. Los registros señalan tendencias de muy altas temperaturas en primavera, marcadamente en el mes de mayo en donde los registros de promedios mensuales han sobrepasado los 37° centígrados, lo cual representa que a lo largo de ese promedio mensual y con toda certidumbre ha habido picos de más de 40° en los que la población vulnerable corre el riesgo de padecer golpe de calor e incluso complicaciones que las lleve a tener graves consecuencias de salud.

Temperaturas mínimas extremas.

Las temperaturas extremas no son un peligro de consideración en el municipio, es un hecho que de las series de datos disponibles en las más de 80 estaciones analizadas, ninguna marco temperaturas promedio mensuales menores a 10° centígrados, incluso nunca descendieron de los 12° C.

Temperaturas Mínimas Extremas

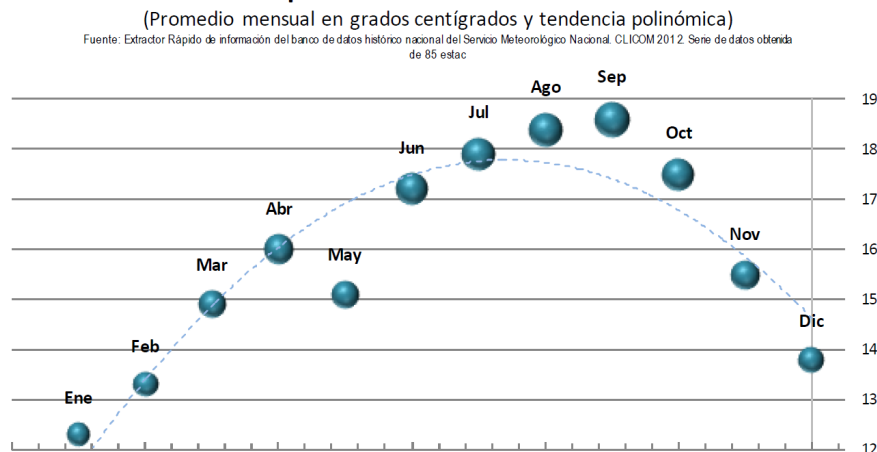


Figura 45. Diagrama de las temperaturas mínimas extremas.

Los datos indican una tendencia lógica de menor incidencia de temperaturas bajas en los meses de primavera verano, con la excepción de mayo en donde inician las lluvias y la radiación solar disminuye, y un descenso de temperaturas en otoño invierno, por lo que la distribución polinómica de los datos define una curva que tiene su valle en los meses de invierno y sus cúspides en verano. Mas es importante señalar que por las características de ser temperaturas mínimas, las crestas de la tendencia polinómica representan los meses de menor presencia de temperaturas mínimas y viceversa.

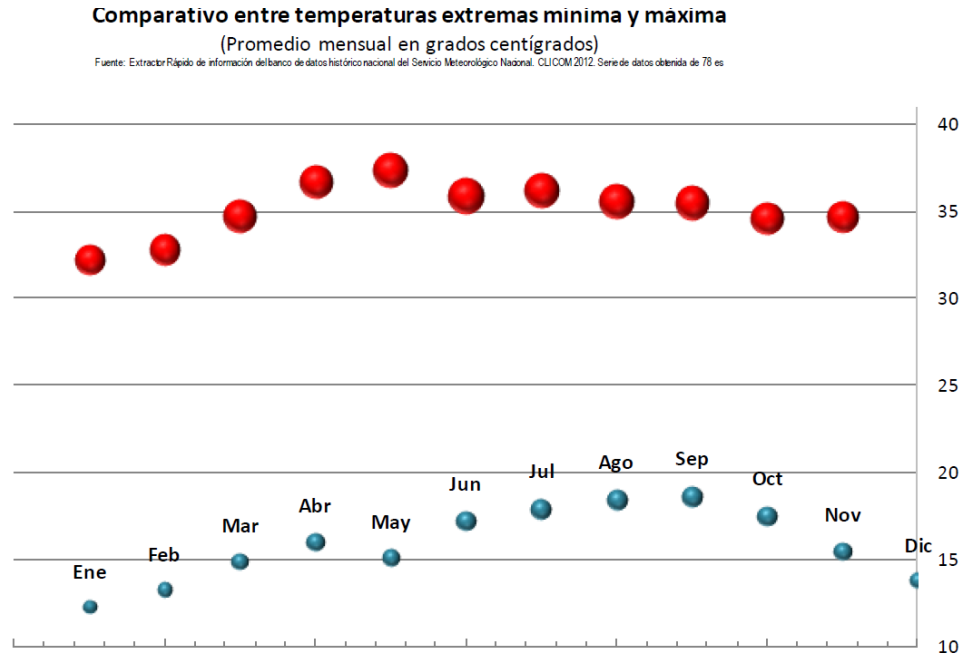


Figura 46. Diagrama comparativo entre temperaturas extremas mínima y máxima.

Heladas.

Las heladas son un fenómeno atmosférico que se presenta cuando la temperatura del aire en cercanías del suelo, de 1.5 a 2.0 metros, desciende por debajo de cero grados Celsius. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. El fenómeno como tal, de una manera más amplia, se utiliza en el sentido agrologico para determinar los efectos que el descenso de la temperatura puede generar sobre los cultivos según la fase vegetativa en que se encuentren.

En México año tras año se presentan diferentes fenómenos de origen meteorológico, los cuales afectan a la población, en especial a las personas que habitan en casas frágiles o que son indigentes. En el caso específico de las heladas, se dejan sentir lentamente y su presencia destructiva causa graves daños. En la República Mexicana, las heladas ocurren principalmente durante el invierno. La mayoría de los decesos que se registran en nuestro país durante las heladas, se deben más bien a la intoxicación con bióxido de carbono, producido por los calentadores inadecuados que se utilizan en las viviendas para combatir el frío.

Durante una helada, no ocurre precipitación debido a que el vapor de agua contenido en el aire en lugar de ascender, se congela y se deposita en el piso. Mientras que, en la nevada sí existe precipitación. Ella ocurre cuando el vapor de agua contenido en el aire asciende hasta alcanzar zonas que tienen temperaturas similares a las de congelación donde forma conglomerados de cristales de hielo; como estas zonas están cercanas a la superficie, no tienen tiempo suficiente para fundirse antes de llegar al suelo. Como la humedad del aire disminuye con la temperatura, las nevadas más intensas se originan cuando la temperatura de las masas de aire cerca de la superficie del terreno es del orden de 0o C; sin embargo, se ha observado nevadas cuando la temperatura del aire es de 4o C.

Las heladas no representan una amenaza para la población en el Municipio.

Vientos fuertes.

El viento es el movimiento del aire que fluye respecto de la superficie de la tierra. Generalmente se usa para referirse a su movimiento horizontal. Genéricamente, se llama viento al movimiento de los gases que rodean un planeta o cuerpo astronómico. El viento, igual que las inundaciones, son los dos fenómenos que muestran a los procesos que trabajan en la atmósfera de la tierra, resultado de las variaciones de presiones.

Estas nacen de la diferencia de temperatura entre masas de aire que son calentadas de forma irregular por los rayos del Sol. Hay cuatro aspectos del viento que se miden: dirección, velocidad, tipo (ráfagas y rachas) y cambios. Los cambios superficiales se miden con veletas y anemómetros, mientras que los de gran altitud se detectan con globos o sondas.

En la Tierra, las variaciones en la distribución de presión y temperatura se deben, en gran medida, a la distribución desigual del calentamiento solar, junto a las diferentes propiedades térmicas de las superficies terrestres y oceánicas. Cuando las temperaturas de regiones adyacentes difieren, el aire más caliente tiende a ascender y a soplar sobre el aire más frío y, por tanto, más pesado. Los vientos generados de esta forma suelen quedar muy perturbados por la rotación de la Tierra.

Los vientos pueden clasificarse en cuatro clases principales: dominantes, estacionales, locales y, por último, ciclónicos y anticiclónicos. Los vientos de la zona templada del hemisferio Norte soplan generalmente de Oeste a Este, pero en vez de correr con regularidad a unos 60 km/h, las ciudades, las montañas y los bosques perturban y desvían su marcha de tal modo que solo a unos 5,000 metros de altura puede considerarse que soplan de manera uniforme (Ahrens, 2000), mientras que cerca del suelo o de una superficie rugosa su trayectoria se ve alterada y giran de manera tan aleatoria que es imposible adivinar de dónde vienen y hacia dónde van. En meteorología se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. Los aumentos repentinos de la velocidad del viento durante un tiempo corto reciben el nombre de ráfagas. Los vientos fuertes de duración intermedia (aproximadamente un minuto) se llaman turbonadas. Los vientos de larga duración tienen diversos nombres según su fuerza media como, por ejemplo, brisa, temporal, tormenta, huracán o tifón.

El viento se puede producir en diversas escalas: desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas, e incluso globales, que son el fruto de la diferencia de absorción de energía solar entre las distintas zonas geoastronómicas de la Tierra.

Las dos causas principales de la circulación atmosférica a gran escala son el calentamiento diferencial de la superficie terrestre según la latitud, y la inercia y fuerza centrífuga producidas por la rotación del planeta. En los trópicos, la circulación de depresiones térmicas por encima del terreno y de las mesetas elevadas puede impulsar la circulación de monzones. En las áreas costeras, el ciclo brisa marina/brisa terrestre puede definir los vientos locales, mientras que en las zonas con relieve variado las brisas de valle y montaña pueden dominar los vientos locales.

Zona de convergencia intertropical

La zona de convergencia intertropical es un cinturón de bajas presiones (Strahler señala que este cinturón tiene una presión ligeramente por debajo de lo normal, por lo común entre 1009 y 1013 mb (milibares) y está determinada por el movimiento de rotación terrestre el cual genera lo que se conoce como abultamiento ecuatorial terrestre, mucho más notorio, por la diferente densidad, en los océanos que en los continentes y aún más notorio en la atmósfera que en los océanos. En el diagrama de la circulación global de los vientos puede verse ese mayor abultamiento de la atmósfera en la zona ecuatorial (a la derecha del mismo). Es por ello que el espesor de la atmósfera es mucho mayor en la zona intertropical (la troposfera alcanza casi los 20 km de altura), mientras que en las zonas polares es mucho más delgada.

Zonas de divergencia subtropical

Son zonas de subsidencia de aire frío procedente de grandes alturas en la zona de convergencia intertropical, es decir, de la franja ecuatorial, y que dan origen, a su vez, a los vientos alisios, que se regresan hacia el ecuador a baja altura, y a los vientos del oeste, que van incrementando su velocidad a medida que aumentan también de latitud.

Zonas de convergencia polar

Son zonas de baja presión que atraen a los vientos provenientes de las latitudes subtropicales. Estos vientos traen masas de aire más cálidas y húmedas, humedad que van perdiendo por condensación (lluvias, rocío y escarcha) a medida que van encontrando aire más frío con el aumento de la latitud. Esta humedad relativa es la que abastece de hielo por escarcha los casquetes polares de Groenlandia y la Antártida

Vientos regionales

Son determinados por la distribución de tierras y mares, así como por los grandes relieves continentales. Los monzones también podrían considerarse como vientos regionales, aunque su duración en el tiempo y su alternabilidad estacional los convierten más bien en vientos planetarios.

Vientos locales

Como los demás tipos de vientos, los vientos locales presentan un desplazamiento del aire desde zonas de alta presión a zonas de baja presión, determinando los vientos dominantes y los vientos reinantes de un área más o menos amplia. Aun así, hay que tener en cuenta numerosos factores locales que influyen o determinan los caracteres de intensidad y periodicidad de los movimientos del aire. Estos factores, difíciles de simplificar por su multiplicidad, son los que permiten hablar de vientos locales, los cuales son en muchos lugares más importantes que los de carácter general. Estos tipos de vientos son los siguientes:

- Brisas marina y terrestre.
- Brisa de valle
- Brisa de montaña

Se entiende por dirección del viento, la dirección de donde procede el viento. Así pues, un viento del Norte significa precisamente eso, o sea, que el viento procede del Norte y se dirige hacia el Sur. Para precisar la dirección del viento se utiliza la rosa náutica o rosa de los vientos, llamada así porque se supone que fue ideada por los marineros y, posteriormente, adoptada por los Servicios nacionales de meteorología, para construirla se trazan dos rectas perpendiculares de manera que sus extremos coincidan con los cuatro puntos cardinales del lugar: Norte, Sur, Este y Oeste-, posteriormente, cada uno de los cuadrantes se dividido en ocho partes iguales, procediéndose a una numeración que responde a una división sexagesimal, que va de 0° a 360° partiendo del Norte y girando en sentido de las agujas del reloj.

El instrumento más conocido y el más utilizado para determinar la dirección del viento es la veleta, que consiste en dos placas metálicas verticales, susceptibles de girar con gran facilidad alrededor de un eje también vertical; la veleta debe estar equilibrada de manera que su centro de gravedad coincida exactamente con el eje de giro, para que no tienda a colocarse por sí misma en una dirección determinada. Cuando la veleta tiene una sola placa vertical, suele experimentar oscilaciones bruscas cuando el viento es fuerte. Para evitar esto, se suele construir las veletas con dos placas verticales que estén perfectamente equilibradas y que formen un ángulo muy agudo; en este caso la dirección del viento viene dada por la bisectriz de dicho ángulo. Por último, a falta de veleta convenientemente montada, puede utilizarse una cinta ligera y flexible, atada al extremo de un mástil delgado, vertical y alto, para observar la dirección del viento. Las veletas se instalan en la parte más elevada de los edificios o junto al suelo, pero, en este caso, en terreno completamente abierto y alejado de todo aquello que pueda influir en la dirección del viento, como construcciones, masas arbóreas, etc.

En el municipio, los vientos de mayor intensidad son los que se producen por los huracanes, de hecho, la velocidad de viento es precisamente el parámetro con lo que se miden estos fenómenos en la escala más comúnmente usada (Escala de Saffir-Simpson). Por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una más frecuente incidencia de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efectos del viento. Sin embargo, otros fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos, por lo que aun en el interior del territorio existen zonas con peligro de vientos intensos.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

De acuerdo al SIGEIA, el sitio presenta las siguientes características geológicas.

Agrupación Leyenda	Entidades	Era geológica	Clase	Serie	Tipo de roca	Sistema
Caliza	Unidad cronoestratigráfica	Cenozoico	Sedimentaria	N/D	Caliza	Neógeno
Clave geológica	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m ²)		Superficie de incidencia (m ²)	
Ts(cz)	PREDIO	PROTECTO PC2	9245.407		9245.407	

Tabla 55. Características geológicas y geomorfología en el sitio.

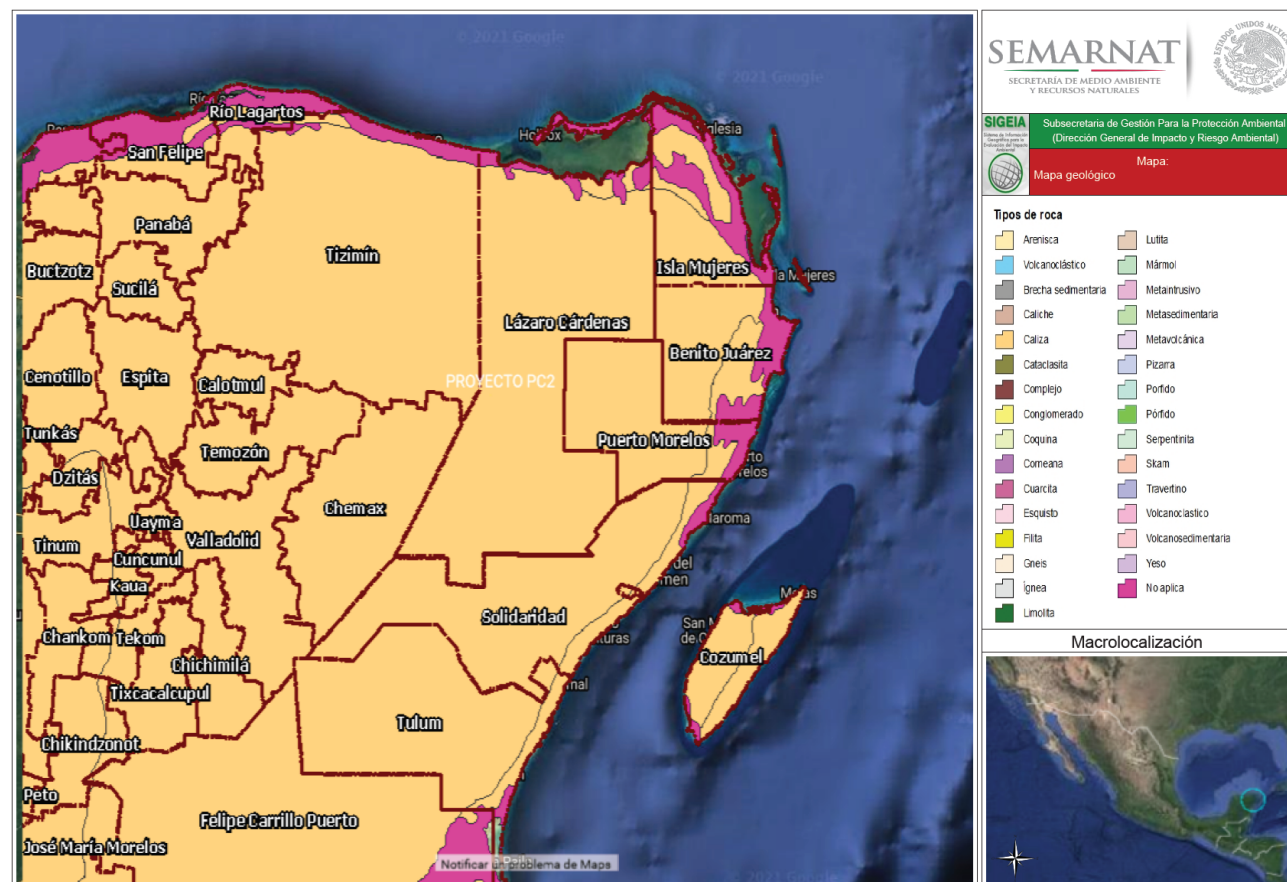


Figura 47. Mapa geológico del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, generado por el SIGEIA.

La Península de Yucatán es una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas de edad Mesozoico Tardío y Cenozoico. La zona está constituida por sedimentos carbonatados marinos pertenecientes al Terciario y Cuaternario, las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yesos. Localmente, estos materiales están constituidos por carbonatos de calcio de edad cuaternaria. Se presentan en forma de arenas finas retrabajadas por la acción del oleaje, parte de ellas son transportadas tierra adentro y dan lugar a la formación de eolianitas. Interdigitados con las eolianitas se encuentran arcillas calcáreas y lodo de manglar que, en conjunto, forman un paquete que se extiende prácticamente a todo lo largo de la costa, con un espesor medio de 10m. Estas rocas y materiales se encuentran descansando sobre calizas karstificadas de la formación Carrillo Puerto del Terciario. Dicha formación se encuentra cubierta por una capa de sedimentos calcáreo-arcillosos, suaves, deleznales, que incluyen fragmentos de conchas y corales, y cuyo origen no ha sido claramente identificado. Este horizonte es característico de toda la Península de Yucatán y sus niveles inferiores corresponden a coquinas de más o menos un metro de espesor, cubiertas por calizas duras. Los niveles superiores están representados por calizas blandas, duras y masivas.

La mayor parte de la superficie del municipio pertenece a la formación Carrillo Puerto, mientras que las zonas costeras norte y este dentro de la misma son, desde el punto de vista geológico, una de las zonas más jóvenes (Terciario-Cuaternario), cuya génesis se finca en depósitos post arrecifales a base de dunas litorales y eolianitas que subyacen a la Formación Carrillo Puerto (CONAGUA, 2002).

De acuerdo con la cartografía del INEGI, en el municipio únicamente se presentan rocas sedimentarias de tipo caliza, las cuales son las rocas constituidas por carbonato de calcio (>80% CaCO_3), pudiendo estar acompañada de: aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia la presencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica. Por su contenido orgánico, arreglo mineral y textura existe una gran cantidad de clasificaciones en calizas. Sin embargo, en ninguna se considera la presencia de material clástico. En los casos donde es considerable o relevante la presencia de clásticos se clasifica la caliza y el

tamaño de la partícula determina el nombre secundario: caliza arcillosa, caliza arenosa y caliza conglomerada (INEGI, 2005).

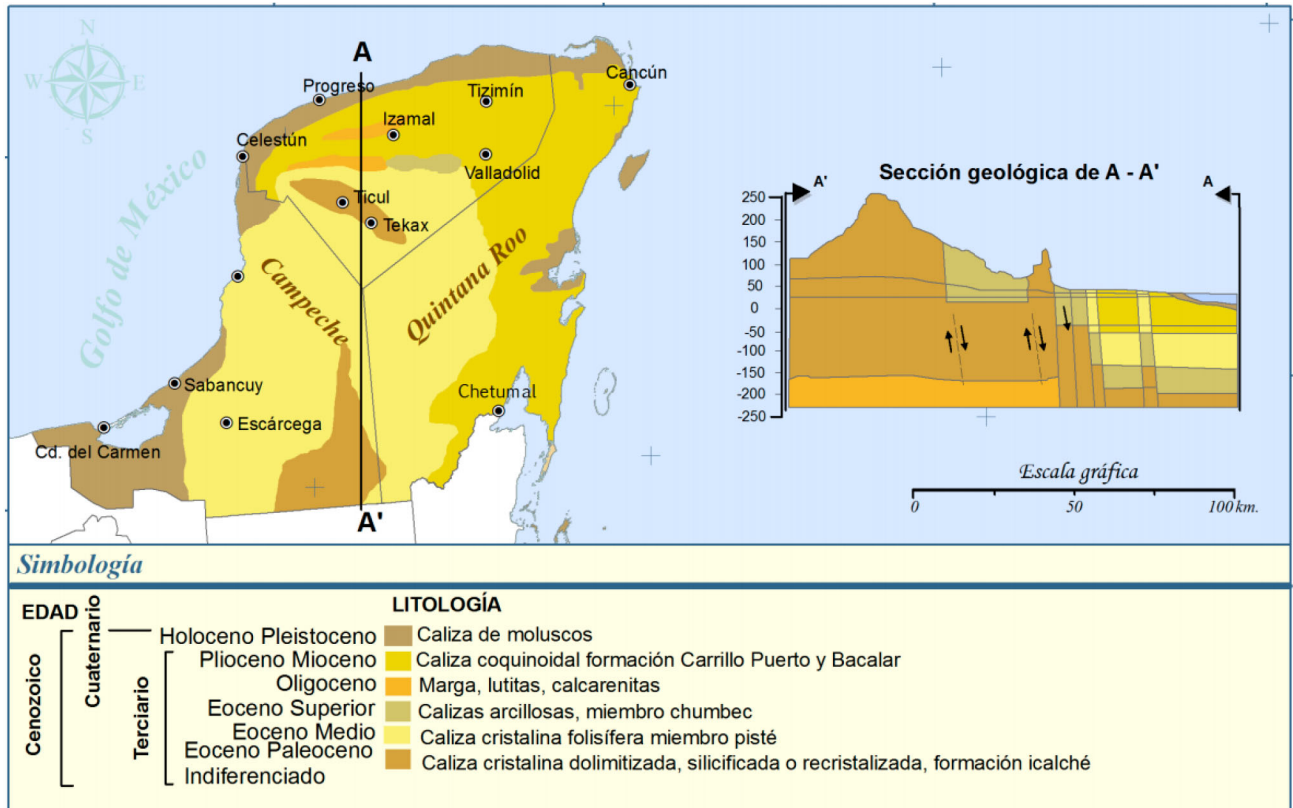


Figura 48. Mapa geológico de la Península de Yucatán.

El material geológico presente en el área de estudio es de periodos o sistemas diferentes, manifestándose amplias zonas en donde se distribuyen rocas calizas del Plioceno "Tpl(cz)" y rocas calizas del Neógeno "Ts(cz), y aunque no se manifiestan rocas calizas del periodo cuaternario "Q(cz)", si se tiene la presencia de sustratos de dicho periodo, los cuales se encuentran en forma de depósitos sedimentarios en etapa de pedogénesis en los que únicamente se manifiesta una acumulación de material granular suelto como producto de los procesos de erosión e intemperismo, a los cuales se les denomina en función de los lugares en que se depositan, de tal forma que estos son: suelos de tipo lacustre (la) y suelo de tipo litoral (li).

Suelo lacustre. Es un suelo integrado por depósitos recientes que ocurre en lagos. Generalmente está formado por arcillas y sales.

Suelo litoral. Está formado por materiales sueltos que se acumulan en zonas costeras por la acción de las olas y las corrientes marinas (arenas de playa).

Por otra parte, prácticamente toda la formación Felipe Carrillo Puerto, en la que se encuentra el municipio, presenta rocas que mantienen una alta permeabilidad y porosidad aunque sean secundarias, ya que se encuentran muy fracturadas y contienen abundantes oquedades de disolución (García y Graniel. Op. Cit.) lo cual también puede ser apreciado en la figura anterior, donde, además de los tipos de rocas, son señaladas las fallas y fracturas determinadas en el conjunto de datos vectoriales de la carta geológica del INEGI y las inferidas en la carta geológico minera del Servicio Geológico Mexicano (SGM).



Dichas topoformas se encuentran espacialmente dispuestas de forma paralela a la línea de costa comenzando de oeste a este se presenta la llanura rocosa de transición, seguida de llanura rocosa de piso

cementado, continuando con la llanura costera con lomeríos y por último pegada a la costa se encuentra las topoformas denominada playa o barra de piso rocoso o cementado.

Geomorfología

La Península de Yucatán está caracterizada por constituir una extensa planicie que se eleva a alturas menores de 30 metros sobre el nivel medio del mar, donde destaca la topografía kárstica y la ausencia de corrientes superficiales (Lesser y Espinosa 1979), rasgos geomorfológicos que se encuentran presentes en el municipio.

De acuerdo con Bautista et al., (2005), el municipio se encuentra en el sistema denominado Carso-tectónico, cuyo relieve se debe a la actividad de la disolución por aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles como la caliza, dolomita, yeso y sal. Este sistema es el más representativo de la Península de Yucatán y es posible diferenciar dos grandes subregiones en el mismo, una al norte y otra al sur, siendo la subregión norte en la cual se encuentra el municipio, y en la que predominan superficies niveladas durante el Cuaternario (Lugo et al., 1992) resultado de transgresiones y regresiones desde el Pleistoceno por lo cual el relieve cárstico es reciente, predominando planicies estructurales denudativas y de disolución.

En algunas regiones del sistema Carso-tectónico las rocas calcáreas se encuentran afectadas por una serie de fallas de tipo normal y orientación NNE que han provocado la existencia de horst y gravens, los cuales solamente en ciertos lugares se manifiestan hacia la superficie y en diferentes dimensiones (Lesser y Weidie 1988). Esta serie de fallas originan depresiones alargadas con desplazamientos en la superficie y se manifiestan en escalones de alrededor de 5-10 metros, que han favorecido la formación de zonas de inundación por la escasa elevación del terreno, donde en ocasiones el nivel estático llega a aflorar dando origen a zonas pantanosas o lagunas.

Por otra parte, dentro del municipio es posible distinguir tres tipos de paisajes, a los cuales Bautista, (Op. cit.), denominó Planicie estructural baja fitoestable, Planicies residuales acumulativas susceptibles de inundación controladas estructuralmente y Planicie palustre costera de inundación marina.

Planicie estructural baja fitoestable

Esta planicie se encuentra, en términos evolutivos, en etapa de pedogénesis y fitoestabilidad, esto debido a las condiciones climáticas sin variaciones extremas de la temperatura y con humedad relativa permanentemente alta, lo que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia y el rápido restablecimiento de las áreas perturbadas hacia selvas secundarias. Se presentan como unidades aisladas con mayores tiempos de evolución kárstica (madurez).

Planicie estructural ondulada con disolución y denudación

Se caracteriza por la diversidad de las formas cársticas (más de 100 por km²) principalmente cenotes profundos. La conformación ondulada del terreno está relacionada con la disgregación de dolinas en diferentes etapas de desarrollo y coincide con la gran diversidad de fracturas. Presenta promedios altitudinales menores de 50 msnm.

Planicie palustre costera de inundación marina con hundimiento

Esta planicie costera es suigéneris en su geodinámica. Presenta evidencias de hundimiento limitado por lineamientos o debilidades estructurales, donde se concentra la erosión. Está ligada tectónicamente a los basculamientos (subsistencia) de la región del Caribe.

De acuerdo con la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales (INEGI, 1984) el área comprende las Bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo, así como la Laguna de Chunyaxché y Felipe Carrillo Puerto, la Bahía de Chetumal, principalmente. Las aguas subterráneas en la zona del Cafetal Mahaua tienen valores estáticos de aproximadamente 1.50 msnm, por lo que se estima un espesor de la capa de agua dulce de 38 m promedio. El agua puede considerarse potable aunque presenta cierto contenido de sales sulfatadas. En cuanto a las aguas superficiales, éstas vierten sus aguas en dos direcciones, una hacia la Bahía de Espíritu Santo y la otra hacia la Bahía de Chetumal. En el área del Cafetal a Mahaua, se observa que las corrientes superficiales van de norte a sur, hacia la Bahía de Chetumal, con velocidades de hasta 0.40 m s⁻¹. Son preferentemente aguas oligohalinas, con bajas concentraciones de oxígeno, y concentraciones de nutrientes semejantes a los descritos anteriormente para las aguas subterráneas (Besaury et al., 1995).

Planicie palustre costera de inundación marina

Planicie sujeta a inundaciones constantes y periódicas de régimen intermareal. En esta planicie, primordialmente cárstica, se forman entrantes y canales regulados por los ascensos relativos del nivel del mar. Están colonizados por manglar con estructuras variables dependiendo si los emplazamientos ambientales sobre sustratos son rígidos o blandos.

Dolinas agrupadas (inundada-cenotes)

Las dolinas son circulares o subcirculares en planta, de diámetros que varían entre unos pocos metros hasta un kilómetro. Sus bordes pueden ser verticales o inclinados. La mayoría son originadas por disolución en diferentes estilos, desde las originadas en superficie propiamente por disolución hasta las de colapso por disolución subterránea. Son la representación más típica del relieve cárstico en superficie, en fases de carsticidad reciente y de juventud. Su representación cartográfica son conjuntos de dolinas inundadas o cenotes, claramente identificables.

Las dolinas agrupadas (o anillo de cenotes) son un conducto de alta permeabilidad (Velázquez, 1995), que capta agua subterránea procedente del sur y la transporta a lo largo del territorio hacia la costa. Esta hipótesis se apoya en las siguientes evidencias: 1) El decremento en la relación SO_4^{2-}/Cl^- , conforme los sitios están más al oeste acercándose al semicírculo; 2) La semejanza de la relación SO_4^{2-}/Cl^- con la del agua de mar, en los sitios que se encuentran en la parte interna del anillo; y 3) La presencia de agua dulce (ojos de agua) en las Bocas de Dzilám (costa este) y el estero de Celestún (costa oeste). Los resultados de pruebas en pozos profundos monitoreados por la UNAM indican que el frente de la intrusión salina llega hasta aproximadamente a 110 km de la costa norte, la cual es apoyada por los sondeos eléctricos y mediciones del espesor saturado de agua dulce. El flujo de agua dulce que desemboca en las costas este y oeste es evidencia de un parteaguas en el anillo de cenotes, el cual se ubica aproximadamente al sur de Telchaquillo. Las evidencias para esta hipótesis son: 1) El cambio en los valores de la relación SO_4^{2-}/Cl^- que venían observándose en la parte oeste del área. Este cambio se presenta a partir de Telchaquillo hacia el este; 2) El decremento de la relación Sr/Cl , hacia el este y oeste a partir aproximadamente al norte de Tekit. Los índices de saturación del agua subterránea con respecto a los minerales de celestita, anhidrita, yeso y halita, las relaciones Sr^{2+}/SO_4^{2-} , Sr^+/Cl^- , Na^+/Cl^- , exceso Ca^{2+} , exceso SO_4^{2-} y la propia relación SO_4^{2-}/Cl^- , indican que los procesos geoquímicos que controlan el sistema hidrogeológico de la zona son: 1) La intrusión salina; 2) La disolución de especies de carbonatos, y 3) La disolución de otras fases químicas como yeso, celestita, anhidrita y halita. Con esos resultados se sabe que el sulfato, estroncio, sodio y cloruro se incorporan al sistema por disolución de evaporitas, además del mar, como otra fuente. La relación K/Cl en algunos lugares como Peto, Abalá, Telchaquillo y Sotuta es mucho más alta que en el mar. Posiblemente esto refleje la contaminación antrópica por el uso de fertilizantes en la zona frutícola.

Dolinas agrupadas y en proceso de formación de uvalas

Debido a que las dolinas entran en etapa de juventud, tienden a unirse formando uvalas que tenderán con el tiempo a convertirse en poljes, si no hay una interrupción del ciclo.

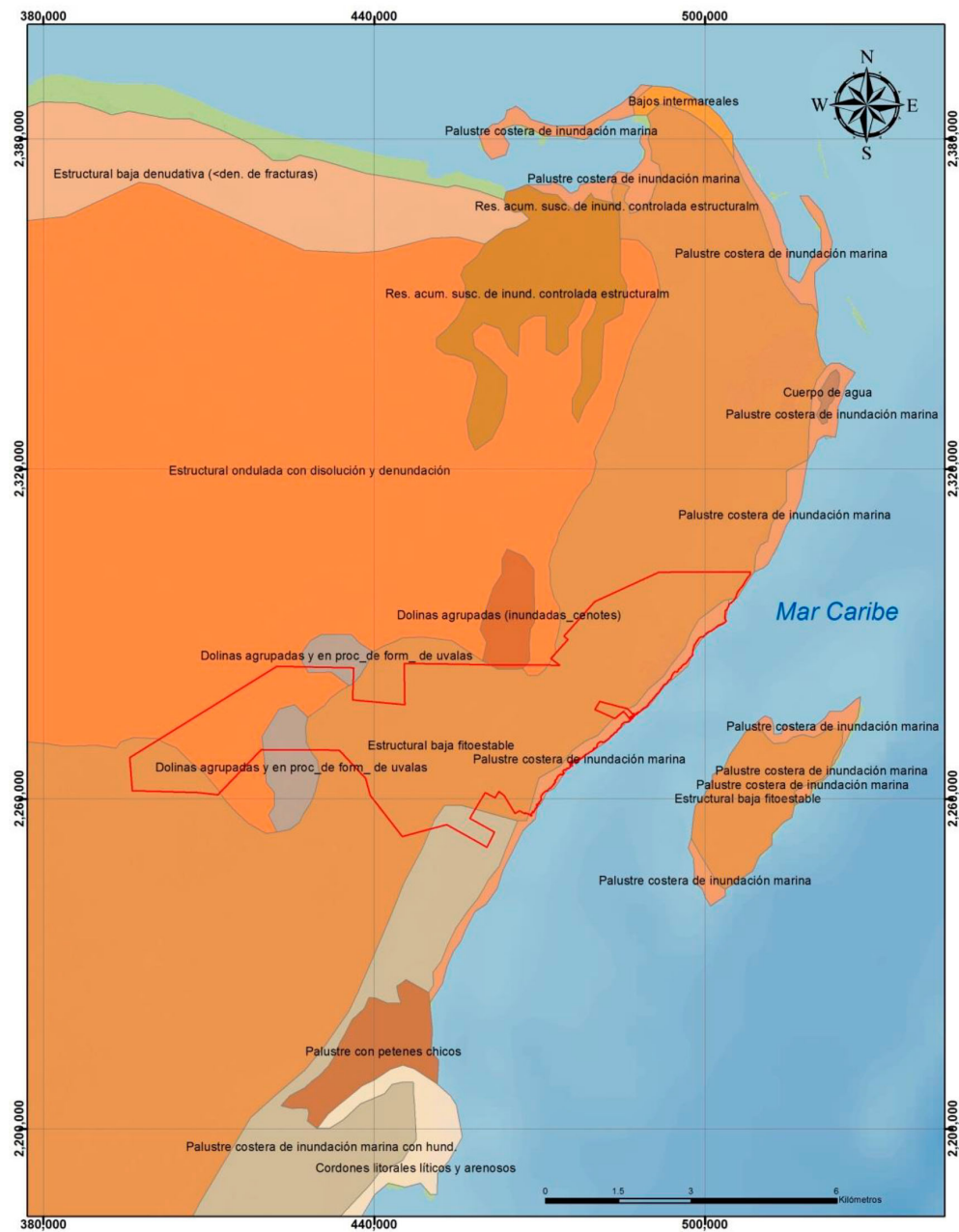


Figura 50. Dolinas y palustres de la región.

Presencia de fallas y fracturamientos.

No existen fallas ni fracturamientos en el área del proyecto ni en el estado de Quintana Roo.

Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones.

Sismicidad / nula. Bajo / nulos. Inundaciones / nulas

RELIEVE.

Dado que el relieve del municipio, al igual que en gran parte de la Península de Yucatán, presenta un gradiente altitudinal muy bajo que como punto más alto presenta 35 msnm, la mejor forma de representarlo es a través de un modelo digital de elevación (MDE). Asimismo, el MDE más adecuado para su representación es el derivado de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), el cual consiste en un sistema de radar especialmente modificado para adquirir los datos de elevación topográfica estereoscópica con el cual se pueden obtener MDE de hasta 30 metros de resolución espacial pero que a diferencia de los MDE generados por el INEGI es posible distinguir rasgos topográficos específicos del territorio.

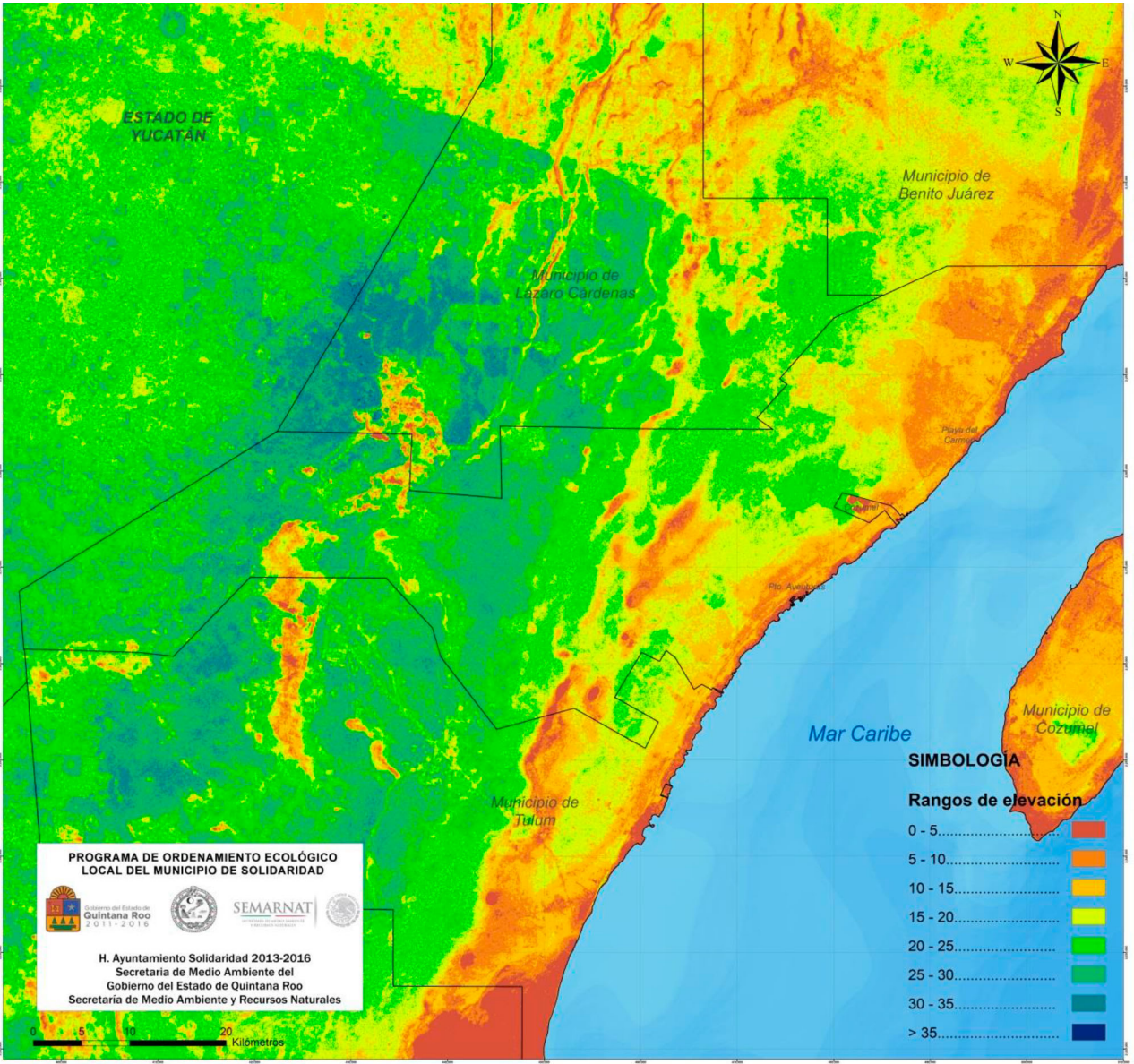


Figura 51. Mapa del relieve de la región.

EDAFOLOGÍA.

De acuerdo al SIGEIA, el sitio presenta las siguientes características edafológicas.

Calificador 1 del suelo. Adjetivos de Unidades	Tercer grupo de suelo	"Tercer calificador del suelo, propiedades del suelo "	Calificador 2 del suelo. Adjetivos de Unidades	"Calificador del grupo de suelo, propiedades del suelo "	"Segundo calificador del suelo, propiedades del suelo"	Calificador 3 del suelo. Adjetivos de Unidades	Clave edafologica
Húmico (hu)	Phaeozem (PH)	Epiléptico (lep)	Húmico (hu)	Lítico (li)	Réndzico (rz)	NO	LPhuli+ LPhurz+ PHlep/2R
Primer grupo de suelo	Fragmentos de roca	Segundo grupo de suelo	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m²)	Superficie de incidencia (m²)	
Leptosol (LP)	Rúdica Piedras (R)	Leptosol (LP)	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	9245.407	

Tabla 56. Características edafológicas del sitio.

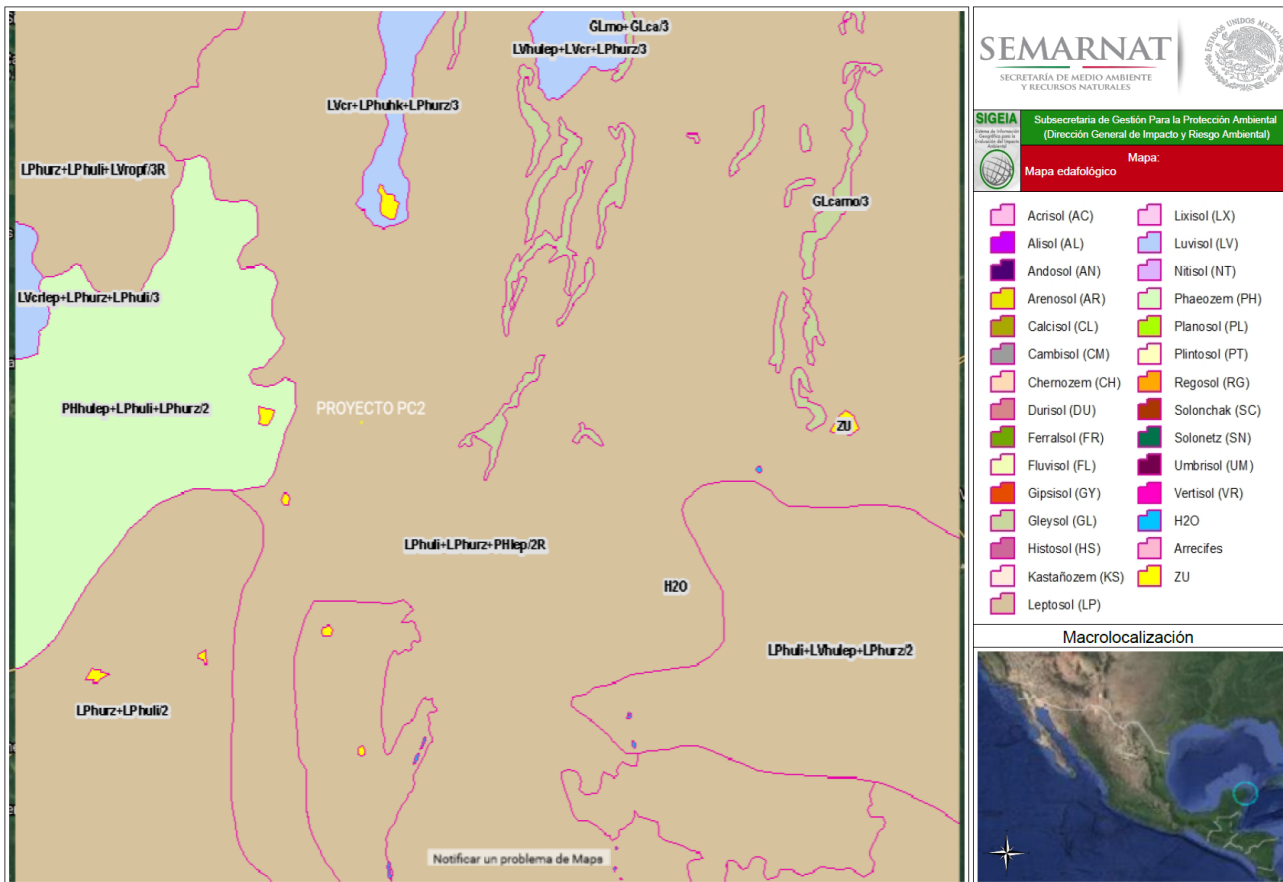


Figura 52. Mapa edafológico del sitio, generado por el SIGEIA.

Al igual que en gran parte de la Península de Yucatán, el material geológico que dio origen a los suelos presentes en el Municipio es de tipo sedimentario. Por otra parte, Pope et al., (1996) han correlacionado mapas de suelo y geología de la Península de Yucatán y reportaron una clara relación entre el tipo de suelo y la edad de la roca madre, en concordancia con la persistencia de suelo residual que es, en algunos casos, tan antiguo como el Eoceno, por lo cual concluyen que existe una relación estrecha entre la distribución de los tipos de rocas madre y los grupos de suelo.

De acuerdo con la cartografía de INEGI en el municipio existen 4 tipos de suelo dominantes: Litosol (Leptosol), Regosol, Rendzina y Solonchak, los cuales se encuentran asociados a Cambisoles o Gleysols y por consecuencia dan origen a 9 unidades edafológicas con características de diagnóstico únicas.

A continuación, se describen cada uno de los tipos de suelo que conforman asociaciones en las unidades edafológicas representadas en la cartografía de INEGI.

Litosol (Leptosol)

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Al igual que en gran parte del país estos suelos son de los más abundantes en la Península de Yucatán y lo de mayor presencia en la microcuenca de estudio. Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales, aunque los litosoles presentes en zonas llanas presentan menor fertilidad que los presentes en pendientes de colinas.

Rendzina

Del polaco rzedzic: ruido. Connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o

materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Son moderadamente susceptibles a la erosión, no tienen subunidades.

Regosol

Del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros, siendo las zonas costeras el único lugar donde se distribuyen dentro de la microcuenca.

De acuerdo a la FAO (2007), los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). En el municipio se encuentran con una subunidad calcárica, cuya nombre deriva del latín calcareum: calcáreo, haciendo referencia a que son suelos que tienen material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, dicho atributo los hace ricos en cal y nutrientes para las plantas (INEGI, 2004).

Solonchak

Del ruso sol: sal. Son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas costeras en todos los climas (FAO, op. cit.). Las unidades edafológicas donde predominan estos suelos suelen estar asociados con Gleysols y su distribución dentro del municipio se encuentra definida por las depresiones lineales paralelas a la línea de costa. En el territorio municipal se encuentran con subunidades gléyica y órtica, la primera caracterizada por tener una capa de color gris, verde o azulado y se mancha de rojo cuando se expone al aire, generalmente se presenta saturada de agua al menos alguna época del año. La segunda subunidad se caracteriza por no presentar características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo.

Cambisol

Del latín cambiare: cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. En el territorio municipal se presentan con una subunidad crómica, la cual se caracteriza por tener un color pardo o rojizo y en algunas ocasiones amarillento, con una fertilidad moderada y con alta capacidad de proporcionar nutrientes a las plantas.

Gleysol

Del ruso gley: pantano. Literalmente, suelo pantanoso. Estos suelos se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y tular. En general son muy variables en su textura pero en el Municipio predominan los de textura fina, esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre. Su distribución se encuentra definida por el relieve, ya que su presencia se limita a las depresiones lineales paralelas a la línea de costa. En el municipio este tipo de suelo se encuentra como asociado a Solonchak mólico y Solonchak gléyico, sin llegar a constituir predominancia en las unidades edafológicas. Además, se encuentra con una subunidad mólica caracterizada por contar con una capa superficial suave, oscura, fértil y rica en materia orgánica.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.

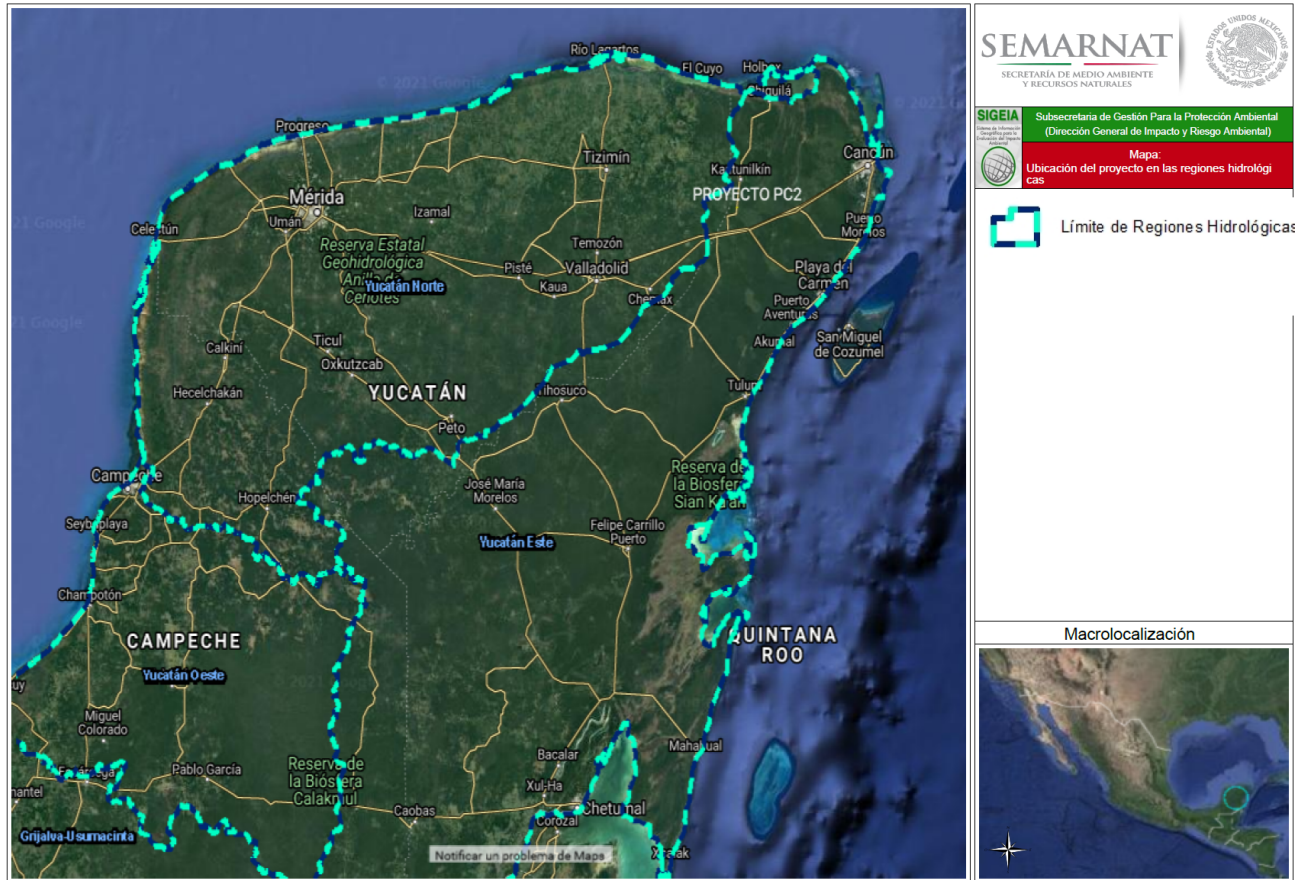


Figura 53. Mapa de las regiones hidrológicas en el sitio del proyecto.

De acuerdo al SIGEIA, el predio se encuentra dentro de la región hidrológica Yucatán Este, que abarca el territorio del estado de Quintana Roo y parte del estado de Campeche y Yucatán.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Superficie de la microcuenca (m ²)	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m ²)	Superficie de incidencia (m ²)
Quintana Roo	Menda 2	Kantunilkin	1688341172	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	9245.407

Tabla 57. Microcuenca del sitio de acuerdo al SIGEIA.

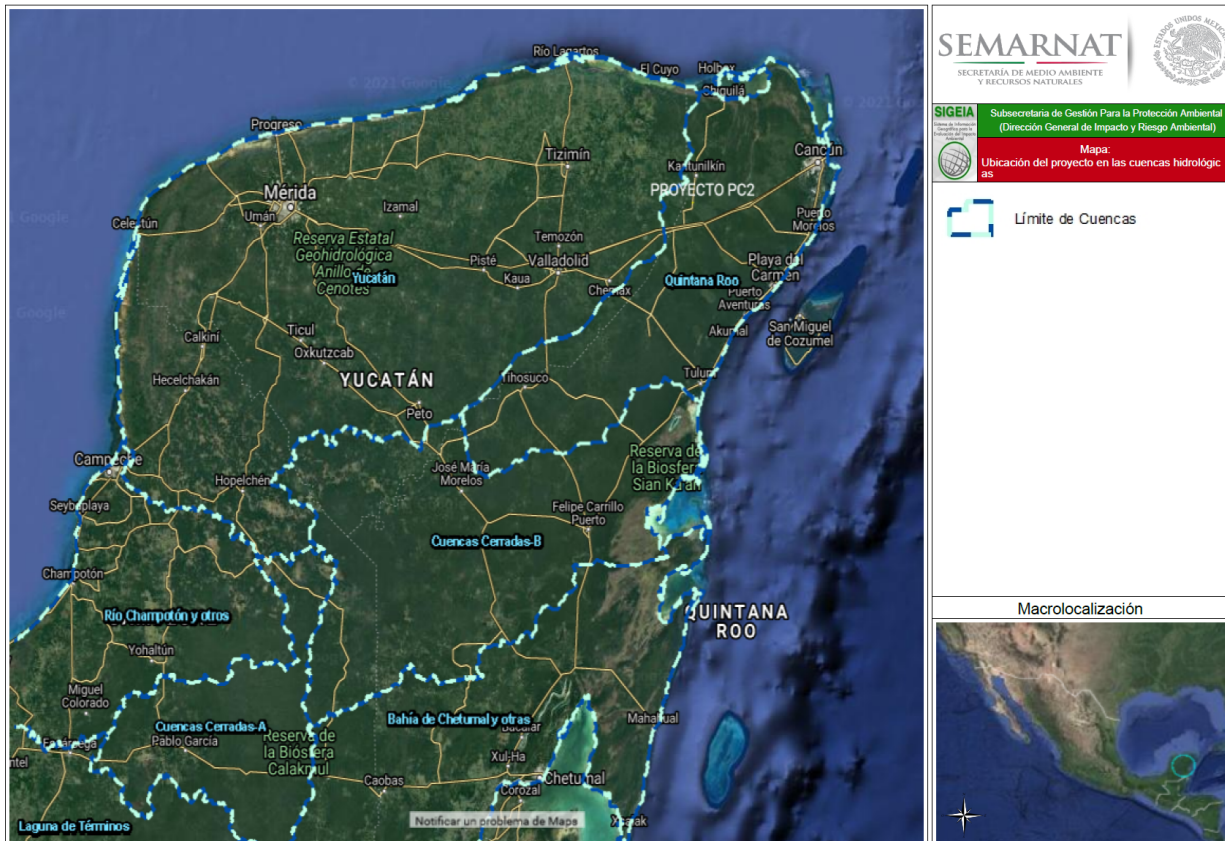


Figura 54. Mapa de ubicación del proyecto dentro de las cuencas.

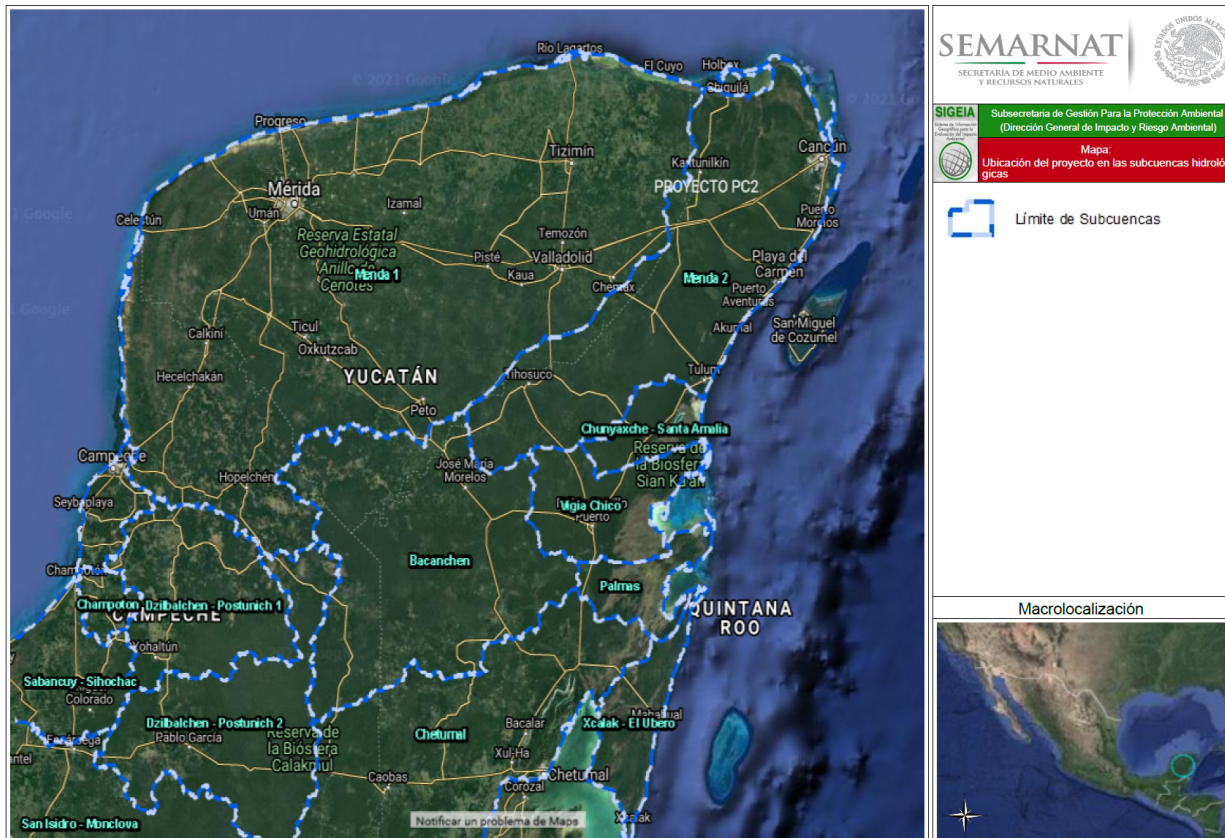


Figura 55. Mapa de ubicación del proyecto dentro de las subcuencas.

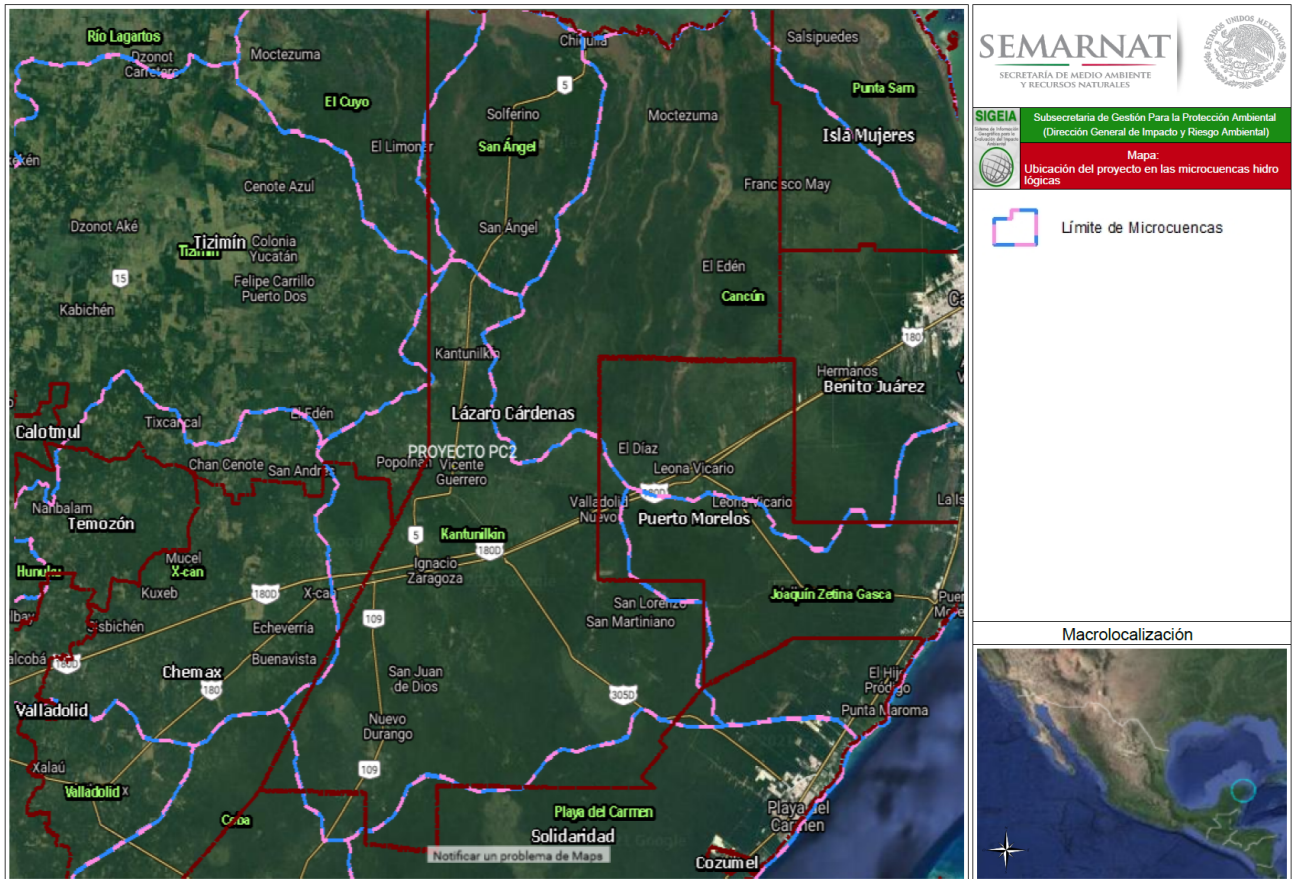


Figura 56. Mapa de ubicación del proyecto en las microcuencas.

Caracterización de cuencas: localización de las actividades en las cuencas

El recurso hídrico es administrado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y ha dividido el territorio mexicano en trece Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA). No obstante y con el propósito de proporcionar una gestión más minuciosa acerca de dicho recurso, la misma institución en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología (INE), para efectos de su estudio, dividieron al país de la siguiente manera: 1,471 cuencas hidrográficas, mismas que para el año 2010 se subdividieron en 731 cuencas hidrológicas; así también organizaron las cuencas hidrológicas en 37 regiones hidrológicas, aterrizando las clasificaciones anteriores en las Regiones Hidrológicas Administrativas citadas al inicio. Por lo anterior se tiene entonces que las RHA se conforman por la agrupación de cuencas, consideradas las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos.

En razón de lo anterior, el municipio, se localiza dentro de la RHA XII denominada Península de Yucatán, la cual comprende en su totalidad a los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche. Se localiza en la porción Sureste de la República de México; colinda al Norte y al Poniente con el Golfo de México, al Sur con la República de Guatemala, al Oriente con el Mar Caribe, al Suroeste con el estado de Tabasco y al Sureste con Belice, país con el que comparte la cuenca del Río Hondo. Cuenta con una extensión continental total de 139,897 km², que representan el 7% de la superficie terrestre de la República Mexicana. En dicha región hidrológica la precipitación anual varía desde los 458 mm, en la costa Norte de Yucatán, hasta los 1,615 mm en la cuenca del Río Chumpan, en el Sur de Campeche. La precipitación media anual es de 1,218 mm, superior a la media nacional de 760 mm. Se estima que el agua renovable per cápita, es decir, la cantidad máxima que es factible explotar anualmente, es de 7,294 m³/hab/año, valor muy superior al de 1,700 m³ que se considera como estrés hídrico, por lo que en esta Región existe suficiencia de disponibilidad hídrica per cápita (CONAGUA, 2012).

Las RHA se subdividen en Regiones Hidrológicas (RH), que para el caso de la RHA XII, ésta se conforma hidrológicamente por tres regiones denominadas: RH 31 (Yucatán Oeste), RH 32 (Yucatán Norte) y RH 33 (Yucatán Este), en cuya extensión quedan incluidos los límites políticos de los Estados de Yucatán,

Quintana Roo y Campeche. Particularmente el municipio se localiza en las inmediaciones de la RH33, la cual abarca además del Estado de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche. Dicha región hidrológica está conformada a su vez por dos cuencas denominadas: 33B Yucatán y 33A Quintana Roo, siendo esta última en el cual se encuentra el municipio.

De acuerdo con la CONAGUA en México las cuencas presentan graves problemas de degradación, donde aspectos como: la deforestación, el incremento desordenado de la superficie agrícola, la ganadería extensiva, los sistemas de producción inadecuados a la aptitud y potencial de los recursos y la casi nula planeación de los procesos de producción de los asentamientos humanos, son solo algunas de las acciones que han propiciado el deterioro de los recursos naturales en las cuencas, originando con ello que grandes superficies, con alto potencial agrícola, silvícola o pecuario, se hayan convertido en tierras áridas o con reducido potencial productivo.

A raíz de dicha problemática, surge en febrero de 2002 el Programa Nacional de Microcuencas como una estrategia de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), para culminar con su principio fundamental que consiste en el uso óptimo, la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales, considerados a su vez como los insumos básicos para la generación y diversificación de las actividades productivas en el campo, incluidas las no agropecuarias, con el interés de elevar la productividad, la rentabilidad, la competitividad, el ingreso y el empleo de la población rural.

En la actualidad en el Estado de Quintana Roo existen más de 50 microcuencas de las cuales 5 convergen en el territorio ocupado por el municipio, algunas extendiéndose en mayor y otras en menor proporción que otras en cuanto a territorio se refiere. Se trata de las Microcuencas: Kantunilkin, Cancún, San Ángel, Playa del Carmen y Coba:

- Microcuenca Playa del Carmen: se encuentra dentro de los límites del Estado de Quintana Roo, abarcando una superficie total de 127,534.1 hectáreas, que se distribuyen desde el litoral hacia el Poniente del Municipio, abarcando el Centro de Población de Playa del Carmen y de Puerto Aventuras. Al Noroeste coincide con el Municipio de Lázaro Cárdenas y abarca la parte continental del Municipio de Cozumel. Al igual que el área de estudio, presenta coeficientes de escurrimiento de 0 a 5%, por lo que en la mayor parte de su territorio las condiciones que presenta el suelo son las adecuadas para la infiltración de aguas pluviales. De igual manera, existen escasos cuerpos de agua perenne.
- Microcuenca Coba: tiene una superficie de 188,877.55 hectáreas. Se encuentra dentro de Cuenca Hidrológica de Quintana Roo y Subcuenca Hidrológica Mérida 2, con presencia de cuerpos de agua perene cuyo coeficiente de escurrimiento es de 0 a 5%. Presenta áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables).
- **Microcuenca Kantunilkin: ocupa una superficie de 194,183.79 hectáreas y pertenece a la Cuenca Hidrológica de Quintana Roo y a la Subcuenca Hidrológica Mérida 2. Presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% en toda su extensión, con materiales consolidados con posibilidades altas de funciona como acuífero. De todas las microcuencas descritas, esta es la que presenta mayor número de cuerpos de agua perenne.**

Características del acuífero

La Península de Yucatán presenta rasgos estructurales característicos de formaciones cársticas, los cuales evolucionan como resultado de la acción erosiva del agua sobre las formaciones calizas que actúan sobre la piedra, disolviéndola, lo cual, tras largos periodos de tiempo, deriva en la formación de cámaras o cavidades subterráneas, conocidas como conductos de disolución. Estas condiciones no permiten la presencia de corrientes superficiales importantes, por lo que gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra al manto subterráneo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos de las calizas. Derivado de esta estructura, el acuífero de la región se ve favorecido por la recarga del agua de lluvia (25,000 hm³) y a su vez es altamente vulnerable a la contaminación que se genera en la superficie. La vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, va de extrema (costa) a alta (interior de la península), propiciado por el origen geológico de la roca que almacena el agua, donde la fracturación, la porosidad de la roca calcárea y la presencia de oquedades, contribuyen a una alta

permeabilidad y conductividad hidráulica, lo cual facilita la entrada de contaminantes y su rápida propagación.

Se sabe que el acuífero es kárstico, producto de ello son los cenotes, las cuevas secas e inundadas, tan particulares de la región. Algunos de los factores que favorecen los procesos de karstificación son el clima, la hidrología, la tectónica y la configuración estratigráfica vinculada a la sedimentología regional. Reflejo de lo anterior, son las cuevas inundadas que han sido exploradas y registradas como las más largas del mundo en la zona Norte de Quintana Roo y especialmente en la zona conocida como la Riviera Maya (QRSS, 2009). En la Península de Yucatán se registran importantes atributos geológicos que afectan la hidrología de la región. Dentro de estas estructuras se encuentran, la zona de fracturas de Holbox con una distribución Norte - Sur a lo largo de 100 Km de la Península, la Sierrita de Ticul en la zona central Oeste, la falla del Río Hondo en la zona Sur-este y el Anillo de Cenotes en la zona Noroeste (Perry et al., 2002).

El tipo de porosidad que presenta es alta, derivada ésta de la propia matriz de roca (porosidad intergranular), las fallas y fracturas y los conductos cársticos. La funcionalidad hidrológica de cada una de estas estructuras es diferencial, en el caso de la matriz de roca, su principal función es disminuir la velocidad de flujo del almacenamiento, mientras que, en los conductos, es el transporte de agua a mayor velocidad, en grandes volúmenes y a grandes distancias. Estas estructuras, tienen una función ecológica, hidrológica muy importante, puesto que funcionan como un sistema que interconecta las zonas de recarga tierra adentro en las selvas, con las zonas costeras (humedales) y marinas (Arrecife Mesoamericano), a través de los sistemas subterráneos y los sitios de descargas o manantiales. Conocer la heterogeneidad tanto horizontal, como vertical del acuífero, permitirá contar con elementos más apropiados para un manejo integral del agua en la Península de Yucatán.

Uno de los grandes retos para el manejo del agua a escala local en zonas kársticas es la carencia de información a más completa sobre la ubicación de las principales estructuras cársticas. En este sentido, la geofísica aerotransportada puede tener un gran potencial para generar dicha información en grandes extensiones de terreno o en sitios de difícil acceso donde los métodos tradicionales no se pueden aplicar; proporcionando datos de gran importancia para integrar en los modelos geohidrológicos de sitios cársticos.

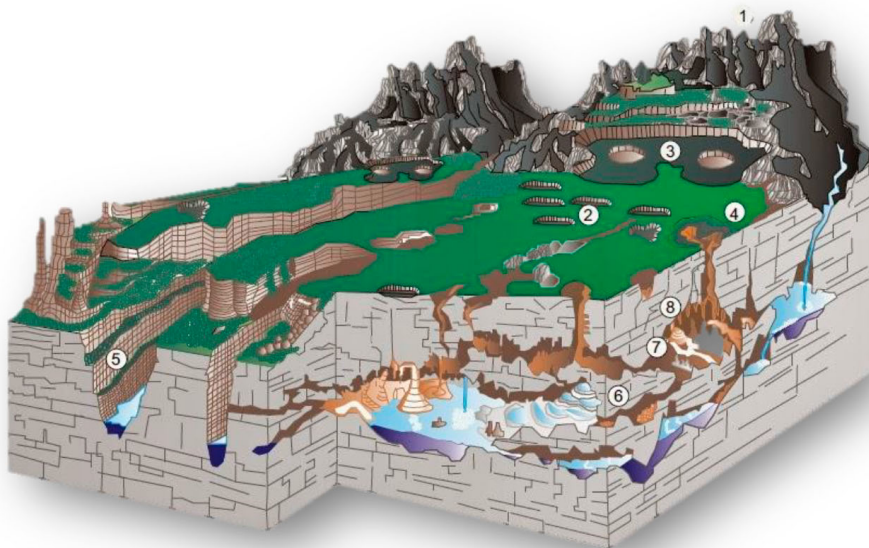


Figura 14. Modelo de un acuífero kárstico. 1.-Lapiaz, 2.- Dolina, 3.- Polje con sumidero, 4.-Sima, 5.-Cañon, 6.-Gours, 7.-Estalactita, 8.- Estalagmita. Fuente: Mateos y González (2009)³⁰.

Figura 57. Modelo de un acuífero kárstico.

La importancia de la protección y conservación de estas formaciones geológicas y su hidrodinámica, estriba en que el acuífero es extremadamente vulnerable a la contaminación y es prácticamente la única fuente de agua para todos los usos, por lo que el asegurar la cantidad y calidad del agua, es vital para sustentar el desarrollo en el corto, mediano y largo plazo. En este sentido, el conocer la estructura cárstica y dinámica del acuífero en esta zona, donde el flujo subterráneo se encuentra conectado directa o indirectamente con lagunas de aguas marinas interiores y el mar; permitirá valorar los efectos subsecuentemente al medio marino, por agentes contaminantes de las actividades en tierra; lo cual constituye una amenaza a la sustentabilidad de la actividad turística de la región.

En Quintana Roo, existen tres acuíferos, que por el origen geológico de la Península, son del tipo kársticos, sin embargo, para fines prácticos y administrativos, la CONAGUA los ha considerado como uno sólo, del cual se extrae el 100% de agua subterránea para todos los usos. De acuerdo con Antigüedad et al., (2007) los acuíferos kársticos muestran singularidades que les diferencian del resto de acuíferos en su exploración, explotación y gestión. Presentan, por una parte, características comunes a las redes hidrográficas, tales como: drenaje organizado en conductos y, por otra, características propias de los acuíferos porosos, por ejemplo: una matriz rocosa la cual puede tener cierta porosidad primaria, o secundaria por fracturación o incipiente karstificación. En este sentido, presentan a la vez una función transmisiva (capacidad para el paso del agua) en los conductos que gobiernan el flujo del recurso hídrico, y una función capacitiva (capacidad para contener el agua) en los bloques que a gobierna el almacenamiento de las reservas. Además, señala que la característica principal de los acuíferos kársticos, es su heterogeneidad organizada, es decir, los huecos que la disolución de la roca va originando, y el propio flujo que condiciona la disolución, se van jerarquizando desde arriba (la superficie del terreno), donde se produce la recarga, hacia abajo, donde se produce la descarga, dando una estructura de drenaje (Figura 14).

La superficie del municipio se encuentra constituida por la Unidad Geohidrológica denominada material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero. De acuerdo con el Estudio Geohidrológico realizado para el Estado de Quintana Roo por el INEGI, esta unidad es la que se encuentra más ampliamente distribuida, y está constituida por rocas carbonatadas calizas de textura mudstone, wackstone, packstone y grainstone; en estratos delgados, gruesos y masivos, e intercalaciones de horizontes y lengüetas arcillosas en estratificación cruzada. En esta unidad se han desarrollado cavernas por disolución y como consecuencia, la permeabilidad secundaria es alta. Tales condiciones, hacen posible el desarrollo del acuífero libre de donde se extrae el agua para abastecer el municipio, y que como ya se mencionó, la recarga se lleva a cabo por infiltración directa del agua de lluvia.

Un estudio realizado en la ciudad de Playa del Carmen, señala que la geología subterránea de acuífero, considerando desde la superficie del terreno hasta una profundidad de 200 metros, puede dividirse en tres capas de resistividad cuyas características se presentan en el siguiente cuadro.

Además de la diferenciación de capas descrita en el cuadro anterior, se encontró que el nivel del agua subterránea varía entre 4 y 8 metros bajo el nivel del terreno, mientras que el espesor del acuífero de agua dulce es de alrededor de 20 metros, aumentando a más de 40 metros hacia el interior de la parte continental del municipio.

Capas de resistividad	Características
U1	Abarca desde la superficie del terreno hasta una profundidad de entre 20 y 25 metros, se encuentra compuesta por calizas de arrecife y arenisca calcárea, presentando formación abundante de fracturas y cavidades. Esta capa constituye el acuífero de agua dulce
U2	Esta capa posee un espesor de aproximadamente 50 metros y se encuentra compuesta por calizas, fracturas abundantes y cavidades producidas por un alto desarrollo kárstico, cuya resistividad es inferior a los 4 Ω m. Las fracturas y cavidades se encuentran saturadas con agua de mar, razón por la cual se considera que representa el acuífero de agua de mar.
U3	Esta capa está compuesta de calizas o calizas lodosas con resistividad de 4 a 100 Ω m. Las capas de baja resistividad (4-25 Ω m), varían de lugar en lugar y consisten en una alternancia entre calizas duras y fracturadas. Mientras que la capa de alta resistividad (más de 25 Ω m) no presenta mucho desarrollo kárstico y se encuentra compuesta principalmente de calizas lodosas algo duras y se distribuye desde los 60 hasta los 110 m en el área.

Tabla 58. Capas de resistividad en el municipio.

En cuanto a la dirección del flujo de agua subterránea de la Península de Yucatán, existen diversas posturas y propuestas para su modelación y entendimiento, pasando por las más generalistas y sencillas hasta aquellas que se enfocan en los rasgos geomorfológicos particulares como fallas y fracturas. Sin embargo, la mayoría de estas propuestas o abstracciones del funcionamiento del acuífero coinciden, a groso modo, en que el flujo de agua dominante se lleva a cabo del centro de la Península hacia la costa.

Granell y Gález (2002) mencionan que la velocidad del flujo en la zona de agua dulce en diversos estudios de la Riviera Maya es de 0.021 cm/s, en una dirección Oeste a Este rumbo al litoral. Ordoñez et al., (2010), señala que el flujo de descarga subterránea se mantiene perpendicular en dirección hacia la costa. Así también, menciona que a partir de algunos datos piezométricos, se ha obtenido un gradiente hidráulico de 3.9 cm/km. Este valor indica una superficie freática prácticamente horizontal. Por otra parte, el mismo autor señala que en las inmediaciones a la costa, el flujo subterráneo costero es muy complejo, incluso con entrada y salida de agua dulce y salada simultáneamente, que mantienen corrientes en diferente dirección e intensidad. Mientras que el volumen de agua dulce y salina somero fluye hacia la costa, existe una contracorriente de agua salina que entra hacia el interior de la Península. Incluso en algunos cenotes localizados en la Riviera Maya, tales como: Carwash y Mayan Blue, se ha determinado una velocidad de flujo de 1 – 3 cm/s, dato que refiere un bajo gradiente hidráulico en la zona.

Por otra parte, trabajos como el de Chavert, (2009) focalizan la importancia de las formaciones kársticas y condiciones geohidrológicas de la Península de Yucatán en el flujo subterráneo del acuífero, concluyendo que dichas formaciones tienden a modificar los patrones de flujo subterráneo, evidenciando con ello, la complejidad del mismo (Figura 16a y Figura 16b).

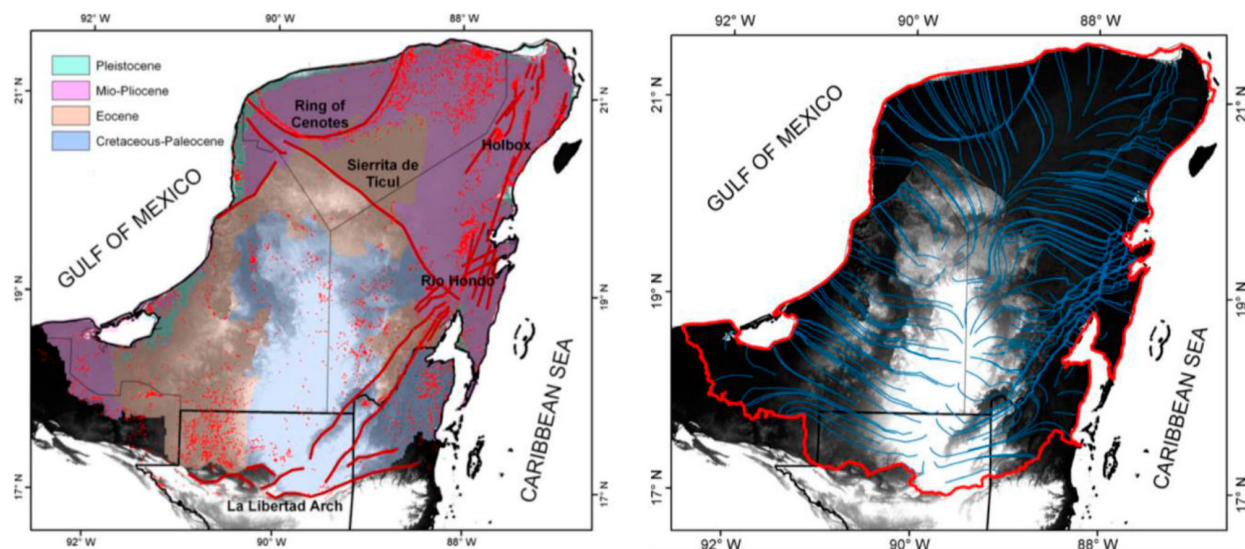


Figura 16a. Formaciones, fallas y fracturas de la Península de Yucatán que condicionan el flujo hidrológico. Fuente: Bauer et al., (2010)³⁶

Figura 16b. Modelo del flujo hidrológico de la Península de Yucatán. Fuente: Bauer et al., (2010) con base en el trabajo de Chavert (2009).

Figura 58. Formaciones, fallas y fracturas que condicionan el flujo hidrológico y modelo del flujo hidrológico.

Existen otros modelos que describen el funcionamiento del flujo hidrológico en el acuífero de la Península de Yucatán, y que reflejan un comportamiento similar al descrito por Chavert (2009), los cuales han sido logrados a partir de grupos de trabajo y talleres con expertos, académicos, colaboradores científicos, sociedad civil y autoridades locales. Como ejemplo claro se encuentra el modelo generado en el taller: Construyendo las Bases Para la Conservación del Agua y su Biodiversidad Asociada en la Península de Yucatán". 10 y 11 de noviembre 2003, Cancún Quintana Roo, Organizado por Amigos de Sian Ka'an, The Nature Conservancy y la Comisión de Áreas Naturales Protegidas.

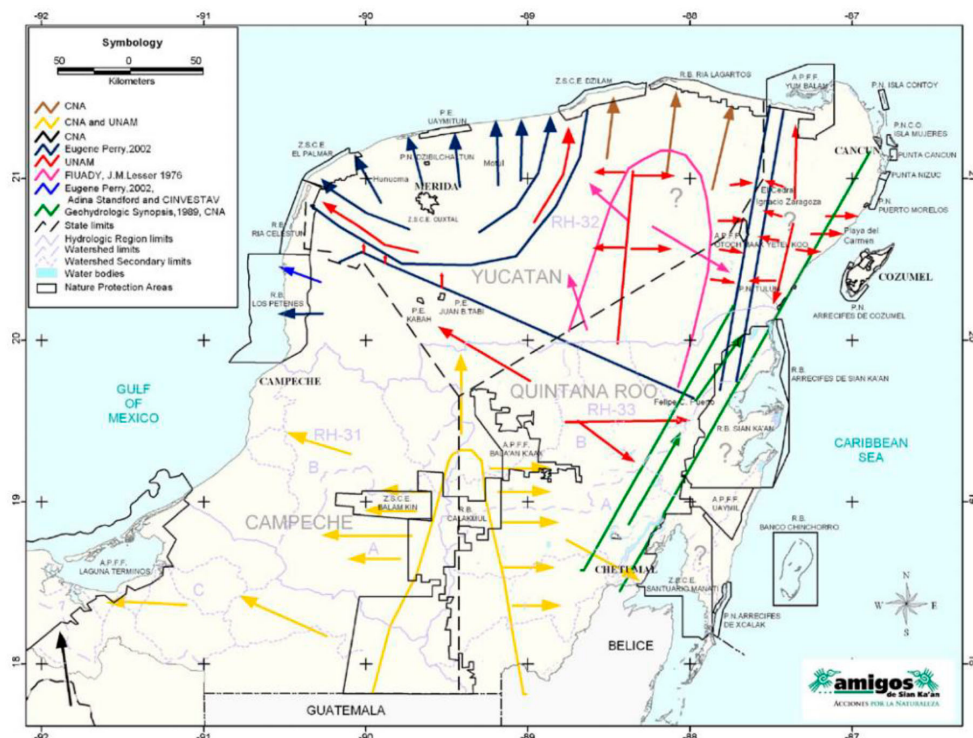


Figura 59. Modelo de flujo hidrológico consensuado de la Península de Yucatán. Fuente: ASK (2003).

Balance hídrico

El estudio del balance hídrico en hidrología se basa en la aplicación del principio de conservación de masas, también conocido como ecuación de la continuidad. Estas establecen que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier periodo de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada (Sokolov y Chapman, 1981).

La ecuación del balance hídrico, para cualquier zona o cuenca natural o cualquier masa de agua, indica los valores relativos de entrada y salida de flujo y la variación del volumen de agua almacenada en la zona o masa de agua. En general, las entradas en la ecuación del balance hídrico comprenden la precipitación (lluvia o nieve), realmente recibida en la superficie del suelo, y las aguas superficiales y subterráneas recibida dentro de la cuenca o masa de agua desde fuera. Las salidas en la ecuación incluyen la evaporación desde la superficie de la masa de agua y la salida de corrientes de agua superficial y subterránea desde la cuenca o masa de agua considerada.

Ordoñez (2011) menciona que aunque la ecuación es muy simple, la cuantificación de sus términos es normalmente complicada por la falta de medidas directas y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (en acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en la cuenca. Así mismo, afirma de manera general que, del agua que cae en un determinado sitio (precipitación), parte vuelve a la atmosfera ya sea por evaporación directa o transpiración vegetal (evapotranspiración), y otra parte escurre por la superficie de la cuenca (escorrentía superficial).

Ahora bien, para el balance de aguas subterráneas del acuífero Península de Yucatán estimado por la CONAGUA (2009), este se realizó considerando que al no existir información para calcular las salidas horizontales, el valor de cambio de almacenamiento es nulo, pudiéndolo despejar así de la formula indicada por la NOM -011-CONAGUA-200041.

$$\text{Recarga Total (suma de entradas)} = \text{Cambio de almacenamiento de la unidad hidrológica} + \text{Descarga total (suma de salidas)}$$

Por lo tanto:

$$\text{Recarga total} \approx \text{Descarga total}$$

Bajo este contexto, se estima entonces que el acuífero cuenta con una recarga total media anual en un orden de 21,830.40 mm³/año. Así también, un volumen de descarga de 14,542.2 mm³/año (este flujo comprende las descargas naturales hacia el mar y la salida por flujo subterráneo), y 1,512 mm³ al año que corresponden al volumen concesionado de aguas subterráneas según los datos proporcionados por el REPDA (Registro Público de Derecho de Agua). Por lo anterior, se deduce entonces que la disponibilidad de aguas subterráneas en el acuífero denominado Península de Yucatán es de 5, 759. 22 mm³/año.

Durante el estudio realizado por el IMTA (Op. Cit.), para el rastreo de contaminantes en las aguas subterráneas; se determinó el balance hidrológico subterráneo en una superficie de 268.71 km²; sin embargo, en él no se considera despreciable el cambio de almacenamiento del acuífero, al contrario, la estimación de otras variables que posteriormente se mencionarán, tiene como objetivo el cálculo de dicho valor. De este modo, tal estudio proporciona un panorama aproximado y en cierta medida más particular, acerca del dinamismo hidrológico subterráneo que se presenta en el municipio.

En principio, se consideraron como entradas a la suma de las siguientes variables: Recarga natural vertical (Rv), Entrada por flujo subterránea horizontal (Eh), Recarga fluvial (Rf). Así mismo, las salidas a la suma de: Evapotranspiración (ETR) y la Salida por flujo subterráneo horizontal (Sh). De lo anterior, se define entonces la siguiente ecuación para el balance hidrológico:

$$\text{Cambio de almacenamiento} = Rv + Eh + Rf - ETR - Sh$$

Donde cambio de almacenamiento es definido a su vez mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta VS = A_B * h_N * S$$

Donde

AB= área de balance geohidrológico

hN= evolución de nivel estático promedio

S= coeficiente de almacenamiento.

El valor del cambio de almacenamiento, se determinó previamente de manera alterna en base a los valores señalados en el siguiente cuadro, para posteriormente corroborar su veracidad con el valor obtenido a través de la ecuación del balance hidrológico antes citada.

Evolución (m)	Evol. Promedio (m)	Área (km²)	S	ΔVS (Hm³/año)
0.82 α 0.60	0.044	7.5	0.04	0.16
0.60 α 0.50	0.02	4.5	0.04	0.04
0.50 α 0.43	0.014	32.4	0.04	0.22
0.43 α 0.20	0.046	12.5	0.04	0.28
0.20 α 0	0.04	4.9	0.04	0.09
TOTAL (cambio de almacenamiento)				0.79

Tabla 59. Datos de la evolución del nivel estático relativa al periodo julio a noviembre de 2013.

Evapotranspiración

La lámina de evapotranspiración real, se determinó a través de la ecuación empírica de Turc, considerando valores medios anuales de temperatura y precipitación de 25.11 °C y 1, 281.11 mm, mismos que previamente fueron calculados a partir de la ecuación de Thiessen:

$$ETR_{(mm)} = \frac{P_{(mm)}}{\sqrt{0.90 + \left(\frac{P_{(mm)}^2}{L^2}\right)}}$$

Donde:

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

Sustituyendo los valores en ambas ecuaciones, se obtiene un valor para la lámina de evapotranspiración real (ETR) igual a 254.46 hm³ al año, en un área de 268.71 km².

Recarga vertical natural

Este valor corresponde básicamente a la infiltración de agua de lluvia, y fue determinado a partir de la siguiente ecuación:

$$Infiltración = precipitación - evapotranspiración - escurrimiento$$

Donde el volumen de precipitación promedio anual en el área de estudio, fue de aproximadamente 344.25 hm³ al año. Mientras que la lámina de evapotranspiración real fue de 254.46 hm³/año.

Por otro lado, para determinar el coeficiente de escurrimiento (Ce) se utilizó el método empírico precipitación-escurrimiento, señalado por la NOM-011-CONAGUA-200:

$$Ce = K(P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$$

Dicho valor, se determina según la formula anterior, en función del parámetro K que depende del tipo y uso de suelo. En este sentido, se consideró un valor de K= 0.17, que corresponde a suelos permeables y uso de suelo tipo bosque. De este modo y sustituyendo los valores de la ecuación con los datos

anteriormente obtenidos, se obtuvo un coeficiente de escurrimiento igual a 0.101. Por último, se procedió a la sustitución de valores para determinar el volumen de infiltración, teniendo como resultado un total de 89.69 hm³/año.

Flujo subterráneo horizontal

Para la estimación de este valor se aplicaron las ecuaciones de Darcy y de continuidad: $Q = TiB$

Q= gasto de los canales de flujo

B= ancho de los canales de flujo

i= gradiente hidráulico horizontal, definido como $i = (h_2 - h_1)/L$

$h_2 - h_1$ = pérdida de carga

L= distancia mínima entre equipotenciales sucesivas

T= transmisividad

En el siguiente cuadro se presenta el valor de cada uno de las variables anteriormente enlistadas, las cuales representan las características geométricas e hidráulicas de un canal de flujo definido por los autores del estudio.

Canal	L (m)	B(m)	h(m)	Gradiente	Transmisividad (m ² /s)	Caudal (m ³ /s)
E	18,224.30	1,502.55	20	0.001097436	7.40E-03	0.012

Tabla 60. Características geométricas e hidráulicas del canal de flujo

Por lo tanto, el valor de la entrada por flujo horizontal (Eh) es de 0.38 hm³ al año.

Recarga fluvial (Rf)

La recarga fluvial representa únicamente la infiltración de agua a través de la red hidrográfica de la región y como tal, constituye la incógnita de la ecuación de balance. Es evidente que la recarga fluvial está en función principalmente del volumen de la precipitación. Por tanto, su valor se obtiene despejando la variable que lo representa en la ecuación de balance definida anteriormente:

$$Rf = ETR + Sh - Rv - Eh + \Delta V(S)$$

Sustituyendo los valores en hm³:

$$Rf = 254.46 + 0.02 - 89.69 - 0.38 + 0.79$$

$$Rf = 165.20 \text{ hm}^3/\text{año}$$

Balance de aguas subterráneas

Una vez obtenido cada uno de los valores de las variables que integran la ecuación de balance, se procede a sustituirlos en esta misma:

VARIABLES DE LA ECUACIÓN	RESULTADO (hm ³ /año)
Recarga vertical (Rv)	89.69
Entrada por flujo subterráneo horizontal (Eh)	0.38
Recarga fluvial (Rf)	165.20
Total	255.27
Evapotranspiración (ETR)	254.46
Salida por flujo subterráneo horizontal (Sh)	0.02
Tota	254.48
Cambio de almacenamiento (ΔVS)	0.79

Tabla 61. Resultados de los componentes del balance hídrico subterránea en el área de estudio.

$$\begin{aligned} \Delta VS &= Rv + Eh + Rf - ETR - Sh \\ 0.79 &= 89.69 + 0.38 + 165.20 - 254.46 - 0.02 \\ 0.79 &= 0.79 \end{aligned}$$

Sustituyendo los valores de la ecuación, se observa que el cambio de almacenamiento previamente calculado utilizando las variaciones de almacenamiento en el periodo julio-noviembre de 2013, es igual al resultado obtenido al desarrollar la ecuación de balance.

Es importante mencionar que de los resultados indicados en el cuadro anterior, los valores de entradas y salidas por flujo subterráneo horizontal y el cambio de almacenamiento, son mínimos, al punto de considerarse despreciable su valor; y que en general, al sumar los volúmenes de entradas y salidas, estos son muy similares. Estas observaciones, concuerda con las aseveraciones realizadas en el Estudio general para el acuífero Península de Yucatán realizado por la CONAGUA anteriormente citado, en donde asumen que al no existir salidas por flujos subterráneos, el cambio de almacenamiento de la unidad hidrológica es considerado como nulo, y que por tanto, los valores correspondientes a las entradas y salidas son iguales.

DISPONIBILIDAD DE AGUA SUPERFICIAL (CUERPOS DE AGUA NATURALES Y ARTIFICIALES)

En el municipio, como en gran parte de la Península de Yucatán no existen corrientes de agua superficiales de consideración, sin embargo, su naturaleza kárstica permite la generación de depresiones y formaciones como poljes, uvalas, dolinas, cenotes, rejolladas, donde sobresale el manto acuífero o en su defecto se llegan a formar pequeños cuerpos lagunares o zonas de inundación (Fragoso et al., 2014). Es posible diferenciar dichas depresiones kársticas de acuerdo con su forma y tamaño, de tal manera que las dolinas son depresiones cerradas simples circulares o elípticas; se considera que las uvalas por su parte tienen forma irregular o alargada y los poljes son depresiones kársticas de gran tamaño, mayores a 1 km² (Freluh, 2003; Ford y Williams, 2007).

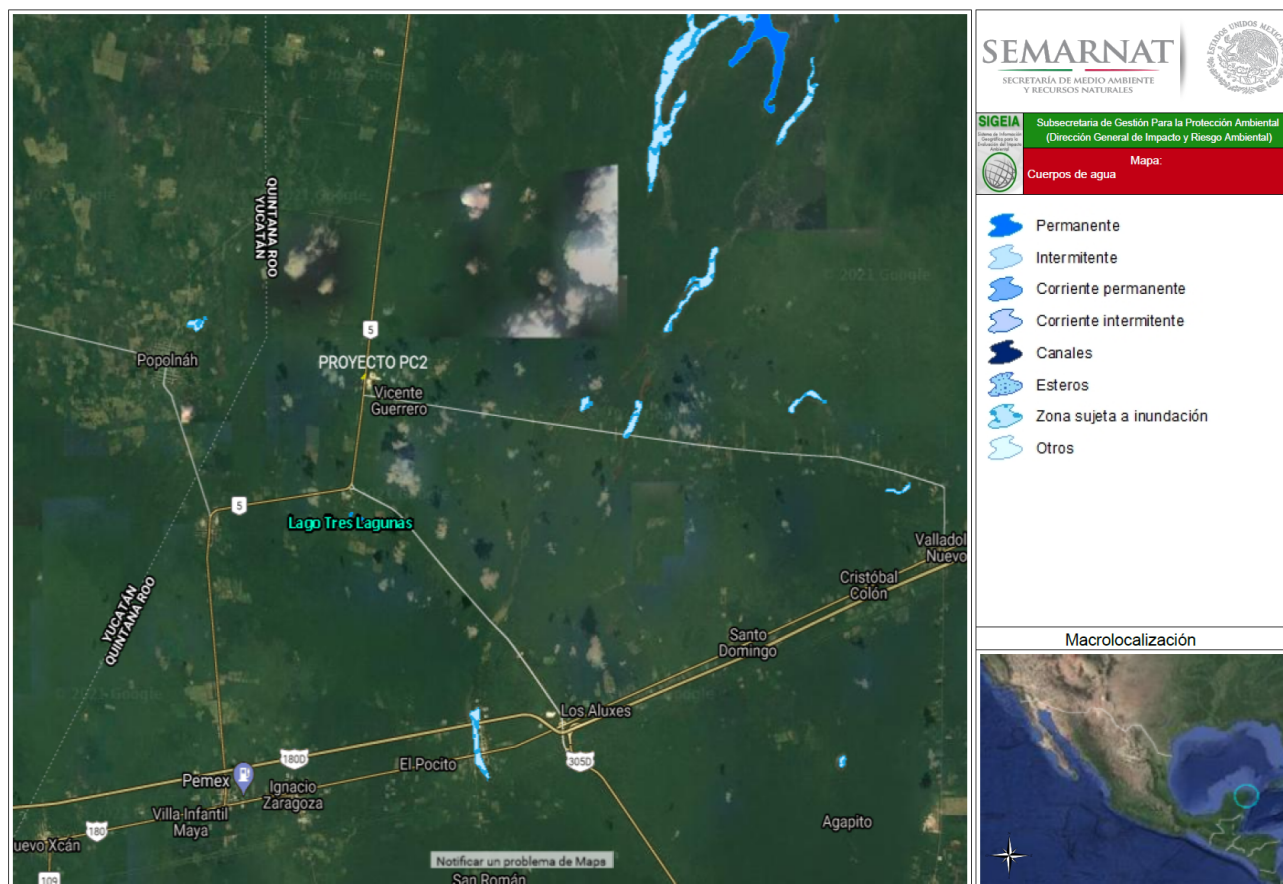


Figura 60. Cuerpos de agua presentes en la zona del proyecto.

En el territorio municipal además de presentarse formaciones kársticas de tipo cenotes y rejolladas, se presentan cuevas inundadas, las cuales llegan a constituir ríos subterráneos. Actualmente no se cuenta con una cartografía total de los mismos en todo el municipio.

Calidad del agua

Como se menciona en apartados previos, las condiciones hidrogeológicas del acuífero sobre el que se encuentra el municipio (acuífero Península de Yucatán), propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno cárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes subsuelo y su rápida propagación en el acuífero.

Ahora bien, independientemente de los factores de origen antropogénico que intervienen o definen la calidad del agua en ciertas zonas del Estado de Quintana Roo, la calidad hídrica del acuífero Península de Yucatán presenta por si sola notables diferencias, las cuales están relacionadas más bien con la composición geoquímica del material que constituye el acuífero, el comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, la permanencia del agua en la matriz que la contiene, profundidad, así como la exposición eventual del agua subterránea en cenotes. Por tanto, naturalmente en el acuífero se distinguen 4 “familias de agua” que se caracterizan cada una de acuerdo a su dureza (cantidad de sales disueltas), estas son: cálcico bicarbonatadas en las zonas preferiblemente calcáreas, cálcico sulfatadas en las dominancias de evaporitas y yesos, y sódico cloruradas en las cercanías de la costa (Figura 22). De la figura anterior, se aprecian también las zonas o unidades geohidrológicas que integran el acuífero Península de Yucatán, las cuales fueron diferenciadas de acuerdo al origen y composición geológicas de las rocas que lo conforman, dando por consiguiente diferentes tipos de aguas; no obstante, se considera que en general la calidad del agua en cualquier región es buena. Para el caso que nos ocupa, es decir, el Municipio, en este convergen dos zonas geohidrológicas (Figura 23) mismas que de acuerdo con el INEGI se describen a continuación:

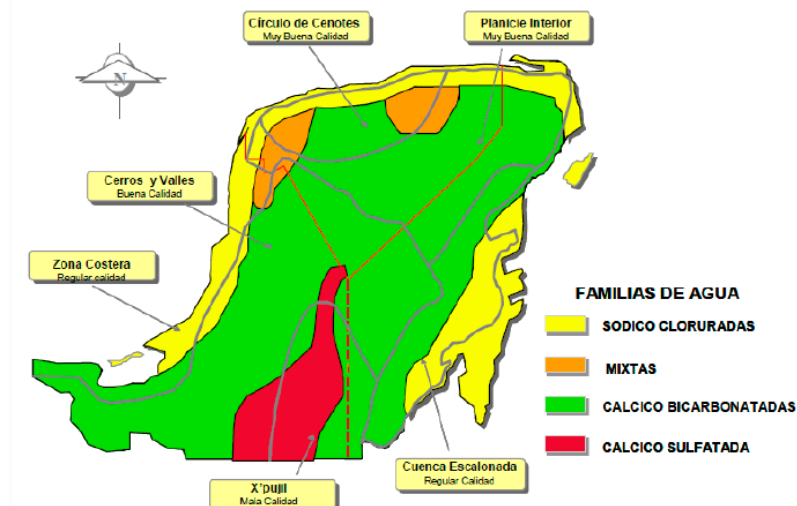


Figura 61. Familias de aguas del acuífero Península de Yucatán. Fuente: CONAGUA.

Planicie interior: las rocas que lo conforman son calizas de origen marino pertenecientes a la formación Felipe Carrillo Puerto de edad Mioceno Superior-Plioceno, también se encuentran rocas del terciario superior. El agua tiene buena, excepto en las cercanías con la costa donde los sólidos totales rebasan en ocasiones las 4, 000 ppm; la familia de agua predominantes es cálcica bicarbonatada-magnésica.

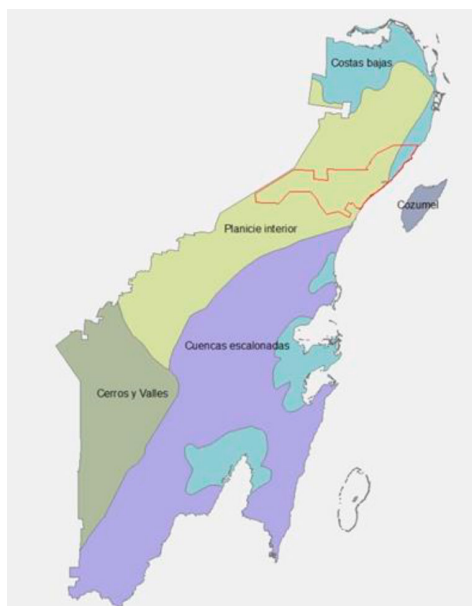


Figura 62. Zonas geohidrológicas de Quintana Roo.

Zona costera o costas bajas: está compuesta por calizas del Mioceno, Terciario Superior y del Cuaternario, e incluye depósitos recientes sin consolidar como: arenas de playa, arcillas turbas y calizas de moluscos. Las familias de agua predominantes son las: sódico cloruradas y sódico clorurada-sulfatada. La calidad del agua en esta zona es la más crítica, ya que la alta permeabilidad de las calizas, la poca altitud y el delgado espesor del lente de agua dulce por encima del nivel del mar, da como resultado que forme un lente muy delgado sobreyacente a la interface salina, aumentando así el riesgo por contaminación debido al aumento en la concentración de cloruros.

En otros trabajos acerca de la calidad del agua en la región, como el realizado por Martínez, et al. (2011), donde se definió un polígono de estudio delimitado por las ciudades de Cancún, Tulum, Coba y Nuevo Xcan, los autores mencionan algunas conclusiones y observaciones respecto a la calidad del agua subterránea. Por un lado, señalan que el agua de menor calidad se encontró al Sureste del área de estudio, donde es probable que el acuífero tiende a ser más estático a lo largo de la costa de Playa del Carmen a Tulum, y en los primeros 20-40 km cercanos a la costa; donde se observa que del centro de población de Playa del Carmen a Tulum, la familia de aguas preponderante son las sódico cloruradas. Otro dato que se menciona, es la elevada concentración de nutrimentos en el agua subterránea que se extrae de las inmediaciones de Cancún y Playa del Carmen, la cual posiblemente sea producto del manejo inadecuado de residuos sólidos municipales e inyección directa de aguas negras a través de las fosas sépticas.

En razón de lo anterior, los principales problemas de calidad del acuífero en el municipio de origen antropogénico, tienen que ver principalmente con el mal manejo de aguas residuales, tales como: falta y deterioro de infraestructura para su tratamiento y manejo, así como el descontrolado uso de cenotes como fuentes ornamentales de agua y de recreación. Asimismo, la disposición inadecuada de residuos sólidos es otro de las causas de deterioro de la calidad hídrica subterránea, que si bien, ya se encuentra operando el relleno sanitario del municipio, aún persiste dicho problema en zonas no contempladas en el servicio de recolección. Además, habrá que monitorear con frecuencia la zona de influencia del relleno sanitario, ya que aunque de cierto modo el problema de residuos sólidos ahora se concentre en un solo sitio, también hay que considerar que el volumen de estos mismos y de lixiviados ha aumentado e incide en mayor magnitud en un solo punto del territorio municipal, poniendo en entredicho si el diseño y condiciones estructurales del relleno sanitario son las adecuadas para evitar futuros problemas relacionados con la fuga y difusión de lixiviados al subsuelo. Aunque en términos generales la calidad del agua del acuífero sobre el que se encuentra la mayor parte del territorio del municipio es calificada como muy buena, esta va disminuyendo considerablemente conforme se avanza a la porción costera con dirección Sureste, y donde la familia de agua predominante son las sódico cloruradas.

Identificación de zonas de recarga

Las zonas de recarga (o área de recarga) según el INEGI, son las partes de la cuenca hidrográfica en las cuales, por las condiciones climatológicas, geológicas y topográficas, parte de las precipitaciones se infiltran en el suelo, llegando a recargar los acuíferos en las partes más bajas de la cuenca. De tal manera que la determinación de las zonas de recarga debe considerar las condiciones de permeabilidad y pendiente del terreno además del efecto de la cobertura vegetal (evapotranspiración), entre otros parámetros.

En razón de lo anterior, existen diversos métodos y aproximaciones para la determinación de las zonas potenciales de recarga para el acuífero y en la siguiente figura se presentan dos estimaciones de zonas de recarga potencial para el Estado de Quintana Roo y Península de Yucatán respectivamente.

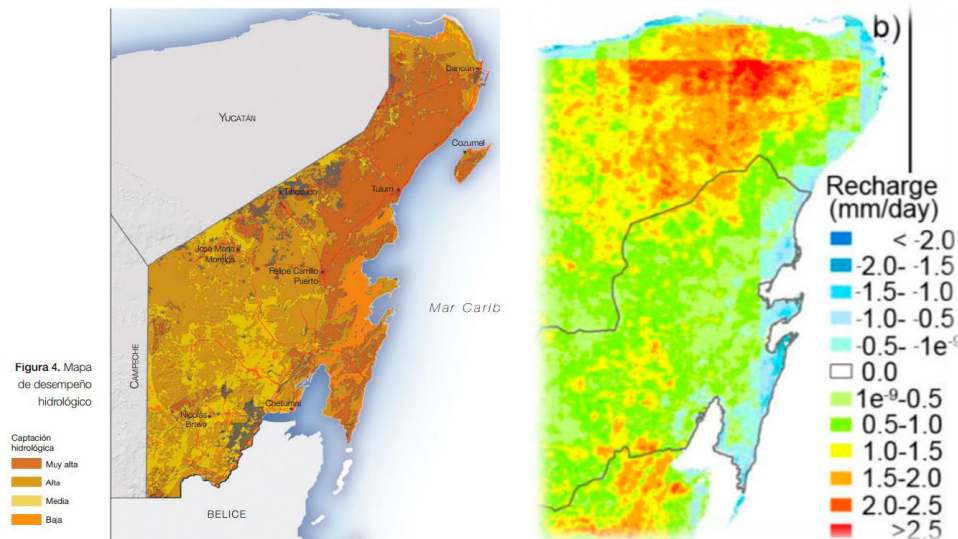


Figura 63. A) Zonas de recarga potencial del acuífero. Fuente: Hesselbach et al., (2009). B) Zonas de recarga potencial del acuífero. Fuente Bauer (Op. Cit)

ASPECTOS BIÓTICOS.
VEGETACIÓN TERRESTRE (MACRO)

Descripción de la vegetación a nivel macro.

De acuerdo al SIGEIA, en el sitio del proyecto se observa el siguiente tipo de vegetación:

Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	Tipo de información	Grupo de vegetación	Grupo de sistema agropecuario	Tipo de agricultura	Tipo de vegetación	Desarrollo de la vegetación	Fase de vegetación secundaria
TA	Agrícola-Pecuaria-Forestal	Agricultura de temporal	Agrícola	Agricultura de temporal	No aplicable	No aplicable	No aplicable
VSA/SMQ	Ecológica-Florística-Fisonómica	Selva perennifolia	No aplicable	No aplicable	Selva mediana subperennifolia	Secundario	Arbórea
Clave de fotointerpretación	Tipo de vegetación/ Vegetación Secundaria	Tipo de plantación	Tipo de cultivo 1	Componente vv	Descripción	Superficie de la geometría (m²)	Superficie de incidencia (m²)
TA	Agricultura de temporal anual	Ninguno	Anual	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	3006.336
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	No aplicable	No aplicable	PREDIO	PROYECTO PC2	9245.407	6,239.071

Tabla 62. Vegetación y uso de suelo en el sitio del proyecto.

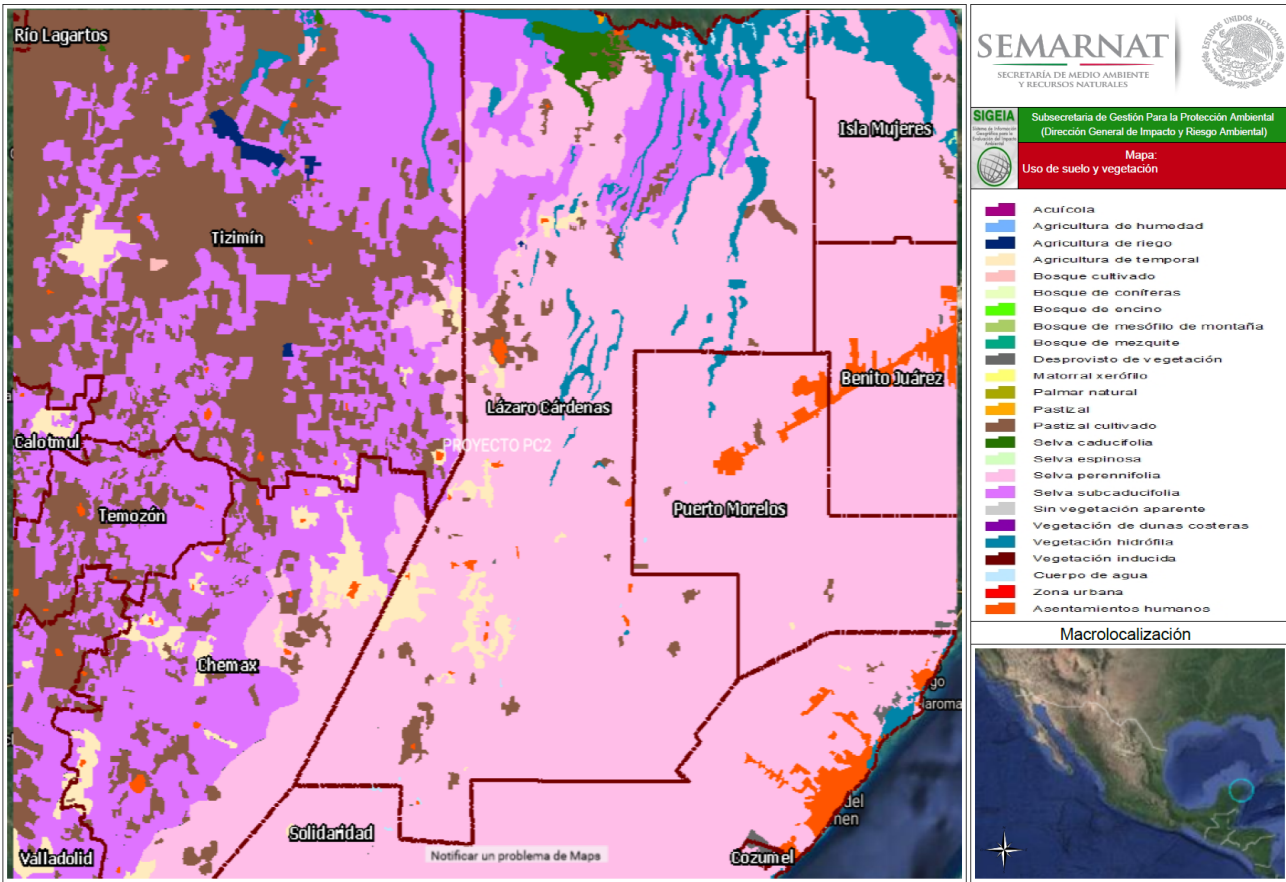


Figura 64. Mapa de uso de suelo y vegetación en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo (SIGEIA).

De acuerdo al SIGEIA el sitio del proyecto se encuentra en dos subtipos de vegetación Agricultura de temporal y Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, es importante mencionar que el predio del proyecto se encuentra dentro del ejido de Vicente Guerrero y este ha sido utilizado para la agricultura de

temporal anual, por lo que la vegetación nativa ya ha sido modificada, sin embargo, se realiza la descripción de la vegetación a nivel municipal.

La caracterización de la Riqueza Biológica de Quintana Roo, Un Análisis para su Conservación nos indica que un rasgo distintivo de Quintana Roo es su exuberante vegetación, propia de la región neotropical a la que pertenece el estado y de la provincia fisiográfica de la que forma parte, la número once, que corresponde a la Península de Yucatán.

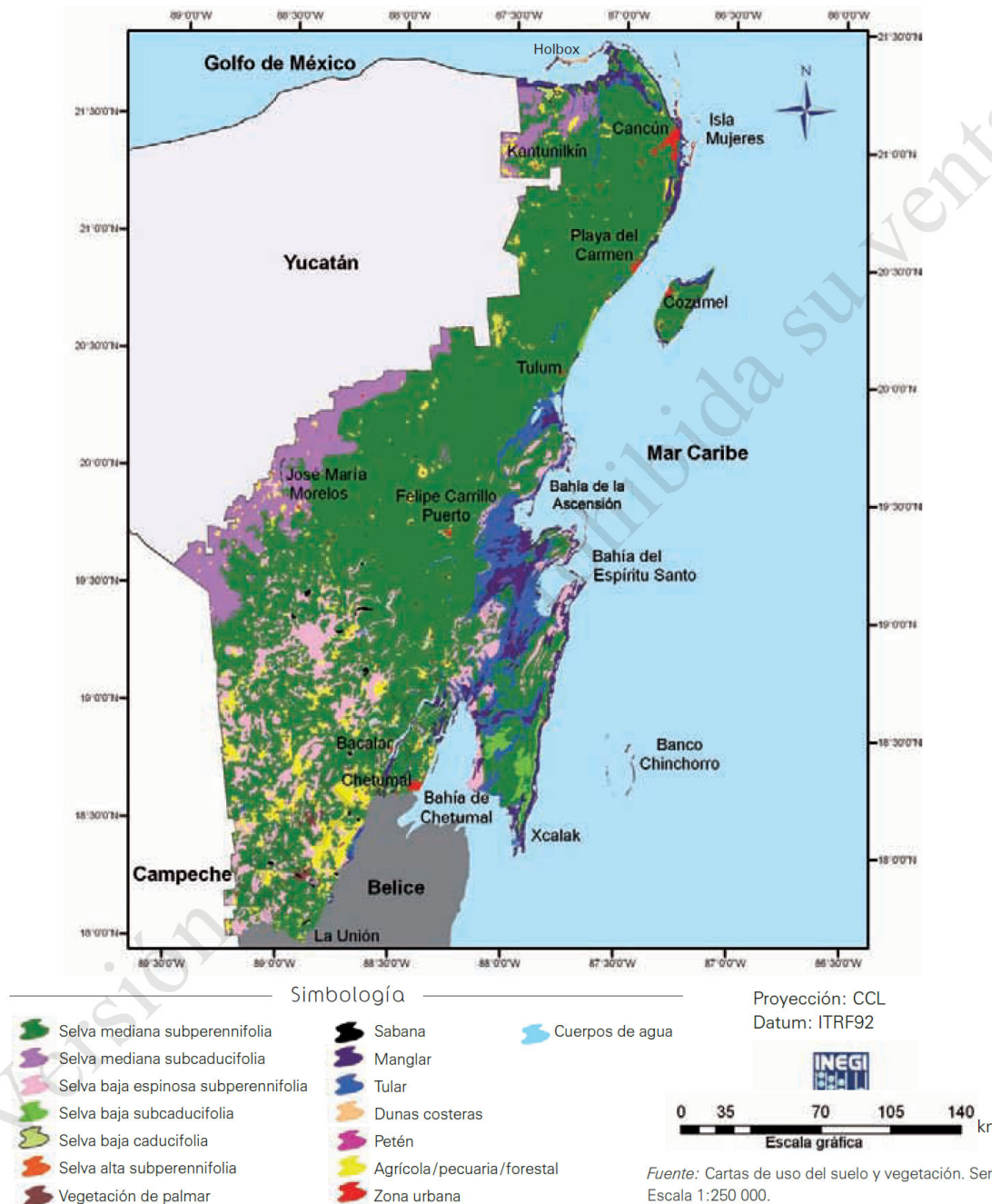


Figura 65. Tipos de vegetación presentes en el estado de Quintana Roo.

Se identifican doce comunidades vegetales en la entidad, su distribución está determinada por el clima, las características geológicas, los tipos de suelo, la topografía y la presencia del mar Caribe: 1. Selva alta subperennifolia, 2. Selva mediana subperennifolia, 3. Selva mediana subcaducifolia, 4. Selva baja espinosa subperennifolia, 5. Selva baja subcaducifolia, 6. Selva baja caducifolia, 7. Palmar, 8. Manglar, 9. Sabana, 10. Vegetación de dunas costeras, 11. Petén y 12. Tular

Las selvas están formadas por vegetación arbórea de origen tropical; reúnen un gran número de especies vegetales, muchas de ellas presentan contrafuertes o aletones, poseen bejucos, lianas y plantas epífitas. Las selvas se clasifican por su altura y por la caducidad de sus hojas en época de secas y, en segundo término, por su composición vegetal, ya que es muy compleja.

En Quintana Roo predomina la selva mediana subperennifolia donde se insertan el resto de las comunidades vegetales. En menor proporción existen el tular-saibal, el popal, tasistal y la sabana con pino caribeño. Cabe señalar que, como resultado de las actividades humanas, se han formado selvas secundarias que, al igual que los pastizales o palmares inducidos, no se consideran tipos de vegetación.

En el municipio de Lázaro Cárdenas se observa una vegetación de selva mediana subperennifolia. La selva mediana subperennifolia es la más extensa. Se distribuye de norte a sur y de este a oeste, en la porción oeste extrema colinda con la selva mediana subcaducifolia (figura 1). Otros tipos de vegetación se encuentran intercalados y dispersos a lo largo de esta selva. Los árboles de esta comunidad también tienen contrafuertes y poseen gran cantidad de epífitas y bejucos.

Selva mediana subperennifolia (SMQ)

Dentro del área de estudio este tipo de vegetación se desarrolla en la mayor parte del municipio, limitado por las comunidades de vegetación secundaria con agricultura nómada y Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia y carretera.

Entre las especies de mayor abundancia en el estrato arbóreo alto, se encuentran el Chechén negro (*Metopium brownei*), Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) y Chicozapote (*Manilkara zapota*); en el arbóreo medio son abundantes el Chacah (*Bursera simaruba*), Chac ni (*Calyptanthus pallens*) y el Habin (*Piscidia piscipula*) y en el sotobosque sobresale la presencia de la palma Chit (*Thrinax radiata*) en sitios próximos a la costa.

Altura y estratos

Los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 m, con troncos menos gruesos que los de la selva alta perennifolia, aun cuando se trata prácticamente de las mismas especies. También presenta tres rangos de altura (árboles de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 20 a 30 m). Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio.

Vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia (VA/SMQ y Va/SMQ)

Este tipo de vegetación se ha conformado principalmente por la recuperación de la Selva mediana subperennifolia a los incendios forestales que se han presentado en la zona y actividades que se asocian a desmontes antiguos con fines habitacionales o de posesión del terreno; así como a las diversas actividades que se desarrollan a los costados de la carretera. Entre las especies de mayor abundancia en el estrato arbóreo alto, predominan visiblemente el Chechén negro (*Metopium brownei*) y el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), en el estrato arbóreo bajo las especies más abundantes son el P'erezcutz (*Croton. niveus*), el Pechkitam (*Randia spp*) y *Psychotria nervosa*.

VEGETACIÓN TERRESTRE MICRO (PREDIO DEL PROYECTO).

El predio del proyecto se encuentra en el ejido de Vicente Guerrero, el predio fue utilizado con anterioridad para la agricultura de temporal, por lo que la vegetación nativa ya ha sido afectada. A continuación, se presenta un listado de la vegetación presente.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
ACANTHACEAE	<i>Elytraria bromoides</i>	Yaak' muuch	Hierba
ACANTHACEAE	<i>Henrya insularis</i>	Akan xiw / ak'ab xiw	Hierba
ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Cheechem / chechen	Arbol
APOCYNACEAE	<i>Urechites andrieuxii</i>	Biperol / contrahierba	Trepadora
APOCYNACEAE	<i>Cascabela gaumeri</i>	Ak'its	Arbusto
ARECACEAE	<i>Sabal japa*</i>	sak xa'an	Palma
ASCLEPIADACEAE	<i>Gonolobus barbatus</i>	K'umche' ak'	Trepadora
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	Maskab ch'ik bu'ul	Hierba
ASTERACEAE	<i>Erechtites hieracifolia</i>	Koh kab koh / diente de león	Hierba
ASTERACEAE	<i>Eupatorium leubicaule</i>	Sak xtok' aban	Arbusto

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
ASTERACEAE	<i>Melanthera nivea</i>	Top'lan xiix	
ASTERACEAE	<i>Porophyllum punctatum</i>	Peech' uk'il	Hierba
ASTERACEAE	<i>Viguiera dentata</i>	Tah / tajonal	Hierba
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Xbilin kook	Bejuco
BIGNONIACEAE	<i>Arrabidaea procumbens</i>	zoh baach / neh tolok	Bejuco
BIGNONIACEAE	<i>Cydista diversifolia</i>	Sooskil ak'	Bejuco
BIGNONIACEAE	<i>Cydista heterophylla</i>	Sak ak'	Bejuco
BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	Ek' k'iix	Bejuco
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	bojom	Arbol
BORAGINACEAE	<i>Ehretia tinifolia</i>	Beek / roble	Arbol
BORAGINACEAE	<i>Heliotropium procumbens</i>	Neh tucha / cola de mono	Hierba
BORAGINACEAE	<i>Heliotropium indicum</i>	Neh sina'an / cola de alacrán	Hierba
BORAGINACEAE	<i>Tounefortia volubilis</i>	Ya'ax anal ak'	Bejuco
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chakah / palo mulato	Arbol
BROMELIACEAE	<i>Bromelia pinguin</i>	Ts'ablay	Hierba
CARICACEAE	<i>Carica mexicana</i>	Puut ch'iich'	Hierba
CECROPIACEAE	<i>Cecropia obtusifolia</i>	K'oochle'	Arbol
CONNARACEAE	<i>Rourea glabra</i>	Wayum ak'	Bejuco
COCHLOSPERMACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Chum / ch'oy	Arbol
CYPERACEAE	<i>Scleria lithosperma</i>	ok nom	Pasto
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	Makal k'uuch ak'	Trepadora
EBENACEAE	<i>Diospyros albens</i>	Silil	Arbol
EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche'	Arbol
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha unibracteata</i>	Chilibtux	Arbusto
EUPHORBIACEAE	<i>Astrocasia tremula</i>	Kambal ikil che'	Arbusto
EUPHORBIACEAE	<i>Cnydoscolus multilobus</i>	Chay keh /chaya de monte	Hierba
EUPHORBIACEAE	<i>Croton flavens</i>	Xikin ch'amak / eek' balam	Hierba
EUPHORBIACEAE	<i>Dalechampia scandens</i>	Xmolkoh	Trepadora
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Kambal sak chakah	Hierba
EUPHORBIACEAE	<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hul im/xhul im	Arbusto
EUPHORBIACEAE	<i>Tragia yucatanensis</i>	P'op'ox / ortiga	Trepadora
FABACEAE	<i>Acacia angustifolia</i>	Xaax / chak waxim	Arbusto
FABACEAE	<i>Acacia cornigera</i>	Subin/cuernitos	Arbusto
FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Ts'ulubtok'	Arbusto
FABACEAE	<i>Bauhinia erythrocalyx</i>	Chan ts'ulubtok'	Arbusto
FABACEAE	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Chak ts'ulub tok'	Arbusto
FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche' / kitinchce'	Arbol
FABACEAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Pakum / xpakum	
FABACEAE	<i>Centrosema virginianum</i>	Ib beech'	Trepadora
FABACEAE	<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	Bejuco
FABACEAE	<i>Desmodium incanum</i>	Chak hul k'in	Hierba
FABACEAE	<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	Hierba
FABACEAE	<i>Desmodium procumbens</i>	Mehen bu'ul xiw	Hierba
FABACEAE	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	Ts'uts'uk / ruda de monte	Arbol
FABACEAE	<i>Galactica striata</i>	Xk'axab yuk	Trepadora
FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak ya'ab / madre cacao	Arbol
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	Arbusto
FABACEAE	<i>Lisyloma latisiliquum</i>	Tsalam	Arbol
FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'analsin	Arbol
FABACEAE	<i>Lonchocarpus xuul</i>	K'an xu'ul	Arbol
FABACEAE	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	Arbol
FABACEAE	<i>Macroptilium antropurpureum</i>	Bu'ul ch'o'	Bejuco
FABACEAE	<i>Mimosa sp.</i>	Chak moots	Arbusto
FABACEAE	<i>Mucuna pruriens</i>	Pica pica	Trepadora

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
FABACEAE	<i>Nissolia fruticosa</i>	K'an t'u'ul	Bejuco
FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Ha'abin	Arbol
FABACEAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Subin che'	Arbusto
FABACEAE	<i>Rhynchosia longeracemosa</i>	Xhulk'in	Trepadora
FABACEAE	<i>Senna racemosa</i>	K'an lool	Arbusto
FABACEAE	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox	Arbol
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia nítida</i>	iximche'	Arbol
HIPPOCRATEACEAE	<i>Hippocratea excelsa</i>	sakboob	Arbusto
LAURACEAE	<i>Nectandra coreacea</i>	Hobon che'/laurelillo	Arbusto
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia glandulosa</i>	Siipche	Arbusto
MALPIGHIACEAE	<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen ak'	Bejuco
MALVACEAE	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak miis	Hierba
MALVACEAE	<i>Malvaviscos arboreus</i>	Tulipán del monte	Arbusto
MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Hool / majagua	Arbusto
MALVACEAE	<i>Sida acuta</i>	chiichibeh	Hierba
MALVACEAE	<i>Sida spinosa</i>	Box chiichibeh	Hierba
MENISPERMACEAE	<i>Cisampelos pareira</i>	Petektun	Trepadora
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Koopo' / amate / alamo	Arbol
MORACEAE	<i>Ficus padifolia</i>	Hum ch'iich'	Arbol
MORACEAE	<i>Ficus yucatanensis</i>	Akum	Arbol
MYRSINACEAE	<i>Parathesis cubana</i>	Chamal che'	Arbusto
MYRTACEAE	<i>Eugenia capuli</i>	Sak loob	Arbol
MYRTACEAE	<i>Eugenia standleyana</i>	Sak ok loob	Arbol
MYRTACEAE	<i>Myrciaria fragans</i>	Xokocha'an/guayabillo	Arbol
NICTAGYNACEAE	<i>Neae psycchotrioides</i>	Xtahts'i/pinta uñas	Arbol
NICTAGYNACEAE	<i>Pisonia aculeata</i>	Be'eb	Bejuco
POACEAE	<i>Pennisetum purpureum</i>	Sak su'uk / taiwan	Pasto
POACEAE	<i>Eleusine indica</i>	Yok maas	Pasto
POACEAE	<i>Lasciasis divaricata</i>	Siit	Bambú
POACEAE	<i>Panicum maximum</i>	guinea	Pasto
POACEAE	<i>Paspalum nutatum</i>	Nok'ol su'uk	Pasto
POACEAE	<i>Paspalum virgatum</i>	Chak top' su'uk	Pasto
POACEAE	<i>Schizachyrium microtachyum</i>	Neh mula / cola de mula	Pasto
POACEAE	<i>Sorghun halepense</i>	Zacate jhonson	Pasto
POACEAE	<i>Urochloa fasciculata</i>	K'anchim	Pasto
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	boob	Arbol
RHAMNACEAE	<i>Goiania lupuloides</i>	Sakan ak'	Bejuco
RUBIACEAE	<i>Borreria verticallata</i>	Nih so'o'ts'	Hierba
RUBIACEAE	<i>Chioccoca alba</i>	Kanchakche'	Arbusto
RUBIACEAE	<i>Chioccoca coriacea</i>	ya'ax kanchak che'	Arbusto
RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	tastaab /xtastaab	Arbol
RUBIACEAE	<i>Guettarda elypticum</i>	Kib che'	Arbusto
RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i>	Xk'anan	Hierba
RUBIACEAE	<i>Morinda yucatanenses</i>	Piña kan	Bejuco
RUBIACEAE	<i>Psysochotria nervosa</i>	Ya'ax k'anan	Arbusto
RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i>	Pechkitam	Arbusto
SAPINDACEAE	<i>Allophyllus cominia</i>	Ich baach	Arbusto
SAPINDACEAE	<i>Paulinia cururu</i>	Ch'em ak'	Bejuco
SAPINDACEAE	<i>Touinia paucidentata</i>	K'anchunub	Arbol
SAPINDACEAE	<i>Serjania adiantoides</i>	P'ak ak'	Bejuco
SMILACACEAE	<i>Smilax mollis</i>	Kohkeh / ts'ay keh	Bejuco
SOLANACEAE	<i>Solanum umbellatum</i>	Ukuch	Hierba
STERCULIACEAE	<i>Byttneria aculeata</i>	Ya'ax k'iix	Trepadora
STERCULIACEAE	<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	Hierba

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA
STERCULIACEAE	<i>Helicteres barwensis</i>	Suput	Arbusto
TILIACEAE	<i>Corchorus siliquosus</i>	Sak chichibeh	Hierba
ULMACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy	Arbol
VERBENACEAE	<i>Calycarpa acuminata</i>	Xpukim	Arbusto
VERBENACEAE	<i>Duranta repens</i>	K'ampok'olche'	Arbusto
VERBENACEAE	<i>Lantana cámara</i>	Ich ch'o' / pet k'in	Arbusto
VERBENACEAE	<i>Petrea volúbilis*</i>	Op' tzimin	Bejuco
VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'a xnik	Arbol
VIOLACEAE	<i>Hybanthus yucatanensis</i>	Sak bakekan	Arbol
VITACEAE	<i>Cissus gossypifolia</i>	Taab kaanil	Trepadora
VITACEAE	<i>Cissus trifolia</i>	Bolontibi'	Trepadora

Tabla 63. Listado de la vegetación observada en el predio del proyecto.

En el predio no se observaron ejemplares catalogados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

METODOLOGÍA PARA IDENTIFICACIÓN DE FLORA Y FAUNA.

El estudio de la flora en el área de influencia del proyecto se inicia con la descripción de cada una de las Unidades de vegetación reconocidas. Seguidamente, se clasifica taxonómicamente y cuantifica las especies de flora por cada Unidad de vegetación. Para realizar el análisis de la diversidad biológica de la flora observada en el sitio se realizó mediante el Método Cualitativo de muestreo, se seleccionó este método ya que la flora del sitio ya fue afectada.

El procedimiento para la identificación de la flora se describe a continuación.

- Identificación de especies mediante un inventario.
- Comparación de especies encontradas con la NOM-059-SEMARNAT-2010 para identificar especies protegidas.
- Finalmente se determina la ausencia o presencia de Áreas Naturales Protegidas.

Criterios para la evaluación de la flora en el área de influencia del proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCION
Presencia y distribución	Presencia de especies en el área de estudio. Número y distribución de especies en área de influencia del proyecto.
Conservación	Estado de conservación de las especies de flora.
Protección	Especies protegidas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010
Tamaño del predio	Se consideró la superficie del predio
Ubicación del sitio	Se encuentra dentro de un ejido

Tabla 64. Criterios para la evaluación de la flora en el área de influencia del proyecto.

Metodología Cualitativa: La metodología empleada para el registro cualitativo de la flora fue el de Observación e Identificación en campo de las especies de flora dentro del área de estudio del proyecto. La identificación hasta el nivel de especie se realizó a través de la definición de las características morfológicas macroscópicas de hojas, tallos, flores y frutos de las especies detectadas. Las especies que no se llegaron a identificar en campo, fueron fotografiadas en sus características morfológicas para ser identificadas en Gabinete empleando los registros de Flora para el estado de Yucatán, Etnoflora Yucatanense, Lista florística y sinonimia maya (Victoria Sosa, J. Salvador Flores, V. Rico-Gray, Rafael Lira, J.J. Ortiz) mayo 1985.

Para caracterizar la cobertura vegetal del sitio del proyecto se realizaron seis transectos de intersección en línea de 50m para el componente herbáceo y arbustivo.

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo y los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

CUADRO DE CONSTRUCCION SITIOS DE MUESTREO HIERBAS Y ARBUSTOS								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X) NORTE (Y)		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
1	INICIO	T1	447,772.2940	2,321,120.1942	-0°10'48.000529"	0.99963371	20°59'23.910348" N	87°30'8.982335" W
2	FINAL	50.000	447,766.8042	2,321,070.4965	-0°10'48.053463"	0.99963371	20°59'22.293264" N	87°30'9.167069" W
3	INICIO	T2	447,767.2296	2,321,062.7986	-0°10'48.045834"	0.99963371	20°59'22.042917" N	87°30'9.151495" W
4	FINAL	50.000	447,761.7399	2,321,013.1009	-0°10'48.098765"	0.99963372	20°59'20.425833" N	87°30'9.336227" W
5	INICIO	T3	447,766.0373	2,321,002.7623	-0°10'48.042293"	0.99963372	20°59'20.089987" N	87°30'9.186258" W
6	FINAL	50.000	447,716.4062	2,321,008.8244	-0°10'48.659865"	0.99963378	20°59'20.282096" N	87°30'10.905902" W
7	INICIO	T4	447,711.5931	2,321,009.7820	-0°10'48.719868"	0.99963379	20°59'20.312751" N	87°30'11.072708" W
8	FINAL	50.000	447,661.9620	2,321,015.8442	-0°10'49.337444"	0.99963385	20°59'20.504855" N	87°30'12.792354" W
9	INICIO	T5	447,696.7669	2,321,038.6870	-0°10'48.912640"	0.99963381	20°59'21.251428" N	87°30'11.589369" W
10	FINAL	50.000	447,746.3204	2,321,032.0204	-0°10'48.295837"	0.99963374	20°59'21.039652" N	87°30'9.872341" W
11	INICIO	T6	447,741.0666	2,321,045.5262	-0°10'48.365142"	0.99963375	20°59'21.478419" N	87°30'10.055779" W
12	FINAL	50.000	447,746.5564	2,321,095.2239	-0°10'48.312216"	0.99963374	20°59'23.095503" N	87°30'9.871049" W

Tabla 65. Coordenadas de los Transectos de intersección de hierbas y arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

A continuación, se presentan los resultados del estrato herbáceo.

TRANSECTO 1					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Mucuna pruriens</i>	Pica pica	0	30	30	60
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	220	230	10	40
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	270	340	70	60
<i>Ipomoea crinalyx</i>	Is akil	340	390	50	110
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	400	430	30	60
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	430	460	30	40
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	460	510	50	100
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	500	680	180	170
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	670	700	30	60
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	700	830	130	110
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	820	860	40	70
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	860	950	90	115
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	930	1000	70	120
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1000	1060	60	80
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	1070	1190	120	165
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1150	1180	30	40
<i>Ipomoea crinalyx</i>	Is akil	1200	1220	20	30
<i>Ipomoea crinalyx</i>	Is akil	1230	1270	40	65
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1330	1350	20	20
<i>Arrabidaea floribunda</i>	Bilimkok	1440	1500	60	110
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1500	1560	60	80
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1570	1600	30	75
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	1600	1670	70	85
<i>Serjania adiantoides</i>	Pak'ak	1670	1700	30	165
<i>Pisonia aculeata</i>	Beeb	1710	1820	110	210
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1820	1850	30	40
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1870	1935	65	75
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	1910	2070	160	60
<i>Melanthera nivea</i>	Top'lan'xix	2060	2140	80	95

TRANSECTO 1					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	2120	2160	40	65
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	2190	2250	60	65
<i>Cydista diversifolia</i>	Soskil'ak	2440	2560	120	75
<i>Allophyllus cominia</i>	Ich bach	2560	2580	20	45
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	2580	2610	30	60
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	2620	2680	60	50
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	2700	2735	35	45
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	2800	2885	85	160
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2820	2890	70	95
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	3000	3030	30	25
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3070	3220	150	120
<i>Arrabidaea procumbens</i>	Zo bach	3210	3260	50	80
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	3200	3400	200	150
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	3360	3450	90	85
<i>Arrabidaea procumbens</i>	Zo bach	3340	3430	90	65
<i>Cydista heterophylla</i>	Sak'ak	3460	3530	70	95
<i>Desmodium procumbens</i>	Mehen bul xiw	3500	3540	40	55
<i>Melanthera nivea</i>	Top'lan'xix	3520	3600	80	110
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3590	3650	60	110
<i>Melanthera nivea</i>	Top'lan'xix	3660	3690	30	30
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3700	3800	100	95
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3800	3900	100	95
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	3800	3920	120	100
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3900	4000	100	75
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	3900	3990	90	210
<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	4000	4090	90	95
<i>Paulinia cururu</i>	Chem'ak	4100	4180	80	75
<i>Arrabidaea floribunda</i>	Bilimkok	4140	4230	90	85
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	4190	4280	90	140
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	4290	4550	260	130
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	4380	4500	120	245
<i>Serjania adiantoides</i>	Pak'ak	4340	4350	10	145
<i>Melanthera nivea</i>	Top'lan'xix	4550	4640	90	145
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	4600	5000	400	500
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	4720	4760	40	35
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	4790	4820	30	35
<i>Melanthera nivea</i>	Top'lan'xix	4800	5000	200	155
<i>Ipomoea crinalyx</i>	Is akil	4930	5000	70	100

Tabla 66. Resultados del Transecto de intersección 1 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 2					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	0	20	20	40
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	30	100	70	110
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	100	370	270	285
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	380	680	300	500
<i>Arrabidaea floribunda</i>	Bilimkok	540	580	40	65
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	640	690	50	60
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	670	800	130	245
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	780	800	20	60
<i>Serjania adiantoides</i>	Pak'ak	860	880	20	40
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	900	1000	100	120
<i>Serjania adiantoides</i>	Pak'ak	1000	1100	100	80

TRANSECTO 2					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	1020	1060	40	75
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1040	1140	100	110
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	1070	1100	30	75
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1110	1300	190	360
<i>Ipomoea crinicalyx</i>	Is akil	1210	1240	30	50
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	1240	1270	30	105
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1310	1480	170	215
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1370	1460	90	220
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	1480	1605	125	175
<i>Sida spinosa</i>	Box malva	1540	1570	30	35
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1600	2000	400	600
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	1850	1900	50	30
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	1960	1980	20	40
<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	2010	2060	50	55
<i>Nissolia fruticosa</i>	Kantul	2070	2130	60	85
<i>Dalechampia scandens</i>	Molkoh	2110	2140	30	35
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	2120	2330	210	185
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	2180	2230	50	130
<i>Psychotria nervosa</i>	Ya'ax kanan	2280	2320	40	30
<i>Macroptilium antropurpureum</i>	Bul cho	2340	2400	60	140
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	2440	2530	90	65
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2630	2780	150	135
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	2590	2750	160	145
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	2780	3000	220	205
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	3000	3040	40	35
<i>Tragia yucatanensis</i>	P'op'ox	3050	3090	40	35
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	3110	3220	110	105
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	3200	3300	100	85
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	3200	3330	130	135
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3460	3550	90	120
<i>Pisonia aculeata</i>	Beeb	3580	3630	50	160
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3780	3860	80	120
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	4000	4080	80	45
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	4070	4130	60	80
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	4140	4190	50	50
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	4160	4190	30	30
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	4280	4390	110	85
<i>Paulinia cururu</i>	Chem'ak	4500	4600	100	120
<i>Cydista potosina</i>	Ekix	4690	4730	40	85
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	4760	4830	70	95
<i>Smilax mollis</i>	Kokeh	4790	4850	60	110
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	4900	5000	100	140

Tabla 67. Resultados del Transecto de intersección 2 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 3					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	0	100	100	165
<i>Dalechampia scandens</i>	Molkoh	0	50	50	50
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	100	200	100	135
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	230	310	80	85
<i>Eleusine indica</i>	Yok mas	300	360	60	60
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	340	420	80	65
<i>Eleusine indica</i>	Yok mas	410	480	70	64
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	510	630	120	65
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	570	640	70	85
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	630	650	20	15
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	700	740	40	55
<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	770	810	40	35
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	890	960	70	45
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	990	1060	70	165
<i>Paulinia cururu</i>	Chem'ak	1060	1080	20	45
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1190	1280	90	85
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1320	1410	90	65
<i>Eleusine indica</i>	Yok mas	1560	1610	50	45
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	1600	1660	60	50
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	1840	1880	40	45
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	1860	1980	120	85
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1980	2000	20	60
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	2100	2220	120	155
<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	2240	2340	100	85
<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	2250	2410	160	95
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	2370	2670	300	185
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	2390	2450	60	55
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	2450	2530	80	115
<i>Borreria verticillata</i>	Ni sots	2650	2680	30	25
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	2660	2760	100	65
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2780	2840	60	40
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	2850	2960	110	155
<i>Borreria verticillata</i>	Ni sots	2980	3050	70	55
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3100	3200	100	75
<i>Borreria verticillata</i>	Ni sots	3140	3190	50	60
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3190	3360	170	400
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3410	3500	90	85
<i>Desmodium incanum</i>	Chak ulkin	3800	3860	60	60
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	4520	4580	60	55
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	4680	4730	50	85
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	4810	4860	50	35
<i>Acacia sp.</i>	Chak mots	4900	4960	60	65
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	4900	5000	100	140

Tabla 68. Resultados del Transecto de intersección 3 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 4					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Arrabidaea procumbens</i>	Zo bach	0	100	100	40
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	140	230	90	100
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	270	310	40	65
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	450	540	90	125
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	660	750	90	105
<i>Desmodium incanum</i>	Chak ulkin	750	780	30	40
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	800	890	90	75
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	970	1180	210	210
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1180	1200	20	175
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1210	1280	70	115
<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	1280	1300	20	40
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	1290	1320	30	20
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	1380	1480	100	110
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	1510	1610	100	100
<i>Scleria lithosperma</i>	Ok nom	1600	1630	30	40
<i>Scleria lithosperma</i>	Ok nom	1660	1690	30	35
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1760	1820	60	35
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	1780	1840	60	55
<i>Morinda yucatanensis</i>	Piña kan	1850	1880	30	15
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1930	2020	90	65
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	2000	2100	100	45
<i>Bidens pilosa</i>	Makal kuch'ak	2060	2130	70	55
<i>Desmodium incanum</i>	Chak ulkin	2140	2200	60	50
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2250	2320	70	70
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2380	2450	70	95
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2560	2630	70	55
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	2600	2660	60	35
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2660	2770	110	95
<i>Morinda yucatanensis</i>	Piña kan	2750	2780	30	25
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2900	3000	100	65
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	3020	3040	20	45
<i>Cydista diversifolia</i>	Soskil'ak	3120	3160	40	45
<i>Cydista potosina</i>	Ekix	3180	3210	30	30
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	3240	3290	50	60
<i>Cydista diversifolia</i>	Soskil'ak	3310	3340	30	30
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	3340	3390	50	45
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	3400	3430	30	45
<i>Nissolia fruticosa</i>	Kantul	3420	3470	50	80
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3510	3580	70	60
<i>Scleria lithosperma</i>	Ok nom	3590	3630	40	25
<i>Scleria lithosperma</i>	Ok nom	3640	3680	40	40
<i>Morinda yucatanensis</i>	Piña kan	3680	3710	30	30
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3660	3820	160	135
<i>Nissolia fruticosa</i>	Kantul	3720	3760	40	40
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3870	3970	100	90
<i>Cydista diversifolia</i>	Soskil'ak	4070	4120	50	120
<i>Cissampelos pareira</i>	Petektun	4210	4290	80	60
<i>Pisonia aculeata</i>	Beeb	4300	4400	100	95
<i>Pisonia aculeata</i>	Beeb	4340	4410	70	90
<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	Chaya	4500	4540	40	30
<i>Corchorus siliquosus</i>	Sak chichibej	4630	4710	80	60
<i>Pisonia aculeata</i>	Beeb	4660	4760	100	135
<i>Corchorus siliquosus</i>	Sak chichibej	4780	4890	110	95

TRANSECTO 4					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Dalechampia scandens</i>	Molkoh	4900	4930	30	50
<i>Corchorus siliquosus</i>	Sak chichibej	4960	5000	40	90

Tabla 69. Resultados del Transecto de intersección 4 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 5					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	0	60	60	40
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	70	100	30	45
<i>Urechites andrieuxii</i>	Biperol	100	120	20	20
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	120	180	60	60
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	330	360	30	40
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	370	440	70	105
<i>Morinda yucatanensis</i>	Piña kan	460	510	50	65
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	520	760	240	225
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	760	780	20	35
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	800	860	60	200
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1070	1320	250	350
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1480	1540	60	95
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1570	1730	160	145
<i>Arrabidaea procumbens</i>	Zo bach	1760	1840	80	68
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	1800	1880	80	120
<i>Hamelia patens</i>	Xkanan	1950	2030	80	145
<i>Centrosema virginianum</i>	lb bech	2060	2130	70	115
<i>Cydista potosina</i>	Ekix	2260	2380	120	95
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	2400	2650	250	215
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	2700	2790	90	130
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	2900	3010	110	110
<i>Cydista potosina</i>	Ekix	3260	3300	40	65
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	4130	4200	70	40
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	4200	4270	70	55
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	4400	4540	140	55
<i>Corchorus siliquosus</i>	Sak chichibej	4560	4620	60	45
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	4650	4720	70	120
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	4750	4820	70	105
<i>Corchorus siliquosus</i>	Sak chichibej	4760	4840	80	85
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	4870	4910	40	75
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	4900	5000	100	95

Tabla 70. Resultados del Transecto de intersección 5 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 6					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	0	80	80	60
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	100	140	40	85
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	160	180	20	45
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	200	220	20	95
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	245	255	10	25
<i>Ipomoea crinicalyx</i>	Is akil	270	350	80	175
<i>Ipomoea crinicalyx</i>	Is akil	275	285	10	145
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	290	330	40	125
<i>Arrabidaea floribunda</i>	Bilimkok	460	485	25	105
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	375	520	145	75
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	530	560	30	65
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	580	670	90	140

TRANSECTO 6					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Desmodium glabrum</i>	Bu'ul xiw	780	800	20	60
<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	860	880	20	40
<i>Nissolia fruticosa</i>	Kantul	1190	1280	90	100
<i>Dalechampia scandens</i>	Molkoh	1320	1410	90	75
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	1400	1460	60	90
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	1470	1510	40	85
<i>Macroptilium antropurpureum</i>	Bul cho	1600	1660	60	40
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	1670	1730	60	95
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	1760	1810	50	60
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	2250	2350	100	105
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	2420	2480	60	60
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	2400	2650	250	3
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	2700	2790	90	80
<i>Heteropterys laurifolia</i>	Pepen'ak	2800	2885	85	55
<i>Abutilon trisulcatum</i>	Sak mis	2900	2970	70	85
<i>Tragia yucatanensis</i>	P'op'ox	3000	3030	30	30
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	3010	3095	85	45
<i>Galactia striata</i>	Kaxabyuk	3070	3220	150	125
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	3120	3140	20	95
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3220	3270	50	350
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	3200	3400	200	65
<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	3360	3450	90	45
<i>Walteria americana</i>	Sak xiw	3420	3470	50	41
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	3510	3580	70	155
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	3590	3630	40	140
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3640	3680	40	75
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3680	3710	30	80
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3660	3820	160	45
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3720	3760	40	60
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3750	3850	100	110
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3870	3970	100	55
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	3990	4030	40	50
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	4160	4180	20	85
<i>Digitaria bicornis</i>	Pakabkeh	4210	4250	40	60
<i>Smilax mollis</i>	Kokeh	4300	4420	120	125
<i>Panicum maximum</i>	Guinea	4560	4610	50	85
<i>Justicia carthagenensis</i>	Yak much	4660	4690	30	45
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	4700	4780	80	65
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	4785	4900	115	85
<i>Dalbergia glabra</i>	Sitsmuk	4870	4880	10	125
<i>Sorghun halepense</i>	Zacate johnson	4715	4860	145	125
<i>Desmodium incanum</i>	Chak ulkin	4935	4940	5	125
<i>Viguiera dentata</i>	Tahonal	4970	5000	30	85

Tabla 71. Resultados del Transecto de intersección 6 de hierbas, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Los resultados se analizaron para determinar el valor de importancia ecológica y el índice de diversidad del estrato herbáceo, obteniendo los siguientes resultados:

VALOR DE IMPORTANCIA								
NOMBRE CIENTIFICO	Indice de Densidad	Dens. Relativa	Intercepción (cms)	Indice de Cob. Lineal	Cob. Relativa	Frecuencia Ponderada	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Viguiera dentata</i>	0.5078	30.3%	8770	0.2923	37.1%	0.3974	14.0%	81.45%
<i>Galactia striata</i>	0.1372	8.2%	1380	0.0460	5.8%	0.1684	5.9%	19.96%
<i>Panicum maximum</i>	0.0897	5.4%	2180	0.0727	9.2%	0.1404	4.9%	19.53%
<i>Dalbergia glabra</i>	0.0712	4.3%	1530	0.0510	6.5%	0.1708	6.0%	16.74%
<i>Sorghum halepense</i>	0.0480	2.9%	1330	0.0443	5.6%	0.0720	2.5%	11.03%
<i>Desmodium glabrum</i>	0.0679	4.1%	320	0.0107	1.4%	0.1357	4.8%	10.18%
<i>Morinda yucatanensis</i>	0.0518	3.1%	140	0.0047	0.6%	0.1554	5.5%	9.15%
<i>Abutilon trisulcatum</i>	0.0645	3.9%	425	0.0142	1.8%	0.0968	3.4%	9.06%
<i>Walteria americana</i>	0.0469	2.8%	510	0.0170	2.2%	0.1005	3.5%	8.50%
<i>Heteropterys laurifolia</i>	0.0345	2.1%	890	0.0297	3.8%	0.0723	2.5%	8.37%
<i>Digitaria bicornis</i>	0.0354	2.1%	920	0.0307	3.9%	0.0425	1.5%	7.50%
<i>Ipomoea crinicalyx</i>	0.0335	2.0%	300	0.0100	1.3%	0.0717	2.5%	5.79%
<i>Dalechampia scandens</i>	0.0273	1.6%	200	0.0067	0.8%	0.0819	2.9%	5.36%
<i>Scleria lithosperma</i>	0.0395	2.4%	140	0.0047	0.6%	0.0593	2.1%	5.04%
<i>Cydista potosina</i>	0.0237	1.4%	230	0.0077	1.0%	0.0710	2.5%	4.89%
<i>Melanthera nivea</i>	0.0221	1.3%	480	0.0160	2.0%	0.0398	1.4%	4.75%
<i>Cydista diversifolia</i>	0.0257	1.5%	240	0.0080	1.0%	0.0579	2.0%	4.59%
<i>Desmodium incanum</i>	0.0232	1.4%	155	0.0052	0.7%	0.0697	2.5%	4.49%
<i>Arrabidaea procumbens</i>	0.0225	1.3%	320	0.0107	1.4%	0.0507	1.8%	4.48%
<i>Corchorus siliquosus</i>	0.0241	1.4%	370	0.0123	1.6%	0.0289	1.0%	4.02%
<i>Borreria verticillata</i>	0.0249	1.5%	150	0.0050	0.6%	0.0499	1.8%	3.88%
<i>Nissolia fruticosa</i>	0.0198	1.2%	240	0.0080	1.0%	0.0444	1.6%	3.76%
<i>Tragia yucatanensis</i>	0.0206	1.2%	70	0.0023	0.3%	0.0619	2.2%	3.71%
<i>Pisonia aculeata</i>	0.0134	0.8%	430	0.0143	1.8%	0.0240	0.8%	3.46%
<i>Serjania adiantoides</i>	0.0168	1.0%	160	0.0053	0.7%	0.0505	1.8%	3.46%
<i>Arrabidaea floribunda</i>	0.0153	0.9%	215	0.0072	0.9%	0.0458	1.6%	3.43%
<i>Paulinia cururu</i>	0.0146	0.9%	200	0.0067	0.8%	0.0439	1.5%	3.27%
<i>Hamelia patens</i>	0.0141	0.8%	190	0.0063	0.8%	0.0424	1.5%	3.14%

VALOR DE IMPORTANCIA								
NOMBRE CIENTIFICO	Indice de Densidad	Dens. Relativa	Intercepción (cms)	Indice de Cob. Lineal	Cob. Relativa	Frecuencia Ponderada	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Eleusine indica</i>	0.0182	1.1%	180	0.0060	0.8%	0.0363	1.3%	3.13%
<i>Urechites andrieuxii</i>	0.0167	1.0%	20	0.0007	0.1%	0.0500	1.8%	2.84%
<i>Macroptilium antropurpureum</i>	0.0107	0.6%	120	0.0040	0.5%	0.0321	1.1%	2.28%
<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	0.0111	0.7%	40	0.0013	0.2%	0.0333	1.2%	2.01%
<i>Psychotria nervosa</i>	0.0111	0.7%	40	0.0013	0.2%	0.0333	1.2%	2.01%
<i>Smilax mollis</i>	0.0057	0.3%	180	0.0060	0.8%	0.0171	0.6%	1.70%
<i>Sida spinosa</i>	0.0095	0.6%	30	0.0010	0.1%	0.0286	1.0%	1.70%
<i>Justicia carthagenensis</i>	0.0074	0.4%	30	0.0010	0.1%	0.0222	0.8%	1.35%
<i>Allophyllus cominia</i>	0.0074	0.4%	20	0.0007	0.1%	0.0222	0.8%	1.31%
<i>Bidens pilosa</i>	0.0061	0.4%	70	0.0023	0.3%	0.0182	0.6%	1.30%
<i>Cissampelos pareira</i>	0.0056	0.3%	80	0.0027	0.3%	0.0167	0.6%	1.26%
<i>Desmodium procumbens</i>	0.0061	0.4%	40	0.0013	0.2%	0.0182	0.6%	1.17%
<i>Piscidia piscipula</i>	0.0056	0.3%	50	0.0017	0.2%	0.0167	0.6%	1.13%
<i>Acacia sp.</i>	0.0051	0.3%	60	0.0020	0.3%	0.0154	0.5%	1.10%
<i>Mucuna pruriens</i>	0.0056	0.3%	30	0.0010	0.1%	0.0167	0.6%	1.05%
<i>Cydista heterophylla</i>	0.0035	0.2%	70	0.0023	0.3%	0.0105	0.4%	0.88%
<i>Centrosema virginianum</i>	0.0029	0.2%	70	0.0023	0.3%	0.0087	0.3%	0.78%
	1.6740	100%		0.7872	100%	2.8421	100%	

Tabla 72. Valor de importancia ecológica de las especies del estrato herbáceo en el predio del proyecto, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Puede verse que *Viguiera dentata* ocupa 81.45% de 300% posibles del valor de importancia ecológica en el estrato herbáceo, representando una planta dominante en el estrato, y que es indicadora de sucesión inicial en zonas perturbadas por actividades antrópicas, como la agricultura y por *Panicum maximum* pasto introducido para la ganadería; entre cinco especies representan 158.89%, lo que habla de una sucesión dominante de plantas anuales o bianuales características de zonas perturbadas.

Igualmente, se determinó el índice de diversidad de Shannon- Wiener del estrato herbáceo del predio del proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

Índices de Diversidad					
NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Abutilon trisulcatum</i>	10	0.03289	-3.41444	-0.11232	0.001082
<i>Acacia sp.</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Allophyllus cominia</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Arrabidaea floribunda</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Arrabidaea procumbens</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Bidens pilosa</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Borreria verticillata</i>	3	0.00987	-4.61842	-0.04558	0.000097
<i>Centrosema virginianum</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Cissampelos pareira</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Corchorus siliquosus</i>	5	0.01645	-4.10759	-0.06756	0.000271
<i>Cydista diversifolia</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Cydista heterophylla</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Cydista potosina</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Dalbergia glabra</i>	15	0.04934	-3.00898	-0.14847	0.002435
<i>Dalechampia scandens</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Desmodium glabrum</i>	9	0.02961	-3.51980	-0.10420	0.000876
<i>Desmodium incanum</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Desmodium procumbens</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Digitaria bicornis</i>	10	0.03289	-3.41444	-0.11232	0.001082
<i>Eleusine indica</i>	3	0.00987	-4.61842	-0.04558	0.000097
<i>Galactia striata</i>	22	0.07237	-2.62599	-0.19004	0.005237
<i>Hamelia patens</i>	3	0.00987	-4.61842	-0.04558	0.000097
<i>Heteropterys laurifolia</i>	10	0.03289	-3.41444	-0.11232	0.001082
<i>Ipomoea crinicalyx</i>	7	0.02303	-3.77112	-0.08683	0.000530
<i>Justicia carthagenensis</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Macroptilium antropurpureum</i>	2	0.00658	-5.02388	-0.03305	0.000043
<i>Melanthera nivea</i>	5	0.01645	-4.10759	-0.06756	0.000271
<i>Morinda yucatanensis</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Mucuna pruriens</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Nissolia fruticosa</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Panicum maximum</i>	23	0.07566	-2.58153	-0.19531	0.005724
<i>Paulinia cururu</i>	3	0.00987	-4.61842	-0.04558	0.000097
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Pisonia aculeata</i>	5	0.01645	-4.10759	-0.06756	0.000271
<i>Psychotria nervosa</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Scleria lithosperma</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Serjania adiantoides</i>	4	0.01316	-4.33073	-0.05698	0.000173
<i>Sida spinosa</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011
<i>Smilax mollis</i>	2	0.00658	-5.02388	-0.03305	0.000043
<i>Sorghum halepense</i>	12	0.03947	-3.23212	-0.12758	0.001558
<i>Tragia yucatanensis</i>	2	0.00658	-5.02388	-0.03305	0.000043
<i>Urechites andrieuxii</i>	1	0.00329	-5.71703	-0.01881	0.000011

Índices de Diversidad					
NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Viguiera dentata</i>	92	0.30263	-1.19524	-0.36172	0.091586
<i>Walteria americana</i>	7	0.02303	-3.77112	-0.08683	0.000530
	304			-2.95520	0.11494

Tabla 73. Índice de diversidad de la comunidad del estrato herbáceo en el predio del proyecto, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Índice de Shannon Wiener $H' = 2.955$

Índice de Simpson $\lambda = 0.115$

$H_{max} = 3.80666249$

Índice de equidad de Pielou $J' = 0.776324172$

Puede observarse un estrato herbáceo bien definido, con una diversidad media, donde se encuentran dos especies dominantes y una gran variedad de especies accesorias características de una sucesión temprana dominan este estrato.

A continuación, se presentan los resultados del estrato arbustivo.

TRANSECTO 1					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	30	70	40	80
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	80	110	30	45
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	110	140	30	50
<i>Acalypha unibracteata</i>	Chilibtux	910	940	30	55
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	1880	1920	40	95
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	2360	2390	30	45
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	2460	2520	60	45
<i>Parathesis cubana</i>	Chamalche	2510	2560	50	35
<i>Psychotria nervosa</i>	Ya'ax kanan	2670	2710	40	45
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	2740	2760	20	35
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	3120	3140	20	45
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	3270	3310	40	55
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	4080	4130	50	30

Tabla 74. Resultados del Transecto de intersección 1 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 2					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	650	670	20	45
<i>Justicia carthagenensis</i>	Yak much	2000	2140	140	95
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	2600	2660	60	65
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	3270	3330	60	45
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	3370	3410	40	55
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	3650	3690	40	58
<i>Pluchea odorata</i>	Chalche	4650	4680	30	35

Tabla 75. Resultados del Transecto de intersección 2 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 3					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	150	260	110	75
<i>Parathesis cubana</i>	Chamalche	1670	1730	60	60
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	3360	3410	50	45
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	3500	3660	160	135
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	3720	3820	100	125
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	3960	4070	110	125
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	4280	4410	130	150
<i>Randia aculeata</i>	Pechkitam	4450	4520	70	135

Tabla 76. Resultados del Transecto de intersección 3 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 4					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	600	650	50	110
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	4050	4110	60	65
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	4130	4200	70	70
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	4240	4300	60	100
<i>Parathesis cubana</i>	Chamalche	4470	4510	40	30
<i>Acalypha unibracteata</i>	Chilibtux	4580	4630	50	45

Tabla 77. Resultados del Transecto de intersección 4 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 5					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	440	480	40	65
<i>Acacia cornigera</i>	Subin	940	960	20	30
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	1370	1400	30	40
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	2250	2350	100	85
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	4050	4140	90	95

Tabla 78. Resultados del Transecto de intersección 5 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 6					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Acalypha unibracteata</i>	Chilibtux	80	120	40	105
<i>Justicia carthagenensis</i>	Yak much	900	1000	100	120
<i>Psychotria nervosa</i>	Ya'ax kanan	1560	1610	50	120
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	1800	1880	80	40
<i>Hampea trilobata</i>	Hol	1950	2030	80	45
<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits	3210	3260	50	110
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Hulim	4900	4950	50	45

Tabla 79. Resultados del Transecto de intersección 6 de arbustos, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Igualmente, se determinó el Valor de importancia ecológica de las especies del estrato arbustivo en el predio del proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

VALOR DE IMPORTANCIA								
NOMBRE CIENTIFICO	Indice de Densidad	Dens. Relativa	Intercepción (cms)	Indice de Cob. Lineal	Cob. Relativa	Frecuencia Ponderada	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	0.0713	26.4%	1190	0.0397	43.8%	0.1425	21.5%	91.68%
<i>Hampea trilobata</i>	0.0793	29.4%	540	0.0180	19.9%	0.1784	27.0%	76.19%
<i>Parathesis cubana</i>	0.0262	9.7%	150	0.0050	5.5%	0.0786	11.9%	27.09%
<i>Cascabela gaumeri</i>	0.0236	8.7%	180	0.0060	6.6%	0.0531	8.0%	23.38%
<i>Acalypha unibracteata</i>	0.0166	6.2%	120	0.0040	4.4%	0.0499	7.5%	18.12%
<i>Bauhinia divaricata</i>	0.0135	5.0%	90	0.0030	3.3%	0.0404	6.1%	14.40%
<i>Justicia carthagenensis</i>	0.0063	2.3%	240	0.0080	8.8%	0.0189	2.9%	14.00%
<i>Psychotria nervosa</i>	0.0102	3.8%	90	0.0030	3.3%	0.0306	4.6%	11.70%
<i>Acacia cornigera</i>	0.0111	4.1%	20	0.0007	0.7%	0.0333	5.0%	9.89%
<i>Pluchea odorata</i>	0.0095	3.5%	30	0.0010	1.1%	0.0286	4.3%	8.95%
<i>Randia aculeata</i>	0.0025	0.9%	70	0.0023	2.6%	0.0074	1.1%	4.61%
	0.2700	100%		0.0907	100%	0.6616	100%	300%

Tabla 80. Valor de importancia ecológica de las especies del estrato arbustivo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

En el estrato arbustivo se observa la dominancia de *Phyllanthus acuminatus*, especie que representa el 91.68% del total de 300% posible para la importancia ecológica. Solamente 4 de ellas *Hampea trilobata*, *Parathesis cubana* y *Cascabela gaumeri* representan 218.34%

El estrato es característico de la sucesión de un terreno agropecuario abandonado, con elementos de selva mediana de 3 a cinco años.

Asimismo, se analizó el índice de diversidad de esta comunidad, obteniendo los siguientes resultados.

Indices de Diversidad					
NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Acacia cornígera</i>	1	0.02174	-3.82864	-0.08323	0.000473
<i>Acalypha unibracteata</i>	3	0.06522	-2.73003	-0.17805	0.004253
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.04348	-3.13549	-0.13633	0.001890
<i>Cascabela gaumeri</i>	4	0.08696	-2.44235	-0.21238	0.007561
<i>Hampea trilobata</i>	12	0.26087	-1.34373	-0.35054	0.068053
<i>Justicia carthagenensis</i>	2	0.04348	-3.13549	-0.13633	0.001890
<i>Parathesis cubana</i>	3	0.06522	-2.73003	-0.17805	0.004253
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	15	0.32609	-1.12059	-0.36541	0.106333
<i>Pluchea odorata</i>	1	0.02174	-3.82864	-0.08323	0.000473
<i>Psychotria nervosa</i>	2	0.04348	-3.13549	-0.13633	0.001890
<i>Randia aculeata</i>	1	0.02174	-3.82864	-0.08323	0.000473
	46			-1.94309	0.19754

Tabla 81. Índice de diversidad de la comunidad del estrato arbustivo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Índice de Shannon Wiener $H' = 1.943$

Índice de Simpson $\lambda = 0.198$

$H_{max} = 2.397895273$

Índice de equidad de Pielou $J' = 0.810331444$

La baja diversidad en el estrato se debe a la dominancia de algunas especies en el predio, introducidas como *Panicum máximum* y otras características de selva mediana como *Hampea trilobata*, y pocas especies accesorias, con un estrato arbustivo poco desarrollado.

Estrato arbóreo.

Para el estrato arbóreo se realizaron seis transectos de 50m c/u, a continuación, se presentan las coordenadas.

CUADRO DE CONSTRUCCION SITIO DE MUESTREO ARBOLES 1 (A1)								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	96°18'12.77"	10.000	447,767.3242	2,321,120.7432	-0°10'48.062354"	0.99963371	20°59'23.927697" N	87°30'9.154525" W
2-3	186°18'12.77"	50.000	447,777.2637	2,321,119.6452	-0°10'47.938703"	0.99963370	20°59'23.892999" N	87°30'8.810146" W
3-4	276°18'12.77"	10.000	447,771.7740	2,321,069.9475	-0°10'47.991639"	0.99963371	20°59'22.275915" N	87°30'8.994879" W
4-1	06°18'12.77"	50.000	447,761.8344	2,321,071.0455	-0°10'48.115287"	0.99963372	20°59'22.310612" N	87°30'9.339258" W
AREA = 500.000 m2								

Tabla 82. Coordenadas del transecto 1 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

CUADRO DE CONSTRUCCION SITIO DE MUESTREO ARBOLES 2 (A2)								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X) NORTE (Y)		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
5-6	96°18'12.77"	10.000	447,762.2599	2,321,063.3476	-0°10'48.107658"	0.99963372	20°59'22.060266" N	87°30'9.323684" W
6-7	186°18'12.77"	50.000	447,772.1994	2,321,062.2497	-0°10'47.984010"	0.99963371	20°59'22.025569" N	87°30'8.979306" W
7-8	276°18'12.77"	10.000	447,766.7096	2,321,012.5520	-0°10'48.036942"	0.99963372	20°59'20.408484" N	87°30'9.164038" W
8-5	06°18'12.77"	50.000	447,756.7701	2,321,013.6499	-0°10'48.160587"	0.99963373	20°59'20.443182" N	87°30'9.508416" W
AREA = 500.000 m2								

Tabla 83. Coordenadas del transecto 2 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

CUADRO DE CONSTRUCCION SITIO DE MUESTREO ARBOLES 3 (A3)								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X) NORTE (Y)		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
9-10	06°57'49.75"	10.000	447,715.8000	2,321,003.8613	-0°10'48.665869"	0.99963378	20°59'20.120598" N	87°30'10.926358" W
10-11	96°57'49.75"	50.000	447,717.0124	2,321,013.7876	-0°10'48.653861"	0.99963378	20°59'20.443594" N	87°30'10.885447" W
11-12	186°57'49.75"	10.000	447,766.6436	2,321,007.7254	-0°10'48.036288"	0.99963372	20°59'20.251485" N	87°30'9.165801" W
12-9	276°57'49.75"	50.000	447,765.4311	2,320,997.7992	-0°10'48.048298"	0.99963372	20°59'19.928489" N	87°30'9.206714" W
AREA = 500.000 m2								

Tabla 84. Coordenadas del transecto 3 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

CUADRO DE CONSTRUCCION SITIO DE MUESTREO ARBOLES 4 (A4)								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
13-14	06°57'49.75"	10.000	447,661.3558	2,321,010.8810	-0°10'49.343446"	0.99963385	20°59'20.343357" N	87°30'12.812809" W
14-15	96°57'49.75"	50.000	447,662.5682	2,321,020.8073	-0°10'49.331442"	0.99963385	20°59'20.666353" N	87°30'12.771899" W
15-16	186°57'49.75"	10.000	447,712.1994	2,321,014.7451	-0°10'48.713865"	0.99963379	20°59'20.474249" N	87°30'11.052252" W
16-13	276°57'49.75"	50.000	447,710.9869	2,321,004.8189	-0°10'48.725872"	0.99963379	20°59'20.151253" N	87°30'11.093164" W
AREA = 500.000 m2								

Tabla 85. Coordenadas del transecto 4 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

CUADRO DE CONSTRUCCION SITIO DE MUESTREO ARBOLES 5 (A5)

LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
17-18	07°39'43.77"	10.000	447,696.1002	2,321,033.7316	-0°10'48.919395"	0.99963381	20°59'21.090177" N	87°30'11.611919" W
18-19	97°39'43.77"	50.000	447,697.4335	2,321,043.6423	-0°10'48.905885"	0.99963380	20°59'21.412680" N	87°30'11.566819" W
19-20	187°39'43.77"	10.000	447,746.9871	2,321,036.9757	-0°10'48.289080"	0.99963374	20°59'21.200904" N	87°30'9.849791" W
20-17	277°39'43.77"	50.000	447,745.6538	2,321,027.0650	-0°10'48.302593"	0.99963374	20°59'20.878401" N	87°30'9.894892" W
AREA = 500.000 m2								

Tabla 86. Coordenadas del transecto 5 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

CUADRO DE CONSTRUCCION SITIO DE MUESTREO ARBOLES 6 (A6)

LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
21-22	96°18'12.77"	10.000	447,741.5866	2,321,095.7728	-0°10'48.374041"	0.99963375	20°59'23.112852" N	87°30'10.043239" W
22-23	186°18'12.77"	50.000	447,751.5262	2,321,094.6749	-0°10'48.250391"	0.99963373	20°59'23.078155" N	87°30'9.698859" W
23-24	276°18'12.77"	10.000	447,746.0364	2,321,044.9772	-0°10'48.303319"	0.99963374	20°59'21.461070" N	87°30'9.883590" W
24-21	06°18'12.77"	50.000	447,736.0968	2,321,046.0751	-0°10'48.426965"	0.99963375	20°59'21.495768" N	87°30'10.227969" W
AREA = 500.000 m2								

Tabla 87. Coordenadas del transecto 6 de intersección de árboles, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

A continuación, se presentan los resultados del estrato arbóreo.

TRANSECTO 1					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	1340	1380	40	50
<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	1420	1440	20	35
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	2000	2050	50	75
<i>Ehretia tinifolia</i>	Bek	2030	2080	50	65
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2160	2220	60	55
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	2230	2280	50	35
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Ya'ax xul	2270	2360	90	75
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2310	2350	40	65
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	2390	2490	100	65
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Ya'ax xul	2580	2650	70	75
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	2760	2810	50	55
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy	2900	2970	70	60
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy	3010	3095	85	75
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Boob	3220	3270	50	50
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	3650	3680	30	30
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy	3760	3850	90	140
<i>Ehretia tinifolia</i>	Bek	3800	3930	130	40
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	4320	4390	70	55
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik	4490	4570	80	105

Tabla 88. Inventario del arbolado presente en el transecto 1, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 2					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik	280	340	60	85
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixoy	1470	1610	140	145
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	2510	2580	70	50
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	2730	2780	50	55
<i>Piscidiapiscipula</i>	Ja'abin	2890	2950	60	65
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	3330	3360	30	50
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	3430	3450	20	45
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	3470	3520	50	35
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	3800	3840	40	60
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Subinche	3910	4020	110	30
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Subinche	4260	4310	50	65

Tabla 89. Inventario del arbolado presente en el transecto 2, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 3					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	530	580	50	35
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	1400	1460	60	45
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	1470	1510	40	60
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1760	1810	50	45
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1800	1830	30	45
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1830	1880	50	55
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Boob	2000	2060	60	65
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	2530	2630	100	165
<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	3310	3380	70	65
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	3900	3960	60	45
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	3910	4040	130	85
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	4090	4130	40	30
<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	4220	4350	130	150
<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	4470	4610	140	90
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Kan xul	4730	4830	100	45
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	4950	5000	50	50

Tabla 90. Inventario del arbolado presente en el transecto 3, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 4					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	100	130	30	60
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	230	270	40	45
<i>Sabal japa</i>	Sak xa'an	310	410	100	85
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	420	440	20	60
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Boob	550	580	30	45
<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	930	960	30	50
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	2280	2330	50	65
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2840	2890	50	55

<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	3060	3120	60	55
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	3750	3850	100	85
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	3990	4030	40	35
<i>Touinia paucidentata</i>	Kanchunub	4260	4310	50	65
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	4740	4850	110	145

Tabla 91. Inventario del arbolado presente en el transecto 4, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 5					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	180	240	60	210
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	970	1000	30	35
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	1000	1040	40	40
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	1410	1460	50	75
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1880	1930	50	60
<i>Myrciaria fragans</i>	Guayabillo	2420	2480	60	65
<i>Duranta repens</i>	Kanpokolche	2130	2200	70	185
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	2800	2900	100	95
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	2920	3110	190	145
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Ya'ax xul	3460	3540	80	90
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	3720	3820	100	65
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Ya'ax xul	3970	4010	40	50
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	4340	4430	90	110
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Subinche	4520	4560	40	45
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	4530	4580	50	45

Tabla 92. Inventario del arbolado presente en el transecto 5, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

TRANSECTO 6					
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	INT. INICIO	INT. FINAL	Intercepción	COBERTURA
<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	330	345	15	45
<i>Gliricidia sepium</i>	Sakyab	355	365	10	85
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	1880	1930	50	70
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	2060	2130	70	65
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2130	2200	70	40
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2260	2380	120	45
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	2760	2810	50	50
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	2820	2890	70	60
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Boob	3270	3310	40	95
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	4040	4060	20	45
<i>Diospyros cuneata</i>	Uchulche	4070	4090	20	85
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	4110	4150	40	105
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Subinche	4860	4865	5	78
<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	4960	5000	40	110

Tabla 93. Inventario del arbolado presente en el transecto 6, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Los resultados se analizaron para determinar el valor de importancia ecológica y el índice de diversidad del estrato arbóreo, obteniendo los siguientes resultados:

VALOR DE IMPORTANCIA								
NOMBRE CIENTIFICO	Indice de Densidad	Dens. Relativa	Intercepción (cms)	Indice de Cob. Lineal	Cob. Relativa	Frecuencia Ponderada	Frec. Relativa	Valor de Importancia
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	0.0938	18.5%	1060	0.0353	19.5%	0.1758	15.8%	53.75%
<i>Diospyros cuneata</i>	0.1004	19.8%	770	0.0257	14.1%	0.1882	16.9%	50.84%
<i>Guettarda combsii</i>	0.0599	11.8%	540	0.0180	9.9%	0.0999	9.0%	30.71%
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.0297	5.9%	210	0.0070	3.9%	0.0890	8.0%	17.69%
<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.0279	5.5%	205	0.0068	3.8%	0.0838	7.5%	16.79%
<i>Piscidia piscipula</i>	0.0250	4.9%	320	0.0107	5.9%	0.0600	5.4%	16.19%
<i>Gliricidia sepium</i>	0.0342	6.7%	115	0.0038	2.1%	0.0615	5.5%	14.38%
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	0.0227	4.5%	180	0.0060	3.3%	0.0681	6.1%	13.90%
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.0147	2.9%	385	0.0128	7.1%	0.0330	3.0%	12.93%
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.0141	2.8%	380	0.0127	7.0%	0.0317	2.8%	12.60%
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	0.0193	3.8%	280	0.0093	5.1%	0.0289	2.6%	11.54%
<i>Ehretia tinifolia</i>	0.0135	2.7%	180	0.0060	3.3%	0.0404	3.6%	9.59%
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.0131	2.6%	140	0.0047	2.6%	0.0394	3.5%	8.70%
<i>Swartzia cubensis</i>	0.0079	1.6%	160	0.0053	2.9%	0.0236	2.1%	6.60%
<i>Vitex gaumeri</i>	0.0071	1.4%	140	0.0047	2.6%	0.0213	1.9%	5.88%
<i>Lonchocarpus xuul</i>	0.0074	1.5%	100	0.0033	1.8%	0.0222	2.0%	5.29%
<i>Sabal japa</i>	0.0039	0.8%	100	0.0033	1.8%	0.0118	1.1%	3.67%
<i>Myrciaria fragans</i>	0.0051	1.0%	60	0.0020	1.1%	0.0154	1.4%	3.49%
<i>Touinia paucidentata</i>	0.0051	1.0%	50	0.0017	0.9%	0.0154	1.4%	3.31%
<i>Duranta repens</i>	0.0018	0.4%	70	0.0023	1.3%	0.0054	0.5%	2.13%
	0.5065	100%		0.1815	100%	1.1147	100%	300%

Tabla 94. Valor de importancia ecológica de las especies del estrato arbóreo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Resalta la presencia de *Caesalpinia gaumeri*, que representa 53.75% del 300% posible, las especies observadas son características de selva mediana, y resistente a eventos antrópicos.

Asimismo, se determinaron los índices de diversidad y de similitud de este estrato, obteniendo los siguientes resultados:

Índices de Diversidad					
NOMBRE CIENTIFICO	Encuentros	Pi	Ln Pi	Pi*LnPi	Pi^2
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	16	0.18182	-1.70475	-0.30995	0.033058
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	4	0.04545	-3.09104	-0.14050	0.002066
<i>Diospyros cuneata</i>	16	0.18182	-1.70475	-0.30995	0.033058
<i>Duranta repens</i>	1	0.01136	-4.47734	-0.05088	0.000129
<i>Ehretia tinifolia</i>	2	0.02273	-3.78419	-0.08600	0.000517
<i>Gliricidia sepium</i>	5	0.05682	-2.86790	-0.16295	0.003228
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.04545	-3.09104	-0.14050	0.002066
<i>Guettarda combsii</i>	9	0.10227	-2.28011	-0.23319	0.010460
<i>Leucaena leucocephala</i>	4	0.04545	-3.09104	-0.14050	0.002066
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4	0.04545	-3.09104	-0.14050	0.002066
<i>Lonchocarpus xuul</i>	1	0.01136	-4.47734	-0.05088	0.000129
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	4	0.04545	-3.09104	-0.14050	0.002066
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	2	0.02273	-3.78419	-0.08600	0.000517
<i>Myrciaria fragans</i>	1	0.01136	-4.47734	-0.05088	0.000129
<i>Piscidia piscipula</i>	5	0.05682	-2.86790	-0.16295	0.003228
<i>Platymiscium yucatanum</i>	4	0.04545	-3.09104	-0.14050	0.002066
<i>Sabal japonica</i>	1	0.01136	-4.47734	-0.05088	0.000129
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.02273	-3.78419	-0.08600	0.000517
<i>Touinia paucidentata</i>	1	0.01136	-4.47734	-0.05088	0.000129
<i>Vitex gaumeri</i>	2	0.02273	-3.78419	-0.08600	0.000517
	88			-2.62042	0.09814

Tabla 95. Índice de diversidad de la comunidad del estrato arbóreo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Índice de Shannon Wiener $H' = 2.620$

Índice de Simpson $\lambda = 0.098$

$H_{max} = 2.995732274$

Índice de equidad de Pielou $J' = 0.874718437$

Aunque existen ejemplares arbóreos en el predio, estos son dispersos y algunos son claros indicadores de perturbación, como es el waxim (*Leucaena leucocephala*); la vegetación del predio puede ser clasificada como un Acahual.

FAUNA A NIVEL MACRO.

Se han reportado alrededor de 750 especies de vertebrados terrestres para la Península de Yucatán. De estos, al menos 152 especies son anfibios y reptiles (herpetofauna), Lee (1996). Alrededor de 550 son aves (Wood y Berlanga, 1996; MacKinnon, 1993) y el restante son mamíferos (Alcérreca, *et. al.*, 2009; Emmons, 1990). Varias de las especies de la fauna silvestre han ampliado su distribución, y también su abundancia, en seguimiento a la expansión de la huella humana, en tanto que otras han mostrado un efecto negativo conforme avanza la frontera agrícola y pecuaria.

En cuanto a la herpetofauna, anfibios y reptiles, se tiene que para la porción norte peninsular Lee (1996) reporta una ocurrencia de al menos 65 especies. De estas se tienen 14 especies de anfibios, así como de 51 especies de reptiles en una amplia área de la porción norte de la península, de las que cinco son gecónidos, diez lacértidos y alrededor de treinta son serpientes Lee (1996).

Para las aves, se tiene que en la península de Yucatán se ha considerado la ocurrencia de alrededor de 550 especies según los reportes (Wood y Berlanga, 1996; MacKinnon, 1993). Del alrededor de 550 especies de aves que se han reportado para la península de Yucatán, en la porción de selvas medianas del área de estudio, que corresponde a las áreas con hábitat terrestre para las aves, se considera aquí una ocurrencia de hasta entre 180 a 200 especies, dependiendo de las condiciones del hábitat y el tamaño del área a considerar, incluidas algunas aves acuáticas, las aves migratorias y las especies más dependientes de las selvas mejor conservadas.

Para los mamíferos se encontró que para la península de Yucatán se han reportado alrededor de 88 especies, sin contar las especies marinas. De estas se tiene que la mayoría son murciélagos, seguidas por los roedores y luego por el grupo de los carnívoros (Alcérreca, *et. al.*, 2009; Emmons, 1990). En un contexto más puntual, se menciona que el área norte del estado, en los alrededores de la ciudad de Cancún y el aeropuerto internacional, la presión urbana sobre especies de la fauna silvestre hace que ésta disminuya de forma notable, en particular conforme avanza la mancha urbana. Muchas especies tienden a desaparecer localmente de manera rápida, como es el caso de las especies de mayor tamaño, mamíferos y aves en particular. Así como individuos grandes de varias otras especies. El sitio del proyecto se encuentra en un área que ha sido utilizado para el cultivo de temporal, siendo que en uno de sus bordes, se ve limitado por la carretera, que cuenta con un tráfico constante.

FAUNA MICRO (PREDIO DEL PROYECTO).

Para la realización de este apartado se efectuó una revisión de información mediante fuentes bibliográficas; y se realizó trabajo de campo para el levantamiento de datos, concerniente al registro de especies de la fauna silvestre presente Y entendida esta como la representación de los cuatro grupos de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El trabajo de campo fue realizado a través de recorridos diurnos y crepusculares por senderos y caminos distribuidos en el área, en las inmediaciones del predio de estudio. Se utilizaron técnicas específicas de conteos, así como captura de imágenes fotográficas y de video con el uso de cámaras manuales y cámaras trampa. Los recorridos se realizaron principalmente temprano, poco después del amanecer. Debido a que el sitio es un acahual arbustivo y herbáceo, que se vio sujeto a las intensas lluvias del año pasado, recorrer por su interior se hacía extremadamente difícil. Sin embargo, desde los bordes es posible realizar observaciones de prácticamente la totalidad del predio. Para las aves, se utilizaron de manera específica tres técnicas de campo, así como el registro de especies durante los recorridos y estancia en el área: conteo de especies por el método de recorrido por el predio y los alrededores. También, en particular para mamíferos con el uso de cámaras trampa para especies de tamaño mediano a grande que se desplazan en o cerca del suelo.

Los recorridos para el registro de fauna consistieron en caminar lentamente, haciendo paradas de manera frecuente, y registrando todos los organismos vistos o escuchados. Así, las técnicas de líneas de conteo o transectos, son técnicas de uso corriente en el estudio de las aves (Gallina y López-González, 2011; Bibby, *et. al.* 1991). Se menciona que durante estos recorridos, diseñados de manera principal para el registro de las aves, se realizó un registro de organismos de los otros grupos de especies de la fauna silvestre, incluidas las evidencias indirectas y los retornos sobre los mismos caminos fueron dedicados a la búsqueda de nidos. Este método de campo resulta más efectivo para las aves que para los otros grupos de la fauna silvestre cuando se realiza por las mañanas, dentro de las primeras dos a tres horas a partir del amanecer. Durante las caminatas se registra toda la fauna observada y/o escuchada dentro del área de observación descrita. En los recorridos se buscó que los registros fueran independientes entre sí, anotando solo aquellas especies e

individuos que se tuviera certeza que no fueron contados previamente. Cuando se escuchaba alguna especie atrás del punto del recorrido, esta solo era anotada si se trataba de una especie que no había sido registrada previamente en la misma franja. Cuando se escuchaba el sonido de una especie de ave, se tomaba como un individuo registrado, a menos que se pudiera tener certeza que se trataba de dos o más organismos llamando o cantando. Se buscó en principio recorrer transectos para el registro de especies, como ha sido el caso del trabajo con vegetación. Sin embargo, debido a las características del trabajo con fauna silvestre con su diversidad de taxa y especies, así como de hábitos, lo anterior significaría la obtención de un listado de especies muy pobre y con estimaciones de abundancias también muy bajos.

Por todo lo anterior, se concluyó que la toma de datos debía ser en actividades más bien de tipo prospección, registrando los conteos de fauna, dentro y en los alrededores del predio. Esto es, la realización de recorridos donde se buscó registrar todas las especies de la fauna silvestres posibles, incluyendo, registros directos (observación de organismos, los cantos y llamados de las aves), como los indirectos: rastros como huellas, rascaderos, madrigueras, restos de animales, entre otros).

El trabajo de campo consistió en técnicas de campo generalizadas y específicas a grupos de especies en particular. Una de ellas fue para el registro visual-auditivo de especies y la otra, basada en la colocación de trampas para la captura y liberación de los organismos, concretamente con el uso de tres redes de niebla para aves y murciélagos y cuatro cámaras trampa para especies de talla mediana a grande. Para el registro de especies de forma visual o auditiva, la técnica de campo consistió en realizar recorridos diurnos y crepusculares por distintas partes a lo largo y ancho del predio, así como en la periferia. Dichos recorridos fueron efectuados con el objeto de registrar organismos de fauna silvestre tanto en forma directa (observaciones visuales o auditivas); como en forma indirecta, a través del reconocimiento de rastros como son huellas, excretas o marcas de actividad y cavidades. Para los anfibios y reptiles, la *herpetofauna*, se buscó también debajo de piedras, troncos y cortezas. Así como entre las raíces y en las bases de áreas con vegetación notablemente densa. Para el registro de especies se utilizaron binoculares HD marca Vortex 10 x 40; para la obtención de las fotografías se utilizaron dos cámaras de las conocidas como "tipo puente" o semi profesionales, una de ellas marca Canon Power Shot SX50 HS y la otra marca Nikon Coolpix P900 83X, lo que permitió la calidad de las imágenes logradas aun cuando los organismos, principalmente aves, se encontraran a varias decenas de metros del operador. Para la captura de imágenes y video fijos se utilizaron "cámaras trampa" marca Cuddeback modelo Black Flash E, que permanecieron en el sitio durante 3 días.

Para los listados de especies de fauna silvestre, la riqueza de especies, se obtuvo tanto del total de los conteos con registros directos e indirectos, que fueron obtenidos de los sitios visitados para registros visuales, auditivos e indirectos; como del uso de las cámaras trampa.

CUADRO DE CONSTRUCCION RECORRIGO PARA REGISTRO DE FAUNA SILVESTRE								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM ESTE (X) NORTE (Y)		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
1-2	194°46'39.58"	163.332	447,781.0395	2,321,146.1517	-0°10'47.899951"	0.99963370	20°59'24.755562" N	87°30'8.682256" W
2-3	278°54'33.72"	105.718	447,739.3786	2,320,988.2224	-0°10'48.368577"	0.99963375	20°59'19.614320" N	87°30'10.108005" W
3-4	46°9'15.48"	61.059	447,634.9358	2,321,004.5952	-0°10'49.669286"	0.99963389	20°59'20.136191" N	87°30'13.727184" W
4-5	111°45'8.79"	107.688	447,678.9717	2,321,046.8916	-0°10'49.135918"	0.99963383	20°59'21.516480" N	87°30'12.206602" W
5-6	04°58'24.83"	47.250	447,778.9913	2,321,006.9829	-0°10'47.882877"	0.99963370	20°59'20.228594" N	87°30'8.738055" W
6-7	299°55'9.10"	75.226	447,783.0876	2,321,054.0547	-0°10'47.846426"	0.99963369	20°59'21.760122" N	87°30'8.601297" W
7-8	56°43'55.86"	36.129	447,717.8872	2,321,091.5757	-0°10'48.666784"	0.99963378	20°59'22.973906" N	87°30'10.863622" W
8-9	111°36'13.96"	40.985	447,748.0948	2,321,111.3941	-0°10'48.298069"	0.99963374	20°59'23.621632" N	87°30'9.819526" W
9-10	00°7'30.21"	45.852	447,786.2008	2,321,096.3039	-0°10'47.820701"	0.99963369	20°59'23.134685" N	87°30'8.498069" W
10-11	216°37'50.47"	165.521	447,786.3008	2,321,142.1553	-0°10'47.833455"	0.99963369	20°59'24.626111" N	87°30'8.499591" W
11-1	34°20'45.25"	165.720	447,687.5421	2,321,009.3253	-0°10'49.018104"	0.99963382	20°59'20.295433" N	87°30'11.905671" W
RECORRIDO 950 METROS								

Tabla 96. Coordenadas UTM del recorrido para registro de fauna silvestre.

Resultados Los resultados obtenidos se presentan en este apartado, la información de campo por grupo faunístico (anfibios y reptiles, aves y mamíferos), con nombre común y científico, así como el número de individuos registrados por cada especie y se incluye el cálculo de un índice de biodiversidad, para cada uno de los tipos o características de vegetación trabajados.

Así, por todo lo anterior se tiene que se ha obtenido un registro total de 49 especies de la fauna silvestre dentro del predio de estudio y alrededores, distribuidos en 28 familias y 16 órdenes. De estos, la mayoría son aves con 45 especies (91.9%). una fue de anfibios (2%), otra de reptiles y dos fueron mamíferos (4.1%). De las aves se tiene que 37 de las 49 son especies residentes (se reproducen) en la región (75.5%); diez son migratorias (20.4%) que se reproducen en la región continental nortea y otras dos especies (4.1%) presentan poblaciones tanto residentes, como migratorias.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de la riqueza específica de la fauna silvestre, encontrada en el predio durante el presente estudio. La lista de especies de la fauna presentada se encuentra resumida y desglosada en número de categorías taxonómicas (Clase, Orden, Familia y Especie):

TAXA	ORDEN	FAMILIAS	ESPECIES	%
ANFIBIOS	1	1	1	2
REPTILES	1	1	1	2
AVES	12	24	45	91.9
MAMÍFEROS	2	2	2	4.1
TOTALES	16	28	49	100

Tabla 97. Fauna silvestre con registro en el área del proyecto y zona circundante.

En el cuadro siguiente se presentan los registros de especies de fauna silvestre que fueron obtenidos tanto dentro como fuera del predio del estudio. Lo que muestra los datos en relación a los tipos de vegetación o hábitat para las especies. Mencionando que el sitio en el interior es una capa arbustiva-herbácea; mientras que para el área circundante se presenta una matriz de vegetación con capa arbórea dispersa.

TAXA	DENTRO	FUERA	AMBOS	VUELO	TOTAL
ANFIBIOS	0	1	0		1
REPTILES	0	1	0		1
AVES	12	40	5	5	62
MAMÍFEROS	0	3	0		3
TOTALES	12	45	5	5	67
% de registros	17.91%	67.16%	7.60%	7.60%	100%

Tabla 98. Número de individuos de la fauna silvestre con registro dentro y fuera del sitio del proyecto.

Se integra la lista de especies de la fauna silvestre por grupo faunístico (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), con nombre común y científico (género, especie y en su caso, subespecie) con número de individuos por especie, si se encuentran clasificados en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su distribución (endemismo).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	RES	NOM	DENTRO	FUERA	FOTO
CLASE ANFIBIA						
Orden ANURA						
Familia Ranidae						
Rana berlandieri	Rana leopardo				X	X
CLASE REPTILIA						
Orden Squamata						
Suborden Sauria						
Familia Iguanidae						
Ctenosaura similis	Huh, yax ikil. Iguana rayada		A		X	X
CLASE AVES						
Orden Galliformes						
Familia Cracidae						
Ortalis vetula	Chachalaca vetula	R			X	
Orden Accipitriformes						
Familia Cathartidae						
Coragyps atratus	Zopilote común	R			vuelo	
Cathartes aura	Zopilote aura	R		X		X
Familia Accipitridae						
Buteo brachyurus	Aguililla corla corta	R			vuelo	
Orden Columbiformes						
Familia Columbidae						
Columbina passerina	Tortola pico rojo	R		X		
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	R			X	
Zenaidura macroura	Paloma alas blancas	R,M			X	
Orden Cuculiformes						
Familia Cuculidae						
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	R		X		X
Orden Strigiformes						
Familia Strigidae						
Glaucidium brasilianum	Xnuk, Tecolote bajoño	R			X	
Orden Caprimulgiformes						
Nyctidromus albigularis	Chotacabras pauraque	R			X	
Orden Apodiformes						
Familia Apodidae						
Chaetura vauxi	Vencejo de Vaux	R			vuelo	
Familia Trochilidae						
Anthracoceros albertus	Colibrí garganta negra	R			X	
Orden Coraciiformes						
Familia Momotidae						

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	RES	NOM	DENTRO	FUERA	FOTO
Eumomota superciliosa	Momoto ceja azul	R			X	X
Orden Piciformes						
Familia Picidae						
Melanerpes aurifrons	Carpintero	R				X
Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	R				X
Orden Falconiformes						
Familia Falconidae						
Micrastur semitorquatus	H. Selvático de collar	R	Pr		X	
Orden Psittaciformes						
Familia Psittacidae						
Amazona autumalis	Loro cachete amarillo	R			vuelo	
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	R	Pr		vuelo	
Orden Passeriformes						
Familia Thamnophilidae						
Thamnophilus doliatus	Batará barrado	R		X		
Familia Tyrannidae						
Empidonax minimus	Mosquero mínimo	M		X	X	
Myarchus trannulus	mosquero triste	R			X	X
Myiozetetes similis	Luis gregario	R			X	
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	R			X	X
Familia Vireonidae						
Vireo griseus	Vireo ojo blanco	M		X		
Vireo pallens	Vireo manglero	R	Pr		X	
Cyclarhis gujanensis	Vireón cejas canela	R			X	
Familia Corvidae						
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	R			X	
Psilorhynchus morio	Paap, chara café	R			X	X
Familia Hirundinidae						
Progne subis	Golondrina azulnegra	M			X	X
Familia Troglodytidae						
Thryothorus ludovicianus	Chivirín de Carolina	R			X	
Pheugopedius maculipectus	Saltapared moteado	R			X	
Familia Turdidae						
Turdus grayi	Mirlo café	R			X	
Familia Mimidae						
Mimus gilvus	Centzontle tropical	R			X	
Familia Parulidae						
Vermivora cyanoptera	Chipe alas azules	M			X	
Mniotilta varia	Chipe trepador	M			X	
Geothlypis trichas	Mascarita común	M		X		
Setophaga magnolia	Chipe de magnolia	M			X	

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	RES	NOM	DENTRO	FUERA	FOTO
Familia Thraupidae						
Volatinia jacarina	Semillero brincador	R		X	X	
Sporophila torqueola	Semillero de collar	R		X		
Saltator atriceps	Saltador cabeza negra	R			X	
Familia Cardinalidae						
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo	R		X	X	
Familia Icteridae						
Dives dives	Tordo cantor	R			X	X
Icterus supurius	Calandria castaña	M			X	X
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro menor	R		X	X	X
Quiscalus mexicanus	X'cau	R			X	X
CLASE MAMMALIA						
Orden Didelphimorphia						
Familia Didelphidae						
Didelphis sp	Boxoch. Tlacuache, zorro,				X	rastro
Orden Carnívora						
Urocyon cinereoargenteus	Chomak, zorra gris				X	rastro

Tabla 99. Lista de fauna silvestre con registro en el área del proyecto y área circundante.

Claves: NOM = especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. NOM= Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010: P = en Peligro; A= Amenazada; Pr= Protección especial y E= especie endémica a México. RES = residencia: especie residente (R) o especie migratoria (M). DENTRO Y FUERA = registro de especies dentro o fuera del predio. Vuelo= para las aves, cuando no se asocia al hábitat terrestre, pero sobrevoló el sitio ya fuera por dentro o por fuera.

La mayoría de estas especies ocurren en los sitios con vegetación arbórea, selvas conservadas y/o parcialmente perturbadas. La especie en la Norma Oficial (NOM), es más sensible a la destrucción de hábitat y es más perseguida como mascota e incluso como alimento. Se le encuentra mayormente en el suelo de las selvas, aunque también se le ve ocasionalmente cruzando caminos y brechas. Ver anexo fotográfico con registros de especies.

El grupo de las aves fue con mucho, mejor representado y del cual se obtuvo la gran mayoría de los registros. Las especies más dependientes de la vegetación arbórea selvática no se observaron o se observaron poco fuera del área de las selvas, o en los bordes de los sitios abiertos con las mismas. Ver anexo fotográfico con registros de especies.

Índices de diversidad:

A continuación, se presenta un ejercicio en el cual se ha intentado calcular índices de diversidad de especies en el área y para grupo taxonómico. Se ha encontrado que en apariencia los sitios perturbados presentan una mayor diversidad que las selvas, lo que se considera se debe a que presentan una mayor amplitud de hábitat y en el caso del sitio de estudio, la continuidad de la superficie selváticas todavía se ve disminuida de manera limitada, por lo que este tipo de hábitat continua al presente prevaleciendo en el área y esto hace que varias especies sensibles se encuentren todavía representadas en el área. Como son los casos del Jaguar, ocelote, Hocofoisán, trepador pico de marfil, entre otras.

Se presentan los valores obtenidos para el índice de biodiversidad de Shannon- Wiener:

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD (H)
<i>Amazona autumalis</i>	Loro cachete amarillo	2	-0.125
<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	1	-0.076
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla corla corta	1	-0.063
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	2	-0.106
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	1	-0.063
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	3	-0.141
<i>Columbina Passerina</i>	Tortola pico rojo	3	-0.141
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	5	-0.195
<i>Ctenosaura similis</i>	Huh, yax ikil. Iguana rayada	2	-0.106
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	2	-0.106
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	3	-0.141
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejas canela	1	-0.063
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	-0.141
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	1	-0.063
<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mínimo	1	-0.063
<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul	3	-0.141
<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	2	-0.106
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	1	-0.063
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Xnuk, Tecolote bajefío	1	-0.063
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	2	-0.106
<i>Icterus supurius</i>	Calandria castaña	3	-0.141
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	2	-0.106
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero	2	-0.106
<i>Micrastur semitorquatus</i>	H. Selvático de collar	3	-0.141
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	2	-0.106
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	1	-0.063
<i>Myarchus trannulus</i>	mosquero triste	1	-0.063
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	2	-0.106
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque	1	-0.063
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	3	-0.141
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared moteado	2	-0.106
<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	9	-0.272
<i>Quiscalus mexicanus</i>	X'cau	15	-0.337
<i>Saltator atriceps</i>	Saltador cabeza negra	5	-0.195
<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	1	-0.063
<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	2	-0.106

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD (H)
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	1	-0.063
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de Carolina	1	-0.063
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	1	-0.063
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	2	-0.106
<i>Vermivora cyanoptera</i>	Chipe alas azules	1	-0.063
<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	1	-0.063
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	2	-0.106
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	3	-0.141
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	2	-0.106
TOTALES		52	-4.964

Tabla 100. Índices de biodiversidad.

El resultado del cálculo de índice de diversidad obtenido, muestra que se trata de un área en su conjunto con relativamente alta diversidad de fauna. Lo que se debe a la presencia del hábitat arbóreo mixto circundante, como ya se presenta actualmente. Con relación al índice de diversidad utilizado, índice de Shannon-Wiener, se comenta que este índice se basa en el supuesto de que se conoce la totalidad de la población, especies y número de individuos, lo cual al parecer se cumple en alguna medida en los resultados presentes. Esto se debe al esfuerzo o tamaño de muestreo y a al tamaño y características de hábitat del predio y áreas circundantes. Sin embargo, como ha sido mencionado, para el caso de la fauna silvestre, un diseño metodológico con limitaciones tan marcadas en tiempo. Debido a que el registro de fauna es requiere de técnicas de campo específicas a cada grupo, y a que se depende de la estacionalidad del año, secas y lluvias y presencia de organismos migratorios; también de la hora del día y condiciones ambientales, además de la experiencia de campo de los responsables de la obtención de los datos, hace que se requiera de amplios periodos de tiempo (se considera debiera contarse con al menos un ciclo anual) para obtener datos fidedignos para un análisis más allá que el ámbito de la riqueza y algunos estimadores de abundancia de las especies.

No obstante, se encontró que el grupo de las aves parece proporcionar información con mayor contenido y es posible realizar algunas interpretaciones a partir del conocimiento de la distribución de especies y en los resultados obtenidos en cuanto a riqueza de especies y al índice de diversidad. Los índices presentados corresponden a la integración de todos los sitios como un área geográfica definida, en la que el área del proyecto y su área circundante se encuentran inmersas dentro del Sistema Ambiental Regional.

En cuanto a la fauna en su conjunto, como puede verse en los listados de especies con registro, la mayoría de las especies son especies que ocurren en una amplia variedad de hábitat secundario, siendo esto más determinante para todas las especies de anfibios y reptiles, así como de la mayoría de las aves y todas las especies de mamíferos registrados para este análisis. Algunas de estas especies resultan más dependientes de la estructura de la selva conservada, presente todavía en el sitio del proyecto y su área de amortiguamiento, en tanto que el hábitat se fragmenta cerca de los bordes de las carreteras, en el área de la línea de transmisión eléctrica, donde se evidencia un amplio quemadal en años anteriores.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Se encontró un total de nueve especies de la fauna silvestre que se encuentran consignadas dentro de la NOM correspondiente. A saber, dichas especies son:

ESPECIES DENTRO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM
REPTILES	<i>Ctenosaura similis</i>	Huh, Yax ikil	A
AVES	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	Pr
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr
	<i>Micrastur semitorquatus</i>	H. selvático de collar	Pr

Tabla 101. Especies dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

El cuadro anterior consigna cuatro especies de fauna silvestre que se encuentran dentro de la NOM, contando con representantes de dos de los cuatro grupos taxonómicos. Siendo un reptil y tres aves. Todas estas especies fueron registradas fuera del sitio del proyecto, entre algunas decenas de metros, hasta más de un centenar. El Huh o iguana rayada se presentó fuera del predio, sobre la barda de una construcción ubicada del otro lado de la carretera. Mientras que el vireo manglero se le escucho cerca del predio al oeste; el perico pecho sucio pasó una pareja volando fueran del predio y el Halcón selvático de collar, estuvieron llamando tres individuos cerca del amanecer, ubicados en distintas direcciones, aunque todos bastante alejados del predio. De las aves, dos especies son comunes en su mayor parte de distribución en la región, mientras que el halcón selvático se ha ido adaptando al hábitat perturbado con el transcurso de sus transformaciones en el transcurso de al menos las últimas tres décadas.

Como comentarios finales se menciona que:

- Si bien la mayoría de las especies con registro estuvieron fuera del predio (67.16%) y menos del 20% dentro, muestra que el área circundante favorece la diversidad local. Así mismo, debido a que la gran mayoría de especies de la fauna silvestre fueron aves (91.9%), se tiene que se trata de organismos con alta movilidad y que no se verán afectados, en mayor medida, por la presencia del proyecto. Ya que con certeza podrán alejarse el desarrollo de la obra y posteriormente podrán seguir permaneciendo en el área circundante.
- Se requiere de la colocación de pasos para fauna menor en el perímetro externo del sitio del proyecto, donde se presenta la carretera, lo que debe permitir el libre tránsito de organismos silvestres más comunes, como son los tlacuaches, zorras grises, mapaches, pizotes, comadreas, entre algunas de las especies con registro y otras de ocurrencia potencial dentro del área que rodea al sitio del proyecto.

POBLACIÓN.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda INEGI 2020 el estado de Quintana Roo cuenta con una población de 1,857,985 que representa el 1.5% de la población nacional; de los cuales en el municipio de Lázaro Cárdenas habitan 29,171.

007 LÁZARO CÁRDENAS



COMPOSICIÓN POR EDAD Y SEXO

Población total

29 171 representa el 1.6 % de la población estatal

Relación hombres-mujeres 103.6

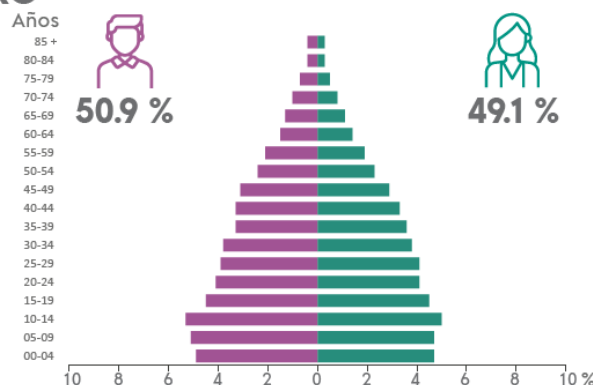
Existen 103 hombres por cada 100 mujeres.

Edad mediana 26

La mitad de la población tiene 26 años o menos.

Razón de dependencia 57.1

Existen 57 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva.



DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL



Superficie (km²)

3 593.3
representa el 8.0 % del territorio estatal



Densidad de población (hab./km²)
8.1

Total de localidades

104

Localidades con mayor población

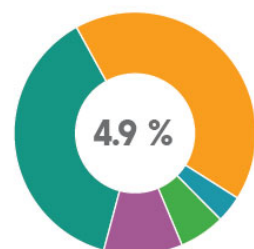
Kantunilkín	8 135
Ignacio Zaragoza	2 389
Chiquilá	2 311

Figura 66. Diagrama de la población en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. Fuente: Resultados censo INEGI 2020.



MIGRACIÓN

Población con lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual²



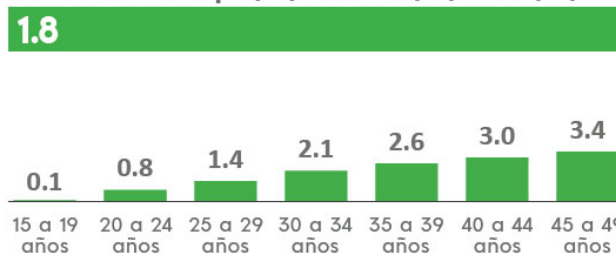
Causa de la migración

37.8 % Trabajo
42.0 % Familiar
3.6 % Estudiar
6.1 % Inseguridad
10.5 % Otra causa



FECUNDIDAD Y MORTALIDAD

Promedio de hijas(os) nacidas(os) vivas(os)³



Porcentaje de hijas(os) fallecidas(os)³

2.9 %

² De 5 años y más.

³ Mujeres de 15 a 49 años.

Figura 67. Diagrama de migración, fecundidad y mortalidad, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. INEGI 2020.

Municipio	Población total ¹			Edad mediana ²			Relación hombres-mujeres ³	Índice de envejecimiento ⁴		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres		Total	Hombres	Mujeres
Total	1 857 985	936 779	921 206	28	28	29	101.69	28.65	27.59	29.75
Bacalar	41 754	21 051	20 703	26	26	25	101.68	33.99	37.02	30.94
Benito Juárez	911 503	459 325	452 178	29	29	29	101.58	27.78	25.57	30.08
Cozumel	88 626	44 415	44 211	30	30	30	100.46	35.95	35.35	36.55
Felipe Carrillo Puerto	83 990	41 954	42 036	25	25	25	99.80	31.10	32.60	29.58
Isla Mujeres	22 686	11 542	11 144	28	28	28	103.57	27.91	28.66	27.14
José María Morelos	39 165	19 855	19 310	25	25	25	102.82	32.62	35.94	29.18
Lázaro Cárdenas	29 171	14 844	14 327	26	26	26	103.61	32.06	34.01	29.98
Othón P. Blanco	233 648	115 096	118 552	30	30	31	97.08	46.42	45.21	47.66
Puerto Morelos	26 921	13 831	13 090	29	30	29	105.66	34.31	34.64	33.96
Solidaridad	333 800	170 476	163 324	28	28	28	104.38	15.97	14.96	17.01
Tulum	46 721	24 390	22 331	26	26	26	109.22	16.74	17.56	15.87

Tabla 102. Población total, edad mediana, relación hombres-mujeres e índice de envejecimiento, Quintana Roo, INEGI 2020.

Grupos quinquenales de edad	Población en viviendas particulares habitadas	Hombres	Mujeres
Total	29 158	14 943	14 215
00-04 años	2 831	1 341	1 490
05-09 años	2 935	1 466	1 469
10-14 años	3 048	1 701	1 347
15-19 años	2 483	1 301	1 182
20-24 años	2 466	1 302	1 164
25-29 años	2 372	1 168	1 204
30-34 años	2 242	1 117	1 125
40-44 años	1 749	850	899
45-49 años	1 709	845	864
50-54 años	1 263	683	580
55-59 años	1 161	644	517
60-64 años	904	442	462
65-69 años	672	373	299
70-74 años	507	257	250
75 años y más	714	431	283

Tabla 103. Estimadores de la población en viviendas particulares habitadas por municipio y grupos quinquenales de edad según sexo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.

Población económicamente activa.

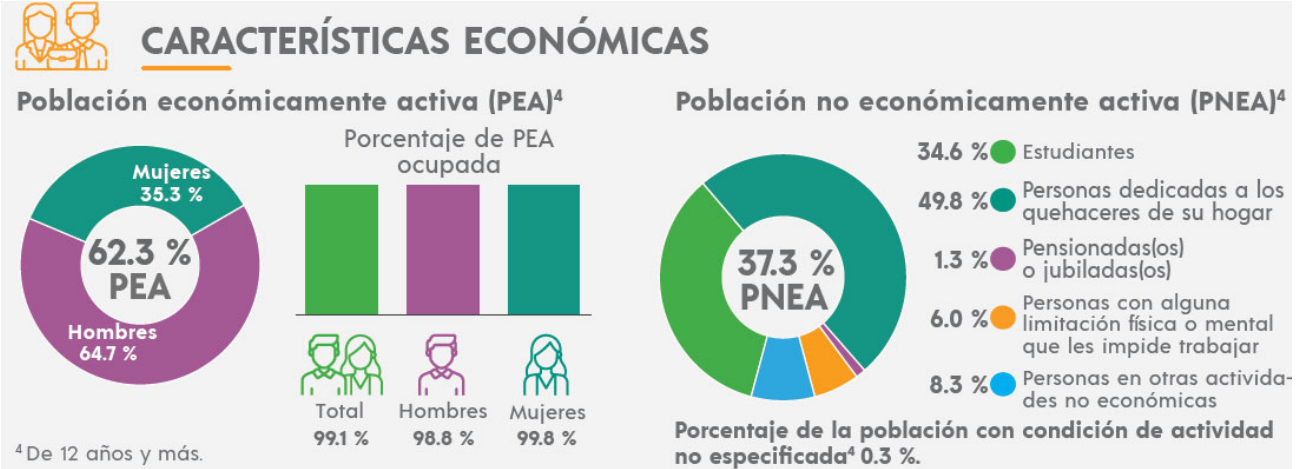


Figura 68. Diagrama de la población económicamente activa, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.

Grupos quinquenales de edad	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					Tasa específica de participación económica¹
		Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado	
		Total	Ocupada	Desocupada			
Total	22 327	13 916	13 797	119	8 336	75	62.33
12-14 años	1 824	319	317	2	1 503	2	17.49
15-19 años	2 636	1 012	998	14	1 622	2	38.39
20-24 años	2 386	1 624	1 599	25	757	5	68.06
25-29 años	2 346	1 747	1 731	16	595	4	74.47
30-34 años	2 206	1 685	1 675	10	517	4	76.38
35-39 años	2 006	1 509	1 500	9	493	4	75.22
40-44 años	1 904	1 452	1 448	4	446	6	76.26
45-49 años	1 739	1 277	1 271	6	458	4	73.43
50-54 años	1 347	1 005	992	13	336	6	74.61
55-59 años	1 154	821	814	7	327	6	71.14
60-64 años	839	523	520	3	313	3	62.34
65-69 años	683	408	403	5	266	9	59.74
70-74 años	507	262	259	3	241	4	51.68
75-79 años	344	163	161	2	175	6	47.38
80-84 años	206	64	64	0	135	7	31.07
85 años y más	200	45	45	0	152	3	22.50

Tabla 104. Población de 12 años y más por grupos quinquenales de edad según condición de actividad económica y de ocupación y tasa específica de participación económica, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.

Sexo	Escolaridad	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					Tasa específica de participación económica¹
			Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado	
			Total	Ocupada	Desocupada			
Total	Total	22 327	13 916	13 797	119	8 336	75	62.33
Total	Sin escolaridad	1 692	816	814	2	862	14	48.23
Total	Primaria²	6 123	3 571	3 536	35	2 519	33	58.32
Total	Secundaria incompleta	1 247	384	378	6	862	1	30.79
Total	Secundaria completa	7 069	4 758	4 728	30	2 296	15	67.31
Total	Estudios técnicos o comerciales con primaria terminada	29	21	21	0	8	0	72.41
Total	Educación media superior³	4 343	2 892	2 864	28	1 445	6	66.59
Total	Educación superior⁴	1 798	1 462	1 444	18	336	0	81.31
Total	No especificado	26	12	12	0	8	6	46.15
Hombres	Total	11 336	9 004	8 897	107	2 282	50	79.43
Hombres	Sin escolaridad	798	550	548	2	237	11	68.92
Hombres	Primaria²	3 102	2 395	2 361	34	682	25	77.21
Hombres	Secundaria incompleta	630	243	237	6	387	0	38.57
Hombres	Secundaria completa	3 544	3 158	3 128	30	380	6	89.11
Hombres	Estudios técnicos o comerciales con primaria terminada	13	10	10	0	3	0	76.92
Hombres	Educación media superior³	2 296	1 830	1 808	22	463	3	79.70
Hombres	Educación superior⁴	936	812	799	13	124	0	86.75
Hombres	No especificado	17	6	6	0	6	5	35.29
Mujeres	Total	10 991	4 912	4 900	12	6 054	25	44.69
Mujeres	Sin escolaridad	894	266	266	0	625	3	29.75
Mujeres	Primaria²	3 021	1 176	1 175	1	1 837	8	38.93
Mujeres	Secundaria incompleta	617	141	141	0	475	1	22.85
Mujeres	Secundaria completa	3 525	1 600	1 600	0	1 916	9	45.39
Mujeres	Estudios técnicos o comerciales con primaria terminada	16	11	11	0	5	0	68.75
Mujeres	Educación media superior³	2 047	1 062	1 056	6	982	3	51.88
Mujeres	Educación superior⁴	862	650	645	5	212	0	75.41
Mujeres	No especificado	9	6	6	0	2	1	66.67

Tabla 105. Población de 12 años y más por sexo y escolaridad según condición de actividad económica y de ocupación y tasa específica de participación económica, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.

Grupos quinquenales de edad	Población de 12 años y más no económicamente activa	Tipo de actividad no económica				
		Pensionada o jubilada	Estudiante	Se dedica a los quehaceres de su hogar	Limitación física o mental permanente que le impide trabajar	Otras actividades no económicas
Total	8 336	105	2 888	4 155	498	690
12-14 años	1 503	0	1 422	38	8	35
15-19 años	1 622	0	1 240	259	18	105
20-24 años	757	0	195	467	15	80
25-29 años	595	0	23	503	10	59
30-34 años	517	1	3	454	22	37
35-39 años	493	1	2	446	9	35
40-44 años	446	0	1	394	11	40
45-49 años	458	6	1	374	29	48
50-54 años	336	7	0	271	24	34
55-59 años	327	15	0	271	18	23
60-64 años	313	30	0	212	36	35
65-69 años	266	16	0	181	35	34
70-74 años	241	13	1	144	44	39
75-79 años	175	9	0	83	56	27
80-84 años	135	5	0	37	69	24
85 años y más	152	2	0	21	94	35

Tabla 106. Población de 12 años y más no económicamente activa por grupos quinquenales de edad según tipo de actividad no económica, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.

División ocupacional ¹	Población de 12 años y más ocupada	Posición en el trabajo				
		Trabajadores asalariados ²	Empleadores	Trabajadores por cuenta propia	Trabajadores sin pago	No especificado
Total	11 460	54.26	5.52	35.32	4.90	0.00
Funcionarios, directores y jefes	264	57.95	24.62	17.42	0.00	0.00
Profesionistas y técnicos	1 289	71.99	3.57	23.12	1.32	0.00
Trabajadores auxiliares en actividades administrativas	694	89.63	7.35	2.31	0.72	0.00
Comerciantes, empleados en ventas y agentes de ventas	1 012	48.91	4.55	40.91	5.63	0.00
Trabajadores en servicios personales y vigilancia	1 163	70.34	4.39	23.47	1.81	0.00
Trabajadores en actividades agrícolas, ganaderas, forestales, pesca y caza	2 933	26.76	5.25	58.81	9.17	0.00
Trabajadores artesanales, en la construcción y otros oficios	1 363	51.36	1.54	45.05	2.05	0.00
Operadores de maquinaria industrial, ensambladores, choferes y conductores de transporte	608	46.88	15.95	37.17	0.00	0.00
Trabajadores en actividades elementales y de apoyo	1 978	67.34	4.40	20.22	8.04	0.00
No especificado	156	64.10	9.62	23.08	3.21	0.00

Tabla 107. Estimadores de la población de 12 años y más ocupada y su distribución porcentual según posición en el trabajo y división ocupacional, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.

Sexo	Estimador	Población de 12 años y más ocupada	Sector de actividad económica ¹					
			Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	Minería, industrias manufactureras, electricidad y agua	Construcción	Comercio	Servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros	No especificado
Total	Valor	11 460	24.72	9.36	8.33	11.82	44.62	1.15
Total	Error estándar	1 158	2.49	1.34	0.78	0.84	3.28	0.31
Total	Límite inferior de confianza	9 545	20.83	7.37	7.12	10.50	39.28	0.74
Total	Límite superior de confianza	13 375	29.07	11.83	9.73	13.28	50.08	1.79
Total	Coefficiente de variación	10.10	10.08	14.34	9.42	7.11	7.35	26.77
Hombres	Valor	8 199	32.77	8.81	11.53	8.55	37.04	1.31
Hombres	Error estándar	924	2.78	1.65	1.15	0.92	3.29	0.34
Hombres	Límite inferior de confianza	6 670	28.35	6.43	9.76	7.15	31.78	0.85
Hombres	Límite superior de confianza	9 728	37.53	11.94	13.56	10.19	42.63	2.01
Hombres	Coefficiente de variación	11.27	8.49	18.71	9.93	10.72	8.88	26.20
Mujeres	Valor	3 261	4.48	10.76	0.31	20.02	63.66	0.77
Mujeres	Error estándar	276	1.03	1.27	0.21	1.65	2.89	0.38
Mujeres	Límite inferior de confianza	2 804	3.05	8.83	0.10	17.44	58.75	0.34
Mujeres	Límite superior de confianza	3 718	6.52	13.06	0.95	22.89	68.30	1.72
Mujeres	Coefficiente de variación	8.47	22.99	11.84	68.70	8.23	4.54	49.08

Tabla 108. Estimadores de la población de 12 años y más ocupada y su distribución porcentual según sector de actividad económica, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.

Vivienda e Infraestructura



VIVIENDA

Total de viviendas particulares habitadas

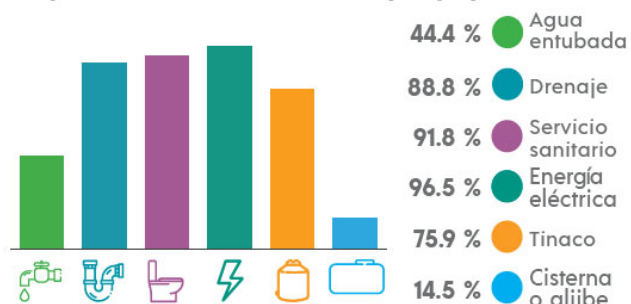
7 917 representa el 14 % del total estatal

Promedio de ocupantes por vivienda **3.7**

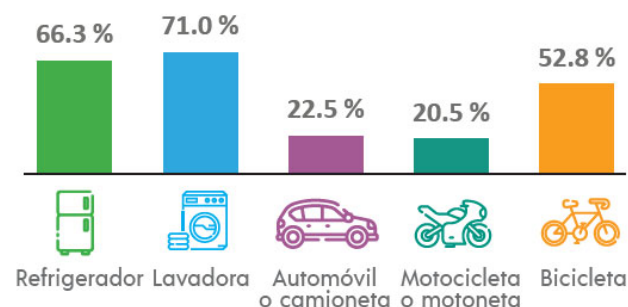
Promedio de ocupantes por cuarto **1.5**

Viviendas con piso de tierra **4.5 %**

Disponibilidad de servicios y equipamiento



Disponibilidad de bienes



Disponibilidad de TIC

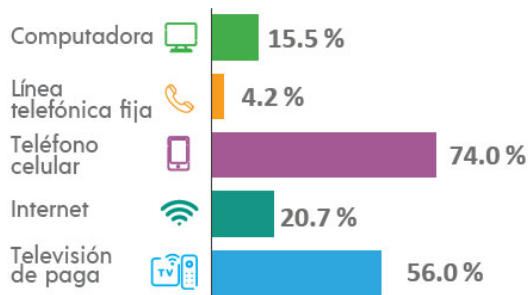


Figura 69. Diagramas de la situación de la vivienda en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo.

Salud

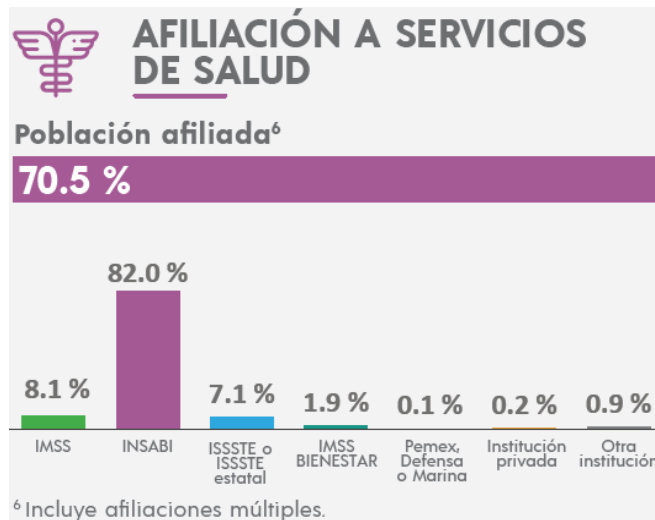


Figura 70. Diagrama de la afiliación a servicios de salud del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.

Grupos quinquenales de edad	Población total¹	Condición de afiliación a servicios de salud										No afiliada	No especificado
		Afiliada²											
		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Instituto de Salud para el Bienestar³	IMSS BIENESTAR	Institución privada	Otra institución⁴			
Total	29 171	20 569	1 676	1 424	35	14	16 870	387	42	189	8 587	15	
00-04 años	2 808	2 053	106	79	2	1	1 812	43	1	12	749	6	
05-09 años	2 878	2 190	91	137	3	0	1 923	32	1	7	687	1	
10-14 años	2 982	2 233	87	119	3	2	1 963	44	1	17	748	1	
15-19 años	2 636	1 812	126	86	1	3	1 547	35	2	19	824	0	
20-24 años	2 386	1 582	230	36	1	1	1 271	36	3	15	803	1	
25-29 años	2 346	1 593	224	51	1	0	1 263	34	6	18	752	1	
30-34 años	2 206	1 565	183	102	2	0	1 242	33	2	11	640	1	
35-39 años	2 006	1 426	147	105	4	1	1 136	21	2	11	580	0	
40-44 años	1 904	1 333	123	145	2	1	1 028	26	8	12	570	1	
45-49 años	1 739	1 181	97	119	2	1	925	17	2	19	557	1	
50-54 años	1 347	934	70	128	8	1	691	18	5	16	411	2	
55-59 años	1 154	754	45	111	3	0	570	18	6	4	400	0	
60-64 años	839	562	58	95	1	1	397	8	2	2	277	0	
65-69 años	683	478	46	40	0	0	379	9	1	5	205	0	
70-74 años	507	359	17	30	1	0	296	7	0	8	148	0	
75-79 años	344	251	13	26	0	1	204	1	0	6	93	0	
80-84 años	206	140	5	5	0	1	126	2	0	3	66	0	
85 años y más	200	123	8	10	1	0	97	3	0	4	77	0	

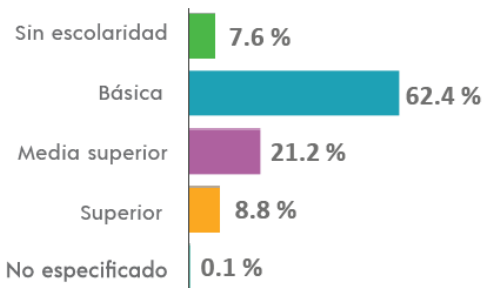
Tabla 109. Población total por grupos quinquenales de edad según condición de afiliación a servicios de salud y tipo de institución, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.

Educación



CARACTERÍSTICAS EDUCATIVAS

Población según nivel de escolaridad⁵



⁵ De 15 años y más.

Tasa de alfabetización

15 a 24 años	98.5 %
25 años y más	89.8 %

Asistencia escolar

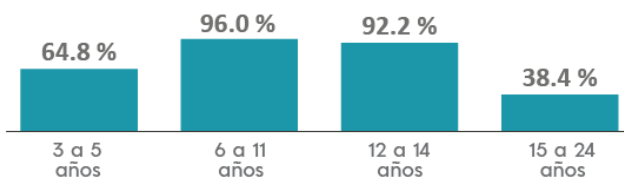


Figura 71. Diagrama de las características educativas del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, INEGI 2020.

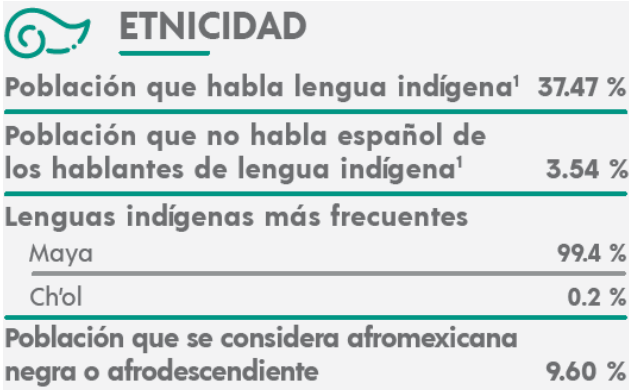
Grupos quinquenales de edad	Población de 15 años y más	Condición de alfabetismo		
		Alfabeta	Analfabeta	No especificado
Total	20 503	18 849	1 635	19
15-19 años	2 636	2 596	31	9
20-24 años	2 386	2 352	32	2
25-29 años	2 346	2 309	36	1
30-34 años	2 206	2 154	49	3
35-39 años	2 006	1 943	62	1
40-44 años	1 904	1 795	108	1
45-49 años	1 739	1 569	169	1
50-54 años	1 347	1 190	156	1
55-59 años	1 154	968	186	0
60-64 años	839	693	146	0
65-69 años	683	520	163	0
70-74 años	507	332	175	0
75-79 años	344	213	131	0
80-84 años	206	110	96	0
85 años y más	200	105	95	0

Tabla 110. Población de 15 años y más por grupos quinquenales de edad según condición de alfabetismo, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.

Edad	Población de 3 años y más	Condición de asistencia escolar		
		Asiste	No asiste	No especificado
Total	27 603	8 311	19 279	13
03 años	567	156	411	0
04 años	673	480	192	1
05 años	650	588	62	0
06 años	558	531	27	0
07 años	538	516	22	0
08 años	539	518	21	0
09 años	593	570	22	1
10 años	595	575	20	0
11 años	563	540	23	0
12 años	654	621	33	0
13 años	598	549	49	0
14 años	572	511	60	1
15 años	506	410	96	0
16 años	513	377	136	0
17 años	568	392	176	0
18 años	558	285	273	0
19 años	491	145	346	0
20-24 años	2 386	317	2 068	1
25-29 años	2 346	71	2 274	1
30 años y más	13 135	159	12 968	8

Tabla 111. Población de 3 años y más por edad según condición de asistencia escolar, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.

Etnicidad



¹ De 3 años y más.

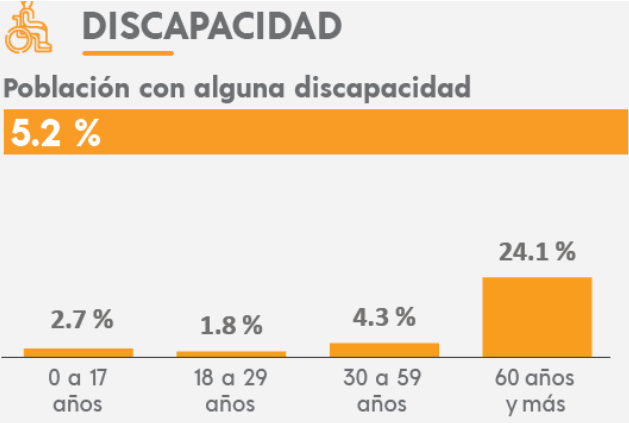


Figura 72. Situación de la etnicidad en el municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.

Grupos quinquenales de edad	Población de 3 años y más	Condición de habla indígena					
		Habla lengua indígena				No habla lengua indígena	No especificado
		Total	Condición de habla española				
			Habla español	No habla español	No especificado		
Total	27 603	10 343	9 895	366	82	17 251	9
03-04 años	1 240	72	72	0	0	1 167	1
05-09 años	2 878	257	254	2	1	2 620	1
10-14 años	2 982	498	493	2	3	2 484	0
15-19 años	2 636	622	618	2	2	2 014	0
20-24 años	2 386	708	697	2	9	1 677	1
25-29 años	2 346	773	764	1	8	1 572	1
30-34 años	2 206	872	861	3	8	1 333	1
35-39 años	2 006	972	953	14	5	1 034	0
40-44 años	1 904	1 013	985	18	10	889	2
45-49 años	1 739	1 007	977	21	9	731	1
50-54 años	1 347	796	746	41	9	550	1
55-59 años	1 154	734	692	36	6	420	0
60-64 años	839	537	491	40	6	302	0
65-69 años	683	475	437	35	3	208	0
70-74 años	507	405	358	44	3	102	0
75-79 años	344	273	230	43	0	71	0
80-84 años	206	169	136	33	0	37	0
85 años y más	200	160	131	29	0	40	0

Tabla 112. Población de 3 años y más por grupos quinquenales de edad según condición de habla indígena y condición de habla española, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo INEGI 2020.

PAISAJE.

El paisaje en el sitio es característico de una zona rural, en este caso, el ejido Vicente Guerrero, cuenta con los servicios de energía eléctrica, telefonía, vías de comunicación pavimentadas, banco de materiales y terrenos baldíos.

A continuación, se describen los efectos del proyecto sobre el paisaje.

Visibilidad: la obra será visible desde la vialidad colindante, ya que se localiza en la carretera El Cedral-Kantunilkín. Las condiciones de topografía y altura de la vegetación se localizan fácilmente desde la vialidad.

La calidad paisajística del sitio es notablemente diferente al norte, sur y oeste se observan terrenos baldíos que han sido utilizados para el cultivo de temporal y al este se observa un banco de materiales. El asentamiento humano que corresponde a Vicente Guerrero se ubica al sureste del predio del proyecto.

No se observan otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto básicamente está formado por asociaciones vegetales, particularmente vegetación secundaria.

La fragilidad del paisaje es mínima, ya que se encuentra en un medio alterado por el cultivo.

Uso de los recursos naturales

El estado de Quintana Roo cuenta con un capital natural valioso en sus 50 mil 483 km² de extensión territorial y sus 900 kilómetros de litoral costero. Frente a sus costas se extiende parte de la segunda cadena arrecifal más importante del mundo. Cuenta también con más de tres millones de hectáreas de superficie forestal de alta diversidad biológica, un medio natural de extraordinaria belleza y gran fragilidad, así como con una gran cantidad de cenotes y lagunas producto de la particular conformación geológica del territorio peninsular. Los avances alcanzados en materia de Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) y áreas naturales protegidas, son reconocidos nacionalmente. Quintana Roo cuenta con siete POETs aprobados y uno más en elaboración, cuya cobertura comprende todo el litoral caribeño y particularmente las zonas turísticas más importantes y dinámicas del Estado; mientras que para la zona interior de la entidad tenemos en forma concurrente al PEOT.

Los principales recursos naturales del municipio son la selva con sus diferentes especies maderables y la explotación del chicle, la fauna marina, las playas, arrecifes coralinos y el mar de incomparable belleza. Existe potencial para la fruticultura y actividades pecuarias.

Estos sistemas ambientales y paisajes no serán afectados por el proyecto, ya que el predio se encuentra ubicado en el ejido Vicente Guerrero del municipio de Lázaro Cárdenas.

El predio se encuentra cubierto de vegetación secundaria con presencia de ejemplares de *Panicum máximum* (guinea), *Viguiera dentata* (tahonal), *Bidens pilosa* (maskab chikbu'ul), *Coccoloba cozumelensis* (boob), *Arrabidaea procumbens* (zo bach), *Ehretia tinifolia* (bek/roble), *Caesalpinia gaumeri* (kitamche), *Hampea trilobata* (hol/majagua), *Heteropterys laurifolia* (pepen'ak), *Serjania adiantoides* (pak'ak), *Guazuma ulmifolia* (pixoy), *Pennisetum purpureum* (zacate taiwan), *Lonchocarpus rugosus* (kanasin), *Mucuna pruriens* (pica pica), *Cochlospermum vitifolium* (chum/choy), *Sabal yapa* (Sak xa'an/huano), entre otras, que serán eliminados y como medida de mitigación se construirán áreas verdes con ejemplares de la región y no se observaron ejemplares de flora o fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Diagnóstico ambiental.

A) Integración e interpretación del inventario ambiental.

De acuerdo al análisis del sitio proporcionado por el SIGEIA y a los ordenamientos ecológicos decretados, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en la **UAB 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo** del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, con una política ambiental de Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable y la **UGA 132** del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y de acuerdo al análisis de dichos instrumentos ecológicos la ubicación del proyecto cumple con los criterios de regulación ecológicas.

En el municipio de Lázaro Cárdenas se encuentra la Isla de Holbox que es una de las más importantes del estado de Quintana Roo y de vital importancia para el desarrollo económico del estado, ya que su principal actividad económica son las turísticas con las entradas de divisas extranjeras y la generación de empleos en la localidad, lo que ha generado una mayor afluencia de turistas tanto nacionales como extranjeros. Por tal motivo sobre la vía de comunicación transitan una gran cantidad de vehículos, los cuales requieren abastecerse de combustibles. Es por ello que el presente proyecto cobra mayor relevancia, ya que dotará de un servicio que actualmente no existe en la zona.

En la visita de campo al sitio del proyecto se observó un terreno baldío con basura que los automovilistas arrojan, de llevarse a cabo el proyecto se limpiara el predio y se evitará que se sigan estas prácticas.

De acuerdo a las observaciones en campo y a la ubicación del sitio se puede decir que:

- a) **El predio del proyecto se encuentra ubicado en el Ejido Vicente Guerrero a un costado de la carretera El Cedral-Kantunilkin, que es apta para la instalación de comercios y servicios.**
- b) **La vegetación del sitio corresponde a secundaria que fue utilizada para el cultivo de temporal, la operación de la vía de comunicación y por las actividades antrópicas que se realizan en la zona.**
- c) **La fauna de la zona ha sido ahuyentada por la operación de la vía de comunicación.**
- d) **En el predio no se observaron ejemplares de flora o fauna catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**
- e) **Como medida de mitigación se construirán áreas verdes con ejemplares nativos.**
- f) **El sitio del proyecto no se encuentra dentro de ninguna área natural protegida, sitios RAMSAR, AICAS, zonas marinas, hidrológicas o terrestres prioritarias.**
- g) **El uso de suelo de Estación de Servicio (gasolinera) es compatible con los usos permitidos por el H. Ayuntamiento de Lázaro Cárdenas, ya que se cuenta con la constancia de uso de suelo.**

El continuo desarrollo de las actividades comerciales, de servicios y turísticas en la región, motor de la economía del estado, requiere de la utilización de espacios naturales con el objeto de habilitar actividades comerciales y de equipamiento, destinadas a mejorar la competitividad y calidad de los servicios que se ofrecen. Tal es el caso del presente proyecto que dotará del combustible demandado por el parque vehicular que transita en la carretera, resolviendo el problema de abasto de combustible que actualmente no existe en la zona.

Dentro de esta lógica, las medidas de prevención y mitigación de los impactos que puedan ocasionar al medio la creación de proyectos de desarrollo, se constituyen en la estrategia para asegurar la sustentabilidad de las actividades comerciales y turísticas.

En el caso de la fauna, esta ha sido ahuyentada por las actividades que se realizan en la zona, sin embargo, se instruirá a los trabajadores para que eviten cazar, pescar o perturbar a las especies que puedan encontrarse en el área, ahuyentándolos y en caso necesario reubicarlos.

Para el caso de las aves, su facilidad de desplazamiento a sitios menos perturbados favorece su conservación; de igual manera, se instruirá a los trabajadores para que eviten capturarlos.

B) Síntesis del inventario.

El predio del proyecto se encuentra al sur del municipio de Lázaro Cárdenas en el ejido Vicente Guerrero, la vegetación nativa está siendo modificada por el cultivo de temporal que se realiza en la zona, de acuerdo al SIGEIA el sitio corresponde a Agricultura de temporal anual y Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Los componentes ambientales de la zona ya están siendo modificadas por las actividades antrópicas y la operación de la vía de comunicación.

Debido a la importancia para el desarrollo turístico de la Isla de Holbox, se espera un incremento de las actividades comerciales sobre la carretera, por lo que se prevé un aumento en la cantidad de vehículos que transitan por la zona y por ende aumento del consumo de combustible para uso automotriz, este crecimiento demanda la instalación de gasolineras para poder ofrecer el servicio de suministro de combustible, para lo cual es necesario la creación de espacios para el almacenamiento de dicho energético, por lo que se utilizan los espacios disponibles en la zona.

En el proyecto se contará con sistemas de tratamiento para las aguas residuales y las aguas aceitosas, tanques y tuberías de doble pared, dispositivos de emergencia, etc. para evitar la contaminación del ambiente.

En el predio no se observaron ejemplares de flora y fauna catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se construirán áreas verdes como medida de mitigación por la remoción de la vegetación.

El proyecto cumple con los instrumentos de planeación y políticas de desarrollo tanto federales, estatales y locales.

III.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS O RELEVANTES Y DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES Y MEDIDAS PARA SU PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

A) METODO PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Para la identificación de impactos ambientales derivados de la construcción y operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales “Servicios Combustibles y Lubricantes Punta Chen, S.A. de C.V.” Sucursal Punta Chen II Vicente Guerrero se utilizó el método de Matriz de Interacciones desarrollada por Leopold (1971), el cual consiste en elaborar una matriz en donde se representan en las columnas las principales acciones derivadas de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas y en los renglones los diferentes factores, tanto del medio natural como del medio socio-económico.

La matriz interactiva muestra las acciones del proyecto en un eje y los factores ambientales a lo largo del otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, éste se apunta en el punto de intersección de la matriz y se describe además en términos de consideraciones de magnitud e importancia.

Las cuadrículas que representan las interacciones admiten dos valores:

Magnitud: de una interacción es su extensión y se describe mediante la asignación de un valor numérico comprendido entre 1 y 10, donde 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido), precedido por un signo de (+) o de (-) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos. Los valores próximos al 5 en la magnitud representan impactos de extensión intermedia. La asignación de un valor numérico de la magnitud de una interacción se basa en una valoración objetiva de los hechos relacionados con el impacto previsto.

Importancia: pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción. Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

La matriz de Leopold puede ser MODIFICADA para identificar impactos benéficos y adversos mediante el uso de símbolos adecuados como el + y el -. Adicionalmente, la matriz de Leopold puede emplearse para identificar impactos en varias fases temporales del proyecto, por ejemplo, para fases de construcción, operación, etc. y para describir los impactos asociados a varios ámbitos espaciales.

La Evaluación Ambiental de este proyecto (construcción y operación de una Estación de Servicio y Locales Comerciales en el ejido Vicente Guerrero, municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo), se efectuó teniendo en cuenta el **Nivel de Significación** de los impactos ambientales favorables o adversos al medio ambiente, utilizando el método de la matriz de Leopold.

El Nivel de Significación se efectuó utilizando los siguientes parámetros:

Magnitud (m): Grado de incidencia o afectación de los aspectos de la actividad sobre el componente ambiental determinado en el ámbito de extensión que actúa.

Duración (d): Tiempo necesario para que desaparezcan los efectos de una actividad dada o bien se disipen o dispersen hasta niveles no significativos para el medio.

Extensión (e): Evaluación espacial de los efectos de un aspecto dado, generalmente relacionado con la superficie afectada, calificando el impacto de acuerdo al ámbito de influencia de su efecto.

Fragilidad (f): Grado de susceptibilidad que tiene el componente a ser deteriorado ante la incidencia de los aspectos ambientales del proyecto.

La manera más eficaz de utilizar la matriz es identificar las acciones más significativas. En general, sólo alrededor de una docena de acciones serán significativas. Cada acción se evalúa en términos de la magnitud del efecto sobre las características y condiciones medioambientales que figuran en el eje vertical.

Se coloca una barra diagonal (/) en cada casilla donde se espera una interacción significativa. La discusión en el texto del informe deberá indicar si la evaluación es a corto o a largo plazo.

La calificación del Nivel de Significación del impacto se asoció a tres variables propias del mismo: la magnitud (m), extensión (e) y duración del impacto (d) y una propia del elemento afectado, la fragilidad del medio (f).

Criterio y Calificación del medio (fragilidad).

Fragilidad (f)	
Calificativo	Valores
Muy poco frágil	1
Poco frágil	2
Medianamente frágil	3
Frágil	4
Extremadamente frágil	5

Tabla 113. Criterio y Calificación del medio (fragilidad).

El valor numérico del **Nivel de Significación** se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Significación} = ((2m + d + e) / 20) * f.$$

Los valores obtenidos se consignaron en los respectivos casilleros de la matriz de calificación y permitieron agrupar los impactos favorables o adversos de acuerdo al valor de significación en cinco rangos:

Muy poco significativo	0,00 – 1,00
Poco significativo	1,00 – 2,00
Moderadamente significativo	2,00 – 3,00
Muy significativo	3,00 – 4,00
Altamente significativo	4,00 – 5,00

Tabla 114. Valor de significación.

Criterios y Calificación de Impactos

Valor Numérico	Magnitud (m)	Extensión (e)	Duración (d)
1	Muy pequeña	Puntual	Días
	Casi imperceptible	En un punto del proyecto	1-7
2	Pequeña	Local	Meses
	Leve alteración	En una sección del proyecto.	1-12
3	Mediana	Área del proyecto	Años
	Moderada alteración	En el área del proyecto	1-10
4	Alta	Mas allá del proyecto	Años
	Se produce modificación	Dentro del área de influencia	1-10 años
5	Muy alta	Distrital	Décadas
	Modificación sustancial	Fuera del área de influencia	1-10 años

Tabla 115. Criterios y calificación de impactos.

Se evalúan las casillas marcadas más significativas, y se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina superior izquierda de cada casilla para indicar la magnitud relativa de los efectos (1 representa la menor

magnitud, y 10 la mayor). Asimismo, se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina inferior derecha para indicar la importancia relativa de los efectos.

El siguiente paso es evaluar los números que se han colocado en las casillas. Es importante mencionar que el análisis se hace sobre una matriz reducida, la cual consiste sólo de las acciones y factores que han sido identificados como interactuantes. Debe tomarse especial atención a las casillas con números elevados. El alto o bajo número en cualquier casilla indica el grado de impacto de las medidas. La asignación de magnitud e importancia se basa, en la medida de lo posible, en datos reales y no en la preferencia del evaluador.

El sistema de calificación requiere que el evaluador cuantifique su juicio sobre las probables consecuencias. El esquema permite que un revisor siga sistemáticamente el razonamiento del evaluador, para asistir en la identificación de puntos de acuerdo y desacuerdo. La matriz de Leopold constituye un resumen del texto de la evaluación del impacto ambiental.

Indicadores de impacto.

Los impactos ambientales que se producirían en los diferentes factores del medio ambiente, en las diferentes etapas del proyecto son las siguientes:

Físicos: Atmósfera, Agua Subterránea, Ruido y Suelo.

Biológicos: Flora y Fauna.

Socioeconómicos: Empleo, Servicios, Tecnología y Seguridad e Higiene.

Criterios.

Magnitud: por medio de la valoración de 1 a 10, precedido por un signo de (+) o de (-) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos.

Importancia: pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción, también en una escala de 1 a 10.

Signo: Muestra si el impacto es positivo (+) o negativo (-).

Reversibilidad: Se consideró si existía la posibilidad de que, una vez inducido el impacto, el sistema pueda volver a su estado inicial.

Viabilidad de adoptar medidas de mitigación: Se consideraron algunas medidas de mitigación con el fin de minimizar los impactos.

A continuación, se analizan todas las interacciones que serán significativas para cada una de las etapas del proyecto.

Etapas del proyecto / factores del medio ambiente.

1. Preparación del terreno.

A. Remoción de Vegetación.

A.1. Remoción de Vegetación/Atmósfera.

Magnitud -1

Importancia 1

Se removerá la vegetación presente en el predio con la ayuda de maquinaria, que generará emisiones a la atmósfera, pero en cantidades muy por debajo de lo que dicta la normatividad. A la maquinaria se le dará mantenimiento en talleres externos por parte de la empresa encargada de la construcción del proyecto.

A.2. Remoción de Vegetación/Ruido.

Magnitud -1

Importancia 1

Por la utilización de maquinaria se generará ruido, sin embargo, el nivel será por debajo de lo que dicta la normatividad, para lo cual se les dará tratamiento en talleres externos.

A.3. Remoción de Vegetación/Flora.

Magnitud -1

Importancia 1

Se eliminará la vegetación presente en el predio que corresponde a secundaria, por lo que en el proyecto se tiene contemplada la construcción de áreas verdes como medida de mitigación.

A.4. Remoción de Vegetación/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de personal, generando empleos temporales a la población.

A.5. Remoción de Vegetación/Seguridad e Higiene.

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de personal altamente calificado y capacitado para el manejo de maquinaria.

B. Relleno.

B.1. Relleno/Atmósfera.

Magnitud -1

Importancia 1

Se realizará el relleno del predio con la ayuda de maquinaria, que generará emisiones a la atmósfera, pero en cantidades muy por debajo de lo que dicta la normatividad.

B.2. Relleno/Ruido.

Magnitud -1

Importancia 1

Por la utilización de maquinaria se generará ruido, sin embargo, el nivel será por debajo de lo que dicta la normatividad.

B.3. Relleno/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de personal, generando empleos temporales a la población.

B.4. Relleno/Seguridad e Higiene.

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de personal altamente calificado y capacitado para el manejo de maquinaria.

C. Limpieza y Nivelación.

C.1. Limpieza y Nivelación/Atmósfera.

Magnitud -1

Importancia 1

En esta actividad se utilizará maquinaria y equipo que generarán emisiones a la atmósfera, las cuales cumplirán con la normatividad con la realización de mantenimientos periódicos por parte de la empresa encargada de la construcción.

C.2. Limpieza y Nivelación/Ruido.

Magnitud -1

Importancia 1

En esta actividad se utilizará maquinaria y equipo que generarán ruido.

C.3. Limpieza y Nivelación/Suelo.

Magnitud -1

Importancia 1

En esta actividad se removerá la capa del suelo presente en el sitio.

C.4. Limpieza y Nivelación/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 1

En esta actividad se requerirá de mano de obra, generando empleos directos e indirectos en la población.

C.5. Limpieza y Nivelación/Seguridad e Higiene.

Magnitud +1

Importancia 1

Para llevar a cabo esta actividad se contratará personal altamente calificado para el manejo de maquinaria, además de que al realizar la limpieza se retira la basura existente en el sitio.

D. Excavación.

D.1. Excavación/Atmósfera.

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores generará gases que se liberarán a la atmósfera.

D.2. Excavación/Ruido.

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores generará ruido.

D.3. Excavación/Suelo.

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores removerá y retirará el suelo presente en las áreas de cisterna, cimentación de estructuras, trampa de combustible y trincheras de tuberías.

D.4. Excavación/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores requiere de personal capacitado para su manejo, generando de esta manera empleos temporales a la población.

D.5. Excavación/Seguridad e Higiene.

Magnitud +1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores será operada por personal altamente capacitado para realizar de manera segura y eficiente sus actividades, además de que estarán supervisadas.

2. Construcción y Equipamiento

E. Construcción de Obra Civil.

E.1. Construcción de Obra Civil/Atmósfera.

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará para esta actividad, generará emisiones a la atmósfera.

E.2. Construcción de Obra Civil/Ruido.

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas labores generará ruido.

E.3. Construcción de Obra Civil/Suelo.

Magnitud -1

Importancia 1

La pavimentación como parte de la obra civil, afectará al suelo porque no le permitirá su regeneración.

E.4. Construcción de Obra Civil/Empleo.

Magnitud +2

Importancia 1

La construcción generará empleos temporales directos e indirectos que beneficiarán a la población.

E.5. Construcción de Obra Civil/Seguridad e Higiene.

Magnitud +2

Importancia 2

Las características de la obra civil cumplirán con los requisitos y especificaciones para garantizar la seguridad de los empleados.

F. Construcción de Obra Hidráulica.

F.1. Construcción de Obra Hidráulica/Atmósfera.

Magnitud -1

Importancia 1

La construcción de la obra hidráulica generará emisiones de gases por efecto de la maquinaria que se empleará.

F.2. Construcción de Obra Hidráulica/Ruido.

Magnitud -1

Importancia 1

La construcción de la obra hidráulica generará ruido producido por la maquinaria que se empleará.

F.3. Construcción de Obra Hidráulica/Agua subterránea.

Magnitud +1

Importancia 1

La construcción de la obra hidráulica tiene como finalidad evitar la contaminación del agua subterránea, ya que se contará con drenaje de aguas residuales con biodigestor autolimpiable para su tratamiento, aguas

aceitosas con trampa de combustible y aguas pluviales de manera independientes y con sistemas de tratamiento.

F.4. Construcción de Obra Hidráulica/Paso de agua.

Magnitud +1

Importancia 1

Como parte de la construcción de la obra hidráulica se respetará el paso de agua que se ubica al sureste del predio del proyecto.

F.5. Construcción de Obra Hidráulica/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 1

La construcción de la obra hidráulica generará empleos en la población.

F.6. Construcción de Obra Hidráulica/Seguridad e Higiene.

Magnitud +1

Importancia 1

Las características de la obra hidráulica cumplirán con los requisitos y especificaciones de la CONAGUA para garantizar la calidad y destino final de las descargas.

G. Obra Electromecánica.

G.1. Obra Electromecánica/Atmósfera.

Magnitud -1

Importancia 1

La construcción de la obra electromecánica generará emisiones de gases por efecto de la maquinaria empleada.

G.2. Obra Electromecánica/Ruido

Magnitud -1

Importancia 1

La maquinaria que se utilizará en estas obras generará ruido.

G.3. Obra Electromecánica/Empleo

Magnitud +1

Importancia 1

La necesidad de personal y mano de obra calificada en esta etapa generará la necesidad de contar con los recursos humanos calificados, generando empleos.

G.4. Obra Electromecánica/Tecnología.

Magnitud +1

Importancia 2

El montaje e instalación electromecánica contribuyen a la incorporación de tecnologías ecológicamente compatibles en la rama de almacenamiento de combustibles.

G.5. Obra Electromecánica/Seguridad e Higiene.

Magnitud +2

Importancia 2

El equipamiento adecuado de las instalaciones, al incorporar los elementos de seguridad, protección e higiene para los trabajadores asegurará un adecuado ambiente laboral.

3. Operación y Mantenimiento.

H. Recepción de combustible.

H.1. Recepción de combustible/Atmósfera.

Magnitud -1

Importancia 1

Los vehículos automotores (pipas) que llevarán el combustible a la Estación de Servicio generarán emisiones a la atmósfera.

H.2. Recepción de combustible/Ruido.

Magnitud -1

Importancia 1

Los vehículos automotores (pipas) que llevarán el combustible generarán ruido.

H.3. Recepción de combustible/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 2

Esta operación requerirá de mano de obra capacitada para llevarse a cabo, generando empleos.

H.4. Recepción de combustible/Servicios.

Magnitud +1

Importancia 1

Una parte fundamental para la operación de la Estación de Servicio es el abastecimiento de combustible para poder ofrecer el servicio a los vehículos que transiten en la vía de comunicación colindante.

H.5. Recepción de combustible/Tecnología.

Magnitud +1

Importancia 1

El tanque de almacenamiento, tuberías, así como las medidas de seguridad para la recepción incorporan en su diseño y construcción las más avanzadas tecnologías.

H.6. Recepción de combustible/Seguridad e Higiene.

Magnitud -1

Importancia 1

No obstante, las medidas preventivas y de seguridad, esta operación disminuirá la seguridad de la zona.

I. Despacho de combustible.

I.1. Despacho de combustible/Atmósfera

Magnitud -1

Importancia 1

Los vehículos automotores que acudan a la Estación de Servicio para abastecerse de combustible generarán emisiones a la atmósfera.

I.2. Despacho de combustible/Ruido

Magnitud -1

Importancia 1

Los vehículos automotores que cargarán combustible en la Estación de Servicio generarán ruido.

I.3. Despacho de combustible/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 2

Esta actividad requerirá de mano de obra, generando empleos permanentes en la localidad.

I.4. Despacho de combustible/Servicios.

Magnitud +2

Importancia 2

Al contar con una Estación de Servicio en la zona se dotará del servicio de suministro de combustible que actualmente no existe en la zona.

I.5. Despacho de combustible/Tecnología.

Magnitud +1

Importancia 1

La ASEA es la dependencia encargada de regular la operación de las Estaciones de Servicio, por lo que publican las especificaciones técnicas donde se incorporan las tecnologías más avanzadas y adecuadas para una operación eficiente y segura.

I.6. Despacho de combustible/Seguridad e Higiene.

Magnitud -1

Importancia 2

Esta actividad puede considerarse como riesgosa, debido a las características inflamables y explosivas de los combustibles, incorporándose a las actividades existentes en la zona. En documento aparte se analiza el grado de riesgo del proyecto.

J. Vigilancia e Inspección.

J.1. Vigilancia e Inspección/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 1

Se requerirá de mano de obra para esta actividad, generando empleo.

J.2. Vigilancia e Inspección/Servicios.

Magnitud +1

Importancia 1

El contar con una buena vigilancia y realizar una inspección rutinaria como parte de la operación establece

un mejor nivel de servicios en la zona.

J.3. Vigilancia e Inspección/Seguridad e Higiene.

Magnitud +1

Importancia 3

Las labores de vigilancia e inspección diarias constituyen una de las mejores herramientas preventivas en materia de seguridad e higiene.

K. Mantenimiento.

K.1. Mantenimiento/Agua

Magnitud -1

Importancia 1

El mantenimiento de la Estación de Servicio requerirá agua, generando descargas.

K.2. Mantenimiento/Fauna.

Magnitud +1

Importancia 1

La limpieza adecuada y remoción de desechos impedirá el establecimiento de fauna indeseable como cucarachas, roedores o moscos.

K.3. Mantenimiento/Empleo.

Magnitud +1

Importancia 1

Esta labor requerirá de mano de obra, generando empleos permanentes

K.4. Mantenimiento/Servicios.

Magnitud +1

Importancia 1

El mantenimiento adecuado de las instalaciones permitirá ofrecer el servicio en condiciones óptimas.

J.5. Mantenimiento/Seguridad e Higiene

Magnitud +1

Importancia 3

Las medidas de higiene y seguridad consideran implementar en el proyecto un programa de mantenimiento que favorece la compatibilidad de la obra con el medio urbano donde se construirá la obra.

De acuerdo a lo anterior, no se determinaron interacciones negativas muy significativas o altamente significativas por tratarse de una obra de pequeñas dimensiones (Estación de Servicio y Locales Comerciales), estar ubicada en una zona con preferencia comercial y donde el sistema ambiental del predio ya ha sido modificado por el cultivo de temporal y la operación de la vía de comunicación y donde se consideran medidas preventivas de los impactos ambientales identificados.

En la página siguiente se presenta la matriz de iteraciones resultante.

FACTORES DEL AMBIENTE			ETAPAS DEL PROYECTO										
			PREPARACIÓN DEL TERRENO				CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
			REMOCIÓN DE VEGETACIÓN	RELLENO DEL SITIO	LIMPIEZA Y NIVELACIÓN	EXCAVACION	OBRA CIVIL	OBRA HIDRAULICA	OBRA ELECTROMECANICA	RECEPCION DE COMBUSTIBLE	DESPACHO DE COMBUSTIBLE	VIGILANCIA E INSPECCION	MANTENIMIENTO
FACTORES DEL AMBIENTE	FISICOS	ATMOSFERA	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1		
		RUIDO	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1		
		SUELO			-1/1	-1/1	-1/1						
		AGUA SUBTERRÁNEA						+1/1					-1/1
		PASO DE AGUA						+1/1					
	BIOLÓGICOS	FLORA	-1/1										
		FAUNA											+1/1
	SOCIOECONÓMICOS	EMPLEO	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1	+2/1	+1/1	+1/1	+1/2	+1/2	+1/1	+1/1
		SERVICIOS								+1/1	+2/2	+1/1	+1/1
		TECNOLOGÍA							+1/2	+1/1	+1/1		
		SEGURIDAD E HIGIENE	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1	+2/2	+1/1	+2/2	-1/1	-1/2	+1/3	+1/3



MATRIZ DE INTERACCIONES AMBIENTALES POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO Y LOCALES COMERCIALES

Consultores en Ecosistemas S.C.



Tabla 116. Matriz de interacciones resultante por la construcción y operación del proyecto.

B) IDENTIFICACIÓN, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

1. Anteproyecto.

- Cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016.

2. Etapa de preparación del sitio y construcción.

- Mantenimiento de maquinaria y equipo.
- Instalación de letrinas portátiles.
- Instalación de botes de basura.
- Riego del terreno.
- Instalación de letreros informativos.
- Barda perimetral.

3. Etapa de operación.

- Sistema de drenaje de aguas pluviales.
- Sistema de drenaje para aguas aceitosas.
- Sistema de drenaje de aguas residuales.
- Paso de agua.
- Tanque subterráneo de doble pared.
- Fosa de contención para tanque de combustible.
- Áreas verdes.
- Pozo de observación.
- Monitoreo electrónico.
- Limpieza general de la Estación de Servicio.
- Limpieza ecológica de la trampa de combustible.
- Programa de separación de residuos.
- Servicio de recolección de residuos.
- Sistema de seguridad.
- Normatividad ambiental.
- Programa de mantenimiento.
- Pruebas de hermeticidad.
- Extintores.
- Programa de capacitación.
- Programa Interno de Protección Civil.

1. ETAPA: ANTEPROYECTO.

Cumplimiento de la NOM-005-ASEA-2016. Para la construcción de la Estación de Servicio y Locales Comerciales, se cumplirá con las especificaciones técnicas contenidas en la NOM-005-ASEA-2016 “Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas”, donde se establecen las características de todas las instalaciones para garantizar la seguridad del trabajador, así como de las zonas aledañas al predio donde se ubicará la Estación de Servicio y para minimizar el impacto al ambiente.

2. ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE.

Mantenimiento de maquinaria y equipo. A los vehículos automotores y maquinaria que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción del proyecto se les dará mantenimiento adecuado para que las emisiones de gases que generen a la atmósfera a través de sus escapes, cumplan con los valores máximos de los parámetros que dictan las Normas Oficiales Mexicanas 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 (D.O.F. 10/Junio/2015) y 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 (D.O.F. 8/Marzo/2018), además se verificará que cuenten con los silenciadores necesarios para prevenir el ruido excesivo.

Riego del terreno. Se regará de manera constante el terreno para mantenerlo húmedo y prevenir de esta manera el levantamiento de polvo que pudiera afectar a las inmediaciones, esta medida evitará que el polvo ocasionado por la construcción, se propague a otras áreas ocasionando molestias o hasta provocando algún accidente de tránsito.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO.

Instalación de letrinas portátiles. En el predio se instalará una letrina portátil para el uso exclusivo de los trabajadores, evitando de esta manera la contaminación del suelo por excretas. A estas letrinas se les dará mantenimiento y limpieza por parte de la empresa que los rentará.

Instalación de botes de basura. Se instalarán botes de basura perfectamente rotulados en el predio, esta medida prevendrá la contaminación del suelo debido a los residuos orgánicos e inorgánicos que generarán los trabajadores durante la construcción.

Instalación de letreros informativos. Se instalarán señalamientos informativos alrededor del predio y en la vía de comunicación aledaña se instalarán señalamientos viales de acuerdo al reglamento de tránsito y a las normas de la materia vigente, esta medida tiene la intención de prevenir accidentes de tránsito por las obras y actividades que se realizarán en el predio.

Barda perimetral. El predio será delimitado con barda perimetral de polines de madera y láminas de cartón o lona, que evitarán molestias a los usuarios de la vía de comunicación colindante y para evitar que se perturben otras áreas.

3. ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA.

Sistema de drenaje de aguas pluviales. Se contará con un sistema de drenaje para aguas pluviales que se descargarán al subsuelo, lo que favorecerá la recarga del acuífero y evitando la contaminación del agua, ya que este drenaje será independiente del drenaje de aguas residuales y aceitosas.

Sistema de drenaje para aguas aceitosas. Se contará con un sistema de drenaje de aguas aceitosas con su respectiva trampa de combustible y depósito de residuos, que en caso de la ruptura de equipos o de derrame de combustible esta trampa evitará que pueda ocurrir una filtración al acuífero, esta medida evitará contaminaciones al manto freático. En las zonas de descarga, despacho y almacenamiento que son las áreas donde se puede producir un derrame de combustible se contará con piso de concreto armado impermeable.

Sistema de drenaje de aguas residuales. Se contará con un sistema de drenaje de aguas residuales que serán tratadas mediante un biodigestor autolimpiable y después infiltradas al subsuelo por medio de un pozo de absorción, esta medida evitará la contaminación del manto freático.

Paso de agua. Se respetará el paso de agua ubicado a un costado de la carretera en la parte sureste del predio, para lo cual se dejará la canalización adecuada.

Tanque subterráneo de doble pared. La Estación de Servicio contará con tanques subterráneos de doble pared acero-polietileno, del tipo ecológico, esta medida evitará la contaminación del acuífero por fugas de combustible, ya que contará con doble pared y sensores que detectarán posibles fugas.

Fosa de contención para tanque de combustible. Se construirán fosas para alojar los tanques de almacenamiento, contará con muros de concreto, piso y tapa losa de concreto impermeable, con el fin de evitar que en caso de derrames o siniestros estos se extiendan a otras áreas y evitar la contaminación del manto freático.

Sistema de seguridad. Se contará con válvulas de emergencia Break Away en las mangueras de despacho, válvula de emergencia Shut Off en tubería de suministro de combustible. Así como, con sistema de paro de emergencia y de control de llenado de tanque de almacenamiento. Con estos equipos modernos se prevendrán posibles derrames de combustible evitando la contaminación del acuífero y accidentes.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE.

Extintores. Se contará con extintores para combate contra incendio para actuar en caso de incendio.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA Y FAUNA.

Construcción de áreas verdes. La Estación de Servicio contará con áreas verdes que mitigará la vegetación que será removida, para lo cual se utilizarán especies nativas y se prohibirá el uso de especies exóticas.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO.

Pozo de observación. En la Estación de Servicio se contará con dos pozos de observación, que permitirán detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo, evitando de esta manera la contaminación del suelo.

Monitoreo electrónico. Se contará con un sistema de monitoreo eléctrico que detectarán posibles fugas de combustible en dispensario, tanque de almacenamiento y en tuberías de transporte de combustible.

Limpieza general de la Estación de Servicio. Se mantendrán siempre limpias las instalaciones de la gasolinera, áreas de circulación y oficina, depositando los residuos en las zonas destinadas para el acopio de residuos. Esta medida previene la diseminación de residuos en las inmediaciones y el terreno de la gasolinera.

Limpieza de la trampa de combustible. Se verificará de manera constante que la trampa de combustibles se encuentre en óptimas condiciones y se limpiará inmediatamente después de algún derrame. Esta medida garantizará la seguridad de empleados al prevenir posibles accidentes por el derrame de combustible que pudieran provocar un incendio.

Programa de separación de residuos. Se implementará un programa de separación de residuos, esta medida posibilita la reutilización de materiales inorgánicos como los plásticos, aluminio, cartón, papel, así como de los materiales orgánicos, mediante su reutilización como fertilizantes. También previene la proliferación de fauna nociva como ratas, insectos, etc.

Servicio de recolección de residuos. Se contratará a una empresa autorizada para que periódicamente retire de las instalaciones los residuos generados. La remoción continua de estos residuos previene su acumulación y posibilidades de contaminación en la zona.

Normatividad ambiental. Durante la operación de la Estación de Servicio se acatarán las normas ambientales y de seguridad respectivas vigentes. Con esta acción se previene la contaminación del ambiente y se garantiza la seguridad de las inmediaciones y trabajadores.

Programa de mantenimiento. Se deberá cumplir estrictamente con los programas de mantenimiento preventivos establecidos para las instalaciones y los equipos. Esta medida garantiza el buen funcionamiento de las instalaciones y equipos, evitando de esta manera algún derrame de combustible.

Pruebas de hermeticidad. Previo a su puesta en servicio se deberá efectuar pruebas de hermeticidad a los tanques de almacenamiento y tuberías de trasiego de combustible. Esta medida evitará alguna posible fuga de combustible en los equipos, evitando accidentes, contaminación del ambiente y pérdidas económicas en la Estación y sus alrededores.

Programa de capacitación. Previo a la puesta en operación de la Estación de Servicio se deberá capacitar al personal en el manejo de los equipos y combustible que se manejará. Con esto se garantiza el buen manejo de los combustibles, la seguridad de los trabajadores y se le ofrece un buen servicio al consumidor.

Programa Interno de Protección Civil. Se contará además con un Programa Interno de Protección Civil para proteger a los usuarios de la Estación de Servicio y a los habitantes de las inmediaciones, con los procedimientos necesarios para actuar en caso de emergencia.

Cuando por cualquier motivo se ponga fuera de operación total o parcialmente una Estación de Servicio, para ejecutar trabajos de ampliación, reparación o sustitución de sus instalaciones, deberá de contarse con la previa autorización por escrito de la ASEA.

Los materiales y procedimientos constructivos, seleccionados por la firma responsable de la ejecución de la obra, se deben apegar a las diversas normas y especificaciones vigentes.

Los locales y demás áreas habitables, incluyendo baños y sanitarios, así como la bodega que por los productos que almacenen, contarán con iluminación y ventilación natural, independientemente de que se utilice cualquier otro medio.

Se utilizarán desengrasantes biodegradables para las labores de limpieza de las instalaciones de la Estación de Servicio.

En las áreas donde se determine el uso de pavimentos de concreto armado, para su elaboración se debe emplear concreto tipo I de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo grado estructural $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. El espesor de las losas no podrá ser menor de 15 cm.

No obstante, se considera a la obra de bajo impacto ambiental, el manejo de combustible está considerado como una actividad riesgosa, por lo que se deben de tomar en cuenta las características de la sustancia que se manejará.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA EL MANEJO SEGURO DE LOS COMBUSTIBLES

Determinación de acciones a nivel interno.

Procedimientos específicos de respuesta a emergencias o contingencias.

Derrame de combustible por mala conexión o rotura de la manguera, durante la descarga de combustible.

- Accionar el botón de paro de la bomba de recibo de combustible.
- Cerrar válvula de descarga del autotanke.
- No permitir el acceso al área a personas no autorizadas.
- Recoger el combustible derramado empleando material absorbente (telas oleofilicas, arena o sascab) y depositar los residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- Corregir las conexiones o cambiar la manguera fallada, según sea el caso.

Incendio ocasionado por un derrame de combustible.

- Dar la voz de alarma (la persona que lo detecte).
- Accionar el paro de emergencia más próximo.
- Tratar de sofocar el incendio con los extintores que estén a su alcance.
- Dar aviso a los bomberos.
- Desalojar los vehículos que se encuentren dentro de la Estación de Servicio.
- No permitir el acceso al área de personas no autorizadas.
- Esperar instrucciones del encargado para abandonar las instalaciones y situarse en la zona de seguridad previamente establecida.
- Una vez apagado el fuego, remover los escombros y apagar llamas y brasas ocultas.
- Hacer limpieza del área afectada, depositando los residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- Corregir la falla que ocasionó el problema.
- Volver a activar el interruptor de paro de emergencia.
- Recargar los extintores que se hayan usado.

Derrame de combustible por rebose del tanque de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento tiene instalado válvula de sobrellenado que cierra el paso del líquido al tanque cuando alcanza el 95 % de su capacidad, lo que evita el derrame de combustible al llenar el tanque, sin embargo, en caso de una supuesta falla de la válvula y ocurra un derrame, se procederá de la siguiente forma:

- Cerrar la válvula del autotanque.
- Aislar el área del derrame.
- No permitir el acceso al área de personas no autorizadas.
- No arrancar el motor del autotanque.
- Recoger el combustible derramado empleando material absorbente (telas oleofilicas, arena o sascab) y depositar los residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.

Derrame de combustible por rebose del tanque del vehículo que se está llenando.

- Cortar de inmediato de suministro de combustible, dejando de accionar la pistola de despacho.
- En caso de no cortarse el flujo de combustible con la acción anterior, accionar el paro de emergencia más próximo.
- No permitir que se arranque el motor del vehículo, que se encuentren en la isla de despacho.
- No permitir el acceso de personas al área del derrame.
- Colocar avisos de "Peligro no pasar".
- Recoger el combustible derramado, empleando material absorbente (tela oleofilica, arena, sascab) y depositar los residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- No volver a usar la pistola fallada, hasta que haya sido reparada.
- Una vez terminada la limpieza retirar letrero de restricción.

Derrame de combustible por desprendimiento de una manguera del dispensario.

Si al desprenderse una manguera no opera la válvula de corte rápido (Shut off), proceder de la forma siguiente:

- Accionar el botón de paro de emergencia.
- Parar los motores de vehículos cercanos.
- Avisar al encargado de la Estación de Servicio.
- No permitir el acceso de personas no autorizadas al área del dispensario con falla.
- Colocar letreros de avisos restrictivos y aviso de peligro.
- Recoger el combustible que se haya derramado, utilizando material absorbente (tela oleofilica, arena, sascab) y depositar los residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- Restablecer el interruptor cuando se haya reparado la manguera.

- Retirar letreros.

Derrame de combustible por desprendimiento de un dispensario por impacto.

Si al desprenderse un dispensario no opera la válvula de cierre rápido (Shut off), proceder de la siguiente manera:

- Accionar el paro de emergencia.
- Parar los motores de los vehículos cercanos.
- Avisar al encargado de la Estación de Servicio.
- No permitir el acceso de personas no autorizadas al área del dispensario desprendido.
- Colocar letreros de avisos restrictivos y de peligro.
- Recoger el combustible derramado empleando material absorbente (tela oleofílica, sascab) y depositar residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- Restablecer el interruptor cuando se haya corregido el problema.
- Retirar letreros.

Falla eléctrica con incendio.

- Dar la voz de alarma.
- Accionar botón de paro de emergencia más cercano y desconectar interruptor principal de la corriente eléctrica.
- Tratar de sofocar el incendio con los extintores que están a su alcance.
- Dar aviso a los bomberos.
- Desalojar la zona afectada y cerrar el acceso poniendo el señalamiento respectivo.
- Esperar instrucciones del encargado para abandonar las instalaciones y situarse en la zona de seguridad previamente establecida.
- Una vez apagado el fuego remover los escombros y apagar llamas y brasas ocultas.
- Hacer limpieza del área afectada depositando residuos en tambores.
- Lavar el área con agua y desengrasante biodegradable.
- Corregir la falla que ocasionó el incendio.
- Volver a activar el interruptor de paro de emergencia y restablecer la corriente eléctrica.
- Retirar los señalamientos.
- Mandar a recargar los extintores utilizados.

Huracanes.

- Verificar el buen estado de los edificios como bardas, alambradas, rejas, ventanales y protectores de hierro.
- Solicitar las reparaciones necesarias.
- Verificar el buen estado y funcionamiento de los equipos de comunicación.
- Adiestrar al personal que integra la brigada y al que considere necesario para cubrir las guardias de 24 horas y que tomará decisiones durante el tiempo que dure la emergencia.
- Sintonizar los noticiarios de la frecuencia local comercial por medio de un radioreceptor y estar atento al curso de las condiciones meteorológicas.
- Mantener en bodega suficientes botellones de agua para su consumo durante y después del siniestro.
- Revisar y solicitar que se complete, si es necesario, el botiquín de primeros auxilios.
- Determinar las áreas de mayor seguridad para almacenar archivos y equipos delicados.
- Abastecerse de materiales tales como: cinta canela, sogas, lámparas de mano, baterías, lonas impermeables, equipo de protección personal, etc.
- Desalojar todos los vehículos de la Estación de Servicio.
- Resguardar objetos livianos, asegurándolos con amarras. Acostar objetos largos, empaquetar los archivos forrándolos con plásticos y estibarlos en áreas de almacenaje. Proteger con material impermeable los equipos eléctricos y electrónicos.
- Planear las actividades que se desarrollarán hasta mínimo 2 horas antes del inicio del meteoro.
- Eliminar cualquier objeto suelto que se encuentre en la Estación de Servicio, área de maniobras, y sobre todo los que estén cerca del tanque de almacenamiento, para evitar que sea afectado.

- Asegurar puertas y ventanas protegiendo los cristales internamente con cinta canela colocada en forma de "X".
- Reunir al personal explicándoles la situación, haciéndoles conciencia de que deberán presentarse a las instalaciones inmediatamente al término de la emergencia.
- Establecer el personal de guardia.
- Sintonizar la radio para mantenerse informado del desarrollo del huracán.
- Cerrar las válvulas del tanque de almacenamiento.

Durante el ataque del Huracán efectuar las siguientes acciones:

- Al inicio de los vientos, desconectar los interruptores principales de energía eléctrica para evitar un corto circuito y como consecuencia un incendio.
- Establecer el personal de guardia en el recinto preestablecido, de preferencia con alguna vista al exterior.
- No salir del lugar de reunión que se ha determinado como la más segura, salvo en casos de emergencia.
- Mantenerse alejado de puertas y ventanas.
- Si el viento abre alguna puerta, no dirigirse a ella en forma frontal.
- Mantenerse informado del desarrollo del meteoro por medio de la radio.
- NO salir del refugio hasta que las autoridades indiquen que ha pasado el peligro.

Después de concluida la emergencia se procederá como sigue:

- Realizar una inspección para evaluar daños a la Estación de Servicio y redactar un reporte.
- Cerciorarse de que no existan líneas de energía eléctrica dañadas o tiradas antes de cerrar los interruptores de acometida.
- Despejar las áreas afectadas por los derrumbes a fin de normalizar las actividades.

Evacuación de la Estación de Servicio.

Para evacuar la Estación de Servicio, en caso de emergencia, se deben tomar las siguientes medidas:

- Contar con plano del inmueble, indicando, accesos, extintores, salida de emergencia, ruta de evacuación y áreas de seguridad.
- Enlistar los tipos de riesgo a los que se encuentra expuestos el inmueble.
- Eliminar riesgo y obstáculos que puedan entorpecer el proceso de evacuación. (autos estacionados a la entrada, equipo u objetos fuera de su sitio).
- Conocer el procedimiento de evacuación de la Estación de Servicio.

Para efectuar la evacuación de la Estación de Servicio, en caso necesario, se tomarán las medidas siguientes:

- En caso de emergencia, se dará aviso a todo el personal de la Estación de Servicio y choferes que estén cargando combustible.
- El responsable del inmueble, deberá evaluar la situación.
- Si es necesario se inicia el proceso de evacuación.
- Indicar la vía de salida, dando prioridad a personas que a vehículos.
- Conducir a la población del inmueble a la zona de seguridad más cercana.
- Elaborar un censo con las personas evacuadas
- Dirigir el acceso de las unidades de emergencia hacia el sitio del siniestro.
- Colaborar en lo posible con las unidades de apoyo.
- Una vez concluida la evacuación, se procederá como sigue:
 - Realizar un informe del número de personas presentes al momento del siniestro y el número de elementos (personas y vehículos) participantes en la emergencia.
 - Estimar las pérdidas de vidas humanas y cantidad de heridos.
 - Evaluar las condiciones de la Estación de Servicio, reportando el nivel de afectación.

Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas eléctricas.

Bloqueo, etiquetado y candado es un conjunto de procedimientos de seguridad diseñados para reducir el riesgo de lesiones debido a una activación accidental de la maquinaria o energización del sistema eléctrico durante el servicio o mantenimiento.

El bloqueo, etiquetado y candado es obligatorio para asegurarse que, antes que cualquier empleado realice servicios o mantenimiento en una maquina o equipo donde el encendido o energización pudiera ocurrir o el escape de energía almacenada y pueda causar lesiones. La máquina o equipo debe ser aislada de la fuente de energía de manera que no se pueda operar.

Procedimiento de bloqueo.

1. *Notifique a los empleados implicados.*
2. *Preparación para apagado.* Antes de que el personal autorizado apague la maquina o el equipo, necesita saber el tipo y la cantidad de energía, los riesgos de la energía, y el método y los medios de controlarla.
3. *Apagado de Maquinas o Equipos.* Después la máquina será apagada de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante. Un apagado en orden evita el aumento de los peligros para los empleados.
4. *Aislamiento de Maquinas o equipo.* Toda la energía que la maquina utiliza será localizada y aislada de sus fuentes.
5. *Aplicación de dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.* Luego, el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será colocado en el dispositivo de aislamiento de energía por un empleado autorizado.
 - A. El dispositivo de bloqueo debe bloquear el dispositivo de aislamiento de energía en una posición de seguro u off.
 - B. Los dispositivos de etiquetado serán de material duradero.
 - i. La etiqueta debe ser colocada en el mismo lugar en que se hubiera colocado el dispositivo de bloqueo.
 - ii. El dispositivo de etiquetado debe prohibir claramente la activación de la maquina o equipo.
6. *Energía Almacenada.* La energía almacenada será liberada, desconectada, contenida o de otra manera asegurada. Estas fuentes de energía incluyen eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica, termal química y la fuerza de gravedad.
7. *Verificación de aislamiento.* Antes de comenzar a trabajar en la máquina que ha sido bloqueada o etiquetada, el empleado autorizado verificará que el aislamiento en la maquina o equipo se ha completado. Intentando encender el equipo o con algún instrumento de medición de voltaje.

Eliminación del bloqueo/etiquetado y procedimientos de puesta en marcha.

1. Los empleados autorizados deben asegurarse de que las herramientas han sido retiradas de la maquina o equipo y que todos los componentes pueden ser operados.
2. Todos los empleados deben permanecer a una distancia segura de la maquina o el equipo.
3. Cada dispositivo de Bloqueo/Etiquetado debe ser removido por el empleado que lo aplico. Si el empleado que aplico el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado no está presente, el dispositivo debe ser retirado bajo la dirección del jefe de mantenimiento. El procedimiento a seguir en caso de la ausencia del empleado autorizado debe contener:
 - a. Verificación de parte del jefe de mantenimiento que el empleado autorizado está ausente de la instalación.
 - b. Esfuerzos razonables para contactar al empleado autorizado para el retiro de los dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.
 - c. Comunicar al empleado antes que regrese a trabajar, que el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado ha sido retirado durante su ausencia.
4. Notifique a todos los empleados implicados y al encargado de la Estación de Servicio antes de volver a activar el equipo.
5. Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado.
6. Vuelva a activar el equipo para garantizar que el funcionamiento sea seguro.

Procedimiento para prueba o posicionamiento de un candado o etiqueta en una maquina:

1. Retire cualquier herramienta o material usados.
2. Asegúrese de que no hay otros empleados en la máquina.
3. Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado del dispositivo de aislamiento de energía.
4. Energice y proceda con la prueba o posicionamiento.
5. Desactive todos los sistemas y re aplique los procedimientos de control de energía establecidos por los procedimientos de bloqueo/etiquetado.

Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas con productos.

Bloqueo, etiquetado y candado es un conjunto de procedimientos de seguridad diseñados para reducir el riesgo debido a una activación accidental de una línea de combustible durante el servicio o mantenimiento.

El bloqueo, etiquetado y candado es obligatorio para asegurarse que, antes que cualquier empleado realice servicios o mantenimiento en una maquina o equipo donde el flujo de combustible pudiera ocurrir o la fuga del mismo pueda causar lesiones o accidentes. La máquina, equipo o sección de tubería debe ser aislada, de manera que no pueda existir combustible.

Procedimiento de bloqueo.

- *Notifique a los empleados afectados.*
- *Preparación.* Antes de que el empleado autorizado bloquee la línea, se deberá de realizar el procedimiento de etiquetado, bloqueo y candado de líneas eléctricas en caso de existir maquina o equipo, el empleado autorizado necesita saber el tipo de combustible, los riesgos, y el método y los medios de controlar una fuga o derrame.
- Después la sección de trabajo será bloqueada de acuerdo con los procedimientos establecidos por el constructor de la línea de tuberías. Un bloqueo en orden evita el aumento de los peligros para los empleados.
- *Aislamiento.* Todo el combustible que se ubique en las tuberías será localizada y aislada del tanque de almacenamiento que es su fuente.
- *Aplicación de dispositivos de Bloqueo/Etiquetado.* Luego, el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será colocado en las válvulas del sistema de tuberías de productos por un empleado autorizado.
 - El dispositivo de bloqueo debe bloquear la válvula de corte o emergencia en una posición de cerrado.
 - Los dispositivos de etiquetado que se utilizarán serán de material resistente.
- La etiqueta debe ser colocada en el mismo lugar en que se hubiera colocado el dispositivo de bloqueo.
- El dispositivo de etiquetado debe prohibir claramente la apertura de la válvula.
- *Combustible almacenado.* El combustible remanente en la tubería que se bloqueó debe ser contenida, recuperada y en caso de derrames recogida con materiales absorbentes y dispuestos en el almacén temporal de residuos peligrosos.
- *Verificación de aislamiento.* Antes de comenzar a trabajar en la zona, el empleado autorizado debe verificar que no existan atmosferas inflamables por medio de un detector.

Eliminación del bloqueo/etiquetado y procedimientos de puesta en marcha.

- Los empleados autorizados se asegurarán de que las herramientas han sido retiradas de la zona y que toda la sección de la tubería se encuentre bien instalada.
- Se debe de verificar la hermeticidad de la tubería de productos, realizando las pruebas necesarias por medio de una unidad de verificación autorizada.
- Cada dispositivo de Bloqueo/Etiquetado será removido por el empleado que lo aplico. Si el empleado que aplico el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado no está presente, el dispositivo debe ser retirado bajo la dirección de encargado de mantenimiento. El procedimiento a seguir en caso de la ausencia del empleado autorizado debe contener:
 - Verificación de parte del empleador que el empleado autorizado está ausente de la instalación
 - Esfuerzos razonables para contactar al empleado autorizado para el retiro de los dispositivos de Bloqueo/Etiquetado

- Comunicar al empleado antes que regrese a trabajar, que el dispositivo de Bloqueo/Etiquetado ha sido retirado durante su ausencia.
- Notifique a todos los empleados afectados y al supervisor del sitio antes de volver a abrir las válvulas.
- Retire los dispositivos de bloqueo/etiquetado.
- Vuelva a abrir las válvulas de la tubería de conducción de combustibles.

Medidas de seguridad para realizar trabajos “en caliente” o que generen fuentes de ignición.

Para los casos en los que se justifique realizar trabajos “en caliente”, antes de iniciar se analizarán las actividades a realizar y las áreas donde se llevarán a cabo, para identificar los riesgos potenciales y definir las medidas a seguir para garantizar la seguridad de las personas e instalaciones durante el desarrollo de las actividades. Además, se cumplirá con lo establecido en los procedimientos de mantenimiento y recomendaciones del fabricante.

- Suspender el suministro de energía eléctrica a todos los equipos de bombeo y despacho de combustibles y aplicar procedimiento de seguridad de etiquetado, bloqueo y candado donde sea requerido.
- Despresurizar y vaciar las líneas de producto.
- Inspeccionar las áreas donde se realizarán las actividades, y eliminar fugas, derrames o acumulaciones de combustibles.
- Los equipos que previamente contuvieron materiales combustibles o inflamables hayan sido purgados, estos se deben limpiar a fondo, las tuberías o las conexiones de los equipos, las válvulas deben encontrarse en posición cerrada (bloqueadas) y deben colocarse juntas ciegas.
- Limpiar las áreas de trabajo.
- Retirar los residuos peligrosos generados.
- Verificar con un explosímetro que no existan concentraciones explosivas de vapores.
- El equipo que produce llamas o chispas se inspeccionará y comprobará que se encuentra en buen estado de funcionamiento, como son: las máquinas de soldar, equipo oxiacetileno, motores de combustión interna, equipos eléctricos, etc.

Trabajos en alturas con escaleras o plataformas superiores a 1.5 m.

Todos los trabajos de inspección, mantenimiento, limpieza y sustitución de equipo e instalaciones que se realicen en escaleras o plataformas superiores a 1.5 m de altura, deben cumplir con los requisitos siguientes:

- a. Instalar plataforma en áreas con suelo firme.
- b. Para estabilizar la plataforma, la relación entre la altura y ancho de la plataforma no debe exceder de 3.5:1 para instalación fija y 3:1 para instalación móvil.
- c. Verificar que las ruedas instaladas en los montantes de las plataformas móviles sean de por lo menos 125 mm de diámetro y que estén equipadas con dispositivos de frenos en las ruedas que no se puedan soltar por accidente.
- d. Instalar la escalera de acceso en el interior de la plataforma y contar con una tapa de acceso con seguro en la sección superior.
- e. Al realizar los trabajos sobre la plataforma utilizar equipo de protección personal, tales como: casco, guantes, calzado dieléctrico y equipo de protección personal para interrumpir caídas de altura.

Las reglas generales a observar para trabajos en alturas son:

Todo trabajo de altura debe considerarse como trabajo potencialmente peligroso y como tal para su ejecución deberá elaborarse un análisis del riesgo y considerar los siguientes puntos:

- Al trabajar en lugares elevados es indispensable estar al menos amarrado de un punto y si es posible de dos puntos diferentes, los puntos de amarre deben ser lo suficientemente robustos para resistir una caída libre, (no utilizar como punto de amarre tubería conduit eléctrica, charolas de instrumentación, tubería de instrumentación, líneas de servicio menores de 3" de diámetro, líneas calientes).
- Las herramientas autorizadas para realizar trabajos en alturas son: escaleras rectas y/o de tijera, andamios, canastillas, plataformas entre otros. Queda estrictamente prohibido el uso de accesorios como tambores, cubetas, plataformas inestables etc.

- Las escaleras y andamios deberán sujetarse a una estructura diferente a ductos eléctricos o de instrumentos.
- Queda prohibido a las personas que trabajan en lugares elevados caminar en camas de tuberías, charolas eléctricas, instrumentos, equipos o líneas.
- Es obligatorio el uso de arnés de seguridad cuando se trabaje en alturas que sobrepasen los barandales en cualquier nivel de la planta.
- Es obligatorio utilizar arnés y cable de vida donde se realicen actividades con pisos resbalosos, en escaleras fijas, plataformas sin barandal o en lugares similares donde se requiera minimizar el riesgo de caída libre.
- El personal manual que va a trabajar en altura deberá acatar las medidas de seguridad indicadas en el permiso de trabajo.
- Durante la ejecución de las actividades en altura, cumplir con el procedimiento para el manejo y disposición de residuos peligrosos e industriales que se generen, con el fin de eliminar toda posibilidad de que ocurra un incidente ambiental.
- Para los trabajos en altura deberá considerar lo especificado en “medidas de seguridad para trabajos en altura”
- En todos los trabajos de altura deberá ser usado el arnés con cable de sujeción, punto fijo y casco con barbiquejo.
- El trabajador que va a realizar una actividad en altura, debe revisar que las escaleras, andamios, canastillas y plataformas estén en buenas condiciones así como el equipo de protección contra caídas, en caso contrario deberá reportarlo a su jefe inmediato, suspender la actividad y reanudar el trabajo hasta que se corrijan las desviaciones.
- No deben realizarse trabajos en altura a cielo abierto durante lluvia, tormentas eléctricas, niebla o vientos mayores de 30 km/hr. En los casos en que la prioridad de la actividad lo requiera el grupo técnico tomara acciones preventivas para continuar la actividad.

Líneas de vida

- En las áreas en donde no se tenga un punto de anclaje para asegurar el cable de sujeción del arnés deberá instalarse una línea de vida en forma vertical u horizontal soportada por dos o más anclajes, independientes de la superficie de trabajo, para poder desplazarse sin exposición a la caída, manteniendo siempre la línea de vida por encima de la cabeza del trabajador, procurando situarla a una distancia que permita engancharse y poderse desplazar en la actividad.
- El personal responsable de la ejecución de los trabajos en altura deberá inspeccionar las líneas de vida antes de su uso, debiendo verificar que la cuerda al flexionarse no presente roturas de hilos, cortes o excesiva abrasión.
- La línea de vida se debe sujetar firmemente de dos puntos fijos como mínimo.
- Cuando se realicen actividades en alturas los trabajadores deben asegurarse que la línea de vida no está cortada, pinchada, o colocada sobre una parte filosa, de manera que la línea de vida se mantenga permanentemente conectada a una estructura.
- Si la longitud de línea de vida es mayor a 20 metros se recomienda tener o facilitarse soportes intermedios cada 10 mts; y que el cable pase por un “ojillo” a través del ángulo de cada soporte.
- La línea de vida no deberá tener nudos ni irregularidades en el trayecto de su longitud, si son necesarias solo se permiten “Gasas”.
- La línea de vida no deberá tener empates intermedios solo deberán realizarse en el punto de un soporte con adecuado amarre al mismo.
- Al trabajar en techos, se recomienda habilitar “Gasas” en la línea de vida necesarias para sujetar los cables de sujeción cada 2 metros.

Cable de sujeción

- Para desplazamientos en trabajos de altura se deberán de usar 2 cables de sujeción, con la finalidad de no desengancharse uno hasta no tener enganchado el otro.
- No está permitido realizar o habilitar cuerdas de extensiones al cable de sujeción por ningún motivo. Es necesario implementar una línea de vida para acercarse al punto de trabajo.
- El cable de sujeción deberá ser independiente para cada trabajador.

- El cable de sujeción debe ser de fibras sintéticas, metálicas o combinadas provista de ganchos en ambos extremos para que sea conectado fácilmente al anillo "D" del arnés. No deben ser usadas líneas de sujeción de cuero.
- Para trabajos donde exista el potencial de contacto del cable de sujeción con una superficie caliente o filosa, se deberá de usar línea de sujeción de alambre de acero con arrestador de caídas.
- Para reducir la distancia de caída libre se pueden usar cables de sujeción de medidas más cortas (0.90 m, 1.20 m, 1.50 m y 1.80 m).

Arnés

Antes de iniciar la actividad el personal responsable de la ejecución de los trabajos deberá realizar la revisión del arnés, de la siguiente manera:

- Flexionando o doblando el cinturón para verificar que no tenga partes dañadas.
- Las costuras no deben mostrar deshilachamiento, cortaduras, quemaduras u otros signos de debilidad.
- Los herrajes (anillos, ganchos, hebillas, etc.) no deben presentar fisuras, fracturas, accesorios falsos u otros signos que puedan afectar su resistencia mecánica.

Punto fijo

- Verifique que el punto de anclaje de donde se colocará el punto fijo sea lo suficientemente fuerte, para resistir la fuerza necesaria para detener una caída.
- Inspeccione el punto de anclaje y verifique que no tenga daños antes de conectarse a él.
- Use un punto de anclaje que no tenga obstáculos debajo de él, sobre los cuales podría caer o golpear.

Andamios

Características y Selección de los Componentes del Andamio:

- a) Bases del andamio. Deberán ser seleccionadas dependiendo de las características de la superficie ó del terreno en donde se instalará el andamio, con las siguientes consideraciones:
 - Base Fija: Para superficies planas y firmes.
 - Base Móvil o Rodante: Para superficies planas y firmes.
 - Base de Tornillo o Niveladora: Para superficies o terrenos irregulares y/o con desnivel.
- b) En caso de usar bases móviles o rodantes deberán contar con seguro o cuñas para poder evitar desplazamientos cuando el andamio este fijo.
- c) La mariposa de las bases de tornillo o niveladoras no deberán exceder una altura mayor a las dos terceras partes de su altura total.

Medidas de seguridad para el uso de andamios.

- Todo el material que se esté utilizando sobre la plataforma del andamio como puede ser: ladrillo, bloques de concreto ó algún otro material, no debe ser apilado más de 60cm de alto en la plataforma del andamio.
- Nunca utilice el barandal o los miembros estructurales del andamio para levantar cargas, ya que al sufrir alteraciones se afecta su integridad mecánica.
- No se debe accesar por los barandales ó por los puntales del andamio, utilice sus escaleras del mismo.
- Nunca deberá soportar o apoyar un andamio sobre objetos inestables como tanques, latas, cubetas, cajas, blocks de concreto, ladrillos sueltos, etc.
- En caso de superficies suaves como arena, arcilla, grava, etc., se deberá usar blocks de madera o tablones u otro material para dar firmeza y apoyo a cada una de las bases (esto solo aplica para las bases fijas y de tornillo).
- Deberá utilizarse una cuerda para subir o bajar lo necesario y no deberá arrojarse desde o hacia el andamio ninguna de sus partes, herramientas, materiales, equipos y/o cualquier otro objeto.
- No se deberá usar el andamio para levantar o sostener objetos con diferenciales, etc.
- No se deberá de mover o trasladar un andamio con material, objetos o personas sobre el mismo.
- Cuando la altura del nivel de la plataforma de trabajo exceda los 3 metros el andamio deberá ser amarrado a una estructura cercana y cuando rebase los 5 metros deberá ser reforzado contraventeos tubulares desde su base, en forma transversal.

- Cuando se utilice un andamio móvil las ruedas deben de tener sus tornillos de sujeción en buen estado.
- Las plataformas de los andamios deberán cubrir completamente el espacio de trabajo y deberán ser metálicas. En casos especiales, podrán utilizarse tablonos de madera que cumplan con las siguientes características de seguridad: ancho de 12 pulgadas (30 cm) y 2 pulgadas (5 cm) de espesor, madera libre de ojillos o rajaduras, sujetarse de manera segura y ser autorizado su uso por la máxima autoridad de mantenimiento del centro de trabajo o instalación.

Medidas de seguridad para el uso de Escalera.

- Las escaleras deberán utilizarse en espacios donde no se pueda colocar un andamio.
- Las personas que trabajan cerca de líneas, equipos o partes energizadas con potencial eléctrico (voltaje) deberán usar escaleras con material dieléctrico.
- Antes de iniciar una actividad en escalera el operario responsable del trabajo; deberá de verificar que los peldaños, soportes y zapatas estén libres de grasas o aceites e inspeccionar que los peldaños no tengan astillas, extremos cortantes, filos o proyecciones. Las escaleras con reparaciones improvisadas roturas, peldaños faltantes, largueros rotos u otro daño no deberán ser utilizadas.
- Las escaleras de mano (rectas de una sola pieza) no deben exceder 6.0 m de longitud, durante su uso deberán estar sujetas a un lugar firme y seguro (preferentemente de la parte superior de la escalera y no serán usadas para acceder a un techo, salvo que la parte superior de la escalera se extienda o sobresalga al menos un metro por encima del soporte en el alero, canal o techo.
- En caso de que la escalera no pueda sujetarse de ninguna parte, un trabajador sostendrá la escalera de la parte inferior todo el tiempo que el trabajador este realizando la actividad asignada.
- Para una correcta colocación de las escaleras, es importante que la inclinación de las escaleras sea aproximadamente de unos 15°-20°, y la separación con respecto a la pared sea de 1/4 de la longitud de la escalera, debiendo apoyarse sobre piso firme y contra una superficie sólida y fija, de tal forma que no se pueda resbalar ni oscilar.
- En trabajos en el interior del cuarto de control de motores, registros de cableado y subestaciones eléctricas sólo se usará escalera de madera ó de fibra de vidrio, debiendo el operario responsable del trabajo asegurarse que los puntos de amarre sean los adecuados para soportar las cargas.
- Se deberá bajar y subir las escaleras siempre de frente y no se deberán llevar materiales o herramientas que impidan el uso de las manos, los largueros laterales podrán ser usados como ayuda para subir, pero deberán ser de tal manera que brinden un agarre adecuado y no presenten puntas filosas, astillas o protuberancias.
- La persona que trabaje arriba en la escalera deberá utilizar arnés con cable de sujeción asegurado a un punto firme.
- No se permite subir en la escalera a más de una persona ya que están diseñadas, para una carga trabajo de 100 kg.
- Cuando use escalera de tijera, debe quedar abierta al máximo de sus topes o seguros para que no resbale durante su uso.
- Las escaleras no deberán ser colocadas en frente de puertas que abran hacia la escalera a menos que la puerta este bloqueada, señaliza con barricadas o cerrada con llave.
- Las escaleras no se deberán usar en posición horizontal como plataforma o andamio.
- Las escaleras de extensión no deben abarcar una longitud mayor a 9.0 mts.
- Las escaleras de tijera no deben ser usadas a alturas mayores a 3.6 mts.
- Las escaleras no deberán sujetarse de tubería conduit y tubings de instrumentos ni recargarse sobre tuberías de 1 1/2" de diámetro o menor.
- Las escaleras no deberán moverse mientras tengan gente trabajando arriba de ellas.
- Las escaleras de longitud mayor de 3.5 m, deben ser transportadas por dos personas.
- No separar escaleras de extensión en sus secciones para ser usadas en forma separada.
- No utilizar las escaleras de tijera en forma recta.
- No utilizar cajas, tambores, u objetos similares como escaleras o soportes de escaleras.
- Se deberán pintar de color rojo los dos últimos travesados de la escalera como señal de prohibición para subir o pararse.

- Por ningún motivo se deberán amarrar escaleras para lograr una mayor longitud.

Trabajos en áreas confinadas.

El trabajo en áreas confinadas que se pueden realizar en la Estación de Servicio son por trabajos de mantenimiento y limpieza de los tanques de almacenamiento. El Responsable de la Estación de Servicio realizará estos trabajos de acuerdo al procedimiento interno de trabajos en áreas confinadas y a la norma NOM-005-ASEA-2016.

Antes de ingresar a un espacio confinado se contará con un permiso de trabajo y se harán las pruebas de atmósfera para determinar el porcentaje de explosividad, el contenido de oxígeno y la concentración de los posibles materiales tóxicos que pudieran estar presentes.

Se tomarán las medidas preventivas requeridas según el caso en cuanto a: equipo de protección personal, características de las herramientas y equipos a utilizarse, ventilación, uso de materiales en el interior del espacio, iluminación, vigía en el exterior, comunicación, toma de muestras de atmósfera, etc., y se evitará la presencia en el interior de cilindros de gas. Asimismo, se tendrán los medios necesarios para dar la voz de alarma en caso necesario.

Monitoreo al interior en espacios confinados.

Se monitoreará constantemente el interior del tanque para verificar que la atmósfera cumpla con los requisitos indicados en la NOM-005-ASEA-2016.

Las lámparas que se utilicen para iluminar un espacio confinado, deben ser de uso rudo y a prueba de explosión. Todos los equipos de bombeo, venteo, y herramientas deben ser de función neumática, anti chispa o a prueba de explosión.

Limpieza interior de tanques.

La limpieza de los tanques se debe realizar preferentemente con equipo automatizado de limpieza de tanques, con base en su programa de mantenimiento o cuando la administración de la Estación de Servicio así lo determine. Las actividades de limpieza deben ser ejecutadas con personal interno o externo, competente en la actividad y se debe registrar en bitácora. Se deben cumplir los requisitos siguientes:

- Extender autorización por escrito, registrando esta autorización y los trabajos realizados en la Bitácora.
- Drenar y vaporizar los tanques de almacenamiento, antes de realizar cualquier trabajo en su interior, en caso de que ingrese personal al interior. Durante el tiempo que el trabajador se encuentre dentro del tanque de almacenamiento de combustibles, estará vigilado y supervisado por trabajadores de acuerdo con los procedimientos de seguridad establecidos, además utilizará equipo de protección y seguridad personal, un arnés y cuerda resistente a las sustancias químicas que se encuentren en el espacio confinado, con longitud suficiente para poder maniobrar dentro del área y ser utilizada para rescatarlo cuando se requiera, y equipo de respiración en caso de ser necesario.

El responsable de la Estación de Servicio debe cumplir los procedimientos internos Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas eléctricas; Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas con productos y colocar señales y avisos de seguridad que indiquen las restricciones mientras se lleva a cabo el trabajo.

Requisitos de la atmósfera para trabajos en el interior del tanque.

- Que el contenido de oxígeno esté entre 19.5% y 23.5%; en caso contrario se tomarán las medidas pertinentes, tanto para el uso de equipo de protección respiratoria autónomo con suministro de aire, como para la realización de actividades en atmósferas no respirables.
- La concentración de gases o vapores inflamables no será superior en ningún momento al 5% del valor del límite inferior de inflamabilidad y de 0% en el caso de que se vaya a realizar un trabajo de corte y/o soldadura.
- Se debe contar con un sistema de extracción mecánica portátil para ventilar el espacio confinado.
- Las lámparas que se utilicen para iluminar un espacio confinado, deben ser de uso rudo y a prueba de explosión.

C) PROCEDIMIENTOS PARA SUPERVISAR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE.

A los vehículos automotores y maquinaria que se utilizarán en la preparación del sitio y durante la construcción del proyecto se les dará mantenimiento adecuado para que las emisiones de gases que generen a la atmósfera a través de sus escapes, cumplan con los valores máximos de los parámetros que dictan las Normas Oficiales Mexicanas 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 (D.O.F. 10/Junio/2015), 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 (D.O.F. 8/Marzo/2018), además se verificará que cuenten con los silenciadores necesarios para prevenir el ruido excesivo.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO.

Para la supervisión de la letrina portátil se solicitará a la empresa encargada, la documentación correspondiente que avale la limpieza y mantenimiento de la misma.

Se realizará una memoria fotográfica de botes de basura perfectamente rotulados en el predio.

COMPONENTE AMBIENTAL FLORA.

De igual manera se realizó una memoria fotográfica que evidencie la vegetación presente.

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA.

Los residuos que se encuentren dentro del sistema de drenaje de aguas aceitosas, serán dispuestos en contenedores especiales para que una empresa autorizada los recolecte. Esto se demostrará con los manifiestos de la empresa recolectora.

La Estación de Servicio contará con tanques subterráneos de doble pared acero-polietileno, del tipo ecológico, esta medida evita la contaminación del acuífero por fugas de combustible, ya que contará con doble pared y sensores que detectarán posibles fugas.

Se contará con fosa de contención para alojar los tanques de almacenamiento, con acabado interior impermeable, con el fin de evitar que en caso de derrames o siniestros estos se extiendan a otras áreas y evitar la contaminación del manto freático.

Por medio de los pozos de observación se podrá detectar la presencia de vapores de hidrocarburos en el subsuelo y con el pozo de monitoreo se evaluará la calidad del agua subterránea.

Se contará con válvulas de emergencia Break Away en las mangueras de despacho, válvula de emergencia Shut Off en tuberías de suministro de combustible. Así como, con sistema de paro de emergencia y de control de llenado del tanque de almacenamiento. Con estos equipos modernos se prevendrán posibles derrames de combustible evitando la contaminación del acuífero y accidentes.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA.

Se mantendrán las áreas verdes que se construirán y se les dará el debido cuidado, como riego y abono para evitar la pérdida de la vegetación.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO.

Las actividades de limpieza serán registradas en la bitácora. Los registros de bitácora harán referencia a los informes externos, las actividades señaladas en el inciso b) (u otras cuando aplique) se realizarán por personal especializado y competente en la actividad e incluir evidencias objetivas (reportes de servicio, fotografías, manejo de residuos, manifiestos de disposición de residuos, entre otros) de haber desarrollado dichas actividades.

a) Actividades que se deben realizar diariamente:

- Limpieza general en áreas comunes, paredes, bardas, herrería en general, puertas, ventanas y señales y avisos.
 - Limpieza de sanitarios, paredes, muebles de baño, espejos y piso.
 - Limpieza de dispensarios por el exterior, mangueras y pistolas de despacho.
- b) Actividades que se deben de realizar cada 30 días:
- Lavado de piso en áreas de despacho. Lavar con agua y productos biodegradables para la remoción o emulsión de grasas.
 - Limpieza en zona de almacenamiento. Lavar con agua y productos biodegradables la zona próxima a la bocatoma de llenado de tanques.
 - Limpieza de registros y rejillas. Retirar rejillas y lavar con agua y productos biodegradables para la remoción o emulsión de grasas.
 - Realizar inspección y hacer limpieza de trampas de combustibles y de grasas, cuando se requiera lavar con agua y productos biodegradables y recolectar los residuos flotantes y lodos en depósitos de cierre hermético.
- c) Actividades que se deben de realizar cada 90 días:
1. Limpieza de drenajes. Desazolvar drenajes.

III.6. PLANOS DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN LA QUE SE PRETENDE REALIZAR EL PROYECTO.

En el anexo No. 1 se presentan planos de localización del proyecto que se realizaron tomando como base cartas del INEGI e imágenes de satélite Google Earth. A continuación, se enlistan los planos.

- Figura 1. Localización del predio del proyecto en el municipio de Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo. PROYECCION: COORDENADAS UTM, DATUM: WGS 84 ZONA 16N, FUENTE: INEGI y SCT, ESCALA: 1:320,000.
- Figura 2. Localización del predio del proyecto en el Ejido Vicente Guerrero, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. PROYECCION: COORDENADAS UTM, DATUM: WGS 84 ZONA 16N, FUENTE: GOOGLE EARTH y DATOS DE CAMPO, ESCALA: 1:25,000.
- Figura 3. Localización del predio del proyecto en el Ejido Vicente Guerrero, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. PROYECCION: COORDENADAS UTM, DATUM: WGS 84 ZONA 16N, FUENTE: GOOGLE EARTH y DATOS DE CAMPO, ESCALA: 1:6,000.
- Figura 4. Localización del predio del proyecto en la carretera Cedral-Kantunilkín del Ejido Vicente Guerrero, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. PROYECCION: COORDENADAS UTM, DATUM: WGS 84 ZONA 16N, FUENTE: GOOGLE EARTH y DATOS DE CAMPO, ESCALA: 1:900.
- Figura 5. Ubicación del sistema ambiental macro, meso y micro, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. PROYECCION: COORDENADAS UTM, DATUM: WGS 84 ZONA 16N, FUENTE: GOOGLE EARTH Y DATOS DE CAMPO, ESCALA: 1:6,000.
- Figura 6. Ubicación de los sitios de muestreo de hierbas y arbustos en el predio del proyecto, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. PROYECCION: COORDENADAS UTM, DATUM: WGS 84 ZONA 16N, FUENTE: GOOGLE EARTH Y DATOS DE CAMPO, ESCALA: 1:720.
- Figura 7. Ubicación de los sitios de muestreo de árboles en el predio del proyecto, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. PROYECCION: COORDENADAS UTM, DATUM: WGS 84 ZONA 16N, FUENTE: GOOGLE EARTH Y DATOS DE CAMPO, ESCALA: 1:800.
- Figura 8. Ubicación del recorrido para registro de fauna silvestre en el predio del proyecto, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. PROYECCION: COORDENADAS UTM, DATUM: WGS 84 ZONA 16N, FUENTE: GOOGLE EARTH Y DATOS DE CAMPO, ESCALA: 1:800.

III.7. CONDICIONES ADICIONALES.

Las condiciones adicionales, con el objeto de verificar que no existan impactos ambientales que no estén considerados en el estudio o que sean resultado de no implementar los programas y medidas de mitigación, se proponen los siguientes indicadores de calidad ambiental en un programa de monitoreo que pueda realizarse cada 6 meses y considere los siguientes puntos:

- a) Hidrocarburos en sedimentos (en los sitios cercanos a la Estación de Servicio).
- b) Monitoreo electrónico, mediante el pozo de monitoreo se evaluará la calidad del agua subterránea.

Los riesgos derivados de la operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales son los asociados al manejo de combustibles, sin embargo, su operación **NO SE CONSIDERA COMO UNA ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA**; ya que el volumen de combustibles que se manejará es menor que la cantidad del reporte de acuerdo al segundo listado de actividades altamente riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992.

El sistema ambiental del sitio donde se construirá el proyecto está siendo impactado por las actividades que se realizan en la zona, lo que ha incidido en el deterioro de los factores ambientales principalmente en la vegetación y la fauna.

De acuerdo al análisis de los transectos realizados en el predio del proyecto, este se puede clasificar como Acahual.

Debido a que los factores ambientales del sitio ya fueron modificados con anterioridad porque se encuentra dentro del ejido Vicente Guerrero, sin embargo, se observa vegetación secundaria y la fauna silvestre es nula por la escases de una vegetación optima en donde pueda desarrollarse, la presencia humana es otro factor que han incidido en forma negativa hacia ese factor; ante tal escenario el contexto ambiental existente permite mantener un ambiente saludable y estable que permite un escenario confortable para la vida que se desarrolla en la zona sur del municipio de Lázaro Cárdenas.

En el predio se observó basura que los automovilistas arroja al sitio, con la realización del proyecto se limpiará el sitio y los residuos enviados al relleno sanitario.

La futura Estación de Servicio y Locales Comerciales se encontrará ubicada a un costado de la carretera El Cedral-Kantunilkin, que comunica a la Isla de Holbox y debido a los usos permitidos en las carreteras se prevé un crecimiento de las actividades comerciales y de servicios, este aumento traerá consigo un considerable flujo de vehículos, los cuales requieren un suministro de combustible de manera oportuna y eficiente.

En el caso de que la Estación de Servicio y Locales Comerciales no fuera construida, el escenario ambiental del área seguiría siendo de un terreno baldío que es utilizado como basurero, se frenaría un desarrollo que generaría empleos directos e indirectos, y no se prestaría el servicio de suministro de combustible hacia la población.

La Estación de Servicio y Locales Comerciales contará con personal altamente capacitado, equipos e instalaciones de alta tecnología, especialmente diseñados para el manejo de combustibles; por lo que su operación es segura y confiable, lo cual hace poco probable que ocurra algún evento que afecte al ambiente y a las inmediaciones.

Para poder controlar el riesgo asociado al manejo de combustibles se contará con un Estudio de Riesgo.

De acuerdo a las características del proyecto, así como al lugar donde se construirá, se considera a la obra de bajo impacto ambiental. Sus principales interacciones son socioeconómicas, ya que los beneficios que generará son el de favorecer el desarrollo socioeconómico de la localidad y la producción de bienes y servicios, con lo que se incrementará la demanda de combustibles para uso automotriz en el área; teniendo un efecto multiplicador en la economía local. Además de crear fuentes de empleo para la población, favoreciendo el arraigo en su localidad.

Con base en lo anterior, y de llevarse a cabo las acciones de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados, se concluye que el proyecto de la Construcción y Operación de la Estación de Servicio y Locales Comerciales en Lázaro Cárdenas, estado de Quintana Roo es ambientalmente viable.

Documentos legales.

A continuación, se enlistan los documentos que se presentan:

- Copia del acta constitutiva de la empresa.
- Copia de la identificación del representante legal.
- Copia del contrato de usufructo del predio.
- Copia de la constancia de uso de suelo.
- Copia del plano del proyecto.
- Copia del estudio de mecánica de suelo.