

ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA



ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA JAGUAR

EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

MAYO 2022



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS

Cítese:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2022. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Jaguar. Quintana Roo, México. 236 páginas.

Foto de portada: Selva mediana subperennifolia y selva baja subcaducifolia de la propuesta de APFF Jaguar. Marco Antonio Salazar Bermúdez/Archivo CONANP.

DIRECTORIO

María Luisa Albores González
Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Humberto Adán Peña Fuentes
Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Gloria Fermina Tavera Alonso
Directora General de Conservación para el Desarrollo

Fernando Alonso Orozco Ojeda
Director Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano

AUTORIZÓ

Humberto Adán Peña Fuentes
Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

VALIDÓ

Gloria Fermina Tavera Alonso
Directora General de Conservación para el Desarrollo

REVISÓ

Lilián Irasema Torija Lazcano
*Directora de Representatividad y Creación de
Nuevas Áreas Naturales Protegidas*

Con fundamento en los artículos 72 fracción IX, 75 fracción VII, 77 fracción XI y 79 fracción XXXVI del Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado en Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 2012.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
I. INFORMACIÓN GENERAL	13
A) NOMBRE DEL ÁREA PROPUESTA.....	13
B) ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIOS EN DONDE SE LOCALIZA EL ÁREA	13
C) SUPERFICIE.....	13
D) VÍAS DE ACCESO.....	16
E) MAPA CON LA DESCRIPCIÓN LIMÍTROFE	16
F) NOMBRE DE LAS ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES, ORGANISMOS GUBERNAMENTALES O ASOCIACIONES CIVILES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO	19
II. EVALUACIÓN AMBIENTAL	19
A) DESCRIPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES QUE SE PRETENDE PROTEGER	19
1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	24
1.1 FISIOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	24
1.2 GEOLOGÍA FÍSICA E HISTÓRICA.....	26
1.3 TIPOS DE SUELOS	34
1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	38
1.5 FACTORES CLIMÁTICOS.....	44
2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	46
2.1 VEGETACIÓN Y FAUNA.....	47
Uso de suelo y vegetación.....	47
Selva alta perennifolia	51
Selva alta o mediana subperennifolia	53
Selva baja subcaducifolia	54
Selva mediana subperennifolia-Tasistal	55
Sibal	56
Suelo desnudo en recuperación	56
Plantas vasculares.....	57
Hongos	57
Fauna	58
Invertebrados.....	59
Peces continentales	60
Anfibios.....	61
Reptiles.....	61
Aves.....	62
Mamíferos.....	62
B) RAZONES QUE JUSTIFIQUEN EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN	69



C) ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS	73
D) RELEVANCIA A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL DE LOS ECOSISTEMAS.....	75
D.1. CONTRIBUCIÓN DEL ÁREA ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	77
D.1.1) LAS ANP COMO SOLUCIONES AL CAMBIO CLIMÁTICO	77
D.1.2) CONTRIBUCIÓN DE LA PROPUESTA DEL APFF JAGUAR A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO	78
D.1.3) Contribución de la propuesta de APFF Jaguar para la adaptación ante el cambio climático.....	80
E) ANTECEDENTES DE PROTECCIÓN DEL ÁREA	81
F) UBICACIÓN RESPECTO A LOS SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DETERMINADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.....	84
DESIGNACIONES INTERNACIONALES.....	86
III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA.....	88
A) CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS Y CULTURALES	88
A.1) Historia del área.....	91
A.2) Arqueología	97
B) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS RELEVANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL	100
Población y vivienda.....	100
Migración	104
Educación.....	106
Ocupación y empleo.....	109
Salud y Seguridad social.....	111
PIB estatal.....	113
Pobreza y marginación	116
C) USOS Y APROVECHAMIENTOS, ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES	117
C. 1) PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DESARROLLADAS A NIVEL MUNICIPAL Y ESTATAL	117
Agricultura	117
Ganadería.....	118
Aprovechamiento Forestal	119
Pesca.....	120
Construcción	121
Industria manufacturera	122
Minería	123
Turismo.....	124
C.2) USOS TRADICIONALES	129
Agricultura	129
Huertos familiares.....	130
Aprovechamiento tradicional de miel	130
Aprovechamiento de chicozapote	130



C.3) USOS Y APROVECHAMIENTOS POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES EN LOS POLÍGONOS PROPUESTOS	132
Especies de uso melífero y ornamental.....	132
Aprovechamiento forestal maderable.....	132
Meliponicultura.....	132
Reforestación	133
Servicios ambientales.....	133
Turismo de bajo impacto ambiental.....	134
Educación ambiental.....	134
Investigación científica.....	134
D. Situación jurídica de la tenencia de la tierra	135
E) PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE SE HAYAN REALIZADO O QUE SE PRETENDAN REALIZAR.....	138
F) PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA QUE DEBA TOMARSE EN CUENTA.....	144
F.1) VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	145
F.1.1) Escenarios de cambio climático regionales, tendencias climáticas históricas y de eventos meteorológicos extremos.....	145
Tendencias climáticas históricas	146
Eventos hidrometeorológicos extremos	148
Sequías	148
Inundaciones y ondas cálidas.....	148
Ciclones tropicales.....	149
Escenarios de aumento del nivel del mar e impacto de marejadas.....	155
F.1.1.1) Efectos históricos y potenciales sobre la salud y seguridad de la población	156
F.1.1.2) Efectos históricos y potenciales sobre la economía regional y los medios de vida	157
F.1.1.3) Efectos históricos y potenciales sobre la infraestructura estratégica	158
F.1.1.4) Efectos históricos y potenciales sobre el patrimonio cultural tangible.	158
F.1.1.5) Efectos históricos y potenciales sobre los ecosistemas y la biodiversidad (especies prioritarias).....	159
F.2) Crecimiento de la zona urbana.....	160
F.3) Especies exóticas invasoras	161
F.4) Contaminación del acuífero.....	162
G) CENTROS DE POBLACIÓN	163
IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA	165
A) ZONIFICACIÓN Y SU SUBZONIFICACIÓN A QUE SE REFIERE LOS ARTÍCULOS 47 BIS Y 47 BIS 1 DE LA LGEEPA	165
I. Zonas núcleo	165
II. Zonas de amortiguamiento	166
Zona núcleo.....	169
SUBZONIFICACIÓN.....	171



B) TIPO O CATEGORÍA DE MANEJO	171
C) ADMINISTRACIÓN.....	171
D) OPERACIÓN	172
E) FINANCIAMIENTO.....	173
V. BIBLIOGRAFÍA.....	175
ANEXOS.....	191
ANEXO 1. LISTA DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA REGISTRADAS EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	191
ANEXO 2. ESPECIES DE FLORA Y FAUNA EN CATEGORÍA DE RIESGO CONFORME A LA NOM-059-SEMARNAT-2010, REGISTRADAS EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	229
ANEXO 3. CUADROS DE CONSTRUCCIÓN.....	234

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. SERVICIOS AMBIENTALES. BIENES Y PROCESOS NATURALES DE LOS CUALES DEPENDEMOS PARA SOBREVIVIR.....	24
TABLA 2. UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS DE LA PROVINCIA PENÍNSULA DE YUCATÁN.....	34
TABLA 3. CUENCAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.....	38
TABLA 4. NÚMERO DE ESPECIES REGISTRADAS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO RESPECTO A LA PROPUESTA DE ANP JAGUAR.....	47
TABLA 5. BANDAS DE LA IMAGEN SATELITAL SENTINEL 2A.....	47
TABLA 6. TIPOS DE VEGETACIÓN Y SUPERFICIE TOTAL PRESENTES EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	51
TABLA 7. SUPERFICIE DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA A NIVEL NACIONAL.....	76
TABLA 8. TIPOS DE COBERTURA VEGETAL EN LA PROPUESTA DEL APFF JAGUAR Y SU POTENCIAL PRELIMINAR DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA CON BASE EN LOS VALORES DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO POR ECOSISTEMA.....	78
TABLA 9. PRINCIPALES EFECTOS CLIMÁTICOS OBSERVADOS Y POTENCIALES PARA LOS SISTEMAS DE INTERÉS UBICADOS EN LA REGIÓN DE TULUM Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS SELECCIONADOS DE LOS LISTADOS DE LHUMEAU Y CORDERO (2012), PRADO-BELTRÁN (2012) Y LOCATELLI (2016) CON LOS QUE LA PROPUESTA DE APFF PUEDE CONTRIBUIR A REDUCIR LA VULNERABILIDAD.....	80
TABLA 10. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.....	81
TABLA 11. CRECIMIENTO POBLACIONAL EN TULUM, QUINTANA ROO.....	101
TABLA 12. CONDICIONES DE VIVIENDA EN LOCALIDADES ALEDAÑAS A LOS POLÍGONOS DE LA PROPUESTA DE ANP.....	104
TABLA 13. DISCAPACIDADES, LIMITACIONES O PROBLEMAS PARA REALIZAR ACTIVIDADES COTIDIANAS DE LA POBLACIÓN DE TULUM, QUINTANA ROO.....	112
TABLA 14. VALOR DE LA PRODUCCIÓN POR TIPO DE CULTIVO AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE TULUM QUINTANA ROO.....	118
TABLA 15. VOLUMEN Y VALOR DE PRODUCCIÓN DE GANADO, AVES Y GUAJOLOTES EN PIE EN EL MUNICIPIO DE TULUM.....	118
TABLA 16. VOLUMEN Y VALOR DE PRODUCCIÓN DE GANADO, AVES Y GUAJOLOTES EN CANAL EN EL MUNICIPIO DE TULUM.....	119
TABLA 17. VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE OTROS PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE TULUM.....	119
TABLA 18. NÚMERO DE EMBARCACIONES Y PRODUCCIÓN PESQUERA EN EL MUNICIPIO DE TULUM.....	121
TABLA 19. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS EN LA REGIÓN.....	138
TABLA 20. CICLONES TROPICALES QUE HAN IMPACTADO EL ESTADO DE QUINTANA ROO ENTRE 1995 Y 2021.....	149
TABLA 21. AMENAZAS CLIMÁTICAS QUE IMPACTAN LOS MEDIOS DE VIDA EN LA REGIÓN.....	157



TABLA 22. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO Y ESPECIES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN, QUE CAMBIARÁ A CONDICIONES CLIMÁTICAS NO ANÁLOGAS DENTRO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....160

TABLA 23. LOCALIDADES ALEDAÑAS A LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR, CON MÁS DE 20 HABITANTES... 163

TABLA 24. ZONIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....167

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR, TULUM, QUINTANA ROO 14

FIGURA 2. SUPERFICIE DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR, TULUM, QUINTANA ROO.....15

FIGURA 3. VÍAS DE ACCESO RELACIONADAS CON LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR, TULUM, QUINTANA ROO.17

FIGURA 4. DESCRIPCIÓN LIMÍTROFE DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR, TULUM, QUINTANA ROO. 18

FIGURA 5. PROPUESTA DE APFF JAGUAR EN LA ECORREGIÓN TERRESTRE “SELVAS CÁLIDO-HÚMEDAS, PLANICIE Y LOMERÍOS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN”. 20

FIGURA 6. TOPOGRAFÍA DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.25

FIGURA 7. EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL ACTUAL TERRITORIO MEXICANO.26

FIGURA 8. GEOLOGÍA SIMPLIFICADA DE LOS CARBONATOS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN..27

FIGURA 9. EN COLOR ROJO LOS POLÍGONOS QUE CORRESPONDEN A LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR, SE DESTACAN LOS CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES Y LOS HUMEDALES DE LA REGIÓN QUE SIGUEN LA TRAYECTORIA DE LA FRACTURA DE HOLBOX (MONTERO-CONANP, 2022).28

FIGURA 10. LA FRECUENCIA DE CENOTES EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN ESTÁ RELACIONADA CON CUATRO ZONAS EN LAS QUE LA CONCENTRACIÓN DE FRACTURAS EN LA ROCA CALIZA ES MUY ALTA.....29

FIGURA 11. SE DESTACA LA TRAYECTORIA DE LA FRACTURA DE HOLBOX CON SUS DOS RAMALES, UNO PRÓXIMO A COBÁ Y EL OTRO A TULUM (ADAPTACIÓN AL MAPA PUBLICADO POR BAUER, 2011)..... 30

FIGURA 12. LA ANOMALÍA GRAVIMÉTRICA DE BOUGUER INDICA ROCAS DE DIFERENTE DENSIDAD EN LAS PROFUNDIDADES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, CONFIRMANDO LA EXISTENCIA DE LA ESTRUCTURA SEPULTADA DEL IMPACTO DEL METEORITO DE CHICXULUB.....31

FIGURA 13. PROCESO EN LA FORMACIÓN DE UN CENOTE: PRIMERO COMO UNA CAVERNA ABOVEDADA (A), CUYO TECHO CON EL PASO DEL TIEMPO SE EMPIEZA A DESPRENDER DEBIDO A LA GRAVEDAD (B). CONFORME PASA EL TIEMPO, LA BOCA SE HACE MÁS ANCHA POR LA ACCIÓN DE LA GRAVEDAD Y LA EROSIÓN (C), HASTA QUE DESAPARECE EL TECHO (D). CUANDO ESTO SUCEDE, EL CENOTE SE EMPIEZA A AZOLVAR POR LA ACUMULACIÓN DE MATERIAL (E) Y, FINALMENTE, CON EL DESGASTE DE LAS PAREDES SE PRESENTA COMO UNA FORMACIÓN HUNDIDA (MONTERO, 2013).32

FIGURA 14. TIPOS DE CENOTES EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN (MONTERO, 2013).32

FIGURA 15. DISTRIBUCIÓN DE LA VIDA SUBTERRÁNEA (MONTERO, 2011).33

FIGURA 16. EDAFOLOGÍA Y GEOLOGÍA EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.37

FIGURA 17. MAPEO DE CUEVAS Y RÍOS SUBTERRÁNEOS A PARTIR DE SENSORES AÉREOS ELECTROMAGNÉTICOS REALIZADOS EN 2007, 2008 Y 2015. CABE RESALTAR QUE LAS LÍNEAS AZULES REPRESENTAN LOS MAPEOS MEDIANTE ESPELEOBUCEO (FUENTE: SCHILLER ET AL., 2017).....39

FIGURA 18. PERFIL GEOELÉCTRICO EN UN TRANSECTO LINEAL DE 250 M DE LARGO, DONDE LA ZONA AZUL Y VERDE SON ZONAS DE MAYOR CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA LO QUE SE ASOCIA A AGUA SALADA, MIENTRAS QUE LAS ZONAS AMARILLAS-ROJAS Y OCRE SON DE MENOR CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA LO QUE DEMUESTRA ROCAS SECAS O AGUA DULCE, Y LA ZONA AMARILLA Y VERDE AL CENTRO DEL PERFIL SE INTERPRETA COMO UNA BÓVEDA O CUEVA DE APROXIMADAMENTE 50 M DE DIÁMETRO (SUPPER ET AL., 2009; MEREDIZ, 2022)..... 40

FIGURA 19. PERFIL GEOELÉCTRICO SOBRE UN SEGMENTO DE LA FALLA DE HOLBOX, COMPROBANDO LA ALTA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA SIENDO LAS DE MAYOR PERMEABILIDAD QUE LAS ZONAS A SU ALREDEDOR, EN AZUL SE REPRESENTA A LAGUNA LA UNIÓN AL OESTE DE TULUM (GONDWE, 2010)..... 40

FIGURA 20. LAS FLECHAS EN COLOR NARANJA INDICAN LOS FLUJOS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN CONSENSO PARA EL ÁREA QUE OCUPA LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR. LAS LÍNEAS PARALELAS EN COLOR



AZUL IDENTIFICAN LA FRACTURA HOLBOX EN SU SECCIÓN PONIENTE Y EN VERDE LA SECCIÓN ORIENTAL (ADAPTACIÓN AL MAPA PUBLICADO POR BAUER, 2011).....	41
FIGURA 21. LOS DRENAJES SUBTERRÁNEOS PRÓXIMOS A LOS POLÍGONOS DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	42
FIGURA 22. HIDROLOGÍA EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	43
FIGURA 23. CLIMA EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	45
FIGURA 24. DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACIÓN 23025 TULUM (CONAGUA, 2022).....	46
FIGURA 25. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL POLÍGONO 1 DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR... 49	49
FIGURA 26. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL POLÍGONO 2 DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR. 50	50
FIGURA 27. SELVA ALTA PERENNIFOLIA EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.	52
FIGURA 28. SELVA MEDIANA PERENNIFOLIA EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	53
FIGURA 29. SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	54
FIGURA 30. VEGETACIÓN DE TASISTAL EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.	55
FIGURA 31. VEGETACIÓN TIPO SIBAL EN SEGUNDO PLANO.	56
FIGURA 32. HONGO PIE DE LIEBRE (COPRINOPSIS LAGOPUS) EN EL POLÍGONO 1 DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	58
FIGURA 33. EXCRETAS DE JAGUAR (PANTHERA ONCA).....	64
FIGURA 34. ABEJAS SIN AGUIJÓN (TRIGONA FUSCIPENNIS).	72
FIGURA 35. BROMELIA EN EL POLÍGONO 1 DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.....	75
FIGURA 36. CONTENIDO DE CARBONO EN CRONOSECUENCIAS PARA VEGETACIÓN PRIMARIA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA (SMQ); VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA (VSA/SMQ); VEGETACIÓN PRIMARIA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA (SMS); VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA (VSA/SMS) (CASIANO-DOMÍNGUEZ ET AL., 2018).	79
FIGURA 37. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (NUMERACIÓN CONFORME A LA TABLA 10).....	83
FIGURA 38. REGIONES Y SITIOS PRIORITARIOS COINCIDENTES CON LA PROPUESTA EL APFF JAGUAR.....	85
FIGURA 39. SITIOS CON DESIGNACIONES INTERNACIONALES ADYACENTES A LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.	87
FIGURA 40. LAS CUATRO PRINCIPALES REGIONES HISTÓRICAS DE LA CULTURA MAYA.....	88
FIGURA 41. PODEMOS CONSIDERAR QUE HASTA EL PRESENTE CONTAMOS CON 2,500 AÑOS DE TRADICIÓN MAYA, PARTIENDO DESDE EL PRECLÁSICO MEDIO, COMO VEMOS EN ESTA GRÁFICA. CADA GENERACIÓN A LO LARGO DE LA HISTORIA APORTÓ TAL CANTIDAD DE EXPRESIONES MATERIALES QUE NO ES POSIBLE HABLAR DE LO MAYA COMO SI SE TRATARA DE UNA SOLA CULTURA, SINO COMO UN CRISOL DE MANIFESTACIONES HUMANAS (MONTERO, 2013).....	89
FIGURA 42. ALTAR IV DE LA VENTA. EN LA FIGURA UN PERSONAJE-CHAMÁN O SACERDOTE-SENTADO EN LA BOCA DE UNA CUEVA JAGUAR (MONTERO, 2011).	90
FIGURA 43. JAGUAR DE LIRIO ACUÁTICO GIII, POR SU ADVOCACIÓN SOLAR EN EL CÓDICE DE DRESDE, PÁGINA 8.....	91
FIGURA 44. EL ÁREA DE NUESTRO INTERÉS DESTACANDO EN COLOR ROJO EL ESPACIO QUE CORRESPONDE AL APFF JAGUAR Y EL PN TULUM, ENTRE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS DE COBÁ Y TULUM. EN COLOR BEIGE LA ZONA QUE COMPRENDE LOS HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS PREHISTÓRICOS CON LOS CENOTES MONTERO-CONANP, 2022.....	92
FIGURA 45. GLIFOS MAYAS CALENDÁRICOS QUE CORRESPONDEN A LA CUENTA LARGA Y UN GOBERNANTE COMPRENDE LA ICONOGRAFÍA ESENCIAL DE ESTE MONUMENTO QUE ES UNA ESTELA DE PIEDRA, JUNTO A LA PIRÁMIDE DE NOHOC MUL EN COBÁ.	94
FIGURA 46. ESTILO ARQUITECTÓNICO MAYA DENOMINADO COSTA ORIENTAL, FECHADO HACE MIL AÑOS (MONTERO, 2013).....	97
FIGURA 47. LAS DOS SECCIONES QUE CORRESPONDEN AL APFF JAGUAR Y EL PN TULUM SE DENOTAN EN COLOR ROJO, EL POLÍGONO DEL SECTOR PONIENTE SU UBICA EN MEDIO DE UN TRIÁNGULO IMAGINARIO	



CONFORMADO POR LOS GRANDES CENTROS URBANOS PREHISPÁNICOS DE COBÁ AL OESTE, XE-HÁ AL NORTE Y TULUM AL SUR (MONTERO-CONANP, 2022).	99
FIGURA 48. LA RIQUEZA DEL PATRIMONIO CULTURAL ALREDEDOR DEL APFF JAGUAR Y EL PN TULUM: GRANDES SITIOS ARQUEOLÓGICOS HOY ABIERTOS AL TURISMO COMO LOS SON TULUM, XEL-HÁ Y COBÁ; LA EVIDENCIA DE ALDEAS PREHISPÁNICAS TRIBUTARIAS POR TODA LA REGIÓN; LA POSIBILIDAD DE ENCONTRAR CAMINOS MAYAS QUE UNIERAN A LA COSTA CON COBÁ; RESTOS DE MEGAFUNA Y DE PALEAMERICANOS; Y EVIDENCIAS DE LA NAVEGACIÓN DE CABOTAJE MAYA (MONTERO-CONANP, 2022).	99
FIGURA 49. NAVEGACIÓN MAYA DE CABOTAJE EN UNA PINTURA MURAL DE HACE MIL AÑOS QUE SE UBICA EN EL TEMPLO DE LOS GUERREROS, CHICHÉN ITZÁ.	100
FIGURA 50. PIRÁMIDE POBLACIONAL, TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021B).	101
FIGURA 51. PROMEDIO DE HABITANTES POR HOGAR EN TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021B).	102
FIGURA 52. NÚMERO DE CUARTOS POR VIVIENDA PARTICULAR HABITADA EN TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021B).	102
FIGURA 53. ACCESO A BIENES Y TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN EN TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021B).	103
FIGURA 54. ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS EN LAS VIVIENDAS DE LA LOCALIDAD DE TULUM (CONEVAL, 2017).	104
FIGURA 55. PRINCIPALES PAÍSES DE ORIGEN DE INMIGRACIÓN EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (INEGI, 2020B).	105
FIGURA 56. PRINCIPALES CAUSAS DE MIGRACIÓN EN EL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021A).	105
FIGURA 57. NIVEL DE ESCOLARIDAD DE LA POBLACIÓN MAYOR DE 3 AÑOS DE TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021B).	106
FIGURA 58. NIVEL DE ESCOLARIDAD DE LA POBLACIÓN MAYOR DE 15 AÑOS DE TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021B).	107
FIGURA 59. PORCENTAJE DE ALFABETISMO DE LA POBLACIÓN DE TULUM, QUINTANA ROO POR GÉNERO (INEGI, 2021B).	107
FIGURA 60. POBLACIÓN DE 15 AÑOS O MÁS ANALFABETA EN LAS LOCALIDADES ALEDAÑAS AL ANP PROPUESTA (CONEVAL, 2017).	108
FIGURA 61. POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MÁS CON EDUCACIÓN BÁSICA INCOMPLETA EN LAS LOCALIDADES ALEDAÑAS AL ANP PROPUESTA (CONEVAL, 2017).	108
FIGURA 62. INCREMENTO EN LA PEA EN TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021A).	109
FIGURA 63. INCREMENTO EN LA PEA OCUPADA EN TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021A).	109
FIGURA 64. PERSONAL OCUPADO TOTAL POR SECTOR EN EL MUNICIPIO DE TULUM, 2008 (INEGI, 2021A).	110
FIGURA 65. SALARIO PROMEDIO MENSUAL DE TRABAJADORES FORMALES E INFORMALES EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (INEGI, 2022A).	110
FIGURA 66. PORCENTAJE DE POBLACIÓN QUE RECIBE INGRESOS DE FUENTES DISTINTAS AL TRABAJO, TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021A).	111
FIGURA 67. PORCENTAJE DE AFILIACIÓN A SERVICIOS DE SALUD DE LA POBLACIÓN DE TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021B).	112
FIGURA 68. PORCENTAJE DE AFILIACIÓN A SERVICIOS DE SALUD DE POBLACIÓN CON ALGUNA DISCAPACIDAD O LIMITACIÓN EN EL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO (INEGI, 2021B).	113
FIGURA 69. MOTIVOS DE DESPLAZAMIENTO A OTRAS CIUDADES PARA ASISTIR A CONSULTAS MÉDICAS EN EL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA (H. AYUNTAMIENTO TULUM, 2019).	113
FIGURA 70. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN EL PIB POR TIPO DE ACTIVIDAD EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (INEGI, 2020C).	114
FIGURA 71. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LAS ACTIVIDADES SECUNDARIAS EN EL PIB, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (INEGI, 2020C).	114
FIGURA 72. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LAS ACTIVIDADES TERCIARIAS EN EL PIB, EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (SUBSISTEMA DE INFORMACIÓN ECONÓMICA, INEGI, 2020C).	115



FIGURA 73. VALOR DEL PIB POR TIPO DE ACTIVIDAD EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (INEGI, 2020C).	116
FIGURA 74. PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN DE TULUM EN CONDICIONES DE POBREZA (CONEVAL, 2017).	116
FIGURA 75. VOLUMEN DE LA PRODUCCIÓN MADERABLE EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (INEGI, 2020A).	120
FIGURA 76. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (CMIC, 2022).	121
FIGURA 77. VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (INEGI, 2022B).	122
FIGURA 78. CONFORMACIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y APORTACIÓN AL VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN QUINTANA ROO (INEGI, 2022B).	122
FIGURA 79. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS Y CALIZA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (SGM, 2021).	123
FIGURA 80. VALOR DE PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS Y CALIZA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (SGM, 2021).	123
FIGURA 81. VALOR DE PRODUCCIÓN MINERA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (SGM, 2021).	124
FIGURA 82. PROCEDENCIA DEL TURISMO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (CONSEJO DE PROMOCIÓN TURÍSTICA DE QUINTANA ROO, 2021).	125
FIGURA 83. PORCENTAJE DE TURISMO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO POR GRUPOS DE EDAD (CONSEJO DE PROMOCIÓN TURÍSTICA DE QUINTANA ROO, 2021).	125
FIGURA 84. ACTIVIDADES TURÍSTICAS RECURRENTE EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (CONSEJO DE PROMOCIÓN TURÍSTICA DE QUINTANA ROO, 2021).	126
FIGURA 85. OFERTA DE ALOJAMIENTO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (SECTUR, 2022A).	126
FIGURA 86. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN HOTELERA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (SECTUR, 2022A).	127
FIGURA 87. OFERTA DE SERVICIOS TURÍSTICOS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.	127
FIGURA 88. OFERTA DE ESTABLECIMIENTOS TURÍSTICOS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (SECTUR, 2022A).	128
FIGURA 89. OCUPACIÓN HOTELERA EN EL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO (SECTUR, 2022B).	128
FIGURA 90. DERRAMA ECONÓMICA DERIVADA DEL HOSPEDAJE EN EL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO (SECTUR, 2022B).	129
FIGURA 91. ÁRBOL DE CHICOZAPOTE CON EVIDENCIA DE APROVECHAMIENTO EN EL POLÍGONO 1.	131
FIGURA 92. TENENCIA DE LA TIERRA POLÍGONO 1.	136
FIGURA 93. TENENCIA DE LA TIERRA EN EL POLÍGONO 2.	137
FIGURA 94. TIPOS DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.	142
FIGURA 95. NÚMERO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN POR TEMA.	143
FIGURA 96. PORCENTAJE DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN POR TEMA.	143
FIGURA 97. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA EN LA ESTACIÓN DE TULUM PARA EL PERIODO 1951-2010 Y SUS CORRESPONDIENTES ESTACIONES DE REFERENCIA (SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 2022).	146
FIGURA 98. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTACIÓN DE TULUM PARA EL PERIODO 1951-2010 (SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 2022).	146
FIGURA 99. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL EN LA ESTACIÓN DE TULUM PARA EL PERIODO 1964-2012.	147
FIGURA 100. CLIMATOLOGÍA ANUAL TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA (1964-2012).	147
FIGURA 101. CLIMATOLOGÍA ANUAL PRECIPITACIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA (1964-2012).	148
FIGURA 102. CAMBIOS DE TEMPERATURA PROYECTADOS RESPECTO AL PROMEDIO HISTÓRICO (1980-2009) DE 2015 HASTA 2099, CONSIDERANDO EL INTERVALO DE VARIACIÓN ENTRE LOS CUATRO MODELOS GENERALES DE CIRCULACIÓN DEL INECC Y BAJO RCP DE 4.5 Y 8.5.	151



FIGURA 103. CAMBIO DE LOS VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA MÍNIMA, MEDIA Y MÁXIMA ANUAL BAJO MODELOS GENERALES DE CIRCULACIÓN DEL INECC Y BAJO RCPS DE 4.5 Y 8.5 DESDE 1950 HASTA 2099.	152
FIGURA 104. CAMBIOS DE PRECIPITACIÓN ANUAL ACUMULADA PROYECTADOS RESPECTO AL PROMEDIO HISTÓRICO (1980-2009) DE 2015 HASTA 2099 CONSIDERANDO EL INTERVALO DE VARIACIÓN ENTRE LOS CUATRO MODELOS GENERALES DE CIRCULACIÓN DEL INECC Y BAJO RCPS DE 4.5 Y 8.5.	153
FIGURA 105. CAMBIO DE PRECIPITACIÓN ANUAL ACUMULADA BAJO MODELOS GENERALES DE CIRCULACIÓN DEL INECC Y BAJO RCPS DE 4.5 Y 8.5 DESDE 1950 HASTA 2099.	154
FIGURA 106. A. ZONAS SUSCEPTIBLES DE INUNDARSE BAJO ESCENARIOS DEL ASCENSO ESTÁTICO DEL NIVEL DEL MAR DE 1 Y 2 M EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN; B. ACERCAMIENTO A LA ZONA DONDE SE UBICARÍA EL PARQUE NACIONAL DE JAGUAR (INECC Y CICESE, 2014).	155
FIGURA 107. ZONAS VULNERABLES A FENÓMENOS DE MAREA DE TORMENTA ASOCIADOS AL ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR. SE OBSERVA QUE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN SE ENCUENTRA EN UNA ZONA DE POCA PENDIENTE Y ELEVACIÓN (INECC Y CICESE, 2014).	156
FIGURA 108. ESPECIE EXÓTICA INVASORA DE ORQUÍDEA MONJA AFRICANA (OECEOCLADES MACULATA).	161
FIGURA 109. PRODUCCIÓN PORCINA EN 2018 POR MUNICIPIO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (SIAP, 2018).	162
FIGURA 110. CENTROS DE POBLACIÓN ALEDAÑOS AL APFF JAGUAR.	164
FIGURA 111. POET REGIÓN CANCÚN – TULUM RESPECTO AL APFF JAGUAR.	165
FIGURA 112. ZONIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR.	168
FIGURA 113. ZONA NÚCLEO POLÍGONO 1.	170



INTRODUCCIÓN

El estado de Quintana Roo contiene un mosaico de selvas húmedas, en este caso con varios patrones estructurales y de biodiversidad que reúnen especies de las regiones Neártica y Neotropical. Dada la importancia biológica y ecológica de las selvas para el país, este estudio presenta información para justificar la creación de un área natural protegida (ANP) de competencia federal en el municipio de Tulum.

Dicha propuesta de área natural protegida con la categoría de área de protección de flora y fauna Jaguar (APFF Jaguar) se localiza en la planicie de la Península de Yucatán, que alberga selvas alta y mediana subperennifolia y perennifolia, selva baja subcaducifolia, sibal y manglar, y en la que se ubica, parcialmente, uno de los más extensos e importantes acuíferos kársticos en el mundo, en el que se registran por lo menos 2,000 kilómetros de pasajes subterráneos, destacándose el sistema Sac Actun y el sistema Ox Bel Ha.

La propuesta de ANP promoverá la protección y conservación de los hábitats de cuyo equilibrio y preservación son fundamentales para la existencia de más de 960 especies de flora y fauna nativa de las selvas tropicales y de los humedales, y de 90 especies en alguna categoría de riesgo, entre las que destaca por su importancia biológica y cultural el jaguar, símbolo sagrado de las culturas mesoamericanas y especie emblema de la propuesta de ANP; con el establecimiento del ANP se coadyuvará a la disponibilidad de hábitat en esta zona de distribución geográfica de la especie. Lo anterior, a través de la ejecución de programas de conservación, protección, vigilancia y restauración de los recursos naturales, en coordinación con los tres niveles de gobierno y fomentando la participación de todos los sectores.

Estos ecosistemas están controlados por el régimen hidrológico terrestre y costero, vulnerable a los impactos antropogénicos por el crecimiento de la población y el desarrollo de infraestructura asociada con la industria del turismo que domina el uso del suelo en la región. Por lo anterior, una de las estrategias para enfrentar estos problemas ambientales, es proteger los ecosistemas que lo requieran.

En este sentido, la relevancia biocultural de la región es innegable, ya que la zona propuesta como ANP se ubica en las inmediaciones de los antiguos asentamientos mayas de Tulum y Cobá, en un espacio de potencial arqueológico y cuya actividad cotidiana está relacionada con flora y fauna de la región.

Adicionalmente a la protección de los ecosistemas, su biodiversidad y su relevancia biocultural, la propuesta de APFF Jaguar coadyuvará en la adaptación y mitigación al cambio climático, en virtud de que la vegetación en buen estado de conservación brinda protección contra eventos meteorológicos extremos, característicos en la zona, como huracanes y tormentas. Asimismo, contribuirá a la captura de carbono y a la permanencia de otros servicios ecosistémicos, como regulación de la temperatura y la provisión de agua y a mantener o mejorar la calidad de vida de las comunidades humanas aledañas a la propuesta de APFF Jaguar.



I. INFORMACIÓN GENERAL

A) NOMBRE DEL ÁREA PROPUESTA

Área de Protección de Flora y Fauna Jaguar.

B) ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIOS EN DONDE SE LOCALIZA EL ÁREA

El área propuesta se localiza en el municipio de Tulum, al norte de la ciudad del mismo nombre, en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2021; Figura 1).

C) SUPERFICIE

La propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna Jaguar (APFF Jaguar) abarca una superficie total de 2,258-20-75.56 hectáreas (DOS MIL DOSCIENTAS CINCUENTA Y OCHO HECTÁREAS, VEINTE ÁREAS, SETENTA Y CINCO PUNTO CINCUENTA Y SEIS CENTIÁREAS), y está constituida por dos polígonos: 1) Polígono 1, con una superficie de 1,975-56-77.12 hectáreas (MIL NOVECIENTAS SETENTA Y CINCO HECTÁREAS, CINCUENTA Y SEIS ÁREAS, SETENTA Y SIETE PUNTO DOCE CENTIÁREAS) y 2) Polígono 2, con 282-63-98.44 hectáreas (DOSCIENTAS OCHENTA Y DOS HECTÁREAS, SESENTA Y TRES ÁREAS, NOVENTA Y OCHO PUNTO CUARENTA Y CUATRO CENTIÁREAS), que en conjunto representan el 1.11% de la superficie total del municipio de Tulum cuya extensión territorial es de 2,040.94 Km², equivalente a 204,094 ha (Figura 2; POEQroo, 2008).



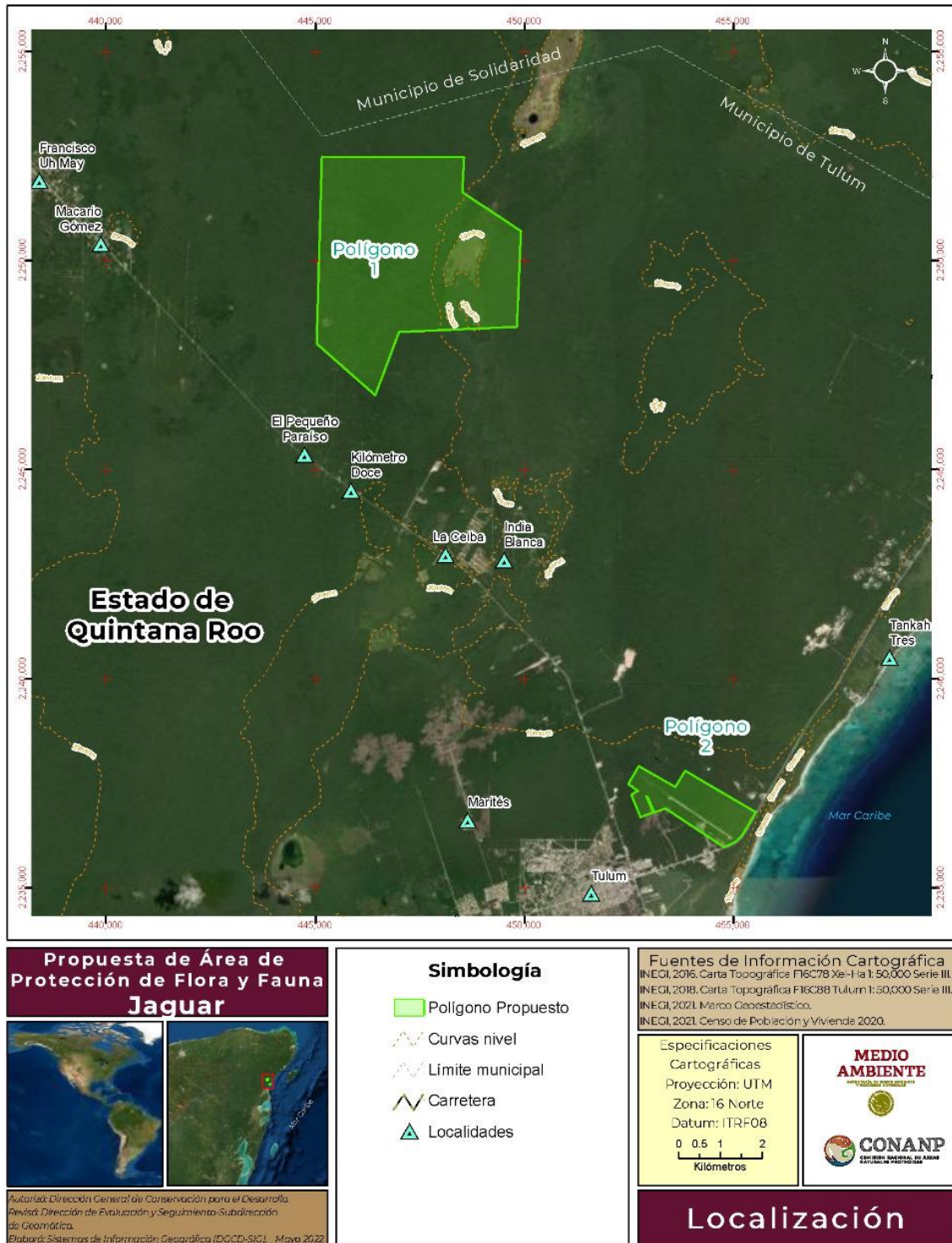


Figura 1. Ubicación y delimitación de la propuesta de APFF Jaguar, Tulum, Quintana Roo

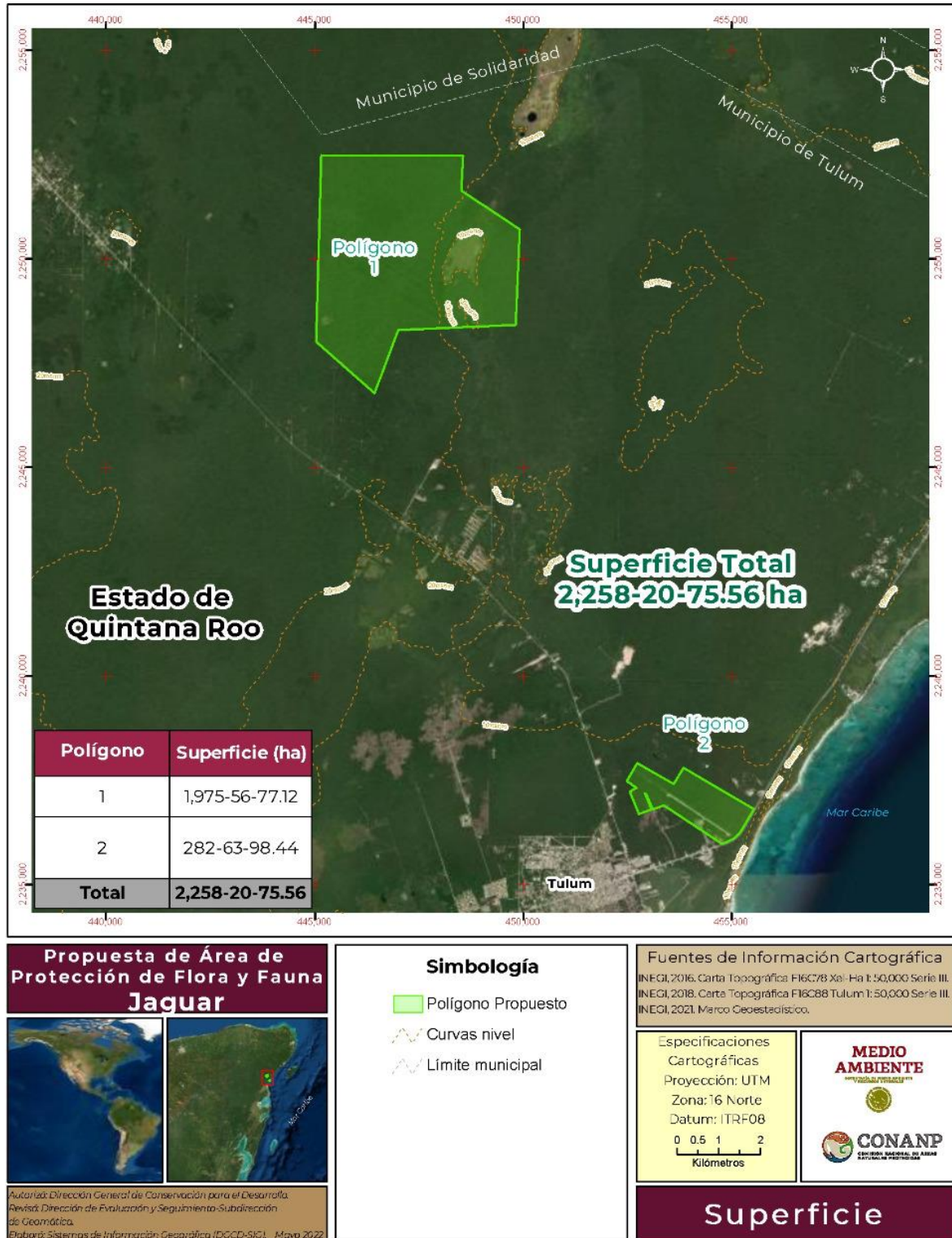


Figura 2. Superficie de la propuesta de APFF Jaguar, Tulum, Quintana Roo.

D) VÍAS DE ACCESO

El acceso a la propuesta de APFF Jaguar tiene diferentes vías, para el Polígono 1 se parte desde el centro de Tulum, dirigiéndose hacia la carretera federal 109 Tulum-Nuevo Xcán y en el kilómetro 14, en las inmediaciones de las localidades de El Pequeño Paraíso y Kilómetro Doce, se toma la terracería con rumbo norte, durante tres km, para llegar al límite suroeste de la propuesta de APFF Jaguar.

Otro punto de acceso al Polígono 1 es por la carretera 307 Tulum-Cancún, en el kilómetro 20, se toma la desviación hacia la localidad Chemuyil, en dirección noroeste se continúa por terracería y aproximadamente a 17 km se llega a las inmediaciones de la denominada Laguna Madera, de este punto se continúa a pie mediante brechas por 700 m hasta llegar al campamento de vigilancia de la Agencia de Proyectos estratégicos del estado de Quintana Roo (AGEPRO), ubicado en la zona extrema noreste de la propuesta de APFF Jaguar (INEGI, 2016; INEGI, 2020).

El acceso principal a la propuesta del Polígono 2, es asequible debido a la cercanía con la ciudad de Tulum, partiendo del centro y tomando la carretera federal 307 Tulum-Cancún (también conocida como Reforma Agraria) - Puerto Juárez; en el kilómetro 3.3 se localiza el entronque a la zona arqueológica de Tulum y a las instalaciones de la base aeronaval de Tulum (Figura 3; INEGI, 2018; INEGI, 2020).

E) MAPA CON LA DESCRIPCIÓN LIMÍTROFE

Las coordenadas extremas donde se localiza la propuesta de APFF Jaguar son Y máxima: 2,252,487.70; Y mínima: 2,235,987.83 y X máxima: 455,540.73; X mínima: 445,030.36, en una proyección UTM, zona 16 Norte (Figura 4).



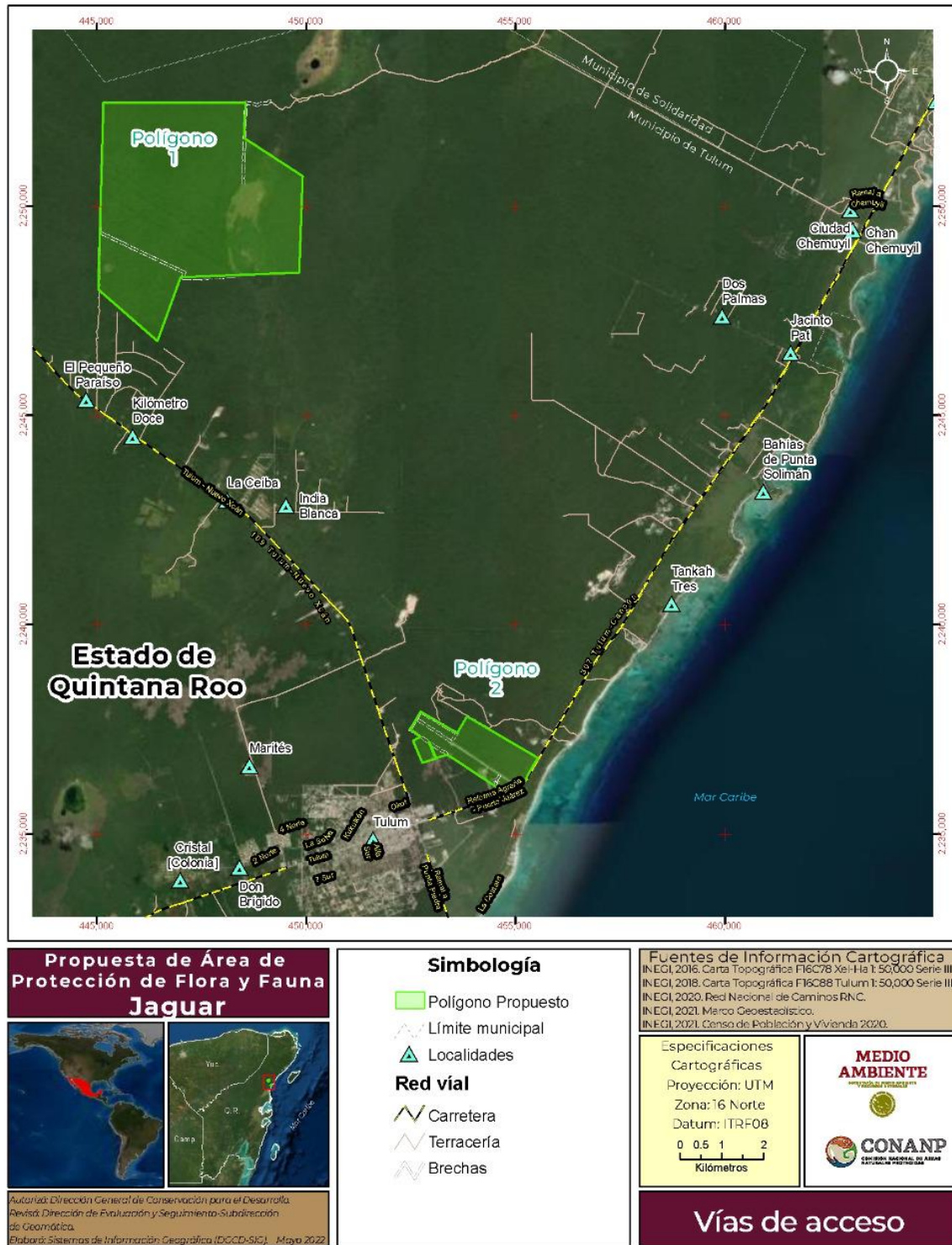


Figura 3. Vías de acceso relacionadas con la propuesta de APFF Jaguar, Tulum, Quintana Roo.

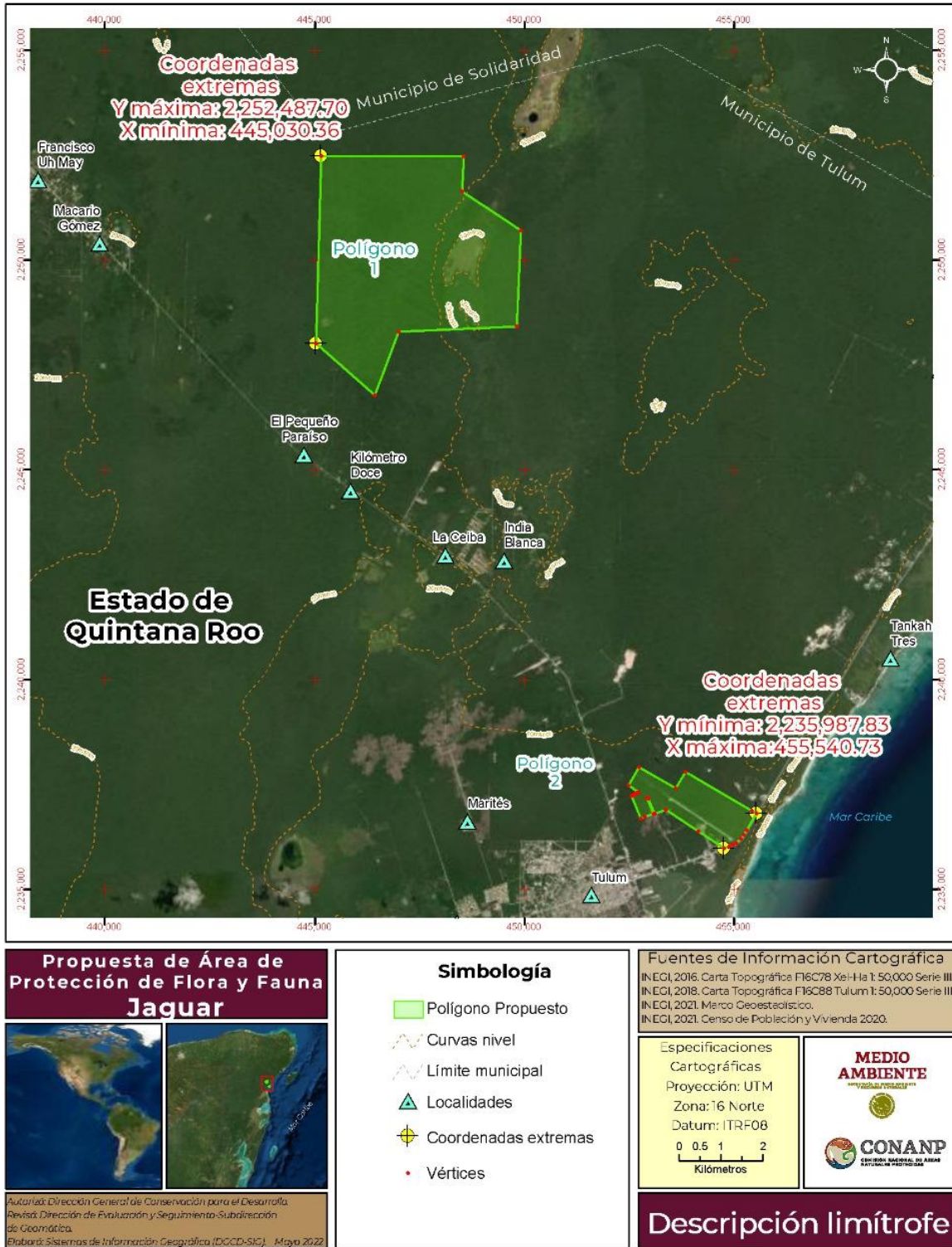


Figura 4. Descripción limítrofe de la propuesta de APFF Jaguar, Tulum, Quintana Roo.

F) NOMBRE DE LAS ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES, ORGANISMOS GUBERNAMENTALES O ASOCIACIONES CIVILES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO

El presente estudio fue elaborado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Órgano Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

II. EVALUACIÓN AMBIENTAL

A) DESCRIPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES QUE SE PRETENDE PROTEGER

La diversidad biológica de México se expresa como un complejo mosaico de distribución de especies y ecosistemas. Esta complejidad biológica se explica por la gran heterogeneidad del medio físico mexicano, que a su vez es producto de su variada fisiografía e intrincada historia geológica y climática. La riqueza de especies y endemismos de cada grupo taxonómico no son uniformes a lo largo de nuestro país, sino que muestran tendencias biogeográficas que se aprecian en la composición actual de comunidades bióticas y ecosistemas, así como en los patrones de regionalización biológica y ecológica a lo largo y ancho del país (Espinosa y Ocegueda, 2008).

Derivado de lo anterior, México ha sido regionalizado en provincias biogeográficas, ubicando al estado de Quintana Roo en la denominada "Provincia del Petén" (CONABIO, 1997). La provincia se ubica desde el sureste de la Península de Yucatán y se extiende hasta el Petén de Guatemala y Belice, donde se localiza la propuesta de APFF Jaguar. En dicha provincia se presenta una precipitación pluvial de alrededor de 1,800 mm anuales, lo que, junto con otras características geológicas, tipos de suelo y la presencia del Mar Caribe, determina que la vegetación dominante esté constituida mayormente por selvas húmedas, las cuales se caracterizan por una elevada densidad de especies arbóreas, temperaturas cálidas y alta humedad (Espinosa y Ocegueda, 2008; Ek, 2011; Valdez-Hernández e Islebe, 2011).

Por otro lado, en términos ecológicos, nuestro país ha sido dividido en 51 ecorregiones (la nación de Latinoamérica con el mayor número), las cuales son áreas que contienen un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies, dinámicas y procesos ecológicos (Challenger y Soberón, 2008). El estado de Quintana Roo y el área de interés pertenecen a la ecorregión denominada "Selvas cálido-húmedas, planicie y lomeríos de la Península de Yucatán" (Figura 5; INEGI-CONABIO-INE, 2008; CONABIO, 2022a).



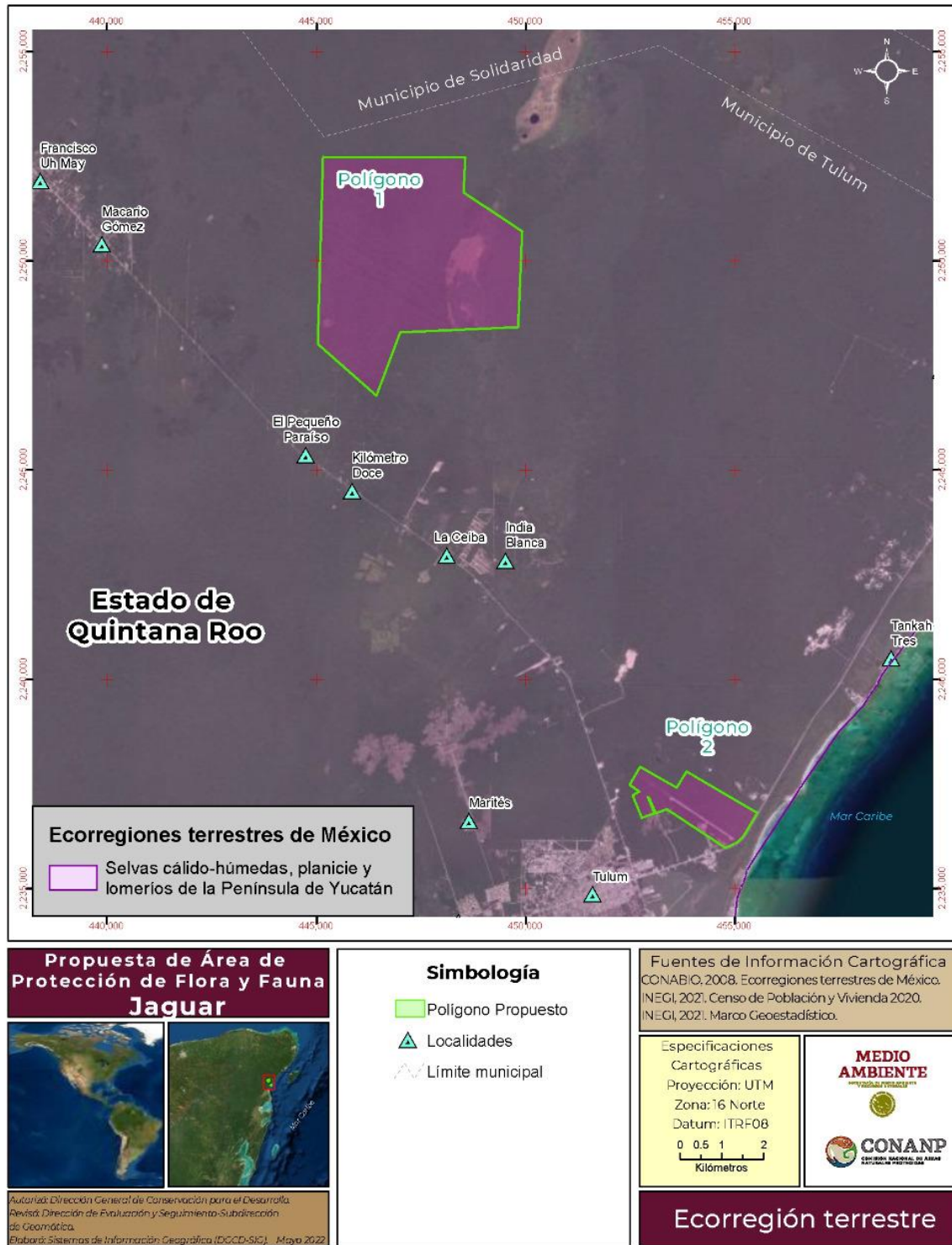


Figura 5. Propuesta de APFF Jaguar en la Ecorregión Terrestre “Selvas cálido-húmedas, planicie y lomeríos de la Península de Yucatán”.

En relación con lo anterior, el estado de Quintana Roo comprende un mosaico de selvas húmedas y otras comunidades vegetales con varios patrones estructurales y de diversidad. Las principales comunidades vegetales presentes en el estado son: selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, selva baja espinosa subperennifolia, selva baja caducifolia y subcaducifolia, así como palmar, manglar, sabana, vegetación de duna costera, petén y tular (Carreón-Santos, 2014).

Las selvas tropicales presentan la mayor diversidad biológica de los ecosistemas terrestres, y en especial la selva alta o mediana subperennifolia, este tipo de vegetación es dominante en la propuesta de APFF Jaguar, es la comunidad más extendida y una de las más transformadas en la Península de Yucatán. En el estado de Quintana Roo también es el tipo de vegetación tropical predominante, con más del 90% de la superficie forestal de la entidad, se distribuye en el estado de norte a sur y de este a oeste, colindando en la porción oeste extrema con la selva mediana subcaducifolia (CONAFOR, 2013). Estas comunidades vegetales están dominadas por árboles y palmas de una gran variedad de especies que crecen a diferentes alturas, los árboles más altos que integran el dosel llegan a superar los 30 m de alto, los cuales son individuos emergentes propios de las selvas altas (López-Jiménez *et al.*, 2019; CONABIO, 2022b). Asimismo, como resultado de las actividades humanas, se han originado selvas secundarias que, al igual que los pastizales o palmares inducidos, no se consideran tipos de vegetación original (Ek, 2011).

En cuanto a la fauna, las selvas húmedas de Quintana Roo son el hábitat y refugio de una gran cantidad de mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces dulceacuícolas e insectos, particularmente escarabajos, hormigas, mariposas y abejas (CONABIO, 2022b).

Para la propuesta de APFF Jaguar se registran 982 especies, de las cuales 17 son hongos, 400 plantas vasculares, 362 vertebrados y 203 invertebrados (Anexo 1). Estos registros representan solo una aproximación de la diversidad de organismos que pueden estar presentes en la zona de interés.

Entre las especies registradas en la zona, destaca la presencia de nueve especies vegetales y 81 animales (Anexo 2) incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, "Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, y en la "Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019 (NOM-059-SEMARNAT-2010) (DOF, 2010; 2019). Asimismo, están registrados 20 endemismos, 13 especies de plantas, 6 vertebrados y 1 invertebrado.

En este sentido, la propuesta de APFF garantizará la protección y conservación de diversos hábitats, cuyo equilibrio y preservación son fundamentales para la existencia de poblaciones de especies de flora y fauna nativa. Cabe destacar que dentro de los polígonos y en la zona aledaña están registrados gran cantidad de invertebrados, entre los cuales se encuentran especies de polinizadores, cuya función ecológica es indispensable para la continuidad evolutiva de las comunidades vegetales presentes en el área. Asimismo, se registran diversas especies de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), que han sufrido un decremento histórico en sus poblaciones, por lo que su conservación es una prioridad a nivel nacional. En relación con lo anterior, sobresale por su importancia biológica y cultural el jaguar (*Panthera onca*), símbolo sagrado de las culturas mesoamericanas y especie emblema de la propuesta de ANP.



Este felino es el depredador de mayor talla en el neotrópico y desempeña un papel ecológico primordial, pues afecta las densidades poblacionales de sus presas y es uno de los factores limitantes de estas (Valdez *et al.*, 2002; SEMARNAT, 2019). Los jaguares son un objeto de conservación imprescindible en los ecosistemas ya que es una especie considerada como clave, bandera y paraguas, su protección y conservación beneficia a muchas otras especies de plantas y animales. Asimismo, se considera como una piedra angular en los planes de conservación a escala regional y nacional, que requiere de extensas áreas para sobrevivir, y por lo tanto habita en una gran variedad de ecosistemas. En diversas localidades de México y América Latina se ha estimado una densidad poblacional que varía entre uno y 10 individuos en 100 km² (Ceballos *et al.*, 2002; SEMARNAT, 2019).

La deforestación y el cambio de uso de suelo, además de la cacería furtiva, generada principalmente por el conflicto con ganaderos, son dos de las amenazas más importantes para la especie. En México se calcula que el jaguar ha desaparecido en más del 60% de su distribución histórica y su población estimada es de menos de 5,000 individuos a nivel nacional (Chávez y Ceballos, 2006; SEMARNAT, 2019), razones por las cuales está considerado en categoría de “En peligro de extinción” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

Ante este panorama, es necesaria la creación de nuevas redes de Áreas Naturales Protegidas (ANP) a lo largo de las zonas de distribución geográfica de la especie; en donde, la Península de Yucatán representa la mayor área con disponibilidad de hábitat para jaguares con las densidades más altas estimadas para la especie en México (SEMARNAT, 2019; Ceballos *et al.*, 2021). En este sentido, la CONANP ha implementado, en coordinación con múltiples instituciones de investigación y conservación, acciones y mecanismos para promover la conservación del jaguar, tales como el Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Jaguar (PACE Jaguar), cuyo objetivo general es “proteger y recuperar las poblaciones del jaguar y contribuir a la restauración del hábitat de la especie en su área de distribución histórica en México mediante el diseño e implementación de estrategias locales, regionales, nacionales e internacionales a corto, mediano y largo plazo” (SEMARNAT, 2019).

Con la declaratoria de la propuesta del APFF Jaguar, se fortalecerá el diseño y articulación de acciones que promuevan la conectividad entre ANP con otros sitios con poblaciones de jaguar, lo cual sería uno de sus principales objetivos.

Por otro lado, es relevante resaltar que la riqueza de especies de flora y fauna mencionada con anterioridad está estrechamente relacionada con la geomorfología de la propuesta del APFF Jaguar, específicamente con las condiciones kársticas del terreno. Por ejemplo, la vegetación está restringida por la profundidad del suelo, su contenido de agua, disponibilidad de nutrientes, déficit hídrico, fracturas, porosidad de las rocas y volumen de fragmentos rocosos. Asimismo, existen especies de fauna que se han especializado para aprovechar las condiciones específicas del karst (Estrada *et al.*, 2019).

Además, la composición de suelo kárstico de la región hace que se encuentre rodeado de lagunas, cenotes, cavernas y por lo menos 2,000 km de pasajes subterráneos entre los que destaca el Sistema Sac Actun de 364 km de extensión y el sistema Ox Bel Ha de 272 km, siendo uno de los sistemas de cuevas submarinas más extensos del mundo, los cuales pertenecen al Gran Acuífero Maya, situados en el noroeste de Quintana Roo (Kambesis *et al.*, 2016).

El sistema Sac Actun se divide geográficamente en distintas secciones que incluyen las regiones de Sac Actun, Nohoch Nah Chich, Aktun Hu y Dos Ojos. La zona sur de la región Sac Actun drena por el subsuelo de la propuesta APFF Jaguar, y hasta el momento la cartografía realizada por equipos de espeleobuceo indican que el polígono 2 de la propuesta de ANP está por encima de uno de estos ramales (Kambesis *et al.*, 2016),



observándose en campo cenotes cercanos que hacen altamente probables nuevos registros de especies de flora y fauna asociadas a hábitats cavernícolas, posiblemente endémicas, así como restos arqueológicos y paleontológicos de la megafauna del Pleistoceno que habitó el área.

Tal es el caso de los cenotes Calavera y Gran Cenote que se ubican a 600 y 1,400 m respectivamente del polígono 2 de la propuesta, donde en 2002 se registraron restos óseos y desde 2007 el INAH ha registrado más 120 osamentas en perfecto estado de conservación, estimadas en el periodo clásico entre los años 125 y 236 de nuestra era, siendo uno de los sitios funerarios utilizado por los antiguos mayas como cementerio, toda vez que algunas osamentas presentan ofrendas (INAH, 2010).

En el caso del Gran Cenote se encontraron restos óseos de megafauna pleistocénica con una antigüedad entre 126 y 12 mil años. Cabe resaltar que en las cuevas aledañas a la ciudad de Tulum se han descubierto nuevos registros fósiles de los primeros pobladores de América que habitaron la Península de Yucatán, y que por su importancia se denominan *Paleoamericanos tulumnenses*, que habitaron esta región a finales del Pleistoceno, hace 13 mil años, cuando el nivel del mar estaba 30 m por debajo del nivel actual y las condiciones de las cuevas eran favorables hasta el fin de la Era de Hielo, fecha que coincide con la inundación de las cuevas.

En este sentido la legislación mexicana no precisa la protección de los ecosistemas de cenotes, cuevas, grutas y sistemas subterráneos. Sin embargo, el gobierno del estado de Quintana Roo contempla en su Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en el Artículo 1º fracción XIX "*Promover la preservación de los ecosistemas en que se encuentren ubicados en los cenotes, cuevas o grutas*" (POEQROO, 2018), así como en el Reglamento de Ecología, Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Municipio de Tulum, Quintana Roo en su Artículo 1, fracción VI. "*Promover la preservación de los ecosistemas en bosques y selvas, humedales costeros, manglares, playas, ríos, cenotes, cuevas y grutas*" y en el Título III, Capítulo IV "*Cenotes, Cuevas y Cavernas*" (Ayuntamiento de Tulum, 2022).

No obstante, la única ley que prevé la protección de vestigios paleontológicos es la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, que contempla en su Artículo 28 BIS "*...las disposiciones sobre monumentos y zonas arqueológicas serán aplicables a los vestigios o restos fósiles de seres orgánicos que habitaron el territorio nacional en épocas pretéritas y cuya investigación, conservación, restauración, recuperación o utilización revistan interés paleontológico, circunstancias que deberá consignarse en la respectiva declaratoria que expedirá el Presidente de la República*" (DOF, 1972).

Por lo anterior, la conservación de esta zona promoverá la continuidad de los procesos geohidrológicos que originan los sistemas kársticos, la belleza escénica de los espeleotemas subacuáticos y su importancia como refugio de flora y fauna, así como de ecosistemas cavernícolas y resguardo de restos paleontológicos, los cuales se consideran parte de los objetos de conservación presentes en la propuesta de ANP.

Conforme a lo descrito anteriormente, la declaratoria de una ANP, adquiere mayor relevancia si se considera el conjunto de servicios ambientales que proporciona, toda vez que en ella se conjugan diversos beneficios tangibles e intangibles generados por los ecosistemas y su biodiversidad, y que son necesarios para la supervivencia de los sistemas naturales y biológicos intrínsecamente relacionados, que proporcionan múltiples beneficios al ser humano, ya sea como servicios de provisión, regulación, soporte o culturales (Tabla 1; CONANP-PNUD, 2019).



Tabla 1. Servicios ambientales. Bienes y procesos naturales de los cuales dependemos para sobrevivir.

PROVISIÓN	REGULACIÓN		SOPORTE	CULTURA
<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos • Ganado • Pesquerías • Acuicultura • Agua • Madera y leña • Alimentos • Materias primas • Bioquímicos y principios activos • Medicamentos 	<i>Ámbito regional y local</i> <ul style="list-style-type: none"> • Control de eventos • Hidrometeorológicos extremos (tormentas y huracanes) • Control de plagas • Regulación y saneamiento del agua • Control de erosión de suelos • Regulación de enfermedades y agentes infecciosos • Polinización 	<i>Ámbito global</i> <ul style="list-style-type: none"> • Regulación del clima • Regulación de la calidad del aire 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de suelos • Reciclaje de nutrientes • Producción primaria 	<i>No materiales</i> <ul style="list-style-type: none"> • Recreación y turismo • Valores espirituales y religiosos • Valores estéticos, inspirativos y educativos • Identidad del sitio • Herencia y patrimonio cultural

Fuente: CONANP-PNUD, 2019.

Esta relevancia aumenta significativamente en el contexto de cambio climático, ya que las ANP funcionan como una barrera ante sus efectos, lo que las hace ser un factor importante en la disminución de los impactos negativos en los ecosistemas y las comunidades humanas que dependen de ellos.

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

1.1 FISIOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La Península de Yucatán está inmersa en la Provincia Fisiográfica XI Península de Yucatán, la cual se conforma por tres subregiones fisiográficas: la provincia 63 Carso y Lomeríos de Campeche, la subprovincia 62 Carso Yucateco y la subprovincia 64 Costa baja de Quintana Roo, estas subprovincias en conjunto representan el 7% del territorio nacional (INEGI, 2001a; INEGI, 2001b).

La subprovincia 62 Carso Yucateco es predominantemente plana con suaves inclinaciones de sur a norte y una altitud promedio de 30 msnm, solo en la zona sur se puede llegar a los 350 msnm, se caracteriza por rocas de tipo caliza, dolomita y yeso, conformando estructuras de rocas sedimentarias del Neógeno, lo que dio origen al relieve Kárstico de la región, asociado a la disolución de las rocas por la meteorización química, la abundancia de agua subterránea y la concentración de CO₂ en el agua. Estas condiciones, forman intrincados sistemas de cuevas subterráneas en toda la península, cuyas corrientes submarinas drenan hacia el mar (SEDATU, 2015).

En el relieve que presenta el municipio de Tulum predominan las llanuras, cabe resaltar que existe una serie de depresiones que corren de forma paralela a la costa del estado de Quintana Roo desde Holbox hasta el sur del municipio de Tulum, denominada falla de Holbox. La propuesta de APFF Jaguar se localiza en la porción este de la subprovincia 62 Carso Yucateco en la topografía Llanura rocosa de piso rocoso o cementado (INEGI, 2001; INEGI, 2001c).



Respecto a la propuesta de APFF Jaguar, con base en las cartas topográficas F16C79 Xel-Ha y F16C88 Tulum escala 1:50, 000 la altitud es de 10 msnm (INEGI, 2016; INEGI, 2018), con un perfil topográfico cuya pendiente máxima es del 5% hasta descender hacia el nivel del mar, lo cual favorece la filtración de agua hacia el subsuelo y propicia la generación de cavidades horizontales debido a la disolución de la roca caliza, conocidas como dolinas, formadoras de cenotes. Particularmente, en la zona oriente del Polígono 1 se identificó mediante recorridos de campo un sistema de humedales, los cuales posiblemente se originaron a partir de la cercanía con la falla de Holbox (Figura 6).

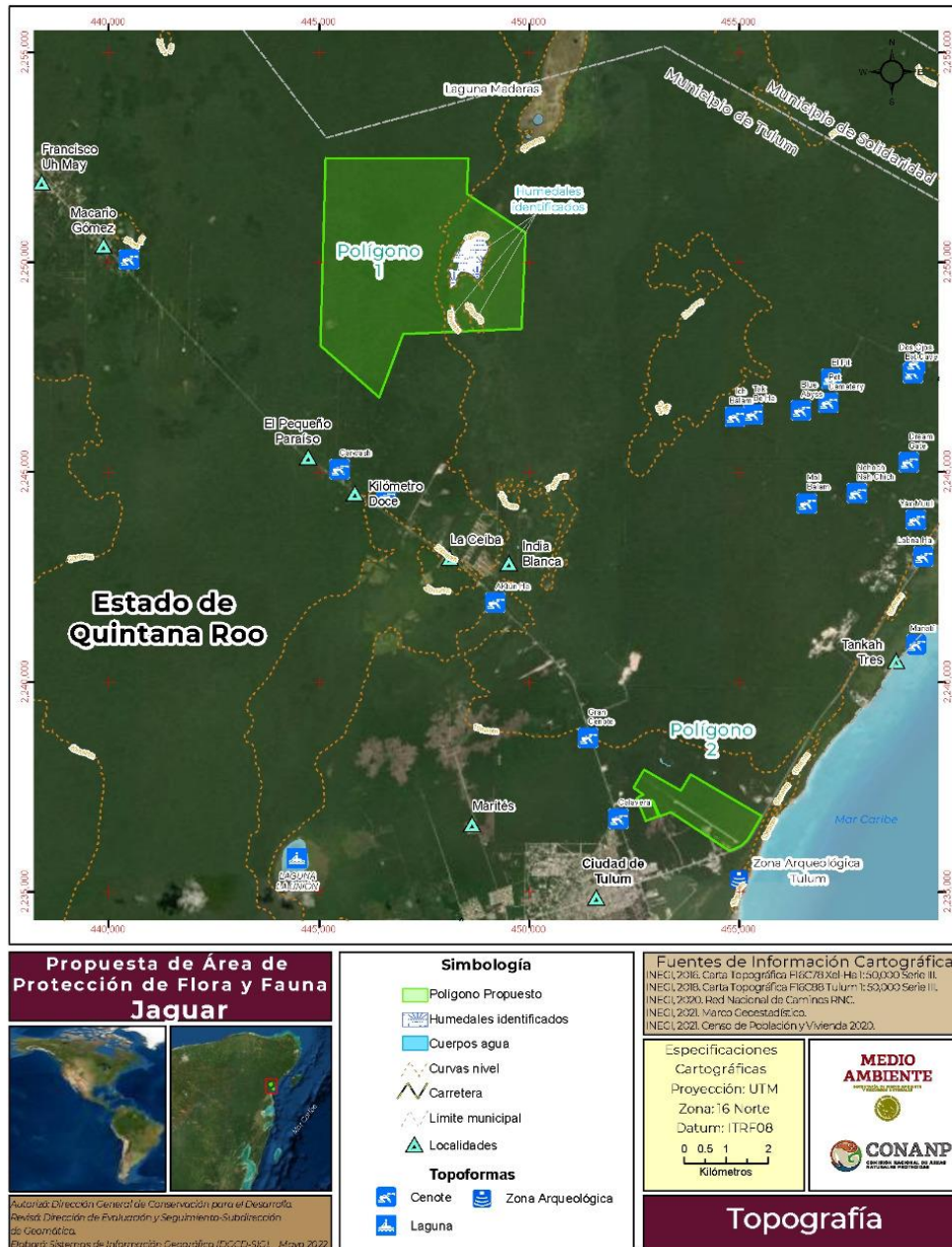


Figura 6. Topografía de la propuesta de APFF Jaguar.

1.2 GEOLOGÍA FÍSICA E HISTÓRICA

Durante el periodo geológico denominado Pérmico, hace 270 millones de años y el Triásico, hace 225 millones de años, emergieron de un antiguo océano, a manera de islas, las primeras tierras del actual territorio mexicano. Posteriormente, los mares se redujeron paulatinamente desde fines del Cretácico, hace 135 millones de años y los depósitos orgánicos marinos del Terciario Superior se empezaron a sedimentar (Difrieri y Saibine, 1982). Más recientemente, hace 50 millones de años, ya habían emergido vastos espacios continentales de lo que hoy es la República Mexicana, a excepción de la Península de Yucatán, que fue la última región en surgir de las aguas, pues data de hace 5 millones de años, de tal suerte que Yucatán es el territorio más joven de México en términos geológicos (Figura 7). Sin embargo, hace 70 millones de años, cuando la península aún se encontraba debajo del mar, sufrió el impacto de un meteorito de 10 km de diámetro, la alteración que provocó tal evento fue tan portentosa que aún podemos apreciar sus huellas en el arco de cenotes al noroeste de la Península de Yucatán con el remanente del cráter de Chicxulub, una alteración geológica de 180 km de diámetro.

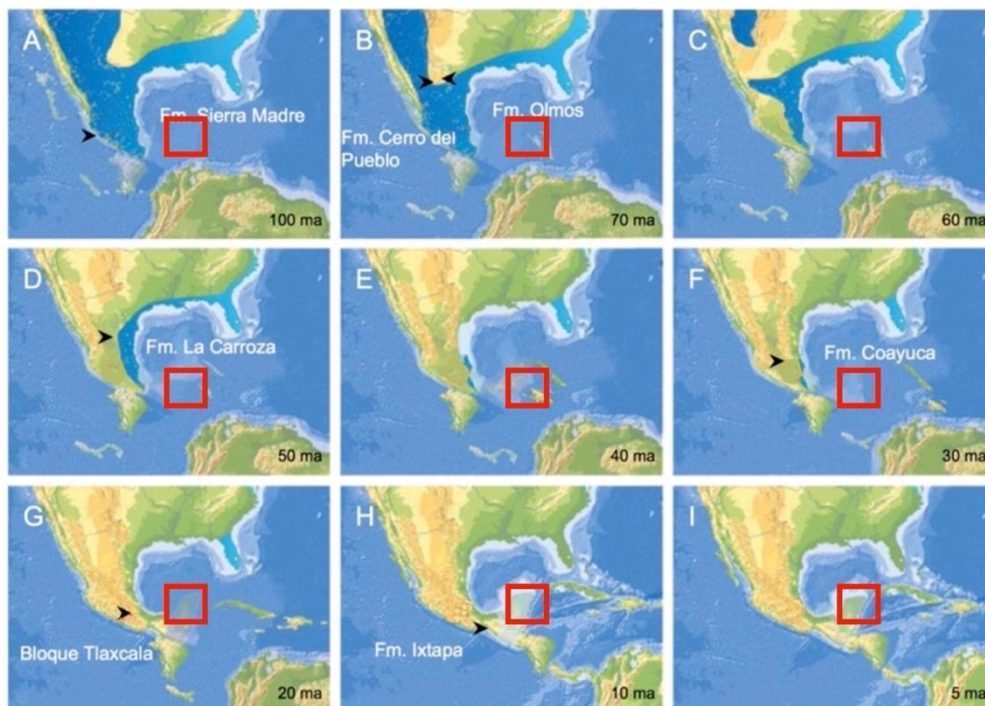


Figura 7. Evolución geológica del actual territorio mexicano. En la adaptación que se hace del original se resalta dentro de un cuadro en rojo el área que corresponde a la Península de Yucatán: A) Transgresiones marinas generalizadas, B) Levantamiento de la porción noroeste, C) Proceso de la deformación Laramídica, D) Actividad volcánica, E) Desplazamiento del bloque Chortis y arco volcánico amplio, F) Paroxismo ignimbrítico, cambio de orientación del arco volcánico, H) Inicio del proceso de apertura del Golfo de México y formación de la Faja Volcánica Transmexicana, I) Surgimiento de la Península de Yucatán con la cual concluye la conexión entre el Pacífico y el Caribe (Cevallos *et al.*, 2012).

En términos generales, la Península de Yucatán es un territorio conformado por rocas calizas, donde no predominan los suelos sino la roca en la superficie, por lo tanto, es una región poco fértil para el cultivo. Sin embargo, hay grandes cantidades de minerales que ayudan al crecimiento de la selva. Así pues, esta región se compone principalmente de rocas sedimentarias combinadas con los depósitos desprendidos de la coalición



del meteorito mencionado, lo que conforma un paisaje kárstico que se desarrolla en áreas dominadas por rocas solubles, que como ya se apuntó, se trata de calizas. Las calizas de la Península de Yucatán como afloramiento geológico emergieron del mar en diferentes períodos haciendo patente diferencias en su composición (Figura 8). Para el área de interés, son dos episodios los que la conformaron: una formación original continental que corresponde al Mio-Plioceno hace 5 millones de años; y el surgimiento más reciente hace 2 millones de años durante el Cuaternario en la costa (Weidie, 1985).

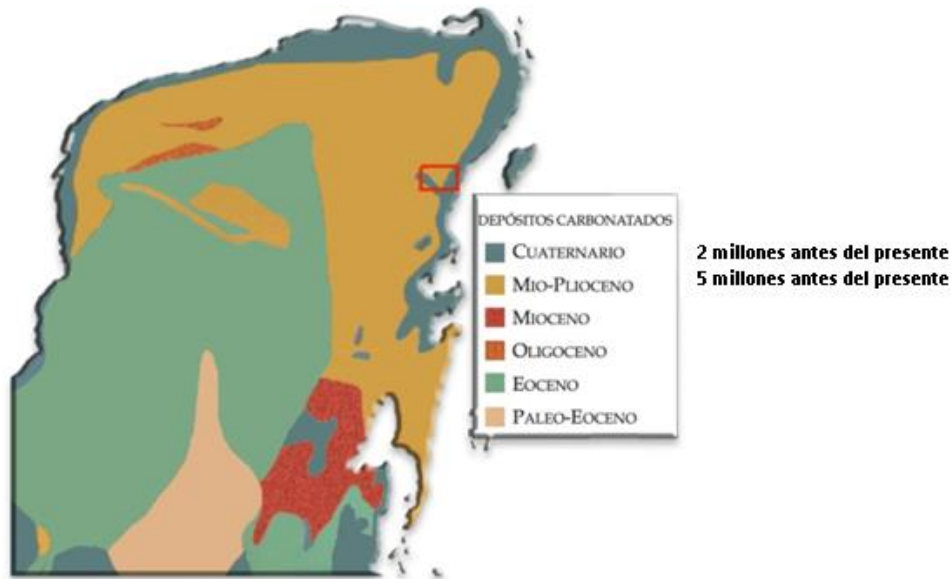


Figura 8. Geología simplificada de los carbonatos de la Península de Yucatán. Se muestran las secuencias de depósitos carbonatados más jóvenes según Weidie (1985). Dentro del rectángulo en rojo, el área que corresponde a la propuesta de APFF Jaguar donde se distinguen dos momentos geológicos en que las rocas se exponen a la superficie una vez que emergieron de un mar somero.

El karst del estado de Yucatán como bloque geológico tiene su origen en los arrecifes coralinos y sedimentos marinos que, al exponerse a la superficie, formaron un estrato de roca caliza compuesto de depósitos de carbonatos de origen orgánico. Los procesos de solubilización-precipitación de esta roca promovieron la ausencia de corrientes de agua superficiales, un relieve ligeramente ondulado con planicies, depresiones y montículos, afloramientos y presencia de cenotes. Los diferentes grados de porosidad, dureza y densidad de la roca han permitido la formación desde cenotes, pequeñas oquedades y acumulaciones de suelo, hasta complejos sistemas de cuevas secas y húmedas (Estrada *et al.*, 2019).

En el área propuesta como APFF Jaguar, desde la costa del Caribe hasta Cobá, predomina el tipo de karst identificado como “planicie de plataforma”, en el cual prevalecen ciénagas costeras, así también afloramientos de lapiaz de kamenitza o tinajas; mientras que en la planicie costera nororiental se destaca la presencia de cenotes (Montero, 2011). En el área que corresponde a la propuesta de APFF Jaguar, entre Cobá y Tulum se ubica un área de bloques fallados con gran cantidad de poljes a la manera de depresiones del macizo de roca kárstica que, en forma de valles alargados y cerrados, de fondo plano, de gran tamaño y contornos irregulares, que ocasionalmente se inundan, conformando las lagunas distintivas de la región y únicas de la Península de Yucatán, un buen ejemplo son las lagunas de Madera y Cobá (Figura 9).



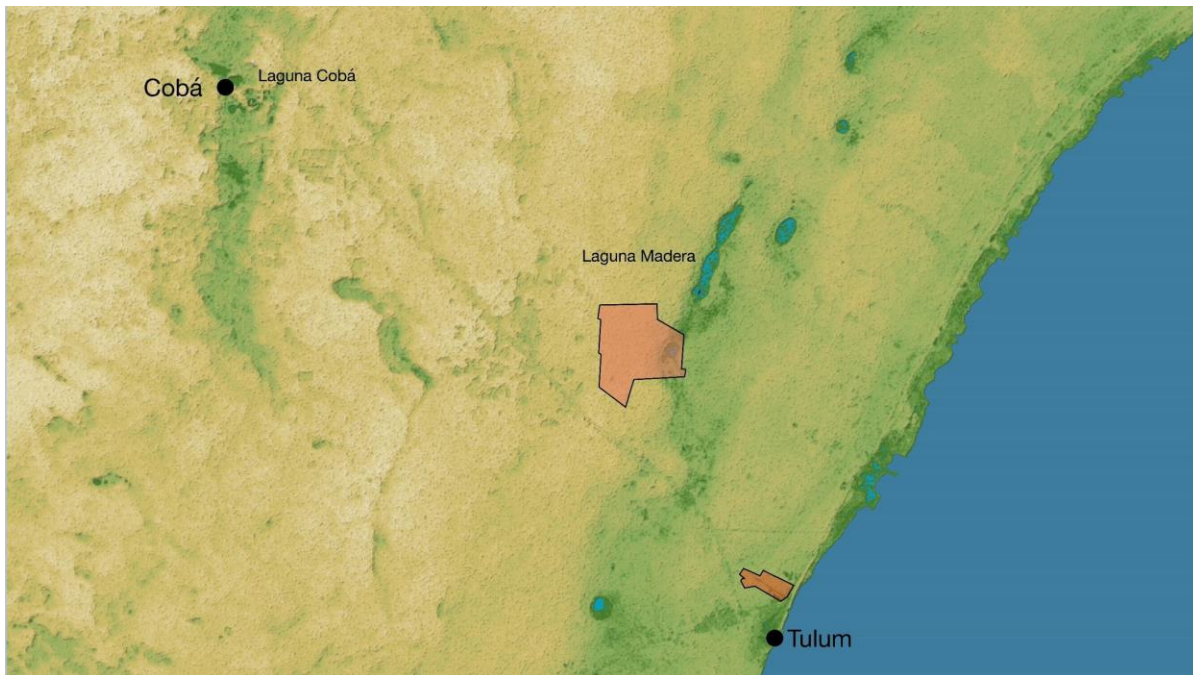


Figura 9. En color rojo los polígonos que corresponden a la propuesta de APFF Jaguar, se destacan los cuerpos de agua superficiales y los humedales de la región que siguen la trayectoria de la fractura de Holbox (Montero-CONANP, 2022).

Es necesario apuntar que la laguna de Cobá y los cuerpos de agua estancados circundantes han soportado períodos de escasez y abundancia de agua, así lo documenta Aragón (2011), en su trabajo que se desprende de un análisis polínico: el primer registro que obtiene de una sequía está fechado hace 7,500 años, con el agua de los lagos en un nivel bajo y con alta salinidad; hace 6,800 años comienza un período más húmedo; sin embargo, entre 6,000 y 5,000 años predominó un clima seco. El llenado del Lago de Coba comenzó hace 8,400 años, en tanto la cobertura máxima de las selvas ocurrió hace 7,000 años y se mantuvo hasta hace 4,000 años, periodo en el que se registran las condiciones más húmedas del Holoceno. En tiempos históricos se registra una sequía hace mil años, que se considera fue catastrófica y determinante para el colapso de la cultura maya.

La distribución de estas lagunas corresponde a la trayectoria de la fractura Holbox (Figura 10; Montero 2013), que es paralela a la costa, esta fractura establece un karst de planicie escalonada, que se distingue por una sutil diferencia altimétrica. Es necesario resaltar el hecho de que la fractura de Holbox en el área de interés corresponde a la trayectoria que marca la diferencia geológica entre los dos momentos en que emergieron estas tierras como se muestra en la Figura 8 (Widie, 1985).





Figura 10. La frecuencia de cenotes en la Península de Yucatán está relacionada con cuatro zonas en las que la concentración de fracturas en la roca caliza es muy alta. Una de ellas es el anillo de cenotes, que corresponde al borde del cráter formado por un meteorito que impactó el territorio a finales del Cretácico. La segunda la conforma la zona de cenotes del oriente del estado de Yucatán, externa al anillo. La tercera corresponde a la falla de Ticul, en el límite sur del anillo de cenotes; esta falla causó el escarpamiento localmente conocido como Puuc. Hay otra parte de la península con un patrón de cenotes, derivado de la fractura de Holbox, que causó la formación de lagos en Cobá, se encuentra dentro del rectángulo en rojo que corresponde al área que ocupa la propuesta de APFF Jaguar (Adaptación a la ilustración publicada por Montero, 2013).

La fractura de Holbox es una falla geológica que se origina desde Holbox hasta el sur del municipio de Tulum a una distancia entre 10 y 13 km de la costa del estado de Quintana Roo que, muestra dos ramales primordiales con trayectorias paralelas pero distantes, estas alteraciones del terreno promueven, como ya se indicó, la formación de lagunas y humedales, al extremo poniente la fractura que pasa por Cobá, al oriente la que determina la formación de la Laguna de Madera (Figura 11) y otra más al sur que en la cartografía del INEGI aparece sin nombre (cartas topográficas F16C79 Xel-Ha y F16C88 Tulum escala 1:50, 000), pero que es importante porque se encuentra dentro de la propuesta de área natural protegida, y su centroide se ubica en las coordenadas de latitud 20° 20' 51" y longitud -87 ° 29' 34" (Bauer, 2011).



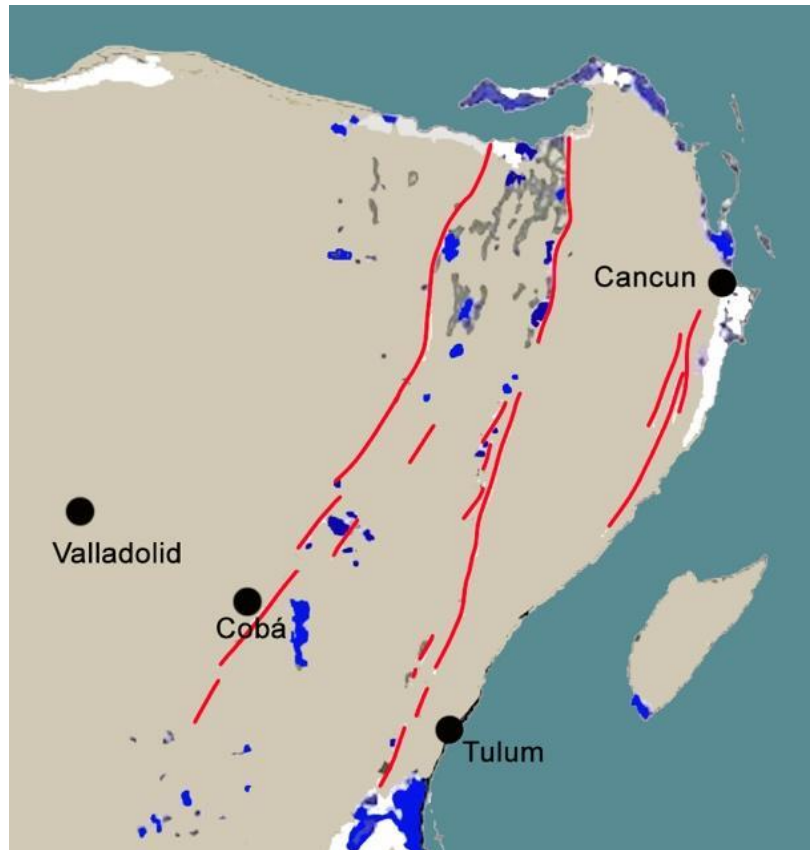


Figura 11. Se destaca la trayectoria de la fractura de Holbox con sus dos ramales, uno próximo a Cobá y el otro a Tulum (adaptación al mapa publicado por Bauer, 2011).

Además de las variaciones climáticas con los cambios entre períodos húmedos y secos, también es interesante mencionar que, en tiempos geológicos recientes, la Península de Yucatán se ha sumergido y emergido en varios momentos de acuerdo con la dinámica de las glaciaciones. En la última era glacial, hace 20 mil años, el nivel del mar estaba por debajo del nivel actual. Así que resulta significativo que las cuevas que en la actualidad están inundadas conformando el Gran Acuífero Maya de la costa del Caribe, llegaron a estar completamente secas, por eso es común que los espeleobuzos encuentren en su interior los restos de antiguos ocupantes humanos, denominados paleo-indígenas, así como de megafauna. Este es un hecho relevante a considerar como patrimonio extraordinario y objeto de conservación del área natural protegida propuesta, pues se han hecho importantes descubrimientos paleontológicos y prehistóricos en sus alrededores.

La Península de Yucatán está compuesta por una plataforma de roca caliza que ha sido modificada por una serie de sucesos tectónicos a lo largo de su historia geológica. Sin duda, el evento más extraordinario fue el meteorito que golpeó la península al final del período Cretácico, conformando el cráter de impacto de Chicxulub (Figura 12). Así, la suma de todos estos sucesos y la composición geológica ha favorecido un acuífero kárstico que alberga el mayor recurso de agua subterránea en el país y uno de los más importantes del mundo, este es otro objeto de conservación extraordinario de la propuesta de APFF Jaguar.



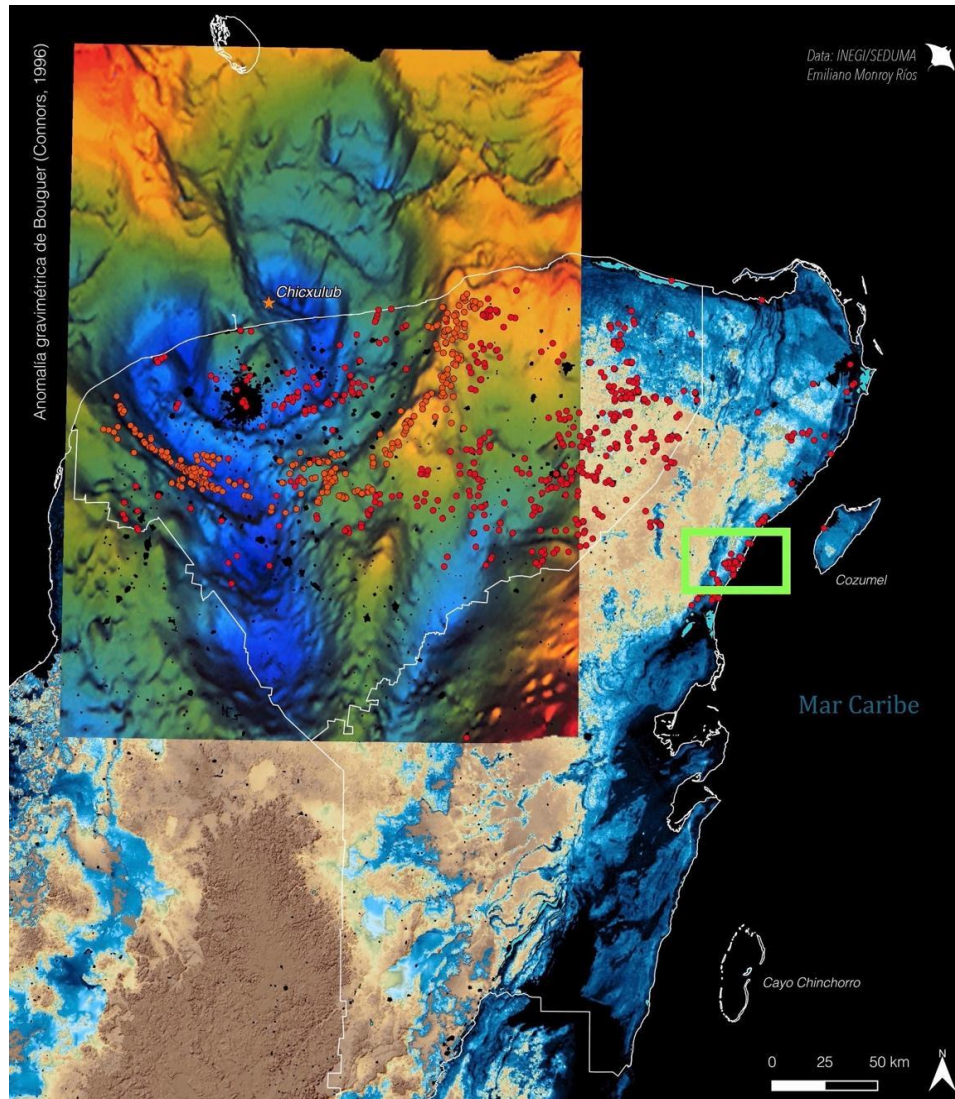


Figura 12. La anomalía gravimétrica de Bouguer indica rocas de diferente densidad en las profundidades de la Península de Yucatán, confirmando la existencia de la estructura sepultada del impacto del meteorito de Chicxulub. Sobrepuestos a la imagen se encuentran en rojo algunos de los cenotes reportados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán y en anaranjado los considerados como parte del “Anillo de Cenotes” según Emiliano Monroy Ríos. Dentro del rectángulo en color verde el área que corresponde a la propuesta de APFF Jaguar con sus cenotes próximos a la costa del Caribe.

Las cuevas o galerías kársticas son el resultado del proceso de disolución de la roca caliza generado por el contacto entre el ácido carbónico que contiene el agua de lluvia y el calcio de la roca caliza, se forman así cavidades subterráneas que luego se colapsan formando depresiones llamadas dolinas; estas formaciones son conocidas regionalmente como reholladas o sumideros cuando no poseen agua, y se les llama cenotes cuando el agua es visible (Figura 13). Estos pozos naturales fueron de vital importancia como ya se apuntó, para el desarrollo de la cultura maya, pues constituyen la única fuente de agua para abastecer los asentamientos humanos.



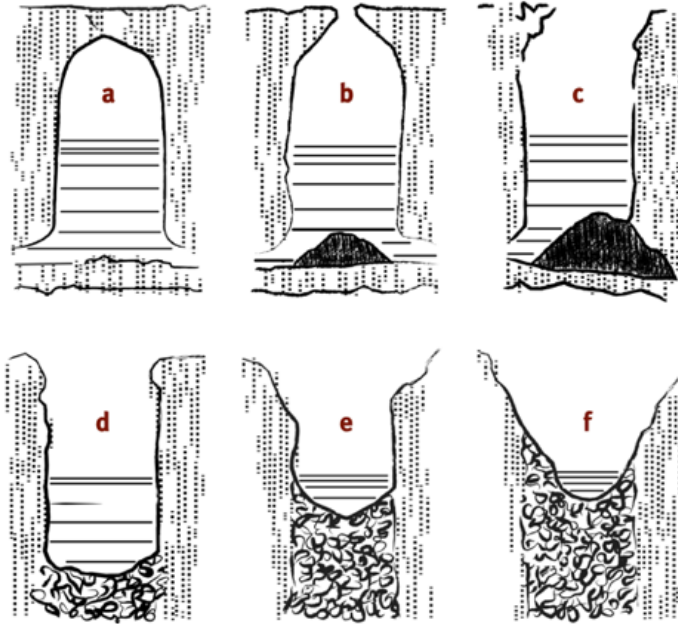


Figura 13. Proceso en la formación de un cenote: primero como una caverna abovedada (a), cuyo techo con el paso del tiempo se empieza a desprender debido a la gravedad (b). Conforme pasa el tiempo, la boca se hace más ancha por la acción de la gravedad y la erosión (c), hasta que desaparece el techo (d). Cuando esto sucede, el cenote se empieza a azolvar por la acumulación de material (e) y, finalmente, con el desgaste de las paredes se presenta como una formación hundida (Montero, 2013).

Estas formaciones subterráneas naturales que llamamos cenote fueron denominadas por los mayas como *ts'onot*, del origen de esta palabra con la que designamos un pozo natural en terrenos calizos, formado por el derrumbe del techo de una o varias cavernas. Ahí se juntan las aguas subterráneas, formando un estanque más o menos profundo (Figura 14).

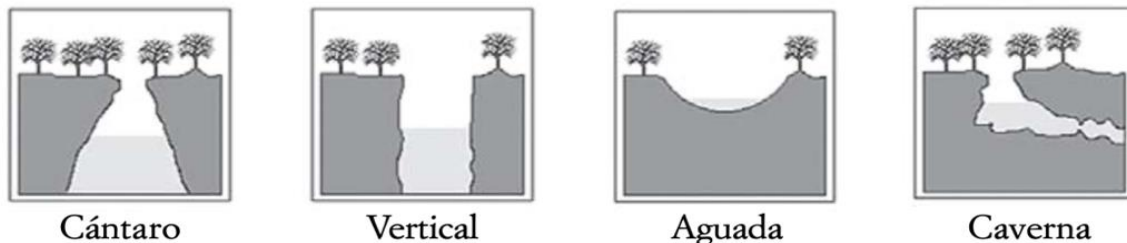


Figura 14. Tipos de cenotes en la Península de Yucatán (Montero, 2013).

El Área Maya como se describe en el apartado III. Diagnóstico del Área inciso A) Características Históricas y Culturales del presente documento, se asienta en varios países de Centroamérica ocupando un área de 450 mil km², la extensión más grande corresponde a México con 250 mil km², de ellos una porción corresponde a la



propuesta de APFF Jaguar, en las Tierras Bajas del Norte. Como se reporta previamente, este territorio es una amplia planicie carente de elevaciones donde no hay montañas ni ríos de superficie, solamente hay cenotes, los más extensos y bellos del mundo, porque la región está compuesta por una secuencia de capas horizontales de calizas en una estratigrafía de rocas carbonatadas de origen marino cuya emersión comenzó durante el Oligoceno.

Las glaciaciones completaron la riqueza de estos cenotes, porque en períodos glaciares las aguas se retiraron y las cuevas permanecieron secas, permitiendo las formaciones de estalactitas y estalagmitas, decorando así de manera natural esos trayectos del subsuelo, donde se introdujeron especies de animales hoy extintas y los primeros humanos que ocuparon el continente. Al pasar a un período interglaciario, como el que ahora vivimos, el nivel del agua subió y las cavidades se inundaron guardando celosamente las evidencias de la vida prehistórica que hasta el presente son develadas por el espeleobuceo (Montero, 2011).

Es muy probable que en el subsuelo de la región se registren nuevas especies de vida animal y vegetal desconocidas, porque en México se han localizado más de dos mil especies, entre mamíferos, aves, reptiles, batracios, peces, gasterópodos, insectos, crustáceos y arácnidos, entre otras formas de vida, propias de las cavernas. No son pocas las especies nuevas que se han encontrado en el subsuelo mexicano e incluso hay especies endémicas que sólo se conocen en las cavidades nacionales. La ausencia o presencia de fauna en una caverna depende de muchos factores: dimensiones de la cavidad, presencia de cuerpos de agua, gradiente de humedad, consistencia y composición de las paredes. Por otra parte, hay animales que están al interior por un lapso para protegerse de las inclemencias o escapar de algún depredador, como sucede con algunos vertebrados y artrópodos; pero los verdaderos cavernícolas viven dentro de la caverna en forma permanente, como la fauna del suelo y los intersticios (Figura 15; Montero, 2011).

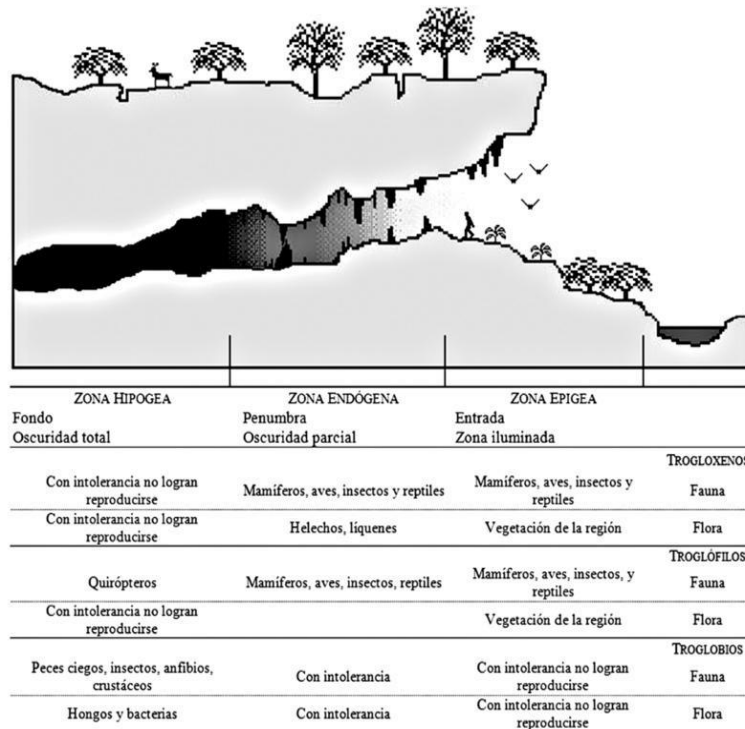


Figura 15. Distribución de la vida subterránea (Montero, 2011).



Como se describió previamente, la geología física dentro de la propuesta de APFF Jaguar, queda comprendida dentro de la provincia geológica Plataforma de Yucatán, caracterizada por una gran planicie con lomeríos de pendiente suave y de poca altitud, y cuya plataforma consiste predominantemente en carbonato de calcio depositado como sedimentos durante decenas de millones de años (Richards y Richards, 2007). Las características kársticas del suelo explican la carencia de ríos, sin embargo, en toda la península se ha integrado una enorme red cavernosa subterránea por la que escurre el agua. A lo largo de estas corrientes subterráneas son comunes los pozos naturales de disolución, los cenotes y sistemas de cuevas.

De acuerdo con la carta geológica-minera Cozumel F16-11 del INEGI (INEGI, 2006), la unidad más antigua expuesta corresponde a la Formación Carrillo Puerto (TmplCz-Cq) donde existen afloramientos en Chemax, Chan Cenote, San Pedro Chemax, X-Can, Ignacio Zaragoza, Leona Vicario, Coba, Tulum y Chumpón. Cubriendo a la unidad anterior durante el Cuaternario se depositó arenisca poco consolidada del Pleistoceno (Qpt(?)Ar) encontrados en afloramientos aislados paralelos a la costa del Mar Caribe. Se presentan también depósitos lacustres (Qhola) que se observan principalmente en los alrededores de pequeños lagos de la zona arqueológica de Cobá y Punta Laguna. Los depósitos Palustres (Qhopa) se observan también a lo largo de la costa del Mar Caribe. Así mismo, los depósitos de litoral (Qholi) cubren la franja costera del Mar Caribe y los litorales de la isla Cozumel (Tabla 2; INEGI, 2006).

Tabla 2. Unidades estratigráficas de la provincia Península de Yucatán.

TIPO DE ROCA	DESCRIPCIÓN	EDAD
Litoral (Qholi)	Arena de fina a gruesa, de color blanco con tono amarillento, compuesta principalmente de fragmentos angulosos a subangulosos de conchas, ostras, bivalvos, gasterópodos y cristales de calcita.	0.01 Ma
Palustre (Qhopa)	Formados por sedimentos lodosos, arcilla, arena y limo mezclados con materia orgánica (tallos y raíces de color negro).	0.01 Ma
Lacustre (Qhola)	Arcilla, lodo calcáreo, arena y limo de color negro con un alto contenido de materia orgánica, mezclado con tallos y raíces. Se desarrolla en zonas de lagos con influencia de agua dulce.	0.01 Ma
Arenisca (Qpt(?)Ar)	Arenisca poco consolidada y deleznable, ocasionalmente con estratificación cruzada y en estratos delgados, constituida por fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita, cementados en material calcáreo-arenoso.	0.01 - 1.68 Ma
Caliza – Coquina (Tmpl Cz-Cq)	Compuesta por una secuencia de caliza y boundstone (coquina), con variaciones a packstone, grainstone y wackestone, afectadas por karsticidad.	1.68 – 5.10 Ma 5.10 – 24.00 Ma

Fuente: Elaborada con datos del INEGI, 2006.

Respecto al tipo de rocas presentes en el área propuesta de APFF Jaguar, en el Polígono 1 en su totalidad se localizan depósitos de rocas calizas sedimentarias de la era Cenozoica Neógeno Ts(cz), mientras que en el polígono 2 el 23% de su superficie presenta esta misma constitución de rocas y el 77% rocas calizas de la era Cenozoica Terciario Tpl (cz) (Figura 16; INEGI, 2002).

1.3 TIPOS DE SUELOS

Por el singular origen geológico de la Península de Yucatán, predominan los suelos Leptosoles, pero en la línea de costa es posible encontrar suelos del tipo Arenosol, Regosol, Solonchaks, Gleysol e Histosol. En México, los



leptosoles son comunes en la Sierra Madre Oriental, la Occidental y la del Sur, la Península de Baja California, así como una vasta región del Desierto Chihuahuense y particularmente, en la Península de Yucatán (INEGI, 2011).

En el estado de Quintana Roo los suelos predominantes son las redzinas en asociación con litosoles y regosoles, conforme la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 1974), estos suelos son generalmente pobres a comparación del resto de la península; son jóvenes y poco evolucionados, presentan alta pedregosidad, son someros (por lo regular con espesores menores de 30 cm), fácilmente degradables y con potencial forestal.

Estos suelos varían de color, van desde el rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café, con clase textural media arenosa con 10 a 30% de arcilla, presentando un buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas (INEGI, 2002).

La representatividad de los litosoles se ubica principalmente en la parte centro y norte del estado, alternando con rendzina y luvisol crómico. Presentan abundante pedregosidad o afloramiento de la coraza calcárea; su textura que en algunos casos se distingue por ser de migajón arenoso con apenas 10% de arcilla y en otras por ser migajón arcilloso con aproximadamente 30%. Los litosoles presentan fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues su escaso espesor y su abundante pedregosidad afectan el crecimiento de las raíces de plantas cultivadas; sin embargo, presentan buen drenaje, que como se mencionó, favorece la infiltración del agua (INEGI, 2002).

Por otra parte, las rendzinas son suelos muy someros, por lo regular con espesores menores de 30 cm, reposando sobre el material calcáreo, con más de 40% de carbonato de calcio; con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15%. Estos presentan fase lítica somera, pero no química y tienen buen drenaje (INEGI, 2002), se localiza en la porción norte del estado en asociación con litosol, de textura media y con luvisol rómico; en el sur alterna con litosol y nitisol de textura fina, aunque también se le encuentra con vertisol pélico o con gleysol vértico.

El gleysol es un suelo que ocupa un área del extremo norte del estado en combinación con redzina y litosol, tiene textura fina; en áreas inundables ubicadas al suroeste del estado predomina el gleysol mólico, en combinación con el gleysol eútrico, de textura media. Otras áreas con esta última variante se encuentran al este y norte de la Bahía de Chemal en combinación con el solonchak mólico o con gleysol eútrico de textura media, muestra acumulación de sales (fase salina) y baja permeabilidad (INEGI, 2002).

Finalmente, el solonchak, es un suelo que se extiende a lo largo de la costa y en sus inmediaciones, motivo por el cual destaca en la morfología de su perfil la influencia del agua; el nivel freático se encuentra a 30 cm de la superficie, y la alta salinidad que es una de sus características más importantes. Estos suelos presentan baja permeabilidad, son alcalinos, con valores de pH que varían entre 8 y 9, ricos en calcio y magnesio y relativamente bajos en fósforo. Existen dos variantes, uno de textura gruesa con 80% de contenido de arena y 2% de materia orgánica, con capacidad de intercambio catiónico muy baja; y la otra textura fina con contenido de arena menor a 40% y contenido de materia orgánica de 7.5% en el estrato más superficial; su denominación completa es Solonchak órtico y se encuentra distribuido principalmente en la costa en sus partes norte, centro y sur, en alternancia con el regosol calcárico con fase salina y baja permeabilidad (INEGI, 2002).

Los principales tipos de suelos de acuerdo con la terminología maya son: *Tsek´el* en las partes altas y laderas con buen drenaje; *K´ankab* al pie de las elevaciones, donde el drenaje no es total; y *Ak´alché* en las partes



bajas, con mal drenaje. El subsuelo está íntegramente formado por calizas blancas, arenosas, no mineralizadas llamadas *saskab*, que se endurecen por intemperismo y forman placas en la superficie conocidas como lajas. Entre las lajas, la vegetación ha abierto oquedades y aporta capas delgadas de materia orgánica.

La formación de un horizonte arcilloso es común en los suelos antiguos, este horizonte que aflora debido a que las quemadas o la intemperie destruyen la capa de suelo negro, dando lugar a los suelos rojos de tipo *Chac-luum* o *K'ankab*. Ambos suelos son deficientes en manganeso y potasio. Solamente en los suelos bajos, y debido al arrastre coluvial desde zonas más altas, se forman suelos profundos, pero de textura muy fina y, por lo tanto, inundables y pesados, llamados *Ak'alches*, que pueden secarse y agrietarse durante la época seca. Los suelos inundables de las marismas y humedales, tipo margas o de turbera, descansan igualmente sobre la roca calcárea.

Como ya se mencionó, las grutas permiten la infiltración del agua hacia el *saskab*, provocando así, la erosión de tipo vertical formándose oquedades bajo la coraza fragmentada, que se hunde para formar dolinas y cenotes. Las dolinas se producen si los bordes tienen pendiente suave y se rellenan con sedimentos, mientras que los cenotes tienen los bordes de sus hundimientos verticales y normalmente se encuentran llenos de agua.

Dada la solubilidad de la roca en la Península de Yucatán, son frecuentes las dolinas y las depresiones, donde se acumulan arcillas de descalcificación. La zona litoral posee salientes rocosas, cordones, espolones y lagunas pantanosas intercomunicadas hacia el océano por canales (INE/SEMARNAP, 1998).

Los suelos presentes en la propuesta del APFF Jaguar, con base en la carta edafológica Cozumel F16-11 del INEGI (INEGI, 2007) se componen principalmente de suelos de tipo leptosol (LP), este tipo de suelos representa el 28.3% a nivel nacional (INEGI, 2007) y se caracterizan por ser suelos muy delgados, pedregosos, someros, altamente degradables y poco desarrollados con gran cantidad de material calcáreo por lo cual su aprovechamiento agrícola es limitado, pero con potencial forestal y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México (Figura 16; SEMARNAT, 2002).

La caracterización de suelos es conforme a lo siguiente:

- **LPhuli+LPhurz+PHlep/2R:**

En este sitio existen 3 grupos de suelo, en el grupo principal, el leptosol se caracteriza principalmente por ser un suelo con roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad y rico en carbono orgánico. En el suelo secundario se caracteriza un suelo con un horizonte mólico que está directamente por encima de una capa rica en carbonato de calcio. En el grupo terciario el phaeozem contiene roca dura y continua entre los 0 a 49 cm de profundidad. Adicionalmente, son suelos francos (ni arenosos, ni arcillosos en exceso) y son también pedregosos en la mayor parte de la superficie.

- **LPhurz+LPhuli+PHchlep/2:**

El sitio contiene 3 grupos de suelo, el grupo principal de suelo es leptosol, este se caracteriza por la existencia de un horizonte mólico que está directamente por encima de una capa rica en carbonato de calcio y rico en carbono orgánico. El suelo secundario se caracteriza principalmente por ser un suelo con roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad. En el grupo terciario el phaeozem contiene roca dura y continua entre los 0 a 49 cm de profundidad. Por otra parte, son suelos francos (ni arenosos, ni arcillosos en exceso).



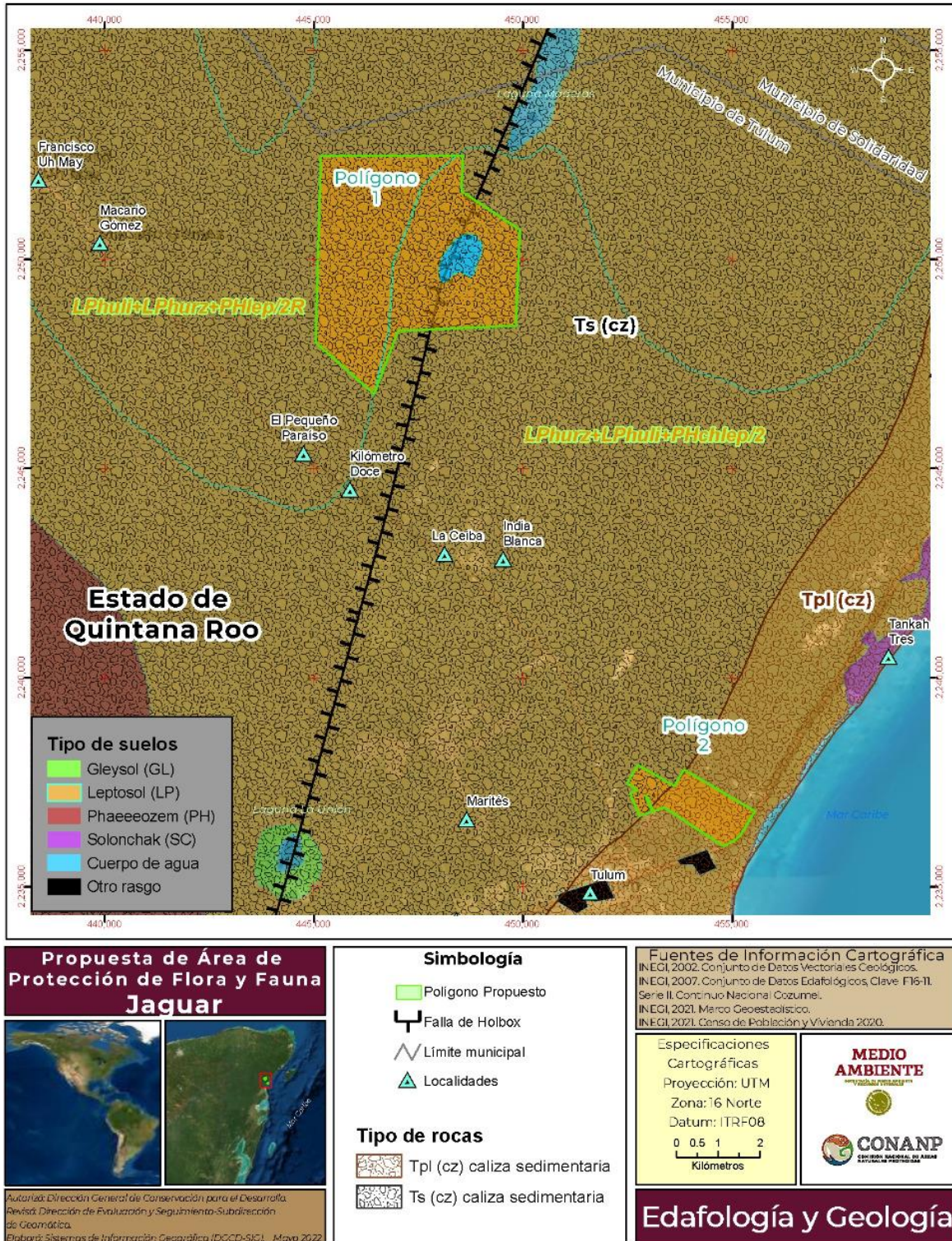


Figura 16. Edafología y Geología en la propuesta de APFF Jaguar.

1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

La Península de Yucatán, de acuerdo con la CONAGUA, se ubica en la región hidrológica administrativa XII Península de Yucatán, la cual está conformada por tres regiones: No. 31 Yucatán Oeste, No. 32 Yucatán Norte y No. 33 Yucatán Este y 15 cuencas (Tabla 3).

Tabla 3. Cuencas de la Península de Yucatán.

NO	REGIÓN HIDROLÓGICA ADMINISTRATIVA	REGIÓN HIDROLÓGICA	CUENCAS
1	XII Península de Yucatán	No. 31 Yucatán Oeste	Río Champotón 1
2			Río Champotón 2
3			Campeche
4			Arroyo Shio
5			Calakmul
6			Vicente Guerrero
7			La Malinche
8		No. 32 Yucatán Norte	Yucatán
9			Río Verde
10		No. 33 Yucatán Este	Río Escondido
11			Agua Dulce
12			Arroyo Azul
13			Laguna Bacalar
14			Chinchancanab
15			Chunyaxche

Fuente: DOF, 2016; DOF, 2020; CONAGUA, 2020a.

La propuesta de APFF Jaguar se ubica en la cuenca hidrológica No. 3201 Yucatán y es colindante con la cuenca hidrológica No. 3306 Chunyaxche, cuya disponibilidad de agua es de 0.244 millones de m³ y 21.559 millones de m³ respectivamente (DOF, 2020).

Con base en la carta hidrológica de aguas subterráneas Cozumel F16-11 escala 1:250,000, no se reconocen corrientes superficiales. Sin embargo, en el Polígono 1 se ubica un cuerpo de agua perenne de aproximadamente 74 ha (INEGI, 1984), que durante el recorrido de campo de esta propuesta se pudo corroborar que se trata de un humedal.

La geomorfología de la Península de Yucatán propicia que el recurso hídrico se encuentre a nivel del subsuelo, formado por calizas de diferentes características con un espesor promedio de 150 m, donde se encuentra el acuífero Península de Yucatán (3105) que comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, exceptuando el municipio de Palizada, con base en el Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) publicado el 18 de mayo de 1998 y modificado el 18 de enero de 1999 (CONAGUA, 2020b).

La recarga total media anual que recibe el acuífero Península de Yucatán (3105) es de 21,813.4 hm³/año, de los cuales el volumen de extracción corresponde a 4,884,273.500 m³ reportada por el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) a febrero de 2020, cuya cifra corresponde a aproximadamente 16,165 aprovechamientos (CONAGUA, 2020b).



El uso que se le destina a la extracción de agua subterránea es 61% (819hm³) a la actividad agropecuaria y núcleos de población, 31% (402 hm³) a uso doméstico y 6% (79 hm³) a uso industrial y de servicios (CONAGUA, 2020b). Cabe destacar que el agua subterránea presenta altos contenidos de carbonatos con un pH entre los 7.5 y 9, la dureza y salinidad fluctúan entre el 2% y 18% en las aguas continentales que drenan al mar (Biocenosis, 2021).

CUEVAS Y SISTEMA DE RÍOS SUBTERRÁNEOS

En México, la Península de Yucatán es la zona kárstica más grande del país con una superficie de 150, 000 km² siendo la porción emergida de la Plataforma Yucateca (López, 1975; Escobar, 1986). Como se reporta en las características geológicas y físicas del área, los sitios kársticos se caracterizan por la presencia de cuevas, dolinas y sistemas de conductos subterráneos con la particularidad de la interconectividad y formación de corrientes de agua subterránea que desembocan en el mar.

En 2007, 2008 y 2015 se realizaron estudios para la identificación de cuevas inundadas en los alrededores de Tulum (Figura 17; Schiller *et al.*, 2017), empleando sistemas aéreos con sensores que realizan escaneos electromagnéticos para mapear la conductividad del agua mediante estudios geoeléctricos realizados por el Servicio Geológico de Austria y los Amigos de Sian Ka'an A.C. (Merediz, 2022), con objeto de diversas líneas de investigación, entre ellas la identificación de la presencia de más del doble de cuevas inundadas cartografiadas mediante espeleobuceo.



Figura 17. Mapeo de cuevas y ríos subterráneos a partir de sensores aéreos electromagnéticos realizados en 2007, 2008 y 2015. Cabe resaltar que las líneas azules representan los mapeos mediante espeleobuceo (Fuente: Schiller *et al.*, 2017).

De estos estudios, en 2009, se realizó un perfil geoelectrico al norte de la ciudad de Tulum entre los cenotes Bomba y Alto Voltaje, para detectar la presencia de una cueva inundada de aproximadamente 50 m de diámetro y un espesor de cinco m a nivel del suelo y una profundidad de 51 m (Figura 18; Supper *et al.*, 2009; Merediz, 2022).

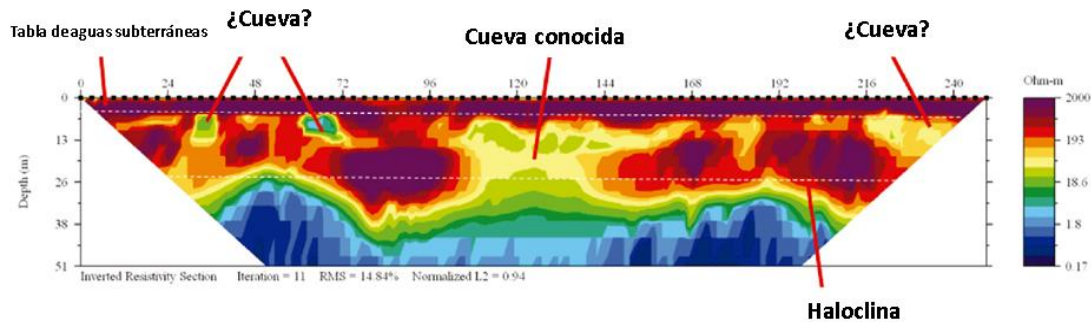


Figura 18. Perfil geoelectrico en un transecto lineal de 250 m de largo, donde la zona azul y verde son zonas de mayor conductividad eléctrica lo que se asocia a agua salada, mientras que las zonas amarillas-rojas y ocre son de menor conductividad eléctrica lo que demuestra rocas secas o agua dulce, y la zona amarilla y verde al centro del perfil se interpreta como una bóveda o cueva de aproximadamente 50 m de diámetro (Supper *et al.*, 2009; Merediz, 2022).

La falla de Holbox, descrita en el capítulo 1.2 Geología Física e Histórica del presente documento, también fue objeto de estos estudios los cuales demostraron que ésta presenta niveles de conductividad eléctrica más altos que en las zonas aledañas, siendo altamente permeable, lo que facilita la infiltración de agua desde la superficie y a todo lo largo (Gondwe, 2010), lo que propicia la formación de cuevas inundables, humedales, lagunas, como es el caso de la descrita Laguna Maderas ubicada al norte del Polígono 1, y los humedales identificados en los recorridos de campo (Figura 19; Supper *et al.*, 2009).

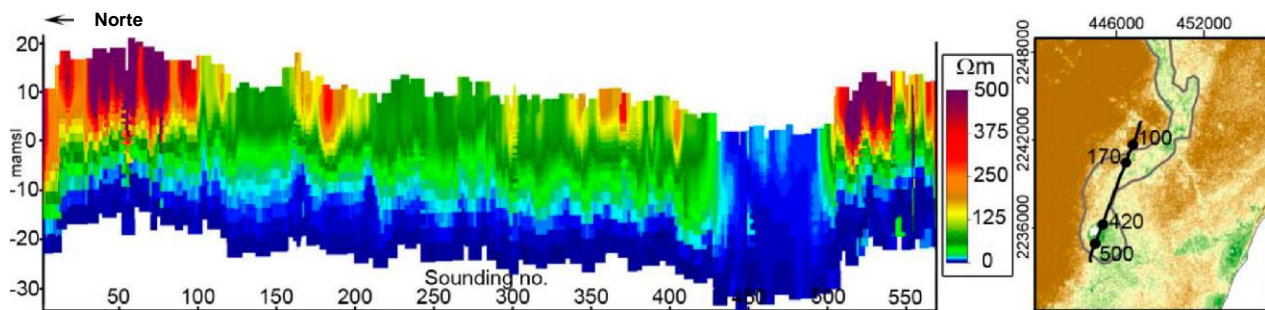


Figura 19. Perfil geoelectrico sobre un segmento de la falla de Holbox, comprobando la alta conductividad eléctrica siendo las de mayor permeabilidad que las zonas a su alrededor, en azul se representa a Laguna La Unión al oeste de Tulum (Gondwe, 2010).

Como se destacó anteriormente, el Gran Acuífero Maya ubicado en la Península de Yucatán transfronterizo se extiende sobre un área de aproximadamente 165,000 km² en México, noreste de Guatemala y norte de Belice. Las aguas subterráneas en el área de interés no drenan todas en dirección a la costa, la fractura de Holbox promueve un escalón geológico que produce una diferencia altimétrica que determina que el flujo de las aguas subterráneas tome diferentes direcciones, destacando tres cursos: al sur, que es el principal y dos laterales, uno al oeste que drena a Cobá y el otro al este rumbo a la costa (Figura 20; Bauer, 2011).



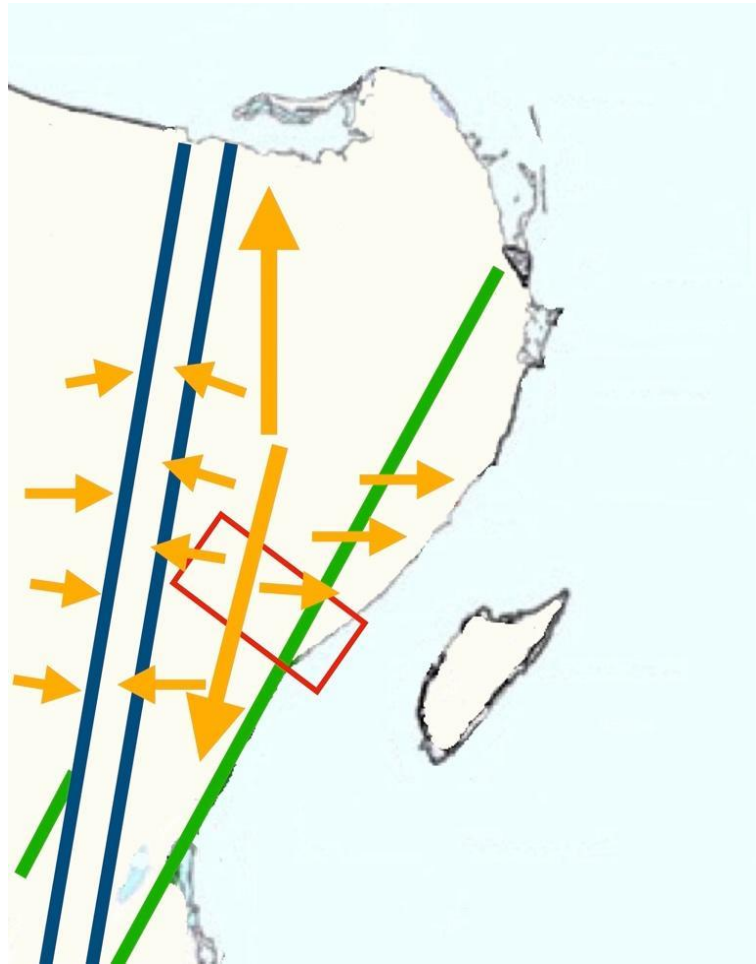


Figura 20. Las flechas en color naranja indican los flujos de agua subterránea en consenso para el área que ocupa la propuesta de APFF Jaguar. Las líneas paralelas en color azul identifican la fractura Holbox en su sección poniente y en verde la sección oriental (adaptación al mapa publicado por Bauer, 2011).

Grandes partes del acuífero se ven alteradas en su composición química por la intrusión de agua de mar; además el acuífero sufre por la contaminación antropogénica que ha ido en aumento durante las últimas décadas, debido al incesante desarrollo económico promovido por el turismo intensivo y extensivo; como consecuencia se presenta un crecimiento demográfico que rompe el equilibrio natural de la región. La exploración realizada por espeleobuzos en la región de interés en los últimos años, permite conocer una intrincada red subterránea (Figura 21).



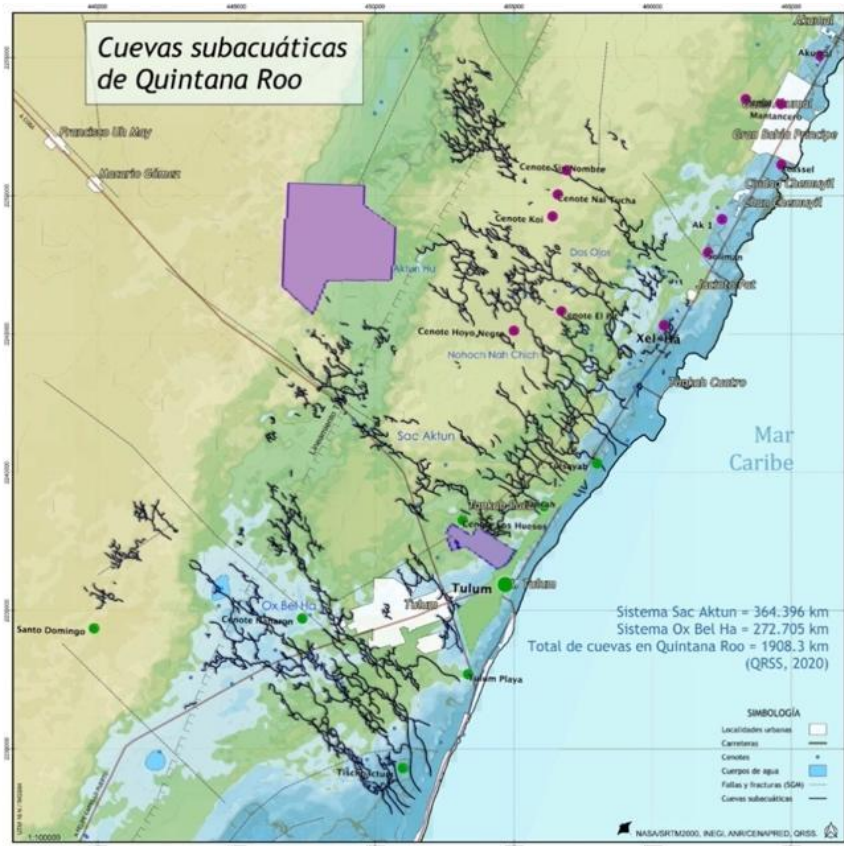


Figura 21. Los drenajes subterráneos próximos a los polígonos de la propuesta de APFF Jaguar.

Como ya se mencionó, existe una alta densidad de cuevas secas e inundadas, particularmente toda la porción norte de la pista aeronaval del polígono 2 se encuentra sobre uno de los ramales del sistema de cuevas submarina denominada Sac Actun, el cual se extiende por más de 364 km y una profundidad promedio de 21 m, y al sur de la propuesta del APFF Jaguar encontramos el sistema Ox Bel Ha de 272 km de longitud que obtiene sus aguas justamente de la sección que ocupa el APFF Jaguar, en su sección próxima a Cobá, ambos sistemas forman parte de un complejo y extenso sistema de cuevas anquihalinas situado entre la zona costera y la falla de Holbox (Figura 22). Cabe destacar que durante los recorridos de campo se identificó un cenote conocido como Piraña aproximadamente 10 m del límite noroeste del polígono 2, el cual forma parte del sistema de ríos subterráneos Sac Actun.

Los sistemas Sac Actun y Ox Bel Ha, forman parte del descrito Gran Acuífero Maya, y se conforman por una columna de agua estratificada por densidad, debido a que la recarga del acuífero es mediante la filtración de lluvia y fluye hacia la costa formando un manto en la capa superior de agua dulce, mientras que la parte baja de la columna de agua es salada y se origina por la entrada de agua de mar desde la costa, donde se mezclan las aguas y se forma la haloclina, la cual está disociada de la capa salina que está por debajo, originando una zona de mezcla dinámica, cuya profundidad aumenta con la distancia de la costa (Beddows, 2004b en Kambesis *et al.*, 2016).

Se reitera lo señalado en la descripción geológica física e histórica del sitio, en cuanto a que el subsuelo del área, así como sus característicos pasajes subterráneos son objeto de conservación de la propuesta de APFF Jaguar.



1.5 FACTORES CLIMÁTICOS

El clima dominante en el estado de Quintana Roo es cálido subhúmedo ($Aw1(x')$) en un 99% en la zona continental y cálido húmedo en un 1% en la isla de Cozumel, debido a su posición geográfica al sur del trópico de Cáncer y su cercanía con la Celda Anticiclónica Bermuda Azores, así como a su orografía considerablemente plana con ligeras ondulaciones (Pozo *et al.*, 2011).

De acuerdo con García (2004), los climas cálidos subhúmedos $Aw1(x')$ se caracterizan por presentar una temperatura media anual mayor de 22 °C, se distinguen por presentar un período de sequía entre los meses de diciembre a abril, siendo marzo el mes más seco, el periodo más seco se presenta de julio a agosto con lluvias en verano y el 75% de las precipitaciones ocurren de mayo a octubre, septiembre es el mes más lluvioso con 208.1 mm en promedio, y el porcentaje de lluvia invernal es mayor al 10.2% del total anual, siendo este tipo de clima el que se encuentra en la propuesta de APFF Jaguar (Figura 23).

Ante el amplio rango de precipitación del clima $Aw1(x')$ se identifican tres zonas por su grado de humedad y temperatura siendo la mayor de 1,300 a más de 1,500 mm, que comprende toda la franja costera a lo largo del litoral desde Kantunilkín, Playa del Carmen, Tulum hasta la bahía de Chetumal, frontera con Belice y Guatemala (Pozo *et al.*, 2011).

Los vientos alisios se presentan en los meses de febrero a julio, provenientes del sureste y pueden llegar a alcanzar velocidades entre 10 y 30 km/h, y en el invierno se presentan vientos del norte con velocidades entre 80 a 90 km/h, lo que provoca la entrada de nortes que causan descenso en la temperatura, lluvias y alto oleaje.

La Estación Meteorológica Automática (EMA) operada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA-DGE) más próxima a la propuesta de ANP, particularmente en el polígono 2 es la estación 23025 "Tulum", ubicada en el municipio Tulum, a una altitud de 10 msnm.

En un análisis histórico de las variables climáticas (1951-2010), con la normalización de valores que determinó el Servicio Meteorológico Nacional (SME) de la CONAGUA, se identificó que la temperatura media anual fue de 25.7 °C, los valores máximos oscilaron entre 44.0 °C y 45.0 °C, entre junio y agosto, y los valores mínimos entre 4.3 °C y 4.4 °C para los meses de febrero y octubre. Las tendencias climáticas históricas de la región donde se ubica la propuesta de APFF Jaguar se abordan con datos de las EMAs del SMN en el apartado F.1) Vulnerabilidad al Cambio Climático.

En lo referente a la precipitación, se observó un total anual de 1,133.5 mm en donde el máximo alcanzado fue de 611.5 mm, en el mes de octubre y el mínimo de 47.0 mm en el mes de febrero. El promedio de número de días de lluvia por mes oscila entre 4.6 y 12.8, siendo el mes de septiembre con mayor número de días (Figura 24).

Respecto a la presencia de niebla o caída de granizo, en el periodo ya señalado, no han ocurrido tales fenómenos (CONAGUA, 2022).



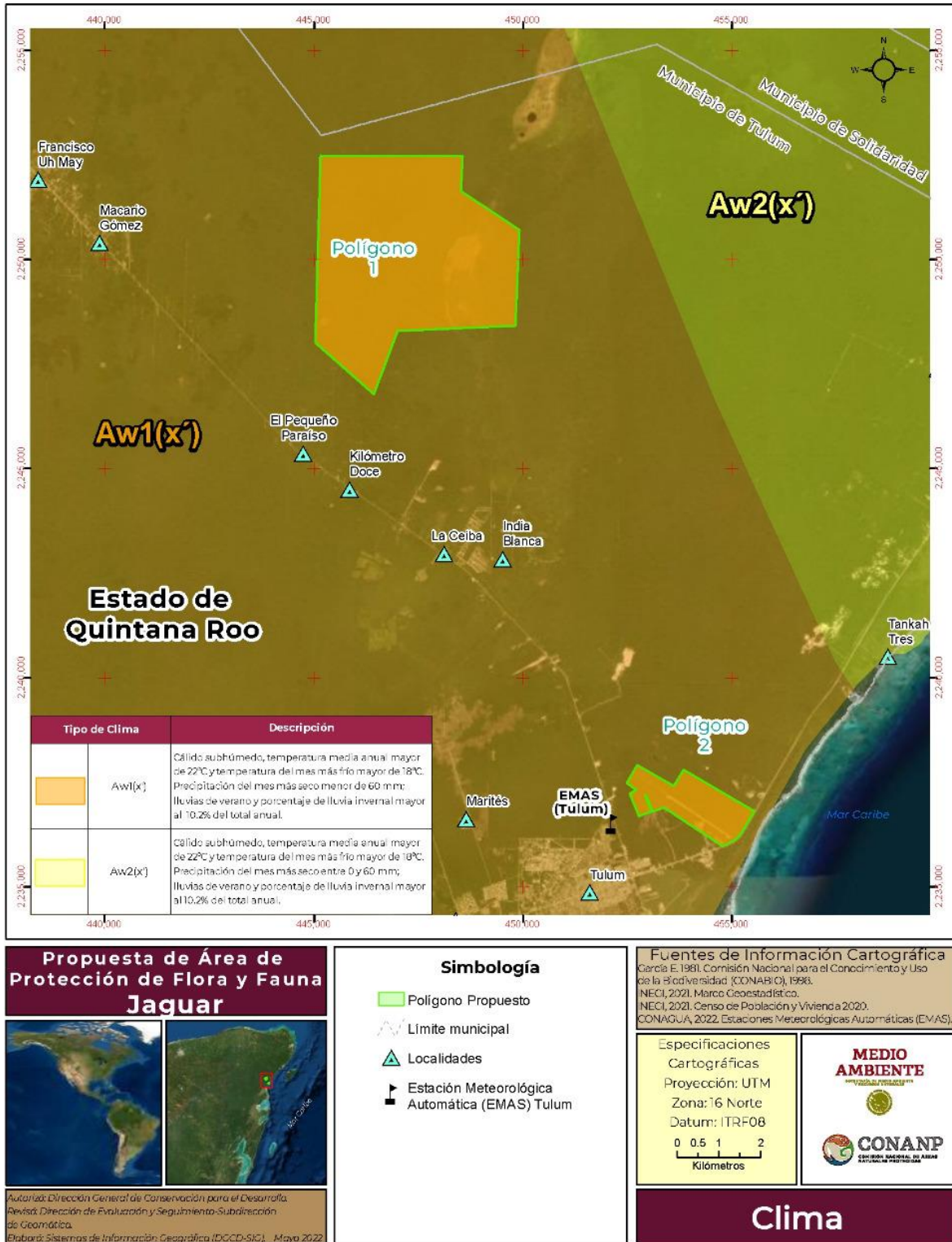


Figura 23. Clima en la propuesta de APFF Jaguar.

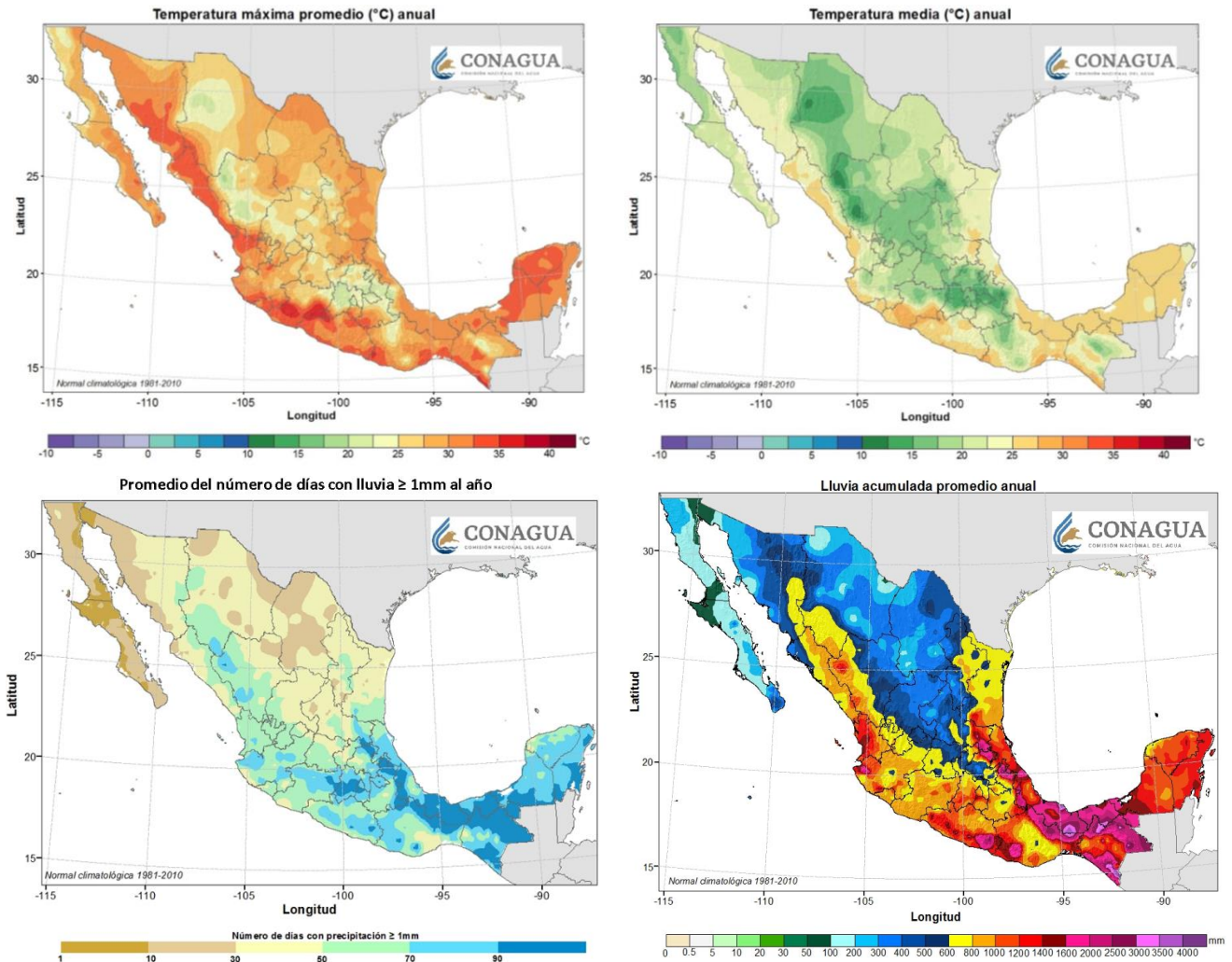


Figura 24. Datos climatológicos de la estación 23025 Tulum (CONAGUA, 2022).

2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

La posición del estado de Quintana Roo en el neotrópico húmedo de Mesoamérica, favorece uno de sus rasgos más característicos que es la abundante vegetación, propia de la provincia biogeográfica “Provincia del Petén” a la que pertenece, y en donde predomina la selva mediana subperennifolia, que es uno de los ecosistemas con mayor diversidad de especies vegetales y animales, y que es el tipo de vegetación que abarca la mayor parte de la superficie de la poligonal de la propuesta de APFF Jaguar como vegetación primaria, y en menor medida, como vegetación secundaria en diferentes estadios sucesionales (CONABIO, 1997; Ek, 2011).

La superficie de la propuesta de ANP que nos ocupa, corresponde al 1.1% de la superficie municipal, sin embargo, esta zona alberga el 23.5% de la flora vascular y el 42.4% de los vertebrados (peces dulceacuícolas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) registrados en el estado de Quintana Roo (Tabla 4; Pozo et al., 2011a).



Tabla 4. Número de especies registradas en el estado de Quintana Roo respecto a la propuesta de ANP Jaguar.

GRUPO	NÚMERO DE ESPECIES		% ESTATAL
	QUINTANA ROO (POZO ET AL., 2011A)	ANP JAGUAR	
Plantas vasculares	1,700	400	23.5
Hongos	405	17	4.2
Arácnidos	193	11	5.7
Insectos	1,338	192	14.3
Peces dulceacuícolas	128	15	11.7
Anfibios	22	15	68.2
Reptiles	106	51	48.1
Aves	483	246	50.9
Mamíferos	114	35	30.7
Total	4,489	982	21.8

La descripción de los grupos biológicos y la lista de especies (Anexos 1 y 2) es el resultado de la sistematización de información científica disponible para la propuesta de APFF Jaguar y la zona aledaña, así como del análisis y procesamiento de la información registrada en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (CONABIO, 2022c). Adicionalmente, personal de la CONANP, en colaboración con especialistas, realizaron recorridos en campo con el objetivo de verificar, registrar y describir los ecosistemas y la biodiversidad presentes en el área de interés, los cuales son objetos de conservación de la presente propuesta de ANP.

2.1 VEGETACIÓN Y FAUNA

Uso de suelo y vegetación

Para la elaboración de las cubiertas del uso del suelo y vegetación de la propuesta de APFF Jaguar, se utilizaron las imágenes de satélite del sensor SENTINEL 2A del 9 de abril del 2022 (Tabla 5), mismas que fueron obtenidas a través del portal web Copernicus (2022): S2A_MSIL2A_20220409T161831_N0400_R040_T16QDH_20220409T211341.SAFE.

Tabla 5. Bandas de la imagen satelital Sentinel 2A.

BANDA	RESOLUCIÓN	LONGITUD DE ONDA CENTRAL	DESCRIPCIÓN
B1	60 m	443 nm Ultra azul	(Costa y aerosol)
B2	10 m	490 nm	Azul
B3	10 m	560 nm	Verde
B4	10 m	665 nm	Rojo
B5	20 m	705 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B6	20 m	740 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B7	20 m	783 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B8	10 m	842 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B8a	20 m	865 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B9	60 m	940 nm	Onda Corta Infrarroja (SWIR)
B10	60 m	1375 nm	Onda Corta Infrarroja (SWIR)
B11	20 m	1610 nm	Onda Corta Infrarroja (SWIR)
B12	20 m	2190 nm	Onda Corta Infrarroja (SWIR)



Se obtuvieron 13 bandas que constituyen cada una de las escenas que corresponde al territorio que abarca el ANP propuesta. Debido a que las bandas cuentan con diferente resolución espacial: 10, 20 y 60 m, se realizó un re-muestreo tomando como base la resolución de la Banda 2, que cuenta con una resolución de 10 m. De esta forma todas las bandas cuentan con una resolución espacial de 10 m, a pesar de que su resolución de origen sea diferente, esto permitió realizar una combinación de las diferentes bandas para crear un realce espacial e identificar los diferentes elementos de la cubierta del suelo.

De igual manera se tomaron como base las imágenes de satélite con una combinación de bandas RGB 11, 8, 4, lo que facilitó el análisis de la cubierta vegetal y se procedió a su digitalización, identificando color, textura y forma a una escala de 1 a 20:000, permitiendo identificar los diferentes tipos de vegetación de selvas perennifolia, subperennifolia y caducifolia, los cuerpos de agua, ríos, canales, caminos e infraestructura existente.

Para la validación de la información generada en gabinete, se realizó una visita de campo con apoyo del Herbario Nacional de México del Instituto de Biología de la UNAM y de esta manera se corrigieron las etiquetas de algunas coberturas e identificaron las especies de la flora y fauna local.

El área propuesta para establecer el APFF Jaguar tiene una extensión de 2,258-20-75.56 ha, territorio donde se identificaron siete tipos de vegetación como son: 1) Selva alta o mediana subperennifolia, 2) Selva alta o mediana perennifolia, 3) Selva baja subcaducifolia, 4) Selva mediana subperennifolia-Tasistal, 5) Manglar, 6) Sibal y 7) Vegetación secundaria de selva alta o mediana subperennifolia (Figura 25, Figura 26 y Tabla 6). Adicionalmente, se encontraron zonas de suelo desnudo en recuperación y suelo desnudo inundable.



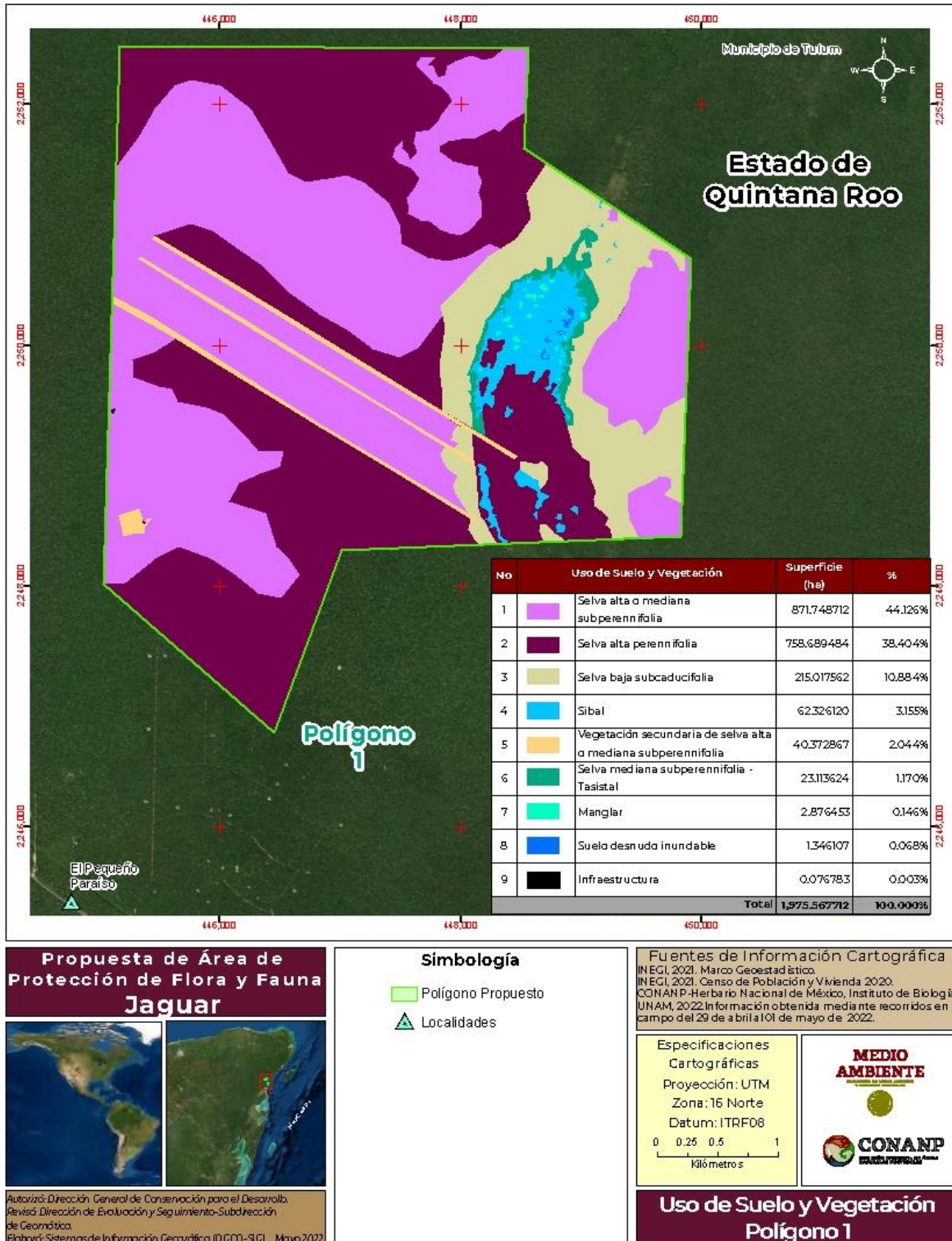


Figura 25. Tipos de vegetación presentes en el Polígono 1 de la propuesta de APFF Jaguar.

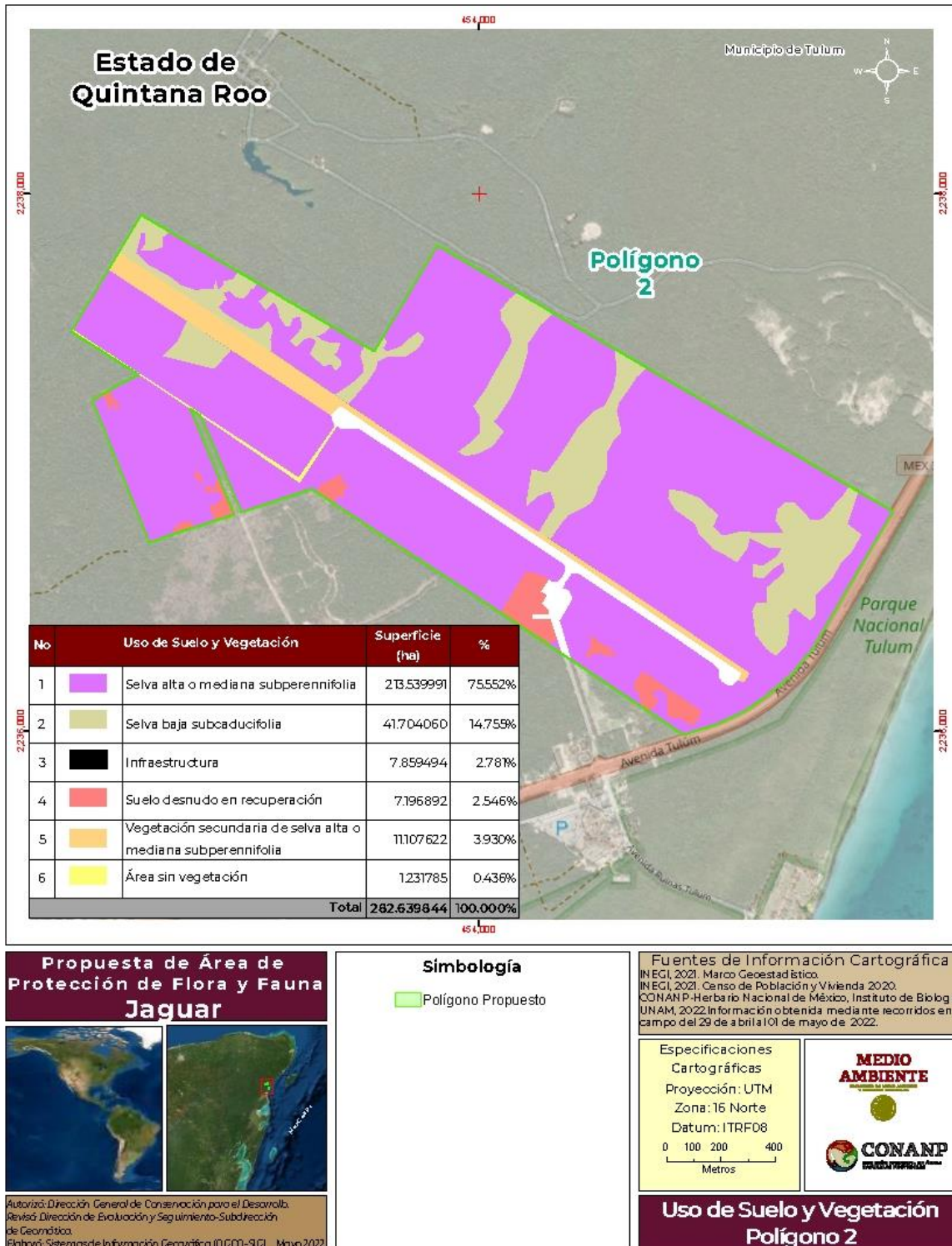


Figura 26. Tipos de vegetación presentes en el polígono 2 de la propuesta de APFF Jaguar.

Tabla 6. Tipos de vegetación y superficie total presentes en la propuesta de APFF Jaguar.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR			
NO.	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	%
1	Selva alta o mediana subperennifolia	1,085.288703	48.06%
2	Selva alta perennifolia	758.689484	33.60%
3	Selva baja subcaducifolia	256.721623	11.37%
4	Sibal	62.326120	2.76%
5	Vegetación secundaria de selva alta o mediana subperennifolia	51.480489	2.28%
6	Selva mediana subperennifolia-Tasistal	23.113624	1.02%
7	Infraestructura	7.936277	0.35%
8	Suelo desnudo en recuperación	7.196892	0.32%
9	Manglar	2.876453	0.13%
10	Suelo desnudo inundable	1.346107	0.06%
11	Área sin vegetación	1.231784	0.05%
TOTAL		2,258.207556	100%

A continuación, se describen los tipos de vegetación encontrados de acuerdo con el sistema de clasificación de Miranda y Hernández-X, 1963.

Selva alta perennifolia

Este tipo de vegetación se registra en el polígono 1, de acuerdo con Miranda y Hernández-X, (1963), existen diversas variantes de este tipo de selvas y su identificación está asociada a las especies dominantes que se presentan. Se desarrollan en zonas húmedas con una temperatura media anual de 20° C y se caracteriza por ser una selva densa donde el estrato arbóreo dominante tiene alturas de 30-35 m, los bejucos y las epífitas son escasas (Figura 27).

En la propuesta de ANP se establece en un terreno con buen desarrollo del suelo, entre rocas y con un buen drenaje. El porcentaje de elementos caducifolios es entre el 20-25 %, y entre las especies de árboles dominantes se encuentran: *Brosimum alicastrum*, *Manilkara sapota*, *Lysiloma latisiliquum*, *Dendropanax arboreus*, *Exostema caribaeum*, *Exothea diphylla*, *Guettarda combsii*, *Gymnanthes lucida*, *Luehea speciosa*, *Metopium brownei*, *Platymiscium yucatanum*, *Protium copal*, *Pouteria reticulata*, *Pterocarpus rohrii*, *Sabal yapa*, *Simarouba glauca* y *Vitex gaumeri*.

En contraparte, en los sitios más pedregosos y menor desarrollo de suelo solo se alcanza a desarrollar como selva mediana perennifolia, en donde la altura de sus elementos dominantes es de 20-30 m. Esta selva se encuentra en un sitio marginal, por lo que la diversidad de especies es menor que en otros lugares del país con este mismo tipo de vegetación; además, la precipitación es menor, aunque el efecto de las lluvias de invierno provoca que la humedad sea alta durante todo el año, tanto en el suelo como en el ambiente (Figura 28).





Figura 27. Selva alta perennifolia en la propuesta de APFF Jaguar.





Figura 28. Selva mediana perennifolia en la propuesta de APFF Jaguar

Selva alta o mediana subperennifolia

Es el tipo de vegetación más representativo de la propuesta de ANP (48% de vegetación primaria) y se registró en ambos polígonos. Se caracteriza porque algunos árboles que la forman (del 25 al 50%) pierden sus hojas en la época de secas. Se establece en territorios con una temperatura media anual de 20°C y se desarrollan en suelos pedregosos con acumulación de suelo. Este tipo de selva forma un estrato arbóreo dominante con alturas de 20-35 m, con una menor proporción de *Manilkara zapota* a diferencia de la selva alta perennifolia. Los elementos dominantes son: *Vitex gaumeri*, *Terminalia buceras*, *Tabebuia rosea*, *Simarouba glauca*, *Sideroxylon salicifolium*, *Sabal yapa*, *Metopium brownei*, *Lysiloma latisiliquum*, *Lonchocarpus rugosus*, *Krugiodendron ferreum*, *Havardia platyloba*, *Hampea trilobata*, *Gymnopodium floribundum*, *Guettarda combsii*, *Gliricidia maculata*, *Erythroxylum rotundifolium*, *Drypetes lateriflora*, *Cordia dodecandra*, *Coccoloba spicata*, *Ceiba schottii*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Caesalpinia gaumeri*, *Bursera simaruba* y *Allophylus cominia*.



Por otro lado, en lugares con suelo poco desarrollado, se pueden observar pequeñas áreas de **selva mediana subcaducifolia**, donde entre el 50-75% de los elementos dominantes pierden sus hojas, lo que provoca una alta radiación en estas zonas. Estas comunidades vegetales presentan elementos caducifolios dominantes como *Caesalpinia yucatanensis*, *Gymnopodium floribundum*, *Metopium brownei*, *Luehea speciosa*, *Beaucarnea pliabilis* y *Platymiscium yucatanum*. Asimismo, se presentan pocos elementos perennifolios como los siguientes: *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota* y *Pouteria campechiana*. Cabe mencionar que estas comunidades vegetales se presentan en áreas muy reducidas del ANP, lo que dificulta el mapeo de la vegetación.

Selva baja subcaducifolia

Se presenta en ambos polígonos de la propuesta de ANP y se caracteriza por presentar árboles con una altura media menor a los 15 m que pierden sus hojas en la época de secas. Se establece en climas semisecos o subsecos y cálidos, con temperatura media anual superior a los 20° C. Este tipo de selva se desarrolla en suelos francamente rocosos con poca acumulación de suelo, el estrato dominante en el ANP tiene alturas de 12-15 m. Las especies dominantes del dosel son: *Alvaradoa amorphoides*, *Handroanthus chrysanthus*, *Beaucarnea pliabilis*, *Bursera simaruba*, *Ceiba schottii*, *Coccoloba acapulcensis*, *Coccoloba spicata*, *Drypetes lateriflora*, *Esenbeckia berlandieri*, *Gliricidia maculata*, *Lonchocarpus xuul*, *Myrcianthes fragrans* y *Platymiscium yucatanum*.

En los lugares donde prácticamente no se desarrolla suelo y roca, se establece la **selva baja caducifolia**, cuyos elementos dominantes tienen de 8 a 12 m de altura, los cuales son: *Bursera simaruba*, *Acacia centralis*, *Bauhinia divaricata*, *Alvaradoa amorphoides*, *Coccoloba cozumelensis*, *Coccoloba acapulcensis*, *Eugenia spp.*, *Gliricidia maculata* y *Gymnopodium floribundum*. Estas comunidades se desarrollan en áreas muy pequeñas y escasas del ANP.



Figura 29. Selva baja caducifolia en la propuesta de APFF Jaguar.



Selva mediana subperennifolia-Tasistal

Este tipo de vegetación solo se presenta en el polígono 1 y consiste en una comunidad mixta que se inunda en una época del año (Figura 30). Se caracteriza porque del 25-50% de las especies del dosel, pierden sus hojas en la época seca. Los elementos dominantes de esta selva son *Manilkara zapota*, *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei* y *Erythroxylum rotundifolium*. Estas especies se encuentran en asociación con el tasistal de *Acoelorrhaphe wrightii*, y se presenta una densa vegetación arbustiva de *Bravaisia berlandieriana*. Esta zona se inunda en una época corta del año.



Figura 30. Vegetación de tasistal en la propuesta de APFF Jaguar.



Sibal

Este tipo de vegetación se presenta en el polígono 1 y consiste en una comunidad de *Cladium jamaicense* en suelo inundable el cual se encuentra rodeado de un **manglar** de *Conocarpus erectus*. Es una zona que presenta un evidente gradiente de salinidad en el suelo, de tal manera que en los lugares con menor concentración de sal se presentan extensiones de suelo desnudo que se inundan temporalmente.



Figura 31. Vegetación tipo Sibal en segundo plano.

Suelo desnudo en recuperación

Esta zona únicamente se registró en el polígono 2 y consiste en un suelo desnudo inundable que se encuentra dentro de un pequeño sibal con *Ruppia maritima*. En los alrededores se presenta principalmente vegetación secundaria de selva mediana. El suelo es roca caliza disuelta mediante el proceso kárstico, donde el dióxido de carbono de la atmósfera en contacto con el agua se transforma en ácido carbónico que disuelve el carbonato de calcio de la caliza. Los depósitos que derivan de este proceso son llamados Saskab, el cual se aprovecha como material de construcción.



Plantas vasculares

Derivado de recorridos de campo en los diferentes tipos de vegetación de la propuesta de APFF Jaguar, se obtuvo la lista florística con taxones válidos, los cuales fueron integrados conforme al sistema de clasificación **APG IV** y a los catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes. En la zona de interés se encuentran 76 familias y 400 especies de plantas vasculares (Anexo 1). Entre las familias con mayor diversidad de especies se encuentran: Fabaceae con 46, Asteraceae con 28, Poaceae con 22, Euphorbiaceae con 21, Malvaceae con 19 y Rubiaceae con 17. Estas cifras coinciden con el patrón de dominancia observada de las familias Fabaceae y Euphorbiaceae en las selvas del Neotrópico. Por otro lado, 13 especies presentes en el área de interés son endémicas de México, de las cuales, nueve tienen distribución restringida a la Península de Yucatán: *Ayenia fasciculata*, *Bakeridesia yucatanana*, *Coccothrinax readii*, *Croton lucidus*, *Eremosia oolepis*, *Esenbeckia berlandieri* subsp. *Yaaxhokob*, *Gouinia papillosa*, *Randia longiloba*, *Samyda yucatanensis*, *Sarcomphalus yucatanensis* y *Stenandrium nanum*.

Además, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se presentan nueve especies en la categoría de Amenazada, tales como: palma naka o cheet (*Coccothrinax readii*), palma bucanero o palma kuka (*Pseudophoenix sargentii*), guano de costa o bayal (*Thrinax radiata*) y la cícada o palmita (*Zamia loddigesii*) (DOF, 2019). En general, en la propuesta de ANP destaca la presencia de chicozapote (*Manilkara zapota*), tsalam (*Lysiloma latisiliquum*) y chechem negro (*Metopium brownei*).

Hongos

Los hongos tropicales son un componente esencial para la supervivencia de otros organismos, cruciales en diversos procesos ecológicos, fuente y materia prima de nuevos compuestos bioactivos y medicinales, y agentes de control biológico (Pompa *et al.*, 2011). La relevancia ecológica de este grupo es fundamental en la naturaleza ya que participan activamente en los procesos de reciclaje de los elementos naturales y en la formación y conservación del suelo, además de su intrincada relación con otras especies tanto vegetales como animales.

Se considera que los hongos son el segundo grupo de organismos más diversos en la Tierra, después de los insectos, pues se calcula que hay alrededor de 1.5 millones de especies, mientras que para los insectos se estiman unos 8 millones de especies (Pompa *et al.*, 2011).

En México se tienen registradas alrededor de 7,000 especies de hongos, pero se calcula que este número puede llegar a 150,000. Específicamente en Quintana Roo se conocen hasta el momento 405 especies de hongos (Yuridia *et al.*, 2011). Sin embargo, tomando en consideración la amplia biodiversidad del estado, las posibilidades de aumentar este número y contribuir al conocimiento de su micobiota, son muy grandes. Es importante señalar que la mayoría de los trabajos taxonómicos realizados en México se ha dedicado principalmente a las zonas templadas, a pesar de la riqueza de las zonas tropicales; las investigaciones en este rubro son escasas, lo cual representa un rezago de conocimientos (Pompa *et al.*, 2011).

Los macromicetos de Quintana Roo se distribuyen en casi toda la Península de Yucatán y en el sureste de México, en general, son de afinidad tropical. También, sería razonable suponer la existencia de especies representativas en los diversos tipos de vegetación, tales como las selvas, debido a la estrecha relación que tienen los hongos con las plantas. La selva mediana subperennifolia, reúne las condiciones ideales para el desarrollo de hongos, puesto que la humedad del suelo y la gran cantidad de hojarasca que se acumula durante la época de lluvias favorecen la presencia de hongos terrestres, saprófitos, micorrizas y lignícolas.



Los registros del SNIB en la propuesta del APFF Jaguar incluyen cinco especies (CONABIO, 2022c), sin embargo, durante los recorridos en campo se registraron al menos otras 12 especies, entre ellas se encuentran: hongo pie de liebre (*Coprinopsis lagopus*) (Figura 32), sombrerito (*Lentinus crinitus*) y varios hongos de repisa como *Hexagonia tenuis*, *H. hydroides*, *Trametes cubensis* y *T. villosa* (Anexo 1).

Lo anterior, resalta la necesidad de documentar la diversidad de hongos en la zona a lo largo de todas las estaciones, ya que un factor determinante para la aparición de los hongos es la humedad, es decir, cuanto mayor sea esta, mayor es la probabilidad de encontrarlos en su hábitat. Así, la fenología correlaciona la presencia de macromicetos en el tiempo con los factores climáticos que prevalecen en el momento de los registros (lluvias y secas) (Pompa *et al.*, 2011).



Figura 32. Hongo pie de liebre (*Coprinopsis lagopus*) en el Polígono 1 de la propuesta de APFF Jaguar.

Fauna

Las selvas tropicales son hábitat y refugio de una gran cantidad de especies de fauna, tanto de hábitos arborícolas como terrestres. La mayoría de estas especies tienen un origen neotropical tal como los primates y felinos en el caso de los mamíferos, así como rapaces, ranfástidos y psitácidos en el caso de las aves. En términos



generales el número de especies registradas en la zona de la propuesta de ANP Jaguar es de 565 especies (362 vertebrados y 203 invertebrados). Respecto a estos últimos, cabe mencionar que en las selvas tropicales se registran una amplia diversidad de insectos polinizadores como mariposas, escarabajos y abejas (CONABIO, 2022b).

Invertebrados

Cuando se habla de la gran biodiversidad que posee México, generalmente se hace énfasis en plantas vasculares y vertebrados; sin embargo, poco se habla de los invertebrados (que incluye a un enorme grupo animal que únicamente tienen como característica común no poseer columna vertebral). Entre los invertebrados, los artrópodos constituyen el grupo taxonómico más exitoso evolutivamente, con una antigüedad de al menos 540 millones de años. Debido a ello han alcanzado gran número de especies, comparado con otros taxones, pues están ampliamente adaptados a casi todos los hábitats y microhábitats, además de que están notablemente diversificados en miles de familias y tribus. Constituyen 85% del total de la fauna mundial y representan 65% de las especies. Las estimaciones sobre el número de especies de artrópodos en el mundo varían entre poco más de un millón, que son las cifras más conservadoras, hasta cerca de 30 millones o más, solo para insectos en las estimaciones más extremas. Se calcula que en México se han registrado entre 47,768 y 47,853 especies tan solo de insectos (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

Para el estado de Quintana Roo se han registrado 1,850 especies de invertebrados terrestres, de las cuales 1,338 pertenecen a la clase Insecta. Destacan por su número e importancia ecológica como polinizadores de diversas especies vegetales, las mariposas diurnas (450 especies) y abejas (88 especies). Cabe señalar que las selvas medianas del estado albergan el mayor porcentaje de especies exclusivas (24%), le sigue la selva baja con 10 % y para la restringida cobertura de selva alta, sólo 1 % son especies exclusivas. Para los arácnidos (arañas y escorpiones) se reportan 193 especies (Pozo *et al.*, 2011a).

En la zona donde se localiza la propuesta de APFF Jaguar se han registrado 203 especies de invertebrados terrestres (192 insectos y 11 arácnidos; Anexo 1), de los cuales, una especie de arácnido es endémica de la Península de Yucatán: *Tliltocatl epicureanum*. Al igual que a nivel estatal, dentro del grupo de los insectos sobresalen por su diversidad las mariposas (orden Lepidóptera), con más de 100 especies registradas (16.4% del total estatal; Pozo *et al.*, 2011b).

Otro importante grupo de invertebrados son los insectos polinizadores, los cuales destacan por su papel fundamental en la provisión de servicios ecosistémicos, tales como las abejas (familia Apidae) de las que se han registrado hasta ahora 15 especies, lo que representa el 17% de las especies reportadas para Quintana Roo (88 especies). Algunas de las especies de este grupo en la propuesta de APFF Jaguar son: *Trigona corvina*, *T. fulviventris* y *T. fuscipennis* (Roubik *et al.*, 2011).

La importancia de los polinizadores radica en que son animales que se alimentan del néctar o polen de las flores y durante sus visitas transportan polen de una flor a otra, permitiendo la reproducción de las plantas y la producción de frutos (CONABIO, 2022d).

Como se ha mencionado, la diversidad de polinizadores de la Selva Maya está compuesta principalmente por insectos representados por abejas, avispas, hormigas, moscas, mariposas, polillas y escarabajos. Particularmente las abejas nativas son consideradas los polinizadores de mayor importancia, además de ser bioindicadores de la conservación biológica en los ecosistemas (Meléndez *et al.*, 2014). Estas a su vez obtienen de las plantas sus principales fuentes de alimento: el néctar, la materia prima para la producción de miel y



fuerza de energía para los individuos, y el polen, cuya función principal es satisfacer la demanda proteínica de las abejas en estado larval (Barrantes-Vásquez, 2018).

Respecto a los invertebrados que habitan los cuerpos de agua, principalmente cenotes, su diversidad es relativamente pobre, al igual que otros grupos taxonómicos que en ellos habitan, aunque de gran importancia biológica ya que su aislamiento ha originado el desarrollo de especies endémicas, entre ellas diversos crustáceos, uno de los grupos de invertebrados cavernícolas más importantes en México.

Se conoce poco sobre la mayoría de los invertebrados de los cenotes; casi todos los estudios se han concentrado en los macrocrustáceos y el zooplancton. Por ejemplo, en la Península de Yucatán se encuentran del 30 al 50 por ciento de las especies conocidas en México de rotíferos, cladóceros y copépodos (Schmitter-Soto, 2002).

Dado lo anterior, es necesaria la protección de la biodiversidad de invertebrados de los sistemas de cuevas inundadas en la zona, ya que son ecosistemas que por sus características albergan especies aún no descritas, que representan importantes registros para la biodiversidad cavernícola mexicana, como lo demuestran recientes registros de nuevas especies de crustáceos en los sistemas anquihalinos de la Península de Yucatán, incluyendo el sistema Ox Bel Ha en Tulum (Álvarez *et al.*, 2015), cercano al Polígono 1 de la propuesta APFF Jaguar.

Peces continentales

La fauna acuática es considerada un excelente indicador de la salud y condiciones ambientales de los ecosistemas acuáticos, debido a sus condiciones de aislamiento, particularmente las especies cavernícolas que han desarrollado adaptaciones específicas estrechamente relacionadas con las condiciones en las que viven. En Quintana Roo se han registrado cerca de 130 especies de peces continentales incluyendo especies dulceacuícolas, los que habitan en los cenotes, lagunas y charcas, y peces marinos que pueden encontrarse en medios dulceacuícolas de manera habitual, lo cual representa alrededor del 24 % del total nacional. Muchos de los hábitats acuícolas continentales son de difícil acceso, lo que explica el aún escaso conocimiento ictiofaunístico continental de la región (Schmitter-Soto, 1996; Pozo *et al.*, 2011a;).

A nivel ecológico, algunas especies son muy estrictas en su preferencia de hábitat. Los peces ciegos viven sólo en los túneles inundados, siempre asociados a la oscuridad permanente, lejos de la parte abierta del cenote. Las especies de la parte iluminada de los cenotes son un subconjunto de aquellas que se presentan en las lagunas. A su vez, la ictiofauna de los cenotes de tierra adentro es un subconjunto de la de los cenotes más cercanos a la costa (Schmitter-Soto, 2011).

En el estado, como en toda la Península de Yucatán, los cenotes son el ambiente dulceacuícola por excelencia. Como se mencionó en el apartado 1.2 Geología Física e Histórica del presente estudio, por la naturaleza kárstica de la región, estos cenotes se forman por disolución de la roca caliza y representan el tipo de cuerpo de agua más común, y a veces el único, en la mayor parte de la península (Schmitter-Soto, 2020). Este sistema hidrológico influye directamente en la distribución y dinámica de la fauna y flora de la región (Herrera y Heredia, 2011) donde la biodiversidad cavernícola es aún desconocida.

En la propuesta de APFF Jaguar, también se localizan aguadas y zonas inundables, las de mayores dimensiones se ubican en el Polígono 1. Estos cuerpos de agua pueden aumentar hasta en 150 % su área entre el estiaje y las lluvias cuando la mayoría de los cuerpos de agua de zonas bajas se ven unidos por humedales continuos (Schmitter-Soto y Gamboa-Pérez, 1996).



Las especies de peces reportadas en el presente estudio se basan en información proporcionada por El Colegio de Frontera Sur, quien reporta 15 peces dulceacuícolas (Anexo 1), lo que representa más del 11% de las especies en el estado (128 especies). Cabe mencionar que dos de estas son endémicas de la Península de Yucatán: *Typhlias pearsei* y *Poecilia velifera* (Pozo et al., 2011a; ECOSUR, 2022), además de estar catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies En peligro de extinción y Amenazada, respectivamente (DOF, 2019) (Anexo 2).

Las poblaciones de *Poecilia velifera* han tenido un declive asociado a la pérdida de su hábitat y a la contaminación de los cuerpos de agua, ya que el cortejo de la especie se realiza mediante comunicación visual, por lo que las aguas enturbiadas por contaminantes o sedimentos constituyen un impacto adicional (Schmitter-Soto, 2020).

Durante los recorridos en campo en la propuesta de APFF Jaguar, se confirmó la presencia de dos especies en los cuerpos de agua del Polígono 1, una de ellas el topote de manglar (*Poecilia orri*).

Anfibios

En México se registran 376 especies de anfibios, lo cual lo posiciona como el quinto país con mayor riqueza de anfibios en el mundo después de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. Los niveles de endemismo son altos con un total de 252 especies, lo que equivale al 67% de la riqueza nacional (Flores-Villela, 1993; Parra-Olea et al., 2014; CONABIO, 2021a).

En Quintana Roo se distribuyen 22 especies de anfibios que representan el 95.6% de las especies registradas en la Península de Yucatán (23 especies) y el 6% a nivel nacional (Cedeño-Vázquez y Calderón-Mandujano, 2011). Particularmente en la zona donde se ubica la propuesta de APFF Jaguar se han registrado 15 especies (14 anuros y un caudado) que equivalen al 68.2% del total estatal y al 5.8% a nivel nacional (Anexo 1). Asimismo, destacan la rana ladrona yucateca (*Craugastor yucatanensis*), que es endémica de la Península de Yucatán y está catalogada como especie Sujeta a protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la salamandra lengua hongueada rojiza (*Bolitoglossa rufescens*), la rana de Brown (*Lithobates brownorum*), la cabeza de pala (*Tripurion petasatus*) y el sapo boca angosta elegante (*Gastrophryne elegans*) (Anexo 2; DOF, 2019).

Lo anterior, resalta la necesidad del establecimiento de la propuesta de APFF Jaguar para la conservación de este grupo de vertebrados en la región, considerando que actualmente en México más de 160 especies están amenazadas o críticamente amenazadas, lo que equivale al 43% de la diversidad total nacional (Parra-Olea et al., 2014).

Reptiles

En México se registran 864 especies de reptiles, por lo que es el segundo país con más especies después de Australia (880 especies). La proporción de los reptiles que habitan en el país es sobresaliente, ya que se distribuye el 45% de las familias de reptiles del mundo, y el 14% de los géneros. Adicionalmente, más de la mitad de estas especies son endémicas a nuestro territorio (57%) (Flores-Villela, 1993; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014, CONABIO, 2020a).

Quintana Roo cuenta con 106 especies de reptiles de las 140 reportadas para la península de Yucatán (Calderón-Mandujano y Cedeño-Vázquez, 2011). Específicamente en la zona de interés se registran 51 especies de reptiles (27 serpientes, 20 lacértidos y cuatro tortugas; Anexo 1) que equivalen al 48% del total estatal y al 6% a nivel



nacional. Asimismo, de ese total, dos se consideran como endémicas de la Península de Yucatán: *Coniophanes meridanus* y *Porthidium yucatanicum*. En cuanto a categorías de riesgo, 23 especies están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (14 Sujetas a protección especial y nueve Amenazadas; Anexo 2). Es decir, casi la mitad de los reptiles reportados para el estado se distribuyen en la propuesta de ANP, y de estos, cerca del 50% están en riesgo, por lo que el grupo de los reptiles es uno de los principales objetos de conservación de la propuesta de APFF Jaguar.

Algunas especies que se encuentran en la categoría de Sujeta a protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010 son, la tortuga pecho quebrado labios blancos (*Kinosternon leucostomum*), el lemacto coronado (*Laemanctus serratus*), la víbora de cascabel (*Crotalus durissus*) y la culebra labios blancos maya (*Symphimus mayae*). En la categoría de Amenazada se registran especies como la cuija yucateca (*Coleonyx elegans*), la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*) y la iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*) (DOF, 2019), estas dos últimas registradas y verificadas durante la visita de campo.

Aves

Las aves son uno de los grupos de vertebrados más exitosos y diversos del mundo. Gracias a su gran capacidad de adaptación ocupan prácticamente todos los ambientes de nuestro planeta, desde el ecuador hasta los polos, desde el mar abierto hasta las altas montañas y desde las selvas húmedas hasta los desiertos. México es privilegiado en cuanto a ornitofauna, ocupa el undécimo lugar en número de especies, con 1,124 que representa el 10.6% del total de especies del mundo, de las cuales 109 son endémicas (CONABIO, 2021b).

Las selvas de Quintana Roo son hábitat para diversas especies de aves que no se encuentran en otras partes de la Península de Yucatán por ser más seco. Se han registrado 483 especies residentes y migratorias, que equivalen al 88% de las especies de la Península de Yucatán. Dicho número representa casi el 43% de las especies registradas en México (Correa y MacKinnon, 2011).

En específico, en el área de la propuesta de APFF Jaguar registran 246 especies (Anexo 1), lo que representa más del 50% del total de la ornitofauna del estado de Quintana Roo (483 especies) (Correa y MacKinnon, 2011).

De igual manera, se registran 43 especies de aves en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, como el halcón selvático de collar (*Micrastur semitorquatus*) y el loro frente blanca (*Amazona albifrons*), ambas Sujetas a protección especial; el tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*) y el guajolote ocelado (*Meleagris ocellata*), catalogadas como Amenazadas; todas las anteriores observadas durante las visitas de campo de la propuesta de ANP; así como el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*) y el mosquero real (*Onychorhynchus coronatus*), catalogadas En peligro de extinción conforme a dicha Norma (Anexo 2; DOF, 2019).

Mamíferos

Los mamíferos son uno de los grupos más conspicuos de las comunidades terrestres de vertebrados y poseen una serie de características internas y externas que los han llevado a ser exitosos en prácticamente todos los ecosistemas del mundo. En México los mamíferos forman un grupo altamente diverso, ubicando al país en el tercer lugar mundial con 564 especies silvestres, alcanzando aproximadamente el 10% de la diversidad total (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014; CONABIO, 2020a).



En la Península de Yucatán, la historia biogeográfica ha configurado la composición de la mastofauna actual, ya que se distribuyen tanto familias de origen Neártico como ardillas, felinos y tapires, como de origen Neotropical representados por primates, marsupiales, murciélagos, pilosos y algunos roedores. Las 123 especies de mamíferos terrestres registradas en la Península de Yucatán representan aproximadamente el 26% de la mastofauna terrestre reconocida para México (Sosa-Escalante *et al.*, 2013).

Aunque la mastofauna de la región es menos diversa que la de otras regiones del centro y occidente de México, sus atributos taxonómicos y filogenéticos la diferencian de la de otras zonas de Centro y Sur América. Por ejemplo, presenta pocas especies endémicas, baja riqueza de especies restringidas y un mayor número de especies con intervalos de distribución amplios, por lo que la probabilidad de que se registren los mismos mamíferos en dos sitios es elevada. Otra característica de la mastofauna de la Península de Yucatán es su baja diversidad beta si se compara con otras regiones del país, lo cual es el resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Sosa-Escalante *et al.*, 2013).

De manera específica en Quintana Roo se han reportado 114 especies de mamíferos terrestres, más del 90% de las especies registradas en la Península de Yucatán y más del 20% en México. Las familias más diversas del estado pertenecen a los murciélagos (Phyllostomidae, Vespertilionidae y Molossidae) y roedores (Muridae). También los géneros con mayor número de especies pertenecen a los quirópteros (Escobedo, 2011).

En la zona donde se ubica la propuesta de APFF Jaguar, se registran 35 especies de mamíferos terrestres (Anexo 1). Esto representa el 30% del total de mastofauna terrestre reportada para Quintana Roo y alrededor del 6% para México. Sobresale el grupo de los murciélagos con 11 especies reportadas, lo cual concuerda con lo descrito para escalas locales tropicales donde llegan a representar hasta el 50% de las especies de mamíferos. Asimismo, sobresale una especie endémica de la Península de Yucatán: *Peromyscus yucatanicus* (Escobedo, 2011).

Destaca la presencia de siete especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre ellas el jaguar (*Panthera onca*), cuya distribución al interior de la propuesta de ANP se confirmó mediante métodos indirectos (excretas) y comentarios de personas que realizan actividades de vigilancia en la zona, y donde refieren haber observado jaguar en veredas de ambos polígonos. Adicionalmente, en el Parque Nacional Tulum, aledaño al polígono 2 de la propuesta de ANP, se han registrado ejemplares de este felino con cámaras trampa (CONANP, 2014). Los últimos registros de la especie con cámaras trampa en dicho parque se obtuvieron en noviembre de 2021 y febrero de 2022, mediante la operación del Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies en Riesgo de la CONANP en su componente Vigilancia y Monitoreo Comunitario (Figura 33).

Adicionalmente se cuenta con registros de otros felinos como el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*L. weidii*), además de especies carismáticas como los monos aulladores (*Alouatta villosa*) y araña centroamericano (*Ateles geoffroyi*) (Anexo 2), todos considerados como especies En peligro de extinción conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).





Figura 33. Excretas de jaguar (*Panthera onca*).



Polígono 2



a)



b)



c)

Biodiversidad registrada en el polígono 2 de la propuesta de APFF Jaguar: a) anolis liso del sureste (*Anolis rodriguezii*), b) tecolote bajoño (*Glaucidium brasilianum*) y c) lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*).





a)



b)



c)

Vegetación presente en el polígono 1 de la propuesta de APFF Jaguar: a) aguada y vegetación asociada, b) gallito (*Aechmea bracteata*) y d) chaca (*Bursera simaruba*).



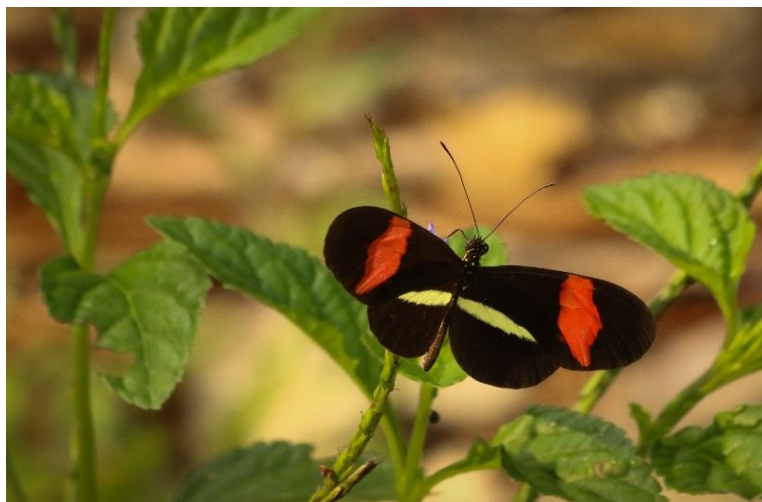
Polígono 1



a)



b)



c)

Biodiversidad registrada en el Polígono 1 de la propuesta- del APFF Jaguar: a) aguililla caminera (*Rupornis magnirostris*), b) trepatroncos sepia (*Dendrocincla anabatina*) y c) mariposa de bandas carmesí (*Heliconius erato*).





a)



b)

Especies vegetales y animales objeto de conservación presentes en el Polígono 1: a) hoja de pescado (*Anthurium schlechtendalii*) y b) tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*).



B) RAZONES QUE JUSTIFIQUEN EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad de nuestro país son las áreas naturales protegidas. De acuerdo al artículo 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las ANP son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en dicha Ley y los demás ordenamientos aplicables (DOF, 1988).

El éxito de las ANP como una herramienta para la conservación se basa en que están manejadas para proteger los valores ambientales que contienen. Para que el manejo sea efectivo debe estar hecho a la medida de las demandas y características específicas del sitio, debido a que cada ANP posee una variedad de características biológicas y sociales, presiones y usos particulares (CONANP, 2020b).

Conservar la riqueza natural de México a través de las ANP, es una de las estrategias más efectivas para mitigar el cambio climático y sus efectos sobre la población y los recursos naturales, así como para contribuir a la adaptación, evitar el cambio de uso de suelo y la pérdida de carbono. Se calcula que cerca del 15% del carbono del mundo está almacenado en los sistemas de áreas protegidas (CONANP-PNUD, 2019).

Así, con base en el análisis y sistematización de la información técnica y científica recopilada para la zona, así como los recorridos realizados en campo para el registro de la biodiversidad y valores ambientales, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha determinado que la propuesta de APFF Jaguar cumple con lo establecido en el artículo 45 de la LGEEPA, fracciones I a V (DOF, 1988) conforme a lo siguiente:

- I. Preservar ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.*
- II. Salvaguardar la diversidad genética de especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.*
- III. Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones;*
- IV. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio;*
- V. Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional;*

En este sentido los principales beneficios a los ecosistemas que conlleva la declaratoria del ANP son:

- La diversidad de tipos de vegetación presentes en el área, ya que derivado del recorrido de campo, se observaron y describieron los siguientes tipos de vegetación: 1) Selva alta o mediana subperennifolia, 2)



Selva alta o mediana perennifolia, 3) Selva baja subcaducifolia, 4) Selva mediana subperennifolia-Tasistal, 5) Manglar, 6) Sibal y 7) Vegetación secundaria de selva alta o mediana subperennifolia.

- Los servicios ambientales asociados a los ecosistemas selváticos del APFF Jaguar son fundamentales para el mantenimiento de las funciones ecosistémicas a nivel local y regional, además de que su riqueza florística y faunística es representativa de la diversidad biológica que caracteriza a la región biogeográfica neotropical. Las selvas presentan un conjunto de factores como el dosel, que logra mantener la humedad al interior de estas, lo cual es un factor clave para el mantenimiento del ciclo hidrológico local.

La protección de estos ecosistemas es indispensable, ya que, aunque la tasa anual de deforestación ha disminuido en México en las últimas dos décadas, más de 100,000 ha de selvas se siguen talando al año, la mayoría de los cuales ocurre en las selvas húmedas incluyendo las de la Península de Yucatán. Las causas inmediatas de deforestación están asociadas principalmente a la expansión ganadera y agrícola, mayormente en los estados de Campeche y Yucatán. Los factores subyacentes de la deforestación en la zona se asocian con programas de urbanización y desarrollo agropecuario, crecimiento poblacional y mercado. Particularmente en Quintana Roo, el desarrollo turístico y de infraestructura, los incendios y eventos hidrometeorológicos extremos como huracanes, son factores adicionales asociados con la pérdida de cobertura forestal que equivalen a 11,300 ha/año (entre 0.3 y 0.4% anual) (Ellis *et al.*, 2017a; 2017b).

- Otro de los objetos de conservación a considerar, es el ecosistema de manglar de *Conocarpus erectus*, el cual cubre 2.88 ha de la superficie del APFF. Esta especie de mangle se encuentra en la categoría de Amenazada conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, la comunidad vegetal proporciona servicios ambientales de alto potencial, ya que es hábitat para otros organismos y tiene una estrecha relación con las descargas de agua subterránea, la cual es una condición local que determina su productividad primaria y fisonomía. Sin embargo, son vulnerables a factores antrópicos, como cambios de uso de suelo, contaminación y deforestación (Zaldívar *et al.*, 2010).
- Adicionalmente a los ecosistemas selváticos mencionados, otro objeto de conservación de la propuesta de ANP Jaguar, son las 982 especies de flora y fauna distribuidas en un área que representa poco más del 1% del territorio municipal, dentro de las cuales se registran 90 especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como 20 especies endémicas.

En cuanto a las plantas vasculares, están presentes 400 especies, las cuales forman asociaciones vegetales características de los ecosistemas de selva de la región. Asimismo, estas especies representan el 23.5% del total estatal (1,700 especies), y 9 de ellas se encuentran bajo la categoría de Amenazada conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como las palmas naka (*Coccothrinax readii*), bucanero (*Pseudophoenix sargentii*) y guano de costa (*Thrinax radiata*), así como la especie (*Zamia loddigesii*) y el mangle (*Conocarpus erectus*).

Por otro lado, en cuanto a los vertebrados superiores en la zona de interés se han registrado al momento 362 especies (15 especies de peces dulceacuícolas, 15 de anfibios, 51 de reptiles, 246 de aves y 35 de mamíferos), lo que equivale a más del 40% de lo reportado para el estado (853 especies). Es decir, con la declaratoria como ANP del APFF Jaguar, se estaría protegiendo a poco menos de la mitad de las especies de vertebrados registradas en Quintana Roo.



Específicamente para el grupo de los anfibios, cuyos niveles de endemismo en el país son extraordinariamente altos, se han registrado 15 especies (14 anuros y un caudado), más del 68% del total estatal y casi el 6% a nivel nacional (Cedeño-Vázquez y Calderón-Mandujano, 2011; Parra-Olea *et al.*, 2014). Lo anterior es un indicador relevante del estado de conservación del área de interés, considerando que en nuestro país el 43% de las especies de anfibios se encuentran amenazadas o críticamente amenazadas (Parra-Olea *et al.*, 2014). Cabe mencionar, que dentro de las especies reportadas se encuentran varios anuros incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Sujeta a protección especial (DOF, 2019).

Otro grupo biológico objeto de conservación que resalta por su riqueza de especies en la propuesta de ANP Jaguar es el de los reptiles. Actualmente, se han registrado 51 especies (27 serpientes, 20 lacértidos y cuatro tortugas) de las 106 reportadas para Quintana Roo, lo que equivale al 48.1% del total estatal y casi el 6% a nivel nacional (864 especies) (Calderón-Mandujano y Cedeño-Vázquez, 2011; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014). De estas especies, 23 se encuentran catalogadas bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (14 Sujetas a protección especial y nueve Amenazadas) (DOF, 2019), es decir, en la propuesta de ANP Jaguar la mitad de las especies de reptiles reportados se encuentran en riesgo, incluyendo serpientes, lacértidos y tortugas terrestres, algunas de ellas endémicas del país o la región.

La conservación de este grupo se ve amenazada, al igual que la de otros vertebrados, principalmente por la alteración de su hábitat. Debido a que son organismos con poca movilidad, muchos mueren ya sea por contacto directo o indirecto con actividades humanas como la agricultura y ganadería principalmente, acentuando el problema con ataques directos, debido al temor infundado que la mayoría de sus miembros provoca en la gente, especialmente las serpientes (Calderón-Mandujano y Cedeño-Vázquez, 2011).

La ornitofauna de la propuesta de ANP Jaguar, está constituida por 246 especies tanto residentes como migratorias, lo que representa el 50% del total de aves para el estado de Quintana Roo (483 especies) (Correa y MacKinnon, 2011). De estas especies, 43 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (32 Sujetas a protección especial, 8 Amenazadas y tres En peligro de extinción) (DOF, 2019).

Finalmente, en la zona donde se ubica la propuesta de ANP se tiene registro de 35 especies de mamíferos terrestres (Anexo 1), lo que equivale a más del 30% de la mastofauna terrestre de Quintana Roo y poco más del 6% para México. Destaca el grupo de los quirópteros con 11 especies, que en ecosistemas tropicales llegan a representar localmente hasta el 50% de las especies de mastofauna presentes (Escobedo, 2011).

En relación con los mamíferos, destaca como uno de los objetos de conservación más importantes el jaguar (*Panthera onca*), dada su importancia ecológica y cultural en la región, además de otras seis especies de mamíferos carismáticos como pequeños felinos y primates, incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies amenazadas y en peligro de extinción (DOF, 2019).

Respecto a los invertebrados, se han registrado 203 especies (192 insectos y 11 arácnidos). El grupo de los insectos destaca por su diversidad e importancia ecológica. Por ejemplo, el total de especies de mariposas (orden Lepidoptera) representa más del 17% del total de especies registradas en el estado (Pozo *et al.*, 2011b), y las abejas (familia Apidae), de las que se han registrado hasta el momento 15



especies, representan el 17% de las especies reportadas para Quintana Roo (Roubik et al., 2011). Algunas de las especies de abejas sin aguijón que se encuentran en la zona de interés son *Trigona corvina*, *T. fulviventris* y *T. fuscipennis* (Figura 34).



Figura 34. Abejas sin aguijón (*Trigona fuscipennis*).



- Con relación a los invertebrados, otro de los beneficios de la propuesta del APFF Jaguar es la protección fundamental de los lepidópteros y las abejas como polinizadores. La polinización de las plantas presentes en los ecosistemas del ANP Jaguar, es uno de los procesos biológicos más importantes al tratarse de una interacción indispensable para el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos evolutivos de las especies, de hecho, los polinizadores son un determinante clave en la evolución floral a escala global.

Por otro lado, la polinización representa un proceso que mantiene la función y permanencia ecosistémica a largo plazo. Su importancia se ve reflejada en los diversos indicadores de cambio climático, de pérdida de biodiversidad, de salud ecosistémica y en las implicaciones económicas y sociales que tendría una disminución o pérdida del proceso. Debido a lo anterior, la protección de los polinizadores del ANP Jaguar es relevante incluso a nivel nacional, ya que como país centro de origen y diversificación de cultivos, la polinización es uno de los procesos que mantienen la diversidad genética de las plantas cultivadas, lo cual es de gran relevancia ante los procesos de conservación o pérdida de polinizadores en todos los ecosistemas del país (SADER-SEMARNAT, 2021).

En conjunto, con la propuesta de ANP Jaguar se protegerían a más de 900 especies entre plantas vasculares, vertebrados e invertebrados, lo que equivale a proteger a más del 20% de la riqueza biológica de Quintana Roo, incluyendo 90 especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (52 Sujetas a protección especial, 28 Amenazadas y 10 En peligro de extinción). Asimismo, se protegerían 7 tipos de ecosistemas selváticos, los cuales proporcionan servicios ecosistémicos que aportan beneficios a diferentes escalas.

Conforme a lo anterior, la categoría acorde a los principales objetos de conservación de la zona que son: la riqueza de especies, la diversidad de ecosistemas y los servicios ambientales que se generan, es la de Área de Protección de Flora y Fauna, en concordancia con el artículo 54 de la LGEEPA, el cual establece:

“Las áreas de protección de la flora y la fauna se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables, en los lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.

En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.”

C) ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Los ecosistemas son sistemas abiertos complejos que entretienen la diversidad biológica con los procesos ecológicos para producir una gran gama de servicios para la biósfera planetaria y la sociedad humana. Sin embargo, son pocos los ecosistemas de la Tierra eficazmente manejados o mantenidos (Prezas, 2011), por lo tanto, es necesario tomar acción para conservar estos recursos.

El establecimiento y manejo de áreas protegidas es una de las formas más importantes para asegurar que los recursos naturales mundiales sean conservados de modo que puedan responder a las necesidades materiales y culturales de la humanidad presente y futura (Prezas, 2011).



Para el estado de Quintana Roo, existen 18 áreas naturales protegidas de competencia federal, las cuales cuentan con una superficie de protección de 7,079,970.79 hectáreas (CONANP, 2022a), 10 de competencia estatal con una superficie de 312,860.50 hectáreas (INEGI, 2017) y una de competencia municipal con una superficie de 6.47 hectáreas (Ayuntamiento de Benito Juárez, 2019), en las cuales están representados ecosistemas de alto valor ecológico: selvas, humedales, dunas costeras, arrecifes, sistemas de cuevas y cavernas, entre otros (García, 2011).

Respecto al municipio de Tulum, la vegetación se conforma, entre otras, de selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, así como selva baja subperennifolia. Por otra parte, en zonas próximas a las áreas inundables y al mar se han desarrollado comunidades de manglares, aunque la superficie que ocupan es relativamente pequeña. Las áreas inundables o sujetas a inundación presentan vegetación de tule. Los animales de la región corresponden mayoritariamente a un origen neotropical, sin embargo, están presentes animales de origen neártico como el venado. Los principales grupos representados son los anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Ayuntamiento de Tulum, 2010).

En la propuesta de ANP Jaguar se registran siete tipos de vegetación, entre las cuales predominan la selva alta o mediana subperennifolia, la cual es dominante y abarca la mayor parte de la poligonal con 1,136.76 ha (incluye vegetación secundaria) que representan el 50% de su superficie. Asimismo, en orden de cobertura de superficie se presentan la selva alta o mediana perennifolia, la selva baja subcaducifolia, la selva mediana subperennifolia-Tasistal, el manglar, el sibal y la vegetación secundaria de selva alta o mediana subperennifolia. Durante los recorridos de campo se pudo corroborar que la mayoría de estos ecosistemas tienen edades de más de 100 años y son hábitat de abundantes epífitas como orquídeas (por ejemplo, *Myrmecophila christinae*), bromelias (como *Aechmea bracteata*) y aráceas (por ejemplo, *Anthurium schlechtendalii*), lo cual es evidencia del buen estado de conservación de estos ecosistemas (Figura 35).





Figura 35. Bromelia en el Polígono 1 de la propuesta de APFF Jaguar.

En general, en la zona de interés se establece un terreno con buen desarrollo del suelo, con buen drenaje y abundante materia orgánica. Entre las especies de árboles dominantes se encuentran: *Brosimum alicastrum*, *Manilkara sapota*, *Lysiloma latisiliquum*, y *Metopium brownei*, formando poblaciones de ejemplares longevos y en buen estado de conservación.

En cuanto a la fauna, destaca la presencia de 15 de especies de anfibios, destaca la rana ladrona yucateca (*Craugastor yucatanensis*) que es endémica de la Península de Yucatán. Este grupo biológico es un indicador del buen estado de conservación de los ecosistemas, ya que son especialmente sensibles a los cambios en sus hábitats.

Asimismo, la presencia de poblaciones del pez *Poecilia velifera* indica la buena calidad de los hábitats acuáticos, ya que esta especie es sensible a la contaminación de los cuerpos de agua, debido a que el cortejo de la especie se realiza mediante comunicación visual.

D) RELEVANCIA A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL DE LOS ECOSISTEMAS

Las zonas del trópico húmedo cubren una superficie de 24 millones de ha, es decir, un 12.2% de la superficie del país; comprende las regiones ecológicas ubicadas a menos de 1,000 m de altitud con temperaturas medias anuales superiores a 20° C y con una precipitación pluvial generalmente superior a los 1,300 mm anuales (González, 2004). Uno de los tipos de vegetación que caracteriza a estas regiones son las selvas medianas subperennifolias, las cuales ocupan una superficie de más de 2 millones de ha de vegetación primaria y aproximadamente 3 millones de ha de vegetación secundaria, lo que en conjunto representa el 2.8% de la superficie a nivel nacional (Tabla 7; INEGI, 2021c).



Tabla 7. Superficie de selva mediana subperennifolia a nivel nacional.

VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA) NACIONAL	%
Selva mediana subperennifolia	2,518,025	1.3%
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2,191,011	1.1%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	770,360	0.4%
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subperennifolia	8,156	0.004%
Total	5,487,552	2.8%

Fuente: INEGI (2021c).

A nivel nacional, estas selvas son fuente de recursos biológicos y servicios ambientales de provisión como madera, leña, plantas y animales, los cuales son indispensables para la subsistencia de comunidades rurales e indígenas; asimismo, son sustento de los procesos de funcionamiento de los ecosistemas, incluyendo servicios ambientales de soporte como el ciclo de nutrientes y agua, retención y formación de suelos, hábitat de la biodiversidad, así como servicios de regulación del clima, plagas y contención de potenciales vectores de enfermedades con potencial de pandemias.

En la Península de Yucatán las selvas húmedas tienen un papel fundamental en la contención de precipitaciones pluviales extraordinarias derivadas de tormentas tropicales y huracanes ya que están claramente adaptadas a un régimen climático que incluye perturbaciones frecuentes. Estas selvas son bastante resistentes a los daños de los huracanes, pero también son bastante resistentes cuando las perturbaciones, como los incendios, dan como resultado cambios importantes en la estructura, lo que también puede estar relacionado con la abundancia de diversas especies (Whigham *et al.*, 2003).

Diversos estudios en la zona han demostrado que hay pocos impactos directos a largo plazo de huracanes, excepto por una disminución en el área basal de la selva que persisten por años (Whigham *et al.*, 2003). Esto pudo ser corroborado durante los recorridos en campo, donde tanto en el polígono 2 como en el Polígono 1, se observaron árboles de diferentes edades y especies con claros impactos y afectaciones derivadas de fuertes vientos de tormentas tropicales y huracanes.

Sin embargo, los actuales procesos de deforestación y degradación, cambio de uso de suelo para ganadería y agricultura e infraestructura, han debilitado la capacidad de estos ecosistemas para brindar servicios ambientales, incluyendo la contención de estos fenómenos, lo que coloca a las selvas húmedas tropicales como uno de los ecosistemas con mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático (CONANP-PNUD, 2019).

A nivel regional, la selva mediana subperennifolia es la más extensa de las selvas, aunque se encuentra intercalada y en ecotono con otros tipos de vegetación (Ek, 2011). En este sentido, en la propuesta de APFF Jaguar la selva alta o mediana subperennifolia es el ecosistema dominante, sin embargo, también se presentan otros tipos de vegetación como selva alta o mediana perennifolia, selva baja subcaducifolia, selva mediana subperennifolia-Tasistal (asociación de *Acoelorrhaphes wrightii*), así como sibal (asociación de *Cladium jamaicense*) y manglar. Adicionalmente se encontraron zonas de suelo desnudo en recuperación y suelo desnudo inundable.

Dicha diversidad de ecosistemas tiene valor para la conservación a nivel local, regional y nacional ya que alberga



especies de flora y fauna que se encuentran en categorías de riesgo, tales como la palma cheet (*Coccothrinax readii*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y el jaguar (*Panthera onca*).

Por otro lado, en estos ecosistemas habitan especies importantes para la polinización de angiospermas. Este aspecto es fundamental tanto para la producción agrícola como para el mantenimiento de la biodiversidad de los ecosistemas de la región. Dentro de la propuesta de ANP Jaguar están registradas especies polinizadoras como el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*), el cual además es un importante dispersor de semillas. Otro grupo de especies polinizadoras, y que además son fundamentales para la producción de miel a nivel regional, son las abejas; de hecho, en las últimas décadas, la miel producida en la Península de Yucatán ha sido uno de los productos de gran importancia económica para la región y el país (Alfaro *et al.*, 2010). Asimismo, la producción de miel depende de múltiples especies de abejas nativas, europeas y africanizadas que visitan más de 100 especies de plantas de estos ecosistemas (Balvanera & Cotler, 2009). Es de relevancia destacar que en el ANP propuesta, se registran algunas especies de abejas como *Apis mellifera*, así como plantas de importancia melífera tales como chaca (*Bursera simaruba*), tajonal (*Viguiera dentata*) y tsalam (*Lysiloma latisiliquum*).

En otro sentido, los principales impactos directos sobre estos ecosistemas en la región son el cambio de uso de suelo para dedicarlo a agricultura o ganadería, así como el cambio climático que se prevé que ocasione condiciones más cálidas y secas, lo cual afectaría a estos ecosistemas. Otra amenaza evidente es la extracción desmedida de flora y fauna para tráfico ilegal, lo cual afecta la capacidad del ecosistema para mantener su funcionamiento y sus servicios ambientales. Por lo tanto, para conservar la biodiversidad, incluyendo a la selva mediana subperennifolia presente en la región, se han decretado Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal y municipal, lo cual es fundamental para la solución de problemas como la falta de recarga de mantos freáticos, disminución de la biodiversidad y erosión del suelo (Thomassiny y Chan, 2011).

D.1. CONTRIBUCIÓN DEL ÁREA ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

D.1.1) LAS ANP COMO SOLUCIONES AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las ANP además de proteger ecosistemas y especies, son soluciones naturales al cambio climático, ya que nos brindan protección contra eventos meteorológicos extremos, contribuyen de manera importante a la captura de carbono y mantienen los servicios ecosistémicos, como regulación de la temperatura, secuestro de carbono, provisión de agua, etc. Estos sitios representan una oportunidad para conservar el patrimonio natural de México, fortalecer la economía y mejorar el bienestar humano, lo que permite que las comunidades más vulnerables estén mejor preparadas para enfrentar las amenazas del cambio climático.

La protección de los ecosistemas, a través del decreto de nuevas ANP, coadyuvan a mantener o mejorar la calidad de los procesos ecológicos, dando como resultado espacios naturales con mayor capacidad de recuperación, que podrán amortiguar mejor los impactos del cambio climático y mantener los servicios ecosistémicos de los cuales depende la calidad de vida de las comunidades humanas que viven dentro y cerca de las ANP. Por otra parte, la creación de nuevas ANP favorece la conectividad del paisaje, atributo que permite que plantas y animales puedan migrar hacia sitios que tendrán características favorables para su supervivencia ante condiciones cambiantes que serán provocadas por el cambio climático. Además, las ANP constituyen la estrategia de gestión más efectiva para impedir el cambio de uso de suelo, con lo que se evita la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera.

Estos espacios no son los únicos instrumentos de conservación que cumplen estas funciones, sin embargo, ofrecen ventajas únicas, ya que tienen fronteras definidas, poseen claridad legal, cuentan con un amplio respaldo nacional e internacional, además de ser instrumentos efectivos y de bajo costo. El decreto y protección de las ANP contribuye a aumentar la capacidad de adaptación de los socioecosistemas y mitigar el cambio



climático, a través de los ecosistemas naturales, con la participación multisectorial coordinada en los distintos niveles de gobierno (CONANP, 2015).

D.1.2) CONTRIBUCIÓN DE LA PROPUESTA DEL APFF JAGUAR A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La mitigación del cambio climático a través de los ecosistemas en ANP implica evitar las pérdidas de carbono de los ecosistemas, por ejemplo, debido a incendios y degradación, así como el mantenimiento de la cobertura para la captación de carbono en suelo y biomasa (CICC, 2017). Los distintos tipos de ecosistemas de México cuentan con capacidad variada para capturar y almacenar carbono (Casiano-Domínguez *et al.*, 2018). Toda vez que la propuesta de APFF Jaguar cuenta con distintas coberturas de vegetación, en la Tabla 8 se presenta una estimación preliminar de la capacidad de almacenar carbono en biomasa aérea para los distintos tipos de cobertura vegetal de la propuesta de ANP respecto de los cuales Casiano-Domínguez y colaboradores (2018) reportan contenidos de carbono. Este valor es una primera aproximación al valor del área para la mitigación y es importante llevar a cabo estudios más detallados sobre la contribución a la mitigación que pueden tener los ecosistemas en la zona, incluyendo el estudio de contenido de carbono en suelo y biomasa muerta, con los que pudiera concluirse que existen diversos niveles de contenido de carbono almacenado. Además, será necesario realizar estudios para los tipos de vegetación para los que no se cuenta con alguna aproximación sobre su capacidad de almacenamiento de carbono. Aunado a esto, será importante conocer el estado de madurez de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, ya que un ecosistema en transición puede tener contenidos de carbono distintos a los de un ecosistema primario. En la Figura 36 se presenta el contenido de carbono que pueden tener las selvas medianas subperennifolias a lo largo de su desarrollo.

Tabla 8. Tipos de cobertura vegetal en la propuesta del APFF Jaguar y su potencial preliminar de almacenamiento de carbono en biomasa aérea con base en los valores de almacenamiento de carbono por ecosistema.

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	PORCENTAJE DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR OCUPADO POR EL TIPO DE COBERTURA	HECTÁREAS	POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO (TONELADAS)	EQUIVALENCIA EN PORCENTAJE DE EMISIONES PARA EL 2010 DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTIMACIÓN PRELIMINAR
Selva alta o mediana perennifolia	33.6	758.7	144,995	1.01%	Considerando el valor promedio de contenido de carbono por hectárea para selvas altas perennifolias de 80 años de edad.
Selva alta o mediana subperennifolia	48	1,085.3	97,677	0.68%	Considerando el valor promedio de contenido de carbono por hectárea para selvas medianas subperennifolias de 80 años de edad.



TIPO DE COBERTURA VEGETAL	PORCENTAJE DE LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR OCUPADO POR EL TIPO DE COBERTURA	HECTÁREAS	POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO (TONELADAS)	EQUIVALENCIA EN PORCENTAJE DE EMISIONES PARA EL 2010 DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTIMACIÓN PRELIMINAR
Selva baja subcaducifolia	11.4	256.7	20,536	0.14%	Considerando el valor promedio de contenido de carbono por hectárea para selvas bajas caducifolias de 60 años de edad.
Manglar	0.1	2.9	1,370.5	0.01%	Considerando el contenido promedio de carbono aéreo y en sustrato reportado en CCA (2016).

Fuente: Casiano-Domínguez y colaboradores, 2018.

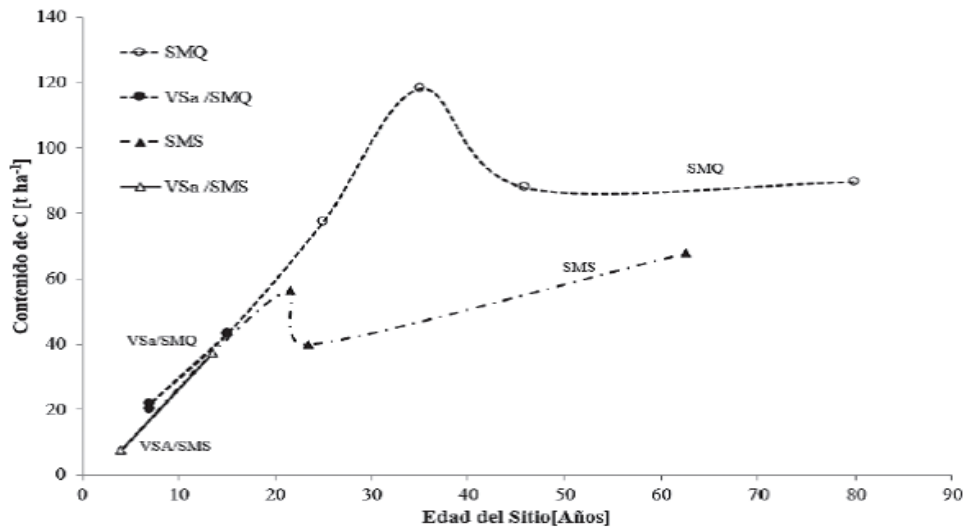


Figura 36. Contenido de carbono en cronosecuencias para vegetación primaria de selva mediana subperennifolia (SMQ); vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ); vegetación primaria de selva mediana subcaducifolia (SMS); vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia (VSa/SMS) (Casiano-Domínguez et al., 2018).

El decreto de esta nueva ANP también podría contribuir a prevenir los procesos de pérdida de cobertura vegetal, y por consiguiente del carbono almacenado, los cuales han significado una pérdida de 18 hectáreas de selva entre 2016 y 2020 dentro del polígono de la propuesta de ANP Jaguar, y que se pueden traducir en emisiones de gases de efecto invernadero. A su vez el ANP ayudará a limitar la presión general sobre los ecosistemas en el municipio de Tulum, donde se han perdido 1,571 hectáreas de selva entre 2016 y 2020 (CONAFOR, en prensa).



D.1.3) Contribución de la propuesta de APFF Jaguar para la adaptación ante el cambio climático

Los principales efectos climáticos sobre la población, la economía, los medios de vida, la infraestructura estratégica, el patrimonio cultural tangible y los ecosistemas que se han observado y podrían potenciarse con el cambio climático en la región donde se ubica la propuesta de ANP Jaguar se describen con detalle en la sección F.1 de este documento. En la Tabla 9 se presentan estas problemáticas y los principales servicios ecosistémicos de la propuesta de APFF Jaguar que podrían ayudar a reducir la vulnerabilidad ante las mismas. Los servicios ecosistémicos que se presentan fueron seleccionados a partir de los listados de Lhumeau y Cordero (2012), Prado-Beltrán (2012) y Locatelli (2016).

Tabla 9. Principales efectos climáticos observados y potenciales para los sistemas de interés ubicados en la región de Tulum y los servicios ecosistémicos seleccionados de los listados de Lhumeau y Cordero (2012), Prado-Beltrán (2012) y Locatelli (2016) con los que la propuesta de APFF puede contribuir a reducir la vulnerabilidad.

EFECTOS CLIMÁTICOS HISTÓRICOS Y POTENCIALES	SISTEMA DE INTERÉS	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA PROPUESTA DE APFF QUE PUEDE CONTRIBUIR A REDUCIR LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE INTERÉS ANTE LOS EFECTOS CLIMÁTICOS
Deshidratación por ondas de calor y sequías.	<ul style="list-style-type: none"> • Salud y seguridad de la población. 	<ul style="list-style-type: none"> • Captación de agua de lluvia. • Protección ante la evaporación de reservas de agua. • Regulación de la temperatura y humedad.
Golpe de calor.		<ul style="list-style-type: none"> • Regulación de la temperatura y humedad.
Defunciones y hospitalizaciones por ciclones tropicales (vientos fuertes, inundaciones y marejadas de tormenta).		<ul style="list-style-type: none"> • Barrera natural ante vientos, corrientes de agua y marejadas. • Infiltración de agua
Enfermedades infecciosas.		<ul style="list-style-type: none"> • Control biológico de vectores. • Aprovechamiento de plantas medicinales.
Daño y pérdida de infraestructura por ciclones tropicales (vientos fuertes, inundaciones y marejadas de tormenta).	<ul style="list-style-type: none"> • Salud y seguridad de la población. • Economía y medios de vida (principalmente turismo y comercio). • Infraestructura estratégica. • Patrimonio cultural tangible (zonas arqueológicas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrera natural ante vientos, corrientes de agua y marejadas. • Infiltración de agua.
Falta de disponibilidad del recurso hídrico por sequía e intrusión salina por aumento del nivel del mar.	<ul style="list-style-type: none"> • Salud y seguridad de la población. • Economía y medios de vida (principalmente turismo y comercio). 	<ul style="list-style-type: none"> • Captación de agua de lluvia. • Protección ante la evaporación de reservas de agua.

Fuente: Lhumeau y Cordero,2012; Prado-Beltrán,2012; Locatelli, 2016.



Tomando en cuenta dicha información, es posible decir que el establecimiento del APFF Jaguar aumenta la capacidad de conservar los servicios ecosistémicos clave que las selvas y humedales de la zona proporcionan a la población, sus actividades económicas, la infraestructura estratégica y las zonas arqueológicas de Tulum.

Además, el establecimiento de esta ANP contribuirá a que los ecosistemas de la región tengan mayor capacidad de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, ya que a través de la conservación se espera que los hábitats cuenten con mayor integridad en su estructura y función para proveer las condiciones necesarias para las distintas especies que los conforman, además de permitir así la conectividad con otros ecosistemas para favorecer el movimiento de las especies en un contexto de cambios en el clima (Mansourian *et al.*, 2009). A su vez, los ecosistemas en buen estado de conservación pueden tener mayor capacidad de recuperarse de eventos como las sequías, ciclones tropicales, proliferación de plagas y enfermedades e incendios forestales, aunque por su diversidad de especies sensibles a perturbaciones pueden tener una menor resistencia, por lo que es importante la conectividad entre áreas para facilitar el movimiento de estas especies (Côté y Darling, 2010).

E) ANTECEDENTES DE PROTECCIÓN DEL ÁREA

En el estado de Quintana Roo hay 37 áreas naturales protegidas (Figura 37) 18 federales por decreto, 8 federales destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC), 10 estatales y 1 municipal, que cubren más de 1 millón de hectáreas (terrestres) y representan aproximadamente el 22% de la superficie del estado (Tabla 10). Todos sus municipios contienen por lo menos un ANP en las que están representados ecosistemas de alto valor ecológico: selvas, humedales, dunas costeras, arrecifes, sistemas de cuevas y cavernas (Pozo, *et al.*, 2011; INEGI, 2017; CONANP, 2022).

En la propuesta de área natural protegida APFF Jaguar, no se ubican antecedentes de protección, sin embargo, colinda 1.18 km en su polígono sur con el Parque Nacional Tulum, en la que destaca la protección y conservación de ecosistemas como selva perennifolia, manglar, vegetación halófila y especies de fauna como el ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*), jaguarundi, (*Puma yagouaroundi*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado cabrito (*Mazama americana*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), sereque, guaqueque (*Dasyprocta punctata*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), puercoespín (*Sphiggurus mexicanus*), loro yucateco (*Amazona xantholora*), calandria dorso naranja (*Icterus auratus*) y loro yucateco (*Amazona xantholora*).

Tabla 10. Áreas Naturales Protegidas en el estado de Quintana Roo.

No.	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIOS	SUPERFICIE (HA)	DECRETO/CERTIFICADO
FEDERALES POR DECRETO					
1	APFF	Bala'an K'aax	Bacalar y José María Morelos	128,390.1554	03/05/2005
2	PN	Costa Occ. de I. Mujeres, Pta. Cancún y Pta. Nizuc	Isla Mujeres y Benito Juárez	8,673.06	07/06/2000
3	PN	Isla Contoy	Isla Mujeres	5,126.2595	02/02/1998
4	APFF	Manglares de Nichupté	Benito Juárez	4,257.4985	26/02/2008
5	APFF	Otoch Ma'ax Yetel Kooh	Solidaridad y Lázaro Cárdenas	5,367.42	05/06/2002
6	RB	Tiburón Ballena	Frente a las costas del norte de Quintana Roo	145,988.1361	05/06/2009
7	PN	Tulum	Tulum	664.32	23/04/1981
8	APFF	Yum Balam	Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres	154,052.25	06/06/1994



No.	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIOS	SUPERFICIE (HA)	DECRETO/ CERTIFICADO
9	RB	Arrecifes de Sian Ka'an	Felipe Carrillo Puerto y Tulum	34,927.1584	02/02/1998
10	RB	Sian Ka'an	Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad y Bacalar	528,147.6680	07/06/2000
11	APFF	Uaymil	Felipe Carrillo Puerto y Bacalar	89,118.15	17/11/1994
12	PN	Arrecifes de Xcalak	Costa caribe de Othón P. Blanco	17,949.4562	27/11/2000
13	SANT	Playa de la Isla Contoy	Isla Mujeres	10.21	16/07/2002
14	PN	Arrecifes de Cozumel	Cozumel	11,987.88	07/06/2000
15	RB	Banco Chinchorro	Frente a las costas de Othón P. Blanco	144,360.00	19/07/1996
16	APFF	La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	Cozumel	37,829.17	25/09/2012
17	PN	Arrecife de Puerto Morelos	Benito Juárez	9,066.63	02/02/1998
18	RB	Caribe Mexicano	Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco	5,754,055.36	07/12/2016
ADVC FEDERALES					
19	ADVC	Reserva Ecológica El Edén	Lázaro Cárdenas	1,540.9525	2007
20	ADVC	Zona de Conservación de Puerta del Mar	Benito Juárez	2.3	2008
21	ADVC	Much Kanan K'aax	Felipe Carrillo Puerto	1,230	2010
22	ADVC	Huub'Sak	Othón P. Blanco	50	2010
23	ADVC	Reserva Privada Moon Palace	Benito Juárez	315.7310	2013
24	ADVC	Las Gatas	Puerto Morelos	61.3683982	2016
25	ADVC	Biól. Julio Berdegué Aznar	Puerto Morelos	23.10	2018
26	ADVC	Ejido Laguna Om	Othón P. Blanco	35,000	2019
ESTATALES					
27	PN*	Laguna Chankanaab	Cozumel	13.647438	26/09/1983
28	PU*	Parque Kabah	Benito Juárez	41.49	10/11/1995
29	ZSCE	Santuario de la Tortuga Marina, Xcacel-Xcacelito	Tulum	362.10	21/02/1998
30	ZSCE	Refugio Estatal de Flora y Fauna Sistema Lagunar Chacmochuch	Benito Juárez e Isla Mujeres	1,914.52	09/08/1999
31	ZSCE	Laguna Manatí	Benito Juárez	202.99	09/08/1999
32	ZSCE	Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal	Othón P. Blanco	277,733.67	08/04/2008
33	ZSCE	Selvas y Humedales de Cozumel	Cozumel	19,846.45	01/04/2011
34	REE	Sistema Lagunar Chichankanab	José María Morelos	11,609.73	01/04/2011
35	PEE	Parque Laguna de Bacalar	Bacalar	5.37	01/04/2011
36	ZSCE	Refugio Estatal de Flora y Fauna Laguna Colombia	Cozumel	1,130.643899	07/04/2011
MUNICIPALES					
37	RM	Omligo verde	Benito Juárez	4.064467	22/10/2012

Fuente: Federales. RB: Reserva de la Biosfera; APFF: Área de Protección de Flora y Fauna; PN: Parque Nacional; SANT: Santuario.

Estatales: PN*: Parque Natural; PU*: Parque Urbano; PEE: Parque Ecológico Estatal; ZSCE: Zona Sujeta a Conservación Ecológica. * Parque Ecológico Estatal de conformidad con la Ley vigente. Municipales: RM: Reserva Municipal.



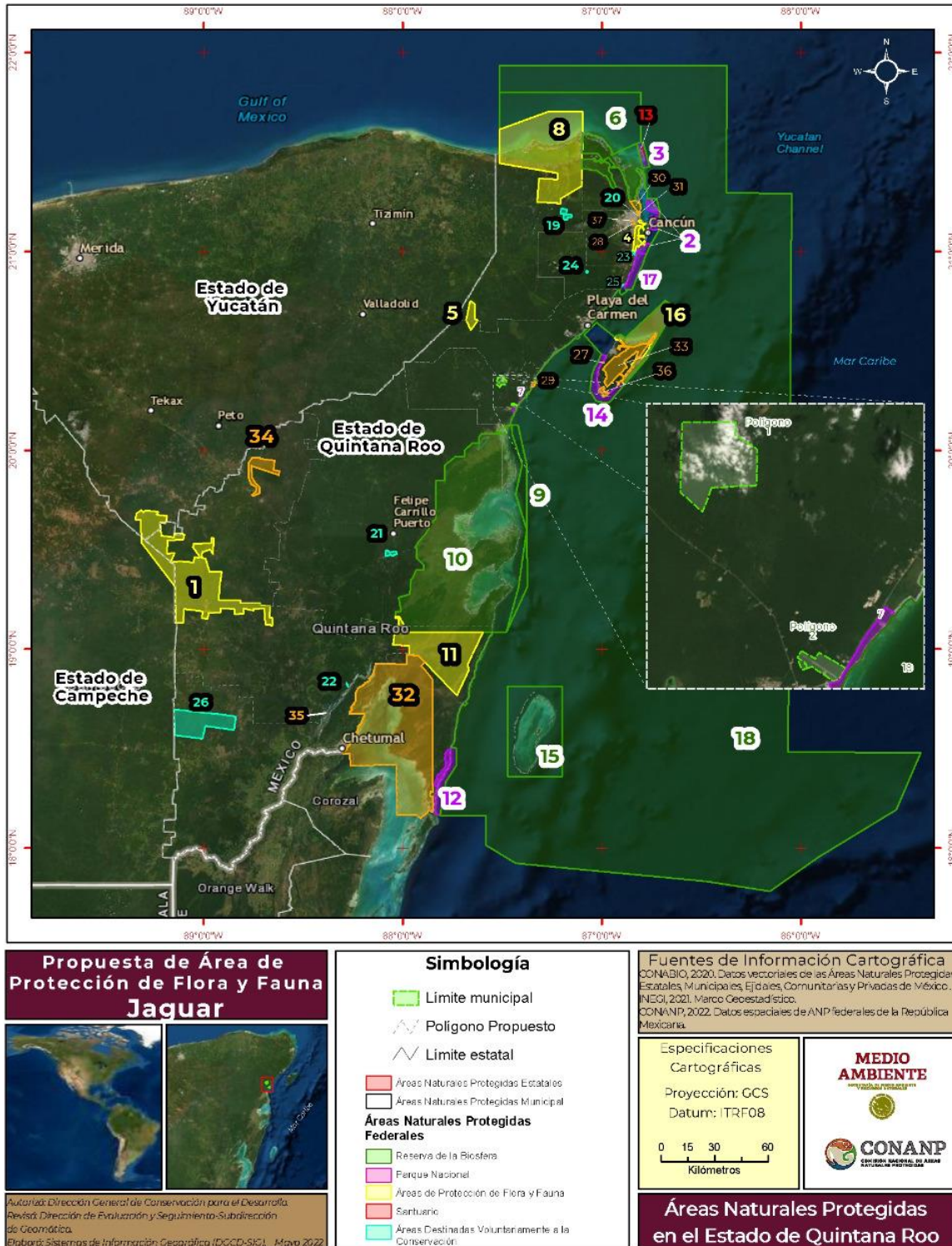


Figura 37. Áreas naturales protegidas en el estado de Quintana Roo (numeración conforme a la Tabla 10).

F) UBICACIÓN RESPECTO A LOS SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DETERMINADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.

En la propuesta de APFF Jaguar convergen diversos estudios de regionalización biótica realizados por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad en coordinación con diferentes instituciones (Figura 38), conforme a lo siguiente:

- Región Hidrológica Prioritaria 107, Cenotes Tulum – Cobá, es una de las siete regiones que se ubican en el estado de Quintana Roo y a su vez converge con la propuesta de APFF Jaguar. Esta región presenta selva mediana subperennifolia en donde se desarrollan especies de flora principalmente de las familias Fabaceae, Poaceae y Euphorbiaceae; y fauna de origen neotropical como primates y felinos en el caso de los mamíferos, así como rapaces y psitácidos para las aves, entre otras. También, en esta región existen dos recursos hídricos principales, los lénticos (cenotes) y los lóticos (sistema de aguas subterráneas). Como principal problemática se ha identificado la modificación del entorno por un turismo desordenado y deforestación, contaminación por aguas residuales, e introducción de especies exóticas (Arriaga *et al.*, 2002).
- Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad. La propuesta de ANP es coincidente con dos sitios, de prioridad extrema y media, los cuales están asociados a un cuerpo de agua ubicado a 300 metros aproximadamente al noroeste del polígono 2 (INEGI, 2018), en tanto que, en las cercanías del Polígono 1, a unos 1,500 metros al noreste se ubican dos pequeños cuerpos de agua perennes (INEGI, 2016). Estos elementos hidrológicos son de relevancia para el ANP pues de ellos depende el acceso al agua para la fauna silvestre, así como el consumo humano (CONABIO-CONANP, 2010).
- Sitios Prioritarios para la Restauración. Estos sitios representan áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de la biodiversidad que albergan, así como las funciones ecológicas que los mantienen y los bienes y servicios ecosistémicos que proveen, además de contribuir a incrementar la conectividad ecológica y la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables ante diversos factores del cambio global. El polígono 2 es coincidente con un sitio de prioridad extrema (CONABIO, 2016a).
- Sitios para la Atención Prioritaria, fueron diseñados considerando los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad de ambientes terrestres, acuáticos epicontinentales y costeros, la representatividad ecorregional y otras variables para identificar los espacios naturales en buen estado de conservación que cuentan con una elevada diversidad biológica y que albergan especies de distribución restringida, endémicas y amenazadas, así como ecosistemas vulnerables y adyacentes a las áreas protegidas. El Polígono 1 es coincidente con dos sitios de prioridad alta y dos de media (CONABIO, 2016b).



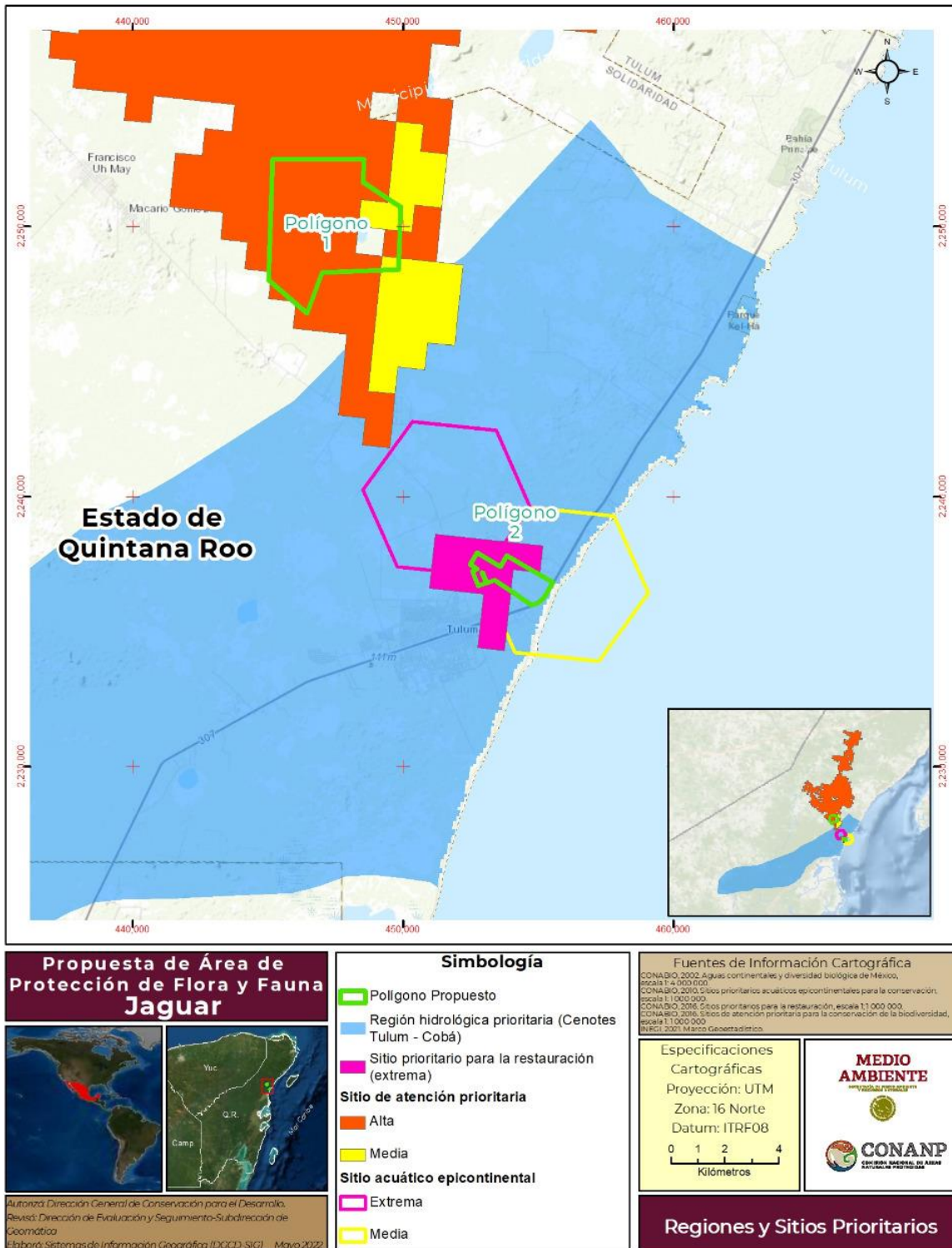


Figura 38. Regiones y sitios prioritarios coincidentes con la propuesta el APFF Jaguar.



DESIGNACIONES INTERNACIONALES

México alberga diversos sitios que son reconocidos internacionalmente por características singulares, ya sean espacios naturales con buen estado de conservación de los ecosistemas; áreas con valor cultural histórico; ciudades con arquitectura que integran el urbanismo, la arquitectura, la ingeniería, el paisajismo y las bellas artes, entre otras.

En este sentido, en el estado de Quintana Roo existen catorce sitios con la designación internacional de Ramsar, tratándose de áreas que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, relevantes para la conservación de la diversidad biológica. Entre ellos se encuentran Sian Ka'an, Arrecifes de Cozumel, Otoh Ma'ax Yetel Kooh (The Ramsar Convention, 2022).

El Programa para el Hombre y la Biosfera (MaB), busca promover, entre otras cosas, en las Reservas de Biosfera la investigación acerca de protección y conservación, valoración de la biodiversidad, conocimiento y manejo de la información y diversificación del uso. Al respecto, en el estado de Quintana Roo hay seis sitios con esta designación internacional, entre ellos Banco Sian Ka'an, Región de Calakmul y Arrecifes de Cozumel (Figura 39; CONANP, 2022c).

En la propuesta de APFF Jaguar la designación internacional más próxima es el Sitio Ramsar Playa Sian Ka'an, ubicado a 10 kilómetros al sur del Polígono 2. No obstante, por la influencia de los diversos objetos de conservación de la propuesta de ANP como el humedal, se podría promover un Sitio Ramsar.



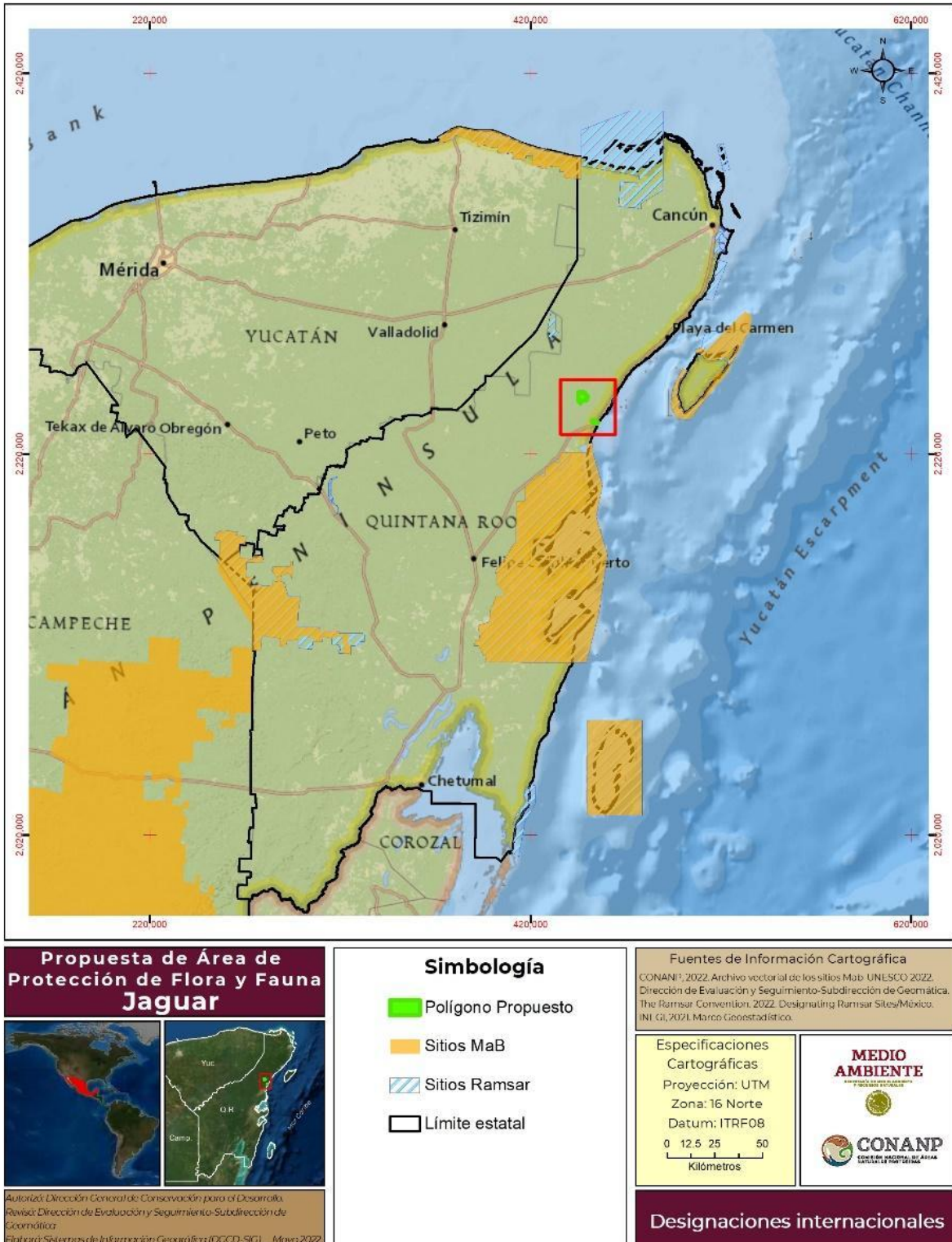


Figura 39. Sitios con designaciones internacionales adyacentes a la propuesta de APFF Jaguar.



III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

A) CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS Y CULTURALES

Los mayas históricos, que hoy animan nuestra imaginación como una de las culturas más sobresalientes de la humanidad, ocuparon una vasta región que actualmente corresponde a varios países de Centroamérica: Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras y los estados mexicanos de Chiapas, Tabasco, Campeche, Quintana Roo y Yucatán; una extensión cercana a 450 000 km². Este territorio comprende diferentes climas, distintos entornos vegetales y un variado relieve. Resultado de esta variedad ambiental fue la pluralidad cultural de los mayas que observamos a través de los siglos y que ha prevalecido hasta nuestros días. La hoy denominada Área Maya puede dividirse, de manera general, en cuatro regiones (Figura 40).



Figura 40. Las cuatro principales regiones históricas de la cultura maya.
Fuente: adaptación a la ilustración de Montero, 2013.

El área de interés que corresponde al APFF Jaguar ocupa las “Tierras Bajas del Norte”. Hace 20 mil años está área fue habitada por grupos dispersos de cazadores-recolectores que aprovecharon las cuevas del entorno como refugio. Pero esta región no tuvo auge sino hasta finales del Clásico con las ciudades del Puuc y Cobá en la costa oriental. Posteriormente, durante el Posclásico el territorio fue ocupado por los itzáes y otros grupos del exterior (Figura 41), lo que convirtió sus costas en importantes puertos comerciales como es el caso de Tulum dentro del área natural protegida administrada por la CONANP.



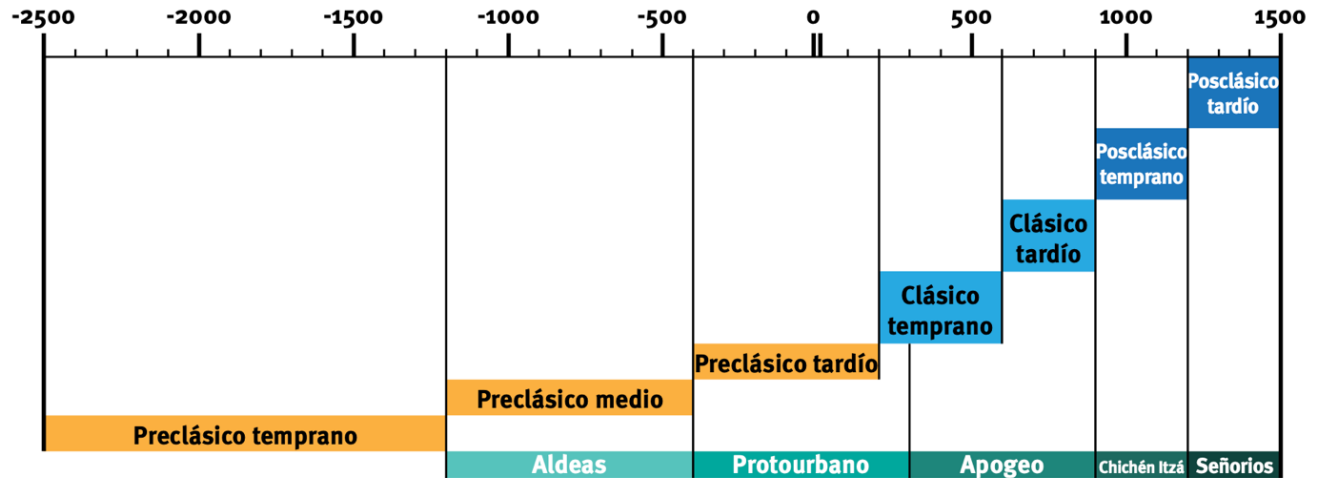


Figura 41. Podemos considerar que hasta el presente contamos con 2,500 años de tradición maya, partiendo desde el Preclásico Medio, como vemos en esta gráfica. Cada generación a lo largo de la historia aportó tal cantidad de expresiones materiales que no es posible hablar de lo maya como si se tratara de una sola cultura, sino como un crisol de manifestaciones humanas (Montero, 2013).

Considerando el nombre del área propuesta “APPF Jaguar”, es interesante asumir una breve reflexión histórica cultural de este gran felino. El jaguar, es un ser enigmático que habita el área selvática entre los sitios arqueológicos de Tulum y Cobá. Esta especie remite mitológicamente al principio y al fin de los tiempos, así como al mundo oscuro en el que habita y del que es amo y señor. Sus múltiples y variadas representaciones prehispánicas, así como su presencia en fiestas y relatos es característico de los pueblos mayas actuales y ancestrales.

En la cosmovisión mesoamericana el jaguar representa la bipolaridad del cosmos, a él le corresponde originalmente, por sus hábitos, el inframundo, lo femenino, el reino de la oscuridad y de la noche. Este gran felino americano guarda un estrecho vínculo con las deidades asociadas al inframundo, al sector subterráneo que corresponde a las cuevas, el interior de los montes y; en ocasiones, la espesura de las selvas. Así, ejerce su hegemonía tanto en la tierra como debajo de ella, al igual que, durante la noche, en el cielo. Por tanto, es un animal poderoso y peligroso y maneja formas de conocimiento o saberes que corresponden a los poderes subterráneos donde radican fuerzas y espíritus que están fuera del control humano (Valverde, 2011).

Es probable que entre los mayas la representación gráfica de *huilz*, que significa montaña, corresponda precisamente a una esquematización de la cara del felino con las fauces abiertas, a manera de entrada a una cueva donde los colmillos corresponden a estalactitas y estalagmitas, pues finalmente las cuevas en su medio natural son su morada. Según Montero (2004) es una tradición iconográfica que vemos desde el Preclásico con los olmecas en el Altar IV de La Venta (Figura 42).





Figura 42. Altar IV de La Venta. En la figura un personaje-chamán o sacerdote-sentado en la boca de una cueva jaguar (Montero, 2011).

Comúnmente se pensaba que los jaguares que atravesaban la oscuridad se tragaban a los astros privando a los hombres de su luz. Era el felino, que en este caso encarnaba las fuerzas y los poderes destructivos de la oscuridad, esta agresividad desencadenada, que devoraba a los cuerpos celestes, tanto a la Luna como al Sol, durante los eclipses.

Actualmente, en la Península de Yucatán, una de las funciones de los balamoob -los jaguares- es proteger a los hombres durante las sombras, ya que en estos periodos críticos es cuando se hace posible y necesaria su presencia y su acción.

Es en este sentido, que se propone como emblema para el APFF Jaguar, una imagen de este gran felino que se presenta en la página 8, del Códice de Dresde, este documento realizado hace mil años en las Tierras Bajas del Norte (Península de Yucatán), en donde se ubica el área propuesta. El jaguar en posición sedente y con sus garras rampantes denota su señorío; es por demás sugestivo su tocado de flor, una excelente alegoría a la naturaleza que se vincula al discurso cultural ancestral articulado con el medio ambiente, pues la flor de su cabeza es una planta acuática que bien define el área propuesta que muestra diferentes lagunas. Según la interpretación que hace del Códice de Dresde, Eric Thompson, el jaguar así representado es símbolo de buen augurio y abundancia de maíz. El tocado floral del jaguar en la simbología maya según algunos investigadores corresponde a la ninfea o lirio acuático denominada *naab* en maya yucateco, palabra que se traduce también como lago o mar (Figura 43).





Figura 43. Jaguar de Lirio Acuático GIII, por su advocación solar en el Códice de Dresde, página 8.

A.1) Historia del área

La presencia humana en la Península de Yucatán se remonta a finales del Pleistoceno, hace 20 mil años. En aquel periodo el suelo kárstico de la región ofrecía gran cantidad de cuevas, muchas de ellas fueron utilizadas como refugios y como depósitos funerarios, como lo demuestra la presencia de restos humanos y carbón de madera que sugiere hogueras en su interior. Las osamentas procedentes de estas cuevas, por cierto hoy inundadas como resultado del deshielo de los mares una vez culminada la última glaciación, fueron fechadas 14,500 a 8,000 años antes del presente, los hallazgos prehistóricos en las proximidades del APFF Jaguar se han realizado en las siguientes cavidades, algunas de ellas inundadas:

- Cueva de Naharón, se cuenta con un esqueleto femenino fechado por radiocarbono 14 con 14,500 años antes del presente.
- Cueva de Las Palmas. Se ha registrado un entierro que corresponde a un esqueleto femenino en posición de cúbito lateral izquierdo con antigüedad de 10,000 años antes del presente que, por cierto, en su fisonomía no corresponde con las características de las poblaciones indígenas mesoamericanas, ni con los pobladores más antiguos de América, como los paleoamericanos y los amerindios. Por el contrario, se asemeja más a la población del sureste asiático.
- Cueva El Templo, se trata de la osamenta de un hombre de 25 a 30 años de edad. La posición en la que fue encontrado hace pensar que no corresponde a un rito funerario, sino más bien a un individuo que se extravió al interior de la cueva. La forma y tamaño de su cráneo difieren al de la mujer de Naharón y al de Las Palmas. La diferencia en los rasgos ha orientado a los antropólogos físicos a considerar diferentes oleadas de población al continente americano, pues son distintas fisionómicamente y, por ello, procedentes de lugares diferentes del continente asiático. En la cueva se encontraron restos de



una fogata, que al estudiarlos y fecharlos arrojaron una antigüedad de 9000 años antes del presente. Estos primeros hombres no están vinculados directamente con los mayas precolombinos ni actuales, porque en estricto sentido antropológico son los antepasados de todos los americanos.

- Cueva Chan Hol, osamenta masculina con una antigüedad estimada de 10,000 años antes del presente.

Como en el caso de la Cueva de Las Palmas, a las demás evidencias, no se les puede asignar una filiación maya, como ya se apuntó; al parecer se trata de grupos nómadas que subsistían de la caza y la recolección. Éstos fueron arribando a la Península de Yucatán paulatinamente; la característica de estas comunidades fue su movilidad para aprovechar los recursos, pues dependiendo de las estaciones del año estos establecían campamentos temporales en cuevas y abrigos rocosos (Figura 44). En la Península de Yucatán, estos grupos explotaron también los recursos marinos; sin embargo, poco a poco la domesticación de las plantas, especialmente del maíz, tuvo resultados provechosos que finalmente los hicieron sedentarios, dando origen a pequeñas aldeas agrícolas. A partir de este momento comenzó la especialización en otras actividades que permitieron, siglos después, el esplendor de la civilización maya.

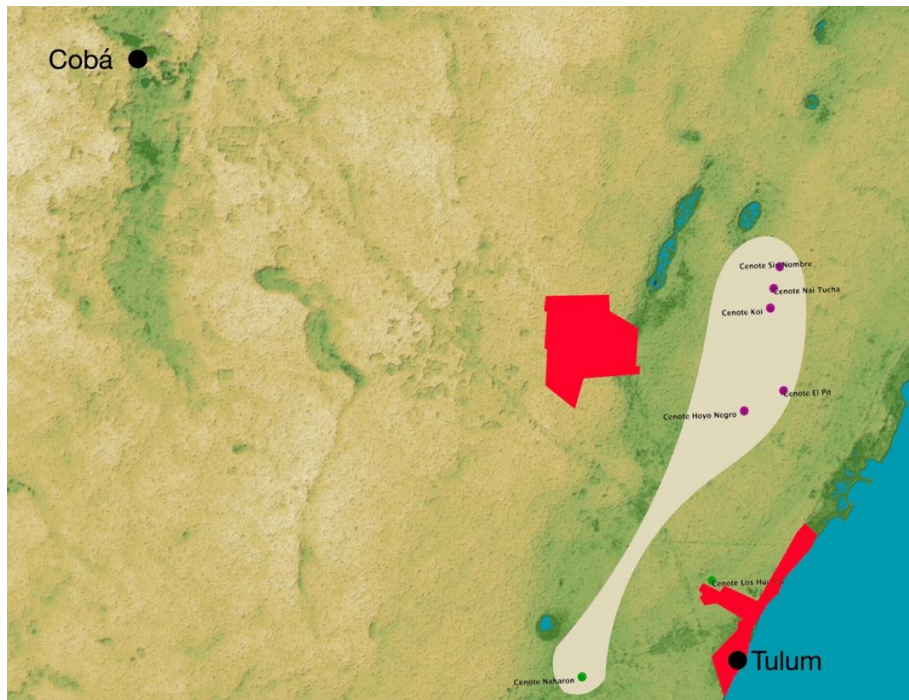


Figura 44. El área de nuestro interés destacando en color rojo el espacio que corresponde al APFF Jaguar y el PN Tulum, entre los sitios arqueológicos de Cobá y Tulum. En color beige la zona que comprende los hallazgos arqueológicos prehistóricos con los cenotes Montero-CONANP, 2022.

El período Protomaya, es la definición para los mayas más antiguos, comprende una dinámica cultural que para el año 2200 a. C. marca una migración de hablantes de protomaya al noroeste, lo que dio origen al protohuasteco; posteriormente los hablantes de protoyucateco migraron hacia la Península de Yucatán, hacia el año 1600 a. C. Durante las constantes migraciones se produjeron contactos con hablantes de lenguas mixe-zoque, posiblemente olmecas, lo cual explica la influencia no sólo lingüística, sino intelectual y cultural de la cultura madre en el Área Maya.



Unos mil años a. C. durante el Preclásico Medio, una vez lograda la producción estable de alimentos gracias a la agricultura, comenzó a configurarse lo propiamente maya, son los albores de la civilización en la región; se observa un crecimiento demográfico y una organización social simple basada en la división del trabajo. Con el paso del tiempo y el perfeccionamiento de las técnicas agrícolas, los habitantes de la región desarrollaron estrategias para ganar tierras de cultivo en territorios mayormente selváticos. Una de las técnicas utilizadas, y que aún se practica, consiste en desmontar terrenos para luego quemar ahí mismo la materia orgánica y así “nutrir” la tierra, para posteriormente sembrar: se trata del tradicional sistema de roza, tumba y quema. Debido a las condiciones del suelo kárstico del área de nuestro interés, una parcela sólo podía ser sembrada por tres o cuatro años consecutivos y luego era necesario dejarla reposar durante un periodo similar antes de volver a utilizarla. En otras regiones del área también se valieron de parcelas que organizaban en un sistema de terrazas con canales de drenaje e irrigación para controlar la humedad y la erosión.

Durante el Preclásico Tardío, entre los años 350 a. C. al 250 d. C., durante este periodo la sociedad maya se organizó jerárquicamente, se establecieron clases sociales y se promovió la especialización del trabajo, dando origen a relevantes avances culturales como la escritura. La diversificación de la estructura económica, social y política se manifestó en la construcción de las primeras ciudades con templos, plazas, palacios y otros espacios destinados a funciones públicas.

Para el período Clásico, entre los años 250 al 600 d. C., se consolidan centros de poder, es la fase de mayor prosperidad y crecimiento económico. Se establecieron nexos políticos, religiosos y comerciales con la lejana ciudad de Teotihuacán en el Altiplano. Entre los años 250 y 550 d. C., Coba empieza a tomar hegemonía de la región; las expansiones territoriales crearon un ambiente de rivalidad y competencia que los condujo a continuas guerras. Cada Estado maya estaba regido por un gobierno dinástico cuya genealogía se remontaba a los antepasados divinos, de esta manera solamente algunas familias tenían acceso a los altos mandos, heredados por lazos de parentesco. Cada dinastía poseía el control de un territorio más o menos definido, por lo cual durante las guerras los territorios conquistados no siempre se anexaban al del vencedor, sino que seguían siendo Estados autónomos, pero sujetos al gobierno dominante. La historia política de los mayas puede entenderse como una compleja red de relaciones personales y familiares establecidas entre dinastías en continua competencia. Asimismo, se implementó el uso de la cuenta larga, con la cual se llevó a cabo un registro histórico de los acontecimientos importantes de aquellas sociedades (Figura 45). Gracias a este sistema, aquellos hechos históricos han llegado a ser de nuestro conocimiento.





Figura 45. Glifos mayas calendáricos que corresponden a la cuenta larga y un gobernante comprende la iconografía esencial de este monumento que es una estela de piedra, junto a la pirámide de Nohoc Mul en Cobá.

El Clásico tardío entre los años 600 al 800 d. C., se caracteriza por el crecimiento de los centros ceremoniales, así como su proliferación y la intensificación del intercambio comercial, tanto de materias primas como de productos artesanales, lo que en conjunto repercute en el auge regional de la economía. La arquitectura, así como las artes, alcanzan su máximo esplendor. Es la cumbre de la civilización maya y también, en contraste, el momento de su repentina decadencia. Al respecto existe una variedad de hipótesis que parten de la premisa de que fue una suma de factores lo que propició el abandono de las grandes ciudades que sin duda apunta a un colapso ambiental y social. Sucede que el territorio no era gobernado por un poder hegemónico; varios centros controlaban pequeños territorios, lo cual ocasionó luchas de poder entre un grupo y otro. Por otro lado, tras una época de prosperidad la población se multiplicó y la demanda de alimentos fue creciente, de manera que fue necesaria la deforestación de grandes extensiones de selva y esto provocó un desequilibrio ambiental. Se habla de una gran sequía que contribuyó al agotamiento de las fuentes de agua. Es posible que esta crisis ambiental haya generado conflictos entre las ciudades-estado que desencadenaron en la decadencia de esta cultura.

Entre los años 800 al 900 d. C. el colapso maya es total en la región sur. Para algunos es un caso enigmático, pero estudios recientes apuntan como ya se mencionó a un desequilibrio ambiental acentuado por una sequía, lo cual provocó una marcada crisis sociopolítica que es evidente por el cese en la construcción de edificios monumentales y en la costumbre de erigir estelas, así como en producir e intercambiar cerámica policroma y el abandono de la mayoría de las hasta entonces pujantes ciudades mayas. La región de nuestro interés en la



costa del Caribe soportó mejor esta crisis de tal suerte que migraciones de las tierras del sur fortalecieron la región. De cualquier forma, este suceso es muy importante, porque es una lección que nos ofrece la historia de cómo una civilización colapsa ante una crisis ambiental: entendamos que el equilibrio de la selva es muy delicado frente al desbaste y que la carencia de agua es una tragedia que no siempre puede una sociedad solventar.

La civilización maya colapsó, pero no desapareció, y mucho menos en el área propuesta, para el período Posclásico temprano entre los años 1000 al 1250 d. C., Chichén Itzá se convirtió en un centro rector y durante casi dos siglos mantuvo la hegemonía en toda la Península de Yucatán, hecho sin precedentes en la historia maya, a diferencia de los periodos anteriores en los cuales había más de dos centros de poder contrapuestos. El comercio marítimo hizo prosperar a los asentamientos costeros como Tulum. En Cozumel e Isla Cerritos, los itzaes extendieron sus redes comerciales por el Golfo de México y el Caribe hasta Centroamérica. Estas redes eran tan extensas que entre los objetos ofrendados en el Cenote Sagrado de Chichén Itzá se encontraron materiales suntuosos traídos de lugares lejanos como figurillas y discos de oro procedentes de Panamá. Por otra parte, tenemos registros en el área de mosaicos de turquesa importados de Norteamérica, y destacan también, entre otros productos, la piedra verde, las conchas y los caracoles preciosos originarios del Pacífico. Es sobresaliente la influencia tolteca que desde el Altiplano Central de México se manifiesta, especialmente en la arquitectura y la escultura como apreciamos en Tulum y en Chichén Itzá con la introducción del culto a Kukulcán, la Serpiente Emplumada.

Para el Posclásico tardío entre los años 1250 al 1517 d. C. cae Chichén Itzá, los cocom se posicionaron como la nueva fuerza gobernante y ejercieron su poder durante dos siglos desde la ciudad amurallada de Mayapán. Sin embargo, la orgullosa ciudad también encontró su final hacia el año 1441 d. C. cuando, según las fuentes, los cocom se aliaron con grupos del centro de México, con lo cual provocaron el descontento de sus aliados locales, los tutul xiu, quienes encabezaron una rebelión que puso fin a Mayapán. Los tutul xiu derrotaron a los cocom y establecieron la nueva capital regional, esta vez en Maní. A partir de ese momento se dieron importantes cambios en la organización política de los mayas, ya que Maní nunca logró consolidarse como una capital dominante. Los pueblos mayas de la península se organizaron en señoríos independientes con alianzas de parentesco para lograr una relativa unidad territorial; sin embargo, estuvieron en constante competencia por el dominio de las redes comerciales. El señorío de Ecab pudo haberse posicionado como la entidad política dominante, pues contaba con una buena cantidad de puertos comerciales en la costa del Caribe, entre los que destacan Cozumel, Tulum, Xcaret e Ichpaatún. No obstante, su poderío nunca pudo consolidarse debido a la llegada de los españoles y el desequilibrio que la guerra de conquista trajo consigo.

Para el siglo XVI, la invasión europea modificó drásticamente a la región. Hacia 1511, ocho náufragos de la expedición al Darién, de Vasco Núñez de Balboa llegaron a las costas de Cozumel; fueron los primeros europeos en tener contacto con los mayas, pero no todos sobrevivieron, sólo Jerónimo de Aguilar y Gonzalo Guerrero, fueron protagonistas de los primeros intercambios entre las dos culturas; después de ocho años llegaron a conocer bien las costumbres y lengua maya. Para 1519, la expedición de Hernán Cortés llegó a esta costa y buscó reclutarlos para sus intereses. La respuesta que cada uno ofreció a Cortés es una de las historias más pintorescas y controvertidas que podamos hallar para inicios del siglo XVI en la región.

Pero antes de que Cortés llegara a estas costas, en 1517 Francisco Hernández de Córdoba ya había realizado un reconocimiento por el litoral de la península; un año después, la expedición de Juan de Grijalva avistó los puertos mayas de la Costa Oriental; sus relatos inspiraron a Hernán Cortés para llevar a cabo su arriesgada empresa de conquista entre 1519 y 1521. Sin embargo, no es sino hasta 1527 cuando se da comienzo a la conquista de la Península de Yucatán con la expedición organizada por Diego Velázquez, entonces gobernador de Cuba,



quien puso al mando a los capitanes Juan de Grijalva, Francisco de Montejo, Alonso Dávila y Pedro de Alvarado. Cuando los españoles arribaron por tierra a la región, encontraron un territorio dividido que carecía de cohesión política, por lo que aplicaron la estrategia de someter a los indígenas por pequeñas regiones de forma paulatina. Campeche y Mérida fueron fundadas en 1540 y 1542, respectivamente. No obstante, tuvieron que pasar más de 150 años antes de que los españoles dominaran por completo el Área Maya, hasta la caída del último reducto en Tayasal, Guatemala, para 1697.

Después de la segunda mitad del siglo XVI, los pueblos indígenas fueron sometidos lentamente, experimentando paulatinas pero constantes transformaciones dentro de su organización social, política y religiosa. Un buen ejemplo de este proceso son los libros escritos en lengua maya, pero con caracteres latinos de los siglos XVI al XVIII, denominados *Chilam Balam*, a los que se agrega el nombre de la población en donde fueron escritos.

Con el paso del tiempo, en la región de nuestro interés los mayas se fueron concentrando bajo el poder de la aristocracia de la villa de Valladolid y de Mérida, donde los encomenderos controlaban la producción ganadera y agrícola, así como el comercio. Durante la segunda mitad del siglo XIX, las haciendas maicero-ganaderas establecidas desde el virreinato dedicaron sus esfuerzos a la producción del henequén, promoviendo así de manera extraordinaria el desarrollo económico de la región, pero beneficiando solamente a un sector de la sociedad. Las diferencias de las que se venían dando desde el virreinato, aunadas a las injusticias que sufrían los indígenas, desembocaron hacia 1847 en la Guerra de Castas, que obligó a la naciente República de Yucatán a reincorporarse a México para sofocar la rebelión indígena que, por cierto, no fue del todo contenida sino hasta 1901. La República de Yucatán fue la consecuencia de un movimiento secesionista en respuesta a la política centralista del gobierno de Santa Anna; abarcó los actuales estados mexicanos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Ya en tiempos modernos, en octubre de 1974, Quintana Roo se convirtió en un estado libre y soberano que ya no dependía de la Federación; esto promovió el desarrollo turístico en la Costa Oriental. El turismo se incrementó a través de los años con la inversión extranjera, lo que permitió el desarrollo de Cancún y, hacia 1999, de la denominada Riviera Maya. El fortalecimiento de la actividad turística ha beneficiado no sólo a la península, sino a todo México, que es el principal destino turístico de toda América Latina y el décimo más visitado de todo el mundo. Una de las principales atracciones de la región son las ruinas antiguas de la cultura maya que en nuestro caso son Tulum y Cobá por ser las más próximas al APFF Jaguar, estos sitios arqueológicos entre los más importantes de la Península de Yucatán son visitados por miles de turistas.

Lamentablemente, en la actualidad las etnias mayas se encuentran marginadas, no obstante que son los herederos de la gran riqueza natural de la región y de la prodigiosa civilización maya. Constantemente son despojados con artimañas de sus tierras, cenotes y propiedades por la voracidad de las empresas turísticas controladas por agentes externos a la región.

Sin embargo, el cambio experimentado en los últimos siglos en los villorrios mayas que suman casi seis millones de habitantes no ha logrado erradicar por completo su vestimenta, vivienda, lengua y tradiciones religiosas. La Península de Yucatán y el actual estado de Chiapas conforman la principal zona maya mexicana; se tratan las etnias tzotziles, chamula, lacandona, zoque y yucateca. Los mayas yucatecos, en la península, se resisten al proceso de aculturación occidental con el cotidiano embate del turismo; en sus mitos llaman a los itzáes para que, en un acto de mesianismo contemporáneo, restablezcan el antiguo orden maya. Éste es, someramente, el afligido panorama étnico de la región, que se resiste a la modernidad y la depredación del medio ambiente.



A.2) Arqueología

Toda el área que comprende el APFF Jaguar en sus diferentes segmentos es un gran espacio de potencial arqueológico. No es aventurado decirlo, simplemente consideremos que se encuentra entre dos de los sitios arqueológicos más importantes del país: Tulum y Cobá; y, por si fuera poco, se incorpora un nuevo valor arqueológico con los hallazgos prehistóricos y paleontológicos que se han apuntado páginas atrás en cenotes inundados donde el material óseo se ha preservado por encontrarse en reductos de difícil acceso a donde sólo pueden llegar espeleobuzos experimentados.

No es necesario apuntar en extenso para este estudio sobre Cobá y Tulum, porque son sitios arqueológicos que están ampliamente documentados en la literatura especializada, así que sólo un breve contexto para ilustrar su relevancia.

Tulum es uno de los 10 destinos más importantes como tendencia turística a nivel mundial en la plataforma líder de viajes Trip Advisor para el año 2022, mientras que Cancún ocupa el tercer lugar. Así que este sitio arqueológico es uno de los espacios identitarios más representativos de México, es visitado anualmente por miles de personas. Este entorno biocultural de hace mil años es extraordinario, porque es una urbe antigua que aún mira al mar como lo edificaron sus constructores originales hace siglos. Ahí radica su trascendencia, la de ser un puerto que transporta a sus visitantes al esplendor del antiguo México, una combinación de naturaleza, paisaje e historia.

La erudición maya, acompañada de la presencia cultural del Altiplano central de México se conjugan un Tulum con un estilo arquitectónico único que se denomina "Estilo Costa Oriental" (Figura 46), esta es la expresión arquitectónica más tardía de la Península de Yucatán, se caracteriza por la influencia de los grupos del Altiplano manifiesta en los techos planos de los edificios; además se presentan nichos sobre los dinteles que suelen tener representaciones del dios descendente como advocación de Venus. Fueron construcciones elaboradas con piedras burdas y recubiertas con una gruesa capa de estuco en la que se moldeaban frisos y relieves decorativos. Se trata de ciudades relativamente pequeñas, con claros rasgos defensivos, orientadas hacia el mar y amuralladas en mayor o menor grado entendida su importancia comercial por tratarse de un puerto para la navegación de cabotaje.

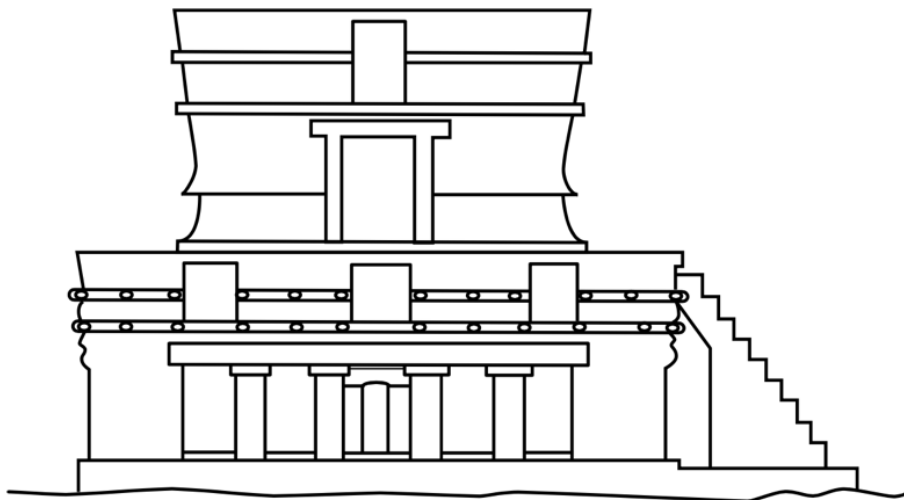


Figura 46. Estilo arquitectónico maya denominado Costa Oriental, fechado hace mil años (Montero, 2013)



Cobá, junto con Chichén Itzá, fue uno de los sitios de mayor tamaño del norte de Yucatán. Durante el Clásico tuvo un amplio dominio sobre la región; su declive, a principios del Posclásico, es posible que se debiera al poder de Chichén Itzá. Las características geomorfológicas de esta región son peculiares como se apunta en el apartado 1.2 *Geología física e histórica*. Por ello, los pobladores de Cobá aprovecharon una serie de pequeños lagos para fundar su ciudad. El mayor de ellos, el de Cobá, tiene un kilómetro de largo por la mitad de ancho; le siguen en tamaño el lago de Macanxoc, el de Xcanhá y, en el extremo sureste, Yax-Laguna o Sakacal. La vegetación es de selva alta húmeda, con clima subhúmedo.

Entre los principales conjuntos arquitectónicos de Coba se encuentran: A) el Grupo Cobá o Grupo B, que se localiza entre los lagos Cobá y Macanxoc, es el de mayor dimensión y está compuesto por una gran Acrópolis y una plaza abierta hacia el oeste, destaca en este grupo, hacia la plaza, la larga Gradería y una estructura piramidal de gran altura (24 m), conocida como la Iglesia, además de un juego de pelota, y una serie de patios y edificios abovedados; B) el Grupo Chumuc Mul, se encuentra parcialmente explorado, se localiza al norte del Grupo Cobá, entre los célebres caminos mayas denominados *sacbe* denotados con los números 4, 1, 2 y 19, el área de este grupo cubre un área de 4 ha y está compuesto por una serie de plataformas y edificios abovedados; C) el Grupo D, situado entre los *sacbe* 4, al oeste, y 8, al oriente, tiene un juego de pelota muy parecido al del Grupo Cobá, además de una serie de templos en el estilo conocido como Costa Oriental, característico del Posclásico que nos recuerda Tulum, destacan en este grupo el Conjunto Pinturas y el Templo del Señor Thompson, finalmente D) el Grupo Nohoch Mul o Grupo A, cuenta con las estructuras de mayor volumen, la principal de ellas, que lleva el mismo nombre del grupo, tiene siete cuerpos y está coronada por un templo de estilo Costa Oriental.

Existe un potencial no descubierto y que es posible proteger del turismo, el saqueo y la destrucción en la propuesta de APFF Jaguar en su porción poniente, porque el área próxima a la costa ha sido invadida por la hotelería y alterada por el impacto urbano de Tulum y su zona arqueológica que recibe diariamente a miles de turistas, por otra parte, la sección que está colindante al aeropuerto, es de suponerse también alterada en su momento por la obra pública. Así que el espacio de menor impacto es el sector poniente próximo a Cobá. Es un corredor inexplorado por la arqueología que, desde el norte próximo a Cancún, hasta el sur con Chetumal se presenta poco alterado, ofreciendo potenciales datos para la historia de México.

Más allá de la información que proporcionó el INAH sobre el registro de sitios arqueológicos para el área propuesta con el objetivo de elaborar este estudio; se obtuvieron más datos de Witschey y Brown (2010),¹ quienes en su registro sistemático ofrecen información y ubicación de sitios con rangos diferentes a los meramente turísticos como se aprecia en la Figura 47. Se trata de aldeas subordinadas a los grandes centros urbanos de Cobá, Tulum y Xel-Há. Se forma un triángulo que deja en su centro a la sección poniente del APFF Jaguar, esto nos deja ver la posibilidad de que por encontrarse entre tan importantes emplazamientos guarde importantes vestigios arqueológicos.

¹ Según la base de datos de *Electronic Atlas of Ancient Maya Sites* del año 2010, realizada por Walter R. T. Witschey, Longwood University, and Clifford T Brown, Florida Atlantic University.



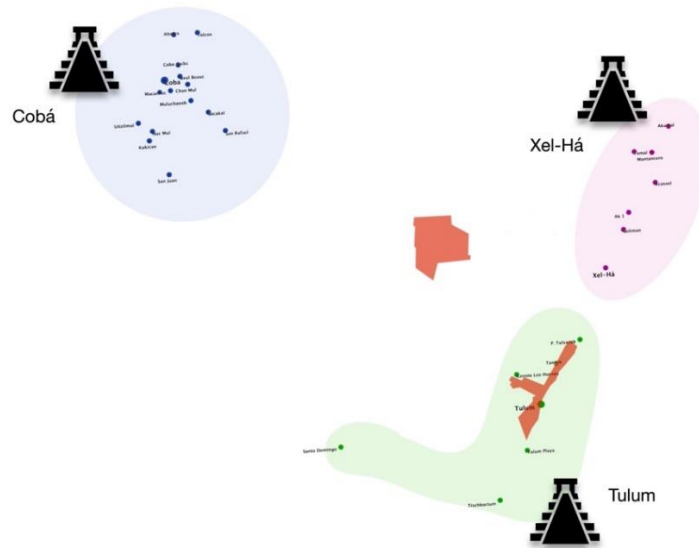


Figura 47. Las dos secciones que corresponden al APFF Jaguar y el PN Tulum se denotan en color rojo, el polígono del sector poniente su ubica en medio de un triángulo imaginario conformado por los grandes centros urbanos prehispánicos de Cobá al oeste, Xe-Há al norte y Tulum al sur (Montero-CONANP, 2022).

Es probable que dentro de esta área se encuentren aldeas tributarias, algunos centros ceremoniales medianos y evidencias de caminos mayas conocidos como *sacbe* que unieran a Cobá con la costa. También como ya se apuntó, dentro de las cuevas inundadas es posible que se preserven restos paleontológicos humanos y animales. Otro hecho relevante que necesario considerar es que el sector de la costa del APFF Jaguar es la navegación de cabotaje maya (Figura 48).

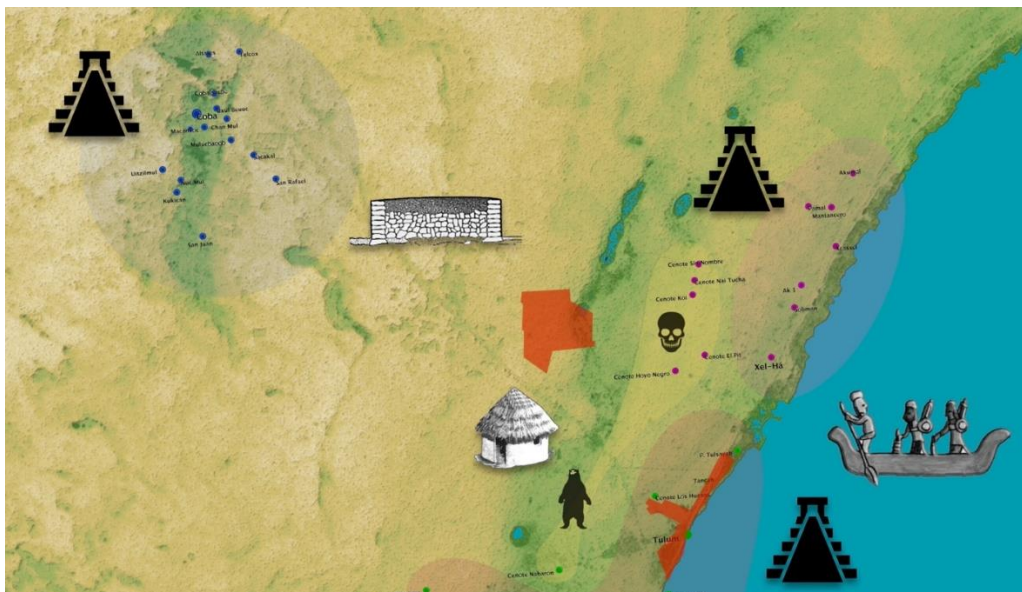


Figura 48. La riqueza del patrimonio cultural alrededor del APFF Jaguar y el PN Tulum: grandes sitios arqueológicos hoy abiertos al turismo como los son Tulum, Xel-Há y Cobá; la evidencia de aldeas prehispánicas tributarias por toda la región; la posibilidad de encontrar caminos mayas que unieran a la costa con Cobá; restos de megafauna y de paleoamericanos; y evidencias de la navegación de cabotaje maya (Montero-CONANP, 2022).



La navegación de cabotaje realizada por los mayas se encuentra magníficamente representada en una pintura mural registrada en Chichén Itzá (Figura 49), en ella no solo se detalla la navegación sino la vida cotidiana acompañada de la flora y fauna de la región, resaltando el hecho también de especies acuáticas. Según Romero (1998) a la llegada de los conquistadores españoles, el área maya registraba un vigoroso comercio de larga distancia efectuado por vía marítima, gracias al cual, mediante la circunnavegación de la Península de Yucatán, se enlazaban sitios del golfo de México con otros del golfo de Honduras. Pero estas aguas que hoy nos parecen paradisíacas requieren de destreza para su travesía, experiencia que al menos desde Preclásico tardío, se realizaba, pues evidencias de este periodo muestran ocupación de islas adyacentes, pero no es sino hasta el Posclásico cuando la navegación alcanza un gran desarrollo con la llegada a la costa este de grupos mexicanizados portadores de una cultura marina. Se trata de los itzaes navegantes y mercaderes marinos a quienes Eric Thompson acertadamente denominaba “los fenicios del Nuevo Mundo”.

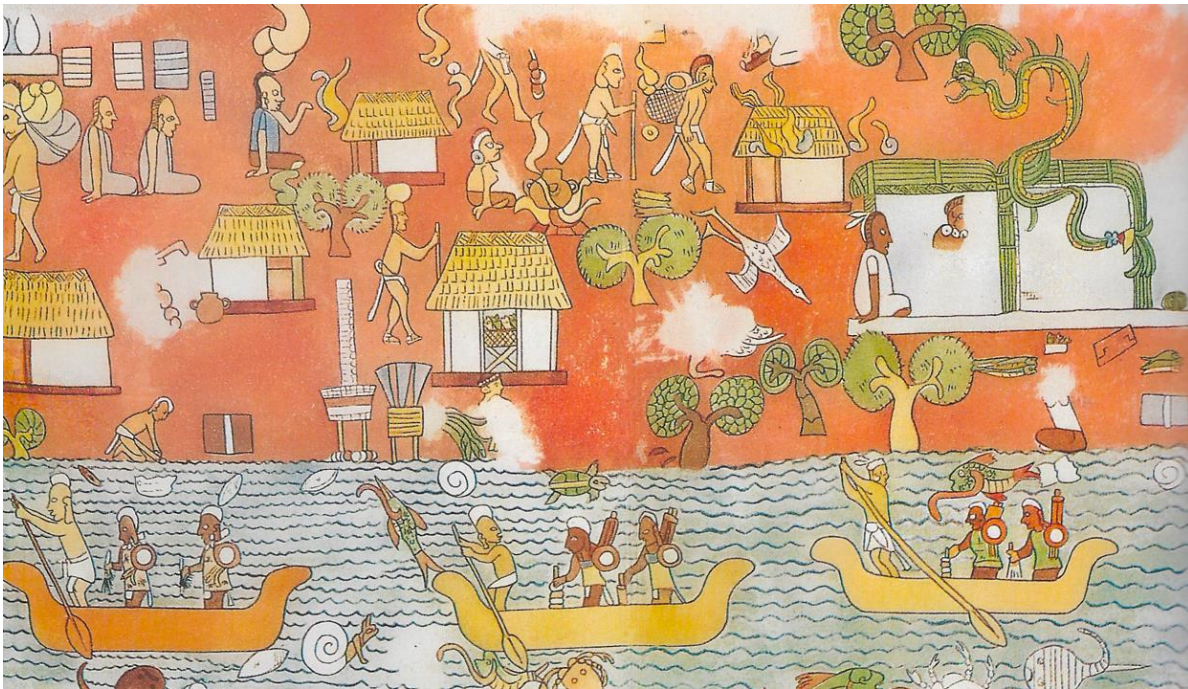


Figura 49. Navegación maya de cabotaje en una pintura mural de hace mil años que se ubica en el Templo de los Guerreros, Chichén Itzá.

B) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS RELEVANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL

Población y vivienda

El municipio de Tulum tiene una extensión de 2,040.94 km², donde habita un total de 46,721 personas de las cuales 52.20% son hombres y 47.80% mujeres. En relación con su proporción territorial, Tulum representa el 4.57% de la superficie de Quintana Roo, concentrando únicamente el 3% de su población (INEGI, 2021b); sin embargo, como es posible apreciar en la Tabla 11 el municipio presentó un incremento poblacional de 65% en una década, cifra superior al crecimiento promedio estatal en el mismo periodo (INEGI, 2011a; INEGI 2021b).



Tabla 11. Crecimiento poblacional en Tulum, Quintana Roo.

ESTADO/MUNICIPIO	2010	2020	CRECIMIENTO
Quintana Roo	1,325,578	1,857,985	40%
Tulum	28,263	46,721	65%

Fuente: INEGI, 2011a; INEGI 2021b.

Asimismo, a cifras de 2020, en el municipio habitan 109.2 hombres por cada 100 mujeres, cantidad que incrementó ligeramente respecto de 2010, con una relación de 108.6 hombres por cada 100 mujeres; siendo el municipio con mayor cantidad de población masculina en el estado de Quintana Roo.

Por lo que respecta a la composición de edades, se aprecia que en Tulum existe un alto índice de natalidad, presentando una ligera reducción en la población de 5 a 19 años, mientras que el rango de población con mayor concentración de pobladores es el de 25 a 29 años para ambos sexos, con un acentuado descenso en la población mayor de 60 años, lo que refleja un alto índice de mortalidad (Figura 50).

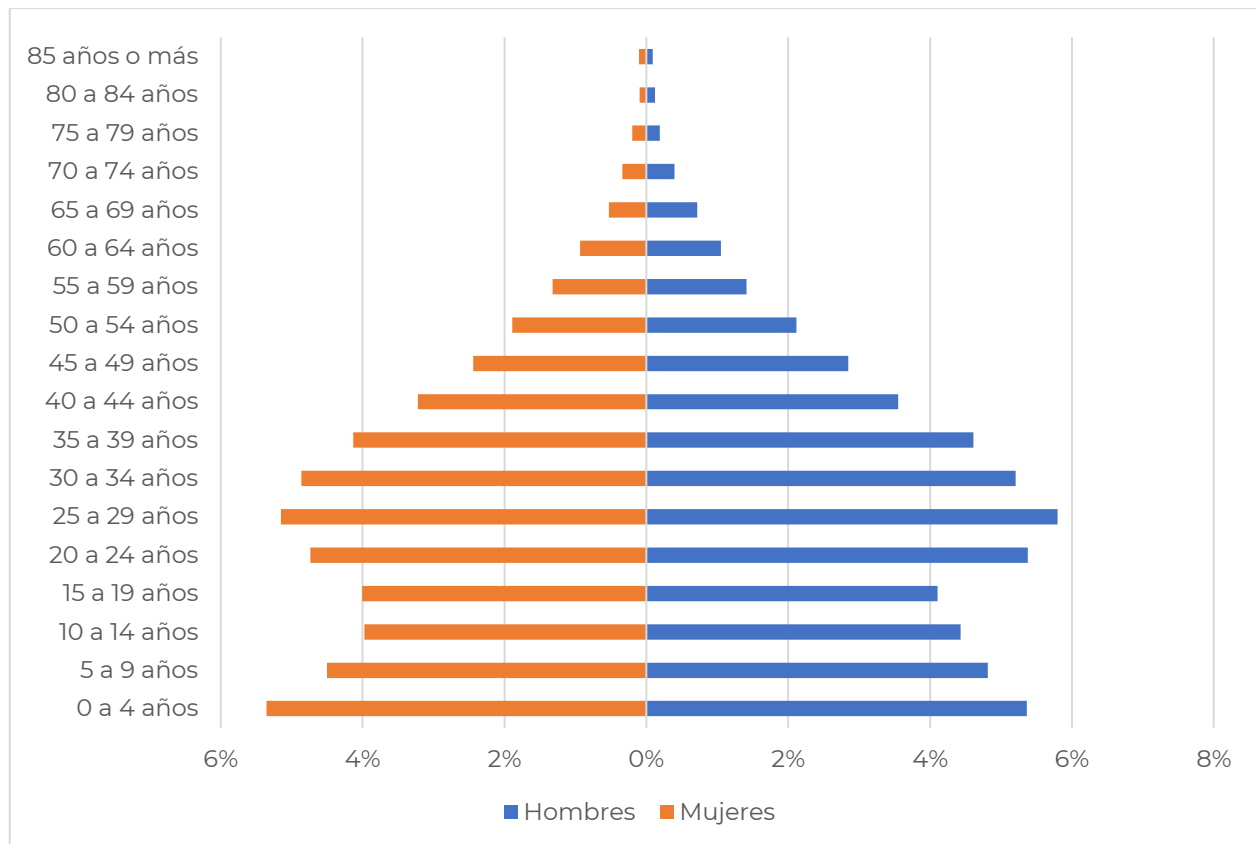


Figura 50. Pirámide poblacional, Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021b).

Por otro lado, se aprecia que, de los 14,022 hogares censales encuestados por el INEGI, el número de habitantes por vivienda más común es de dos y tres personas, siendo pocos aquellos hogares en los que habitan más de seis personas (Figura 51).



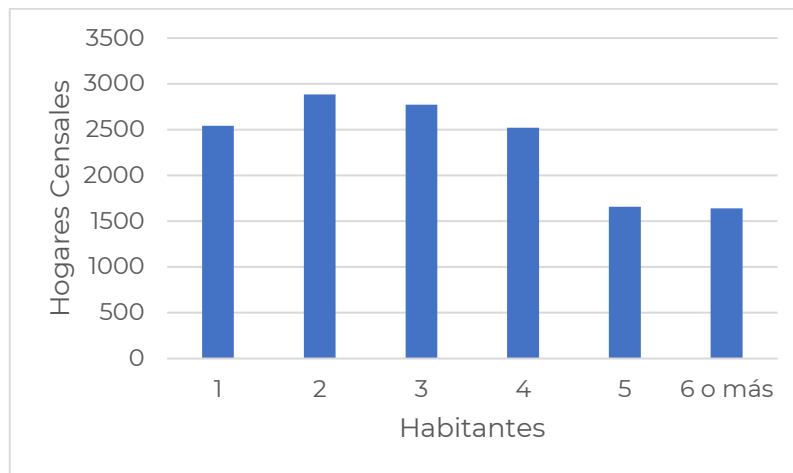


Figura 51. Promedio de habitantes por hogar en Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021b).

En contraste, alrededor del 50% de las 13,905 viviendas particulares habitadas en el municipio de Tulum consideradas por el INEGI tienen un cuarto, 24% tienen dos cuartos, 16% tres cuartos y el resto cuatro o más cuartos (Figura 52).

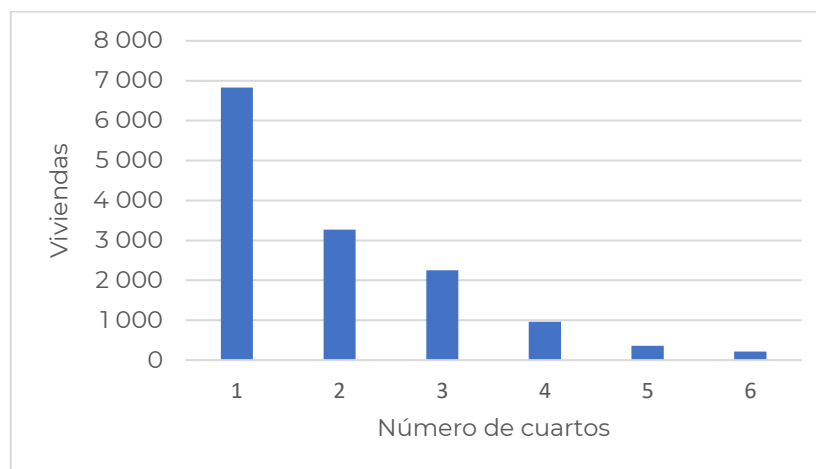


Figura 52. Número de cuartos por vivienda particular habitada en Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021b).

En relación con lo anterior, la densidad de población en el municipio de interés es baja, al habitar un promedio de 23 personas por km², posicionándose como el séptimo municipio más poblado del estado de Quintana Roo. Sin embargo, la diferencia es amplia respecto de los primeros tres: Benito Juárez, con un promedio de 979.4 habitantes por km², Cozumel, con 181.6 habitantes por km² y Solidaridad con 165.7 habitantes por km².

Ahora bien, respecto de los servicios básicos en el universo de 13,905 viviendas particulares habitadas, se estima que aproximadamente el 7.26% tiene piso de tierra, 2.39% no cuenta con energía eléctrica, 3.07% carece de agua entubada y 3.69% no cuenta con sanitario ni drenaje.

Por otro lado, se identificó que la persona de referencia, entendida como aquella reconocida como jefe o jefa de vivienda por el resto de los residentes del hogar, en el 68.20% de los casos es de sexo masculino, mientras que únicamente en el 31.80% de los hogares es de sexo femenino.



En lo relativo a la posesión de bienes y tecnologías de la información y de la comunicación, en el municipio de Tulum cerca del 90% de la población cuenta con teléfono celular, mientras que únicamente el 45.08% tiene internet y solo el 27.36% posee una computadora, laptop o tablet.

Los bienes y servicios que más carecen en la población de Tulum son consolas de videojuegos, así como servicios de películas, música o videos de paga. En lo que respecta a los medios de transporte, el más común es la bicicleta, con un porcentaje de 51.04%, seguido de automóviles, con un 31.98%. Finalmente, por lo que respecta a los electrodomésticos, el 73.44% de la población cuenta con refrigerador, 64.89% con lavadora y únicamente el 22.19% con horno de microondas (Figura 53; INEGI, 2021b).

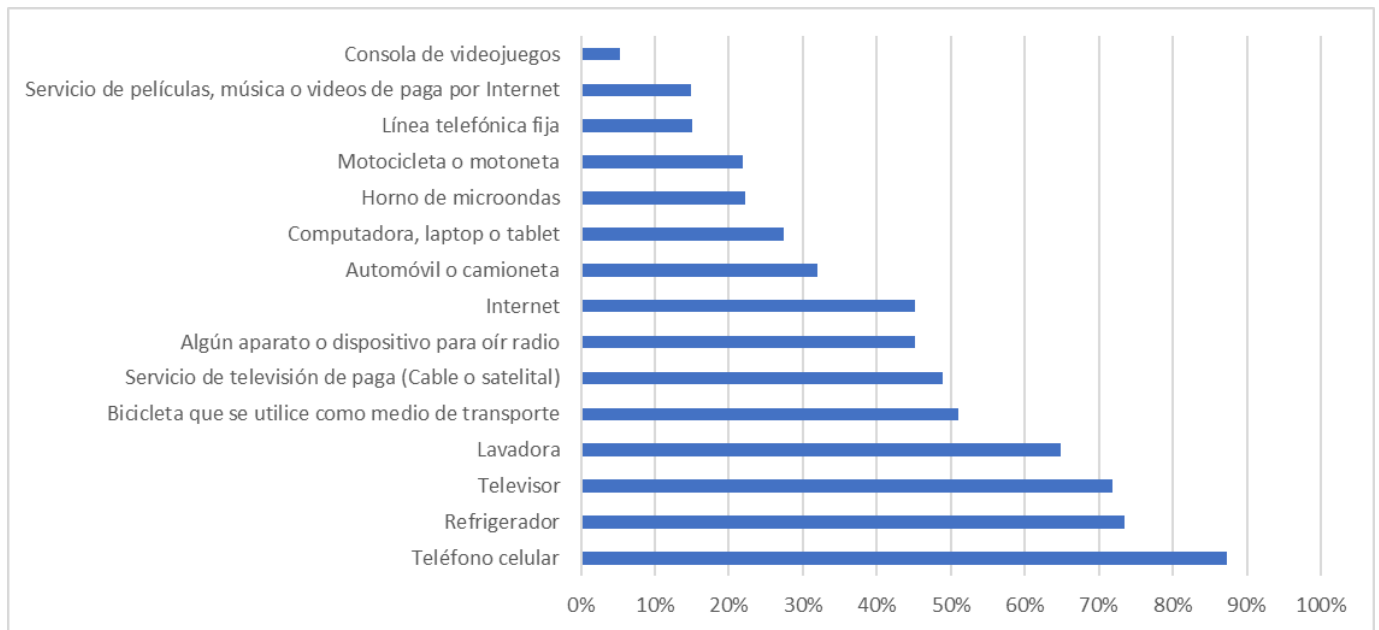


Figura 53. Acceso a bienes y tecnología de la información y de la comunicación en Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021b).

Ahora bien, se identificaron seis localidades a una distancia de 5 km a partir de la delimitación de los polígonos propuestos como ANP, siendo la más poblada la denominada Tulum, con una población de 33,374 habitantes, en la que el 35% de las viviendas carece de lavadora y el 25% no dispone de refrigerador (Figura 54; CONEVAL, 2017).



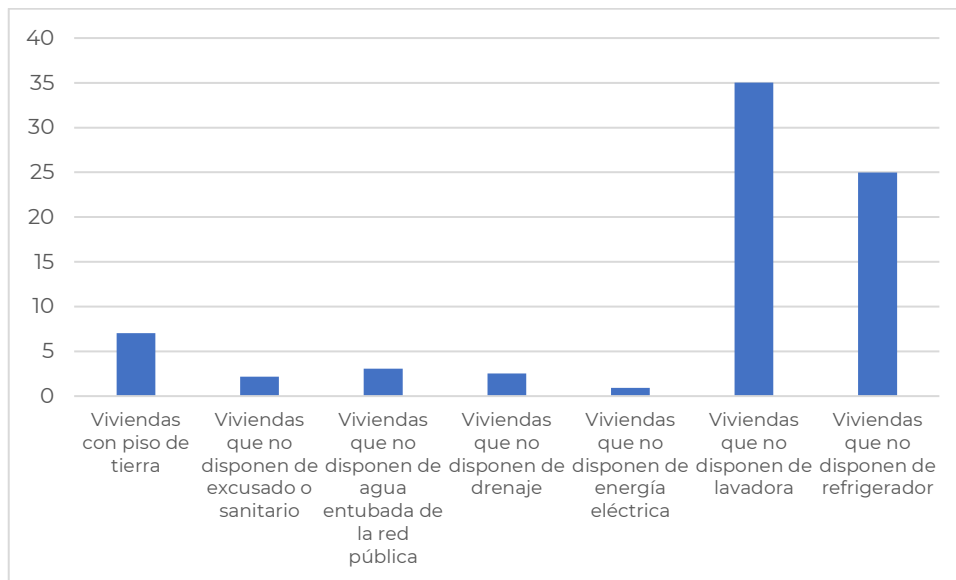


Figura 54. Acceso a servicios básicos en las viviendas de la localidad de Tulum (CONEVAL, 2017).

De las cinco localidades restantes, en Árboles Tulum el 20% de las viviendas no dispone de drenaje, 40% no dispone de lavadora y 60% carece de refrigerador, siendo esta la localidad con mayores carencias en la región aledaña al proyecto de ANP. Por lo que respecta a las 4 comunidades restantes, éstas presentan carencias conforme a la Tabla 12.

Tabla 12. Condiciones de vivienda en localidades aledañas a los polígonos de la propuesta de ANP.

LOCALIDAD	VIVIENDAS QUE NO DISPONEN DE LAVADORA	VIVIENDAS QUE NO DISPONEN DE REFRIGERADOR
El Pequeño Paraíso	36.4%	18.2%
Cenote Calavera	20.0%	40.0%
Yolis	25.0%	0.0%
Kilómetro Doce	15.4%	23.1%

Fuente: CONEVAL, 2017.

Migración

El crecimiento del turismo en el estado de Quintana Roo tiene un impacto directo en diversas variables económicas y sociales, siendo uno de ellos la migración, por lo que en las últimas décadas es posible apreciar un incremento de la población que habita en el estado, donde existe una gran cantidad de población nacida en otros países, siendo los más representativos Estados Unidos, Guatemala, Venezuela y Argentina (Figura 55).



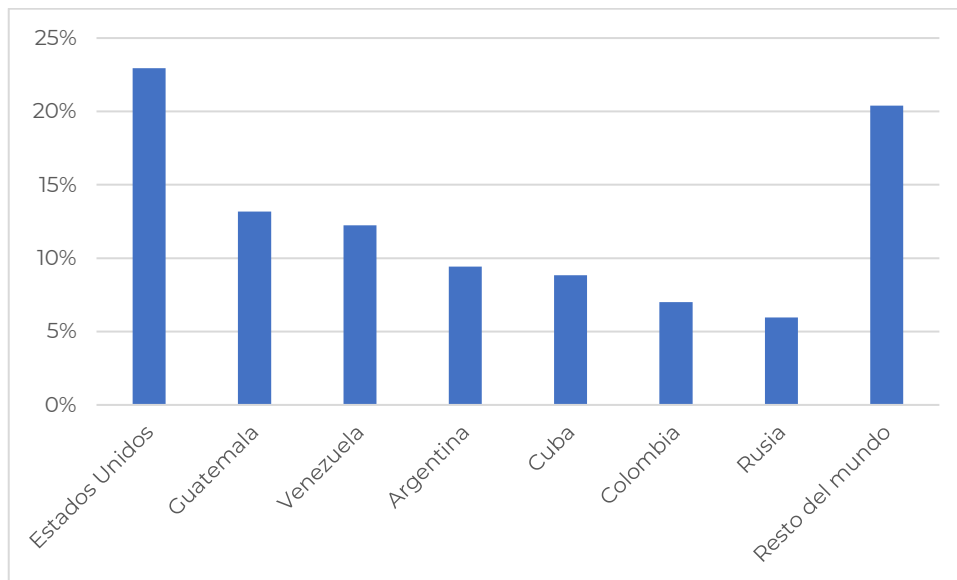


Figura 55. Principales países de origen de inmigración en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2020b).

Caso similar, en el municipio de Tulum incrementó la migración desde su reciente separación del municipio de Solidaridad, en un principio derivado de la población que provenía de la Zona Maya de Quintana Roo, y posteriormente de otros estados de la República Mexicana, con el fin de emplearse en la construcción de desarrollos turísticos (Marín, 2017). En este sentido, la principal causa de migración es por motivos de trabajo, seguido de razones familiares e inseguridad (Figura 56).

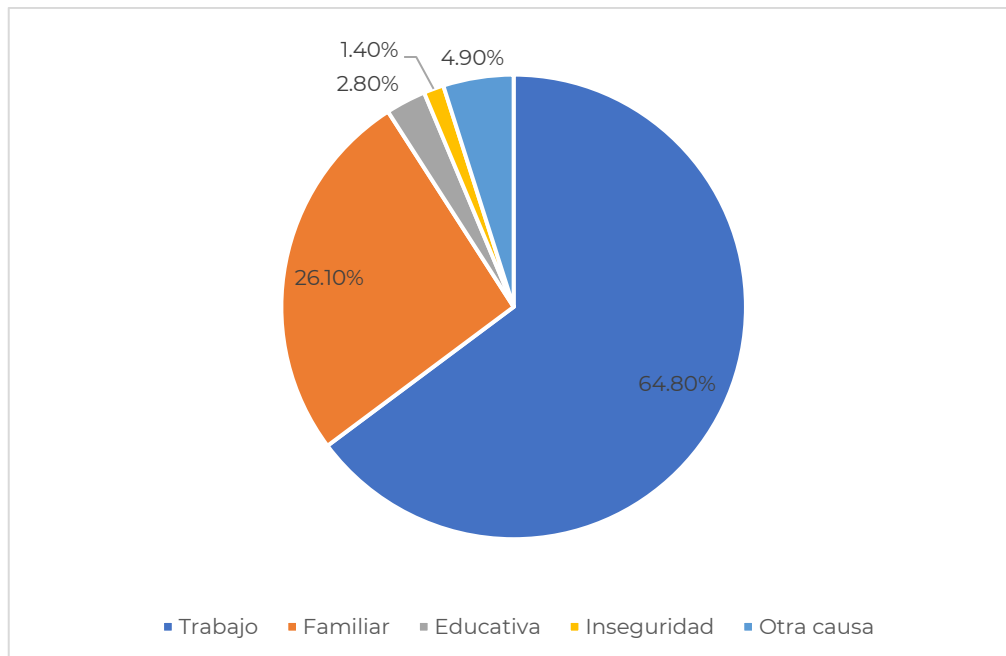


Figura 56. Principales causas de migración en el municipio de Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021a).



Por otro lado, de acuerdo con la información presentada por el INEGI para 2020 (2021a), el 18.4% de la población que habita en el municipio es inmigrante, colocándose como el tercer municipio a nivel estatal con mayor tasa de migración, donde el 19% de migrantes mayores de 5 años corresponde a población nacida en otro país.

Por lo que respecta a la población emigrante, el 84.8% se dirige a los Estados Unidos de América, 2.2% a España, 4% a Canadá y el porcentaje restante al resto del mundo.

Educación

En cuanto al nivel de escolaridad, de la población mayor de tres años que habita en el municipio de Tulum, el grupo porcentual más sustantivo, corresponde a aquellos que cuentan con educación secundaria; seguido de la población con escolaridad primaria, grupos que en su conjunto representan más del 50% de la población (Figura 57).

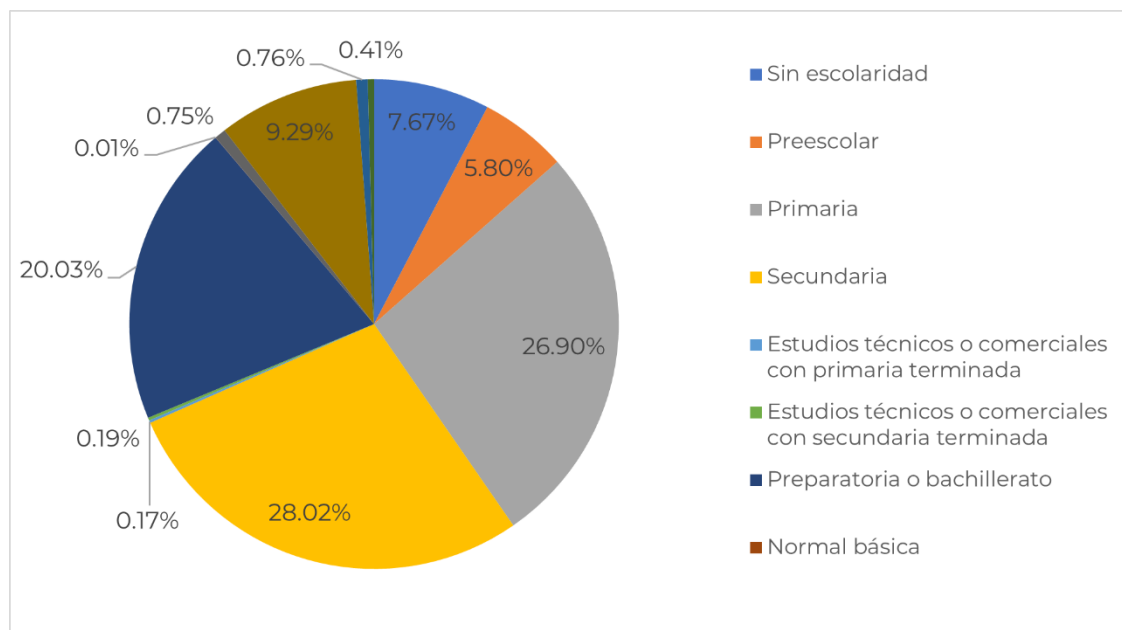


Figura 57. Nivel de escolaridad de la población mayor de 3 años de Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021b).

Un gran porcentaje de la población del municipio de Tulum tiene educación media superior completa o trunca como nivel máximo de estudios y únicamente el 10% de su población cursó educación superior, lo que en contraste con la concentración de la población de entre 20 y 39 años, refleja un nivel bajo de escolaridad al no existir una correlación entre los grupos en edad escolar y el nivel máximo de escolaridad de la población. Cabe señalar que la tendencia de la información referida no presenta variaciones sustantivas entre hombres y mujeres en ningún nivel.

Al considerar únicamente a la población de 15 años o más, permanece la concentración en la educación secundaria como nivel máximo de estudios; sin embargo, la educación media superior se posiciona por encima



de la educación primaria, únicamente tres puntos porcentuales por debajo de la educación secundaria. En este sentido, es posible afirmar que existe una deserción escolar de al menos el 24% de la población de 15 años o más del municipio de Tulum (Figura 58).

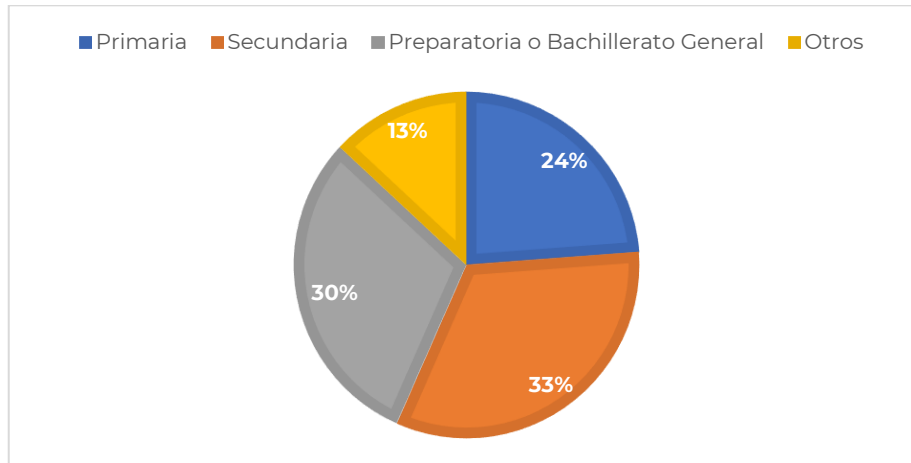


Figura 58. Nivel de escolaridad de la población mayor de 15 años de Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021b).

En lo relativo al alfabetismo, en el municipio de Tulum habita un 95.03% de población alfabetizada de 15 años o más, presentando una diferencia de 2.16 puntos porcentuales entre hombres y mujeres con 96.06% y 93.90% de alfabetismo, respectivamente (Figura 59).

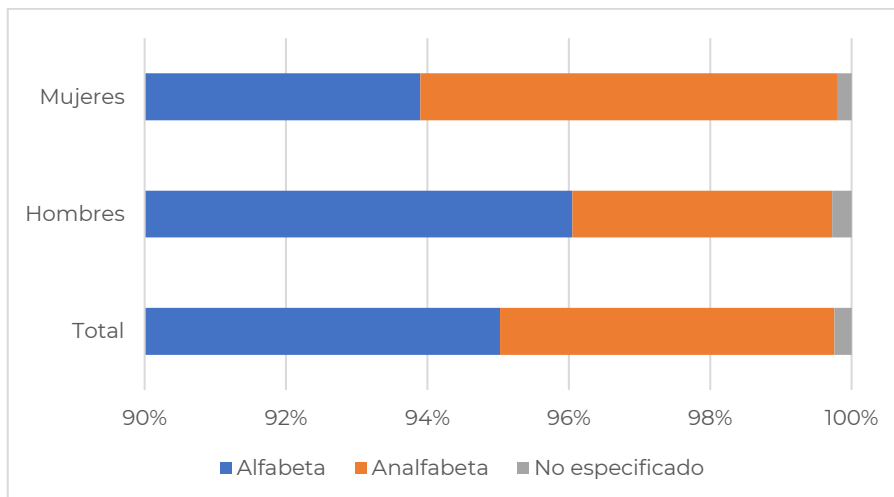


Figura 59. Porcentaje de alfabetismo de la población de Tulum, Quintana Roo por género (INEGI, 2021b).

Cabe señalar, que de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Tulum 2018-2021 (H. Ayuntamiento Tulum, 2019), el municipio cuenta con un Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos con algunas carreras técnicas, con ICATQR y una Universidad Particular, razón por la cual quienes deseen continuar sus estudios en universidades públicas tienen que dirigirse a ciudades como Playa del Carmen, Felipe Carrillo Puerto, Cancún, Chetumal, Valladolid, Mérida o bien a cualquier otra parte del país.



En lo que respecta a las localidades aledañas al proyecto de ANP se tiene que el 100% de la población de las localidades Yolis, Cenote Calavera y El Pequeño Paraíso son alfabetas, en contraste con la localidad Árboles Tulum, donde más del 40% de la población presenta analfabetismo, seguido de Kilómetro Doce y Tulum con 9.7% y 2.9% de población analfabeta (Figura 60).

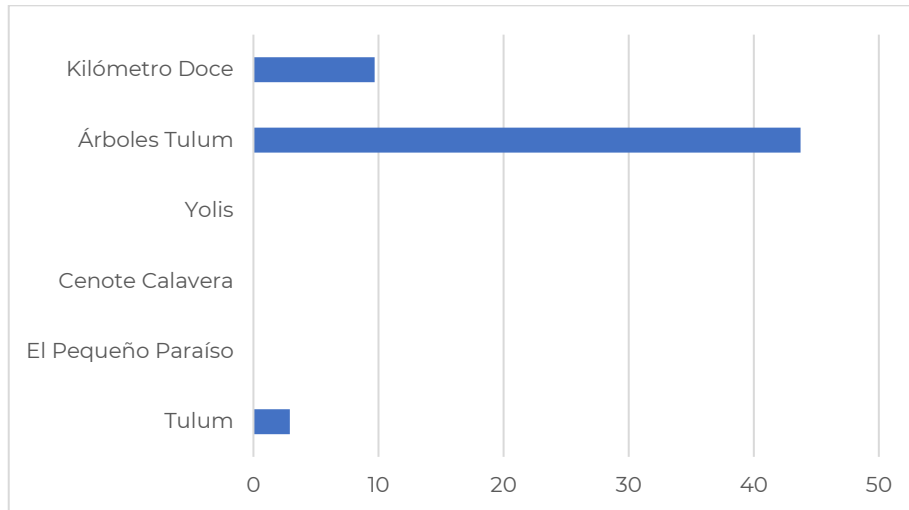


Figura 60. Población de 15 años o más analfabeta en las localidades aledañas al ANP propuesta (CONEVAL, 2017).

Asimismo, el porcentaje de población de 15 años o más que cuenta con educación básica incompleta es alto para las localidades bajo análisis, exceptuando a la comunidad Yolis, donde no se presenta población en esta situación. Lo anterior, guarda relación con la información presentada a nivel municipal, donde se aprecia un alto porcentaje de deserción escolar (Figura 62).

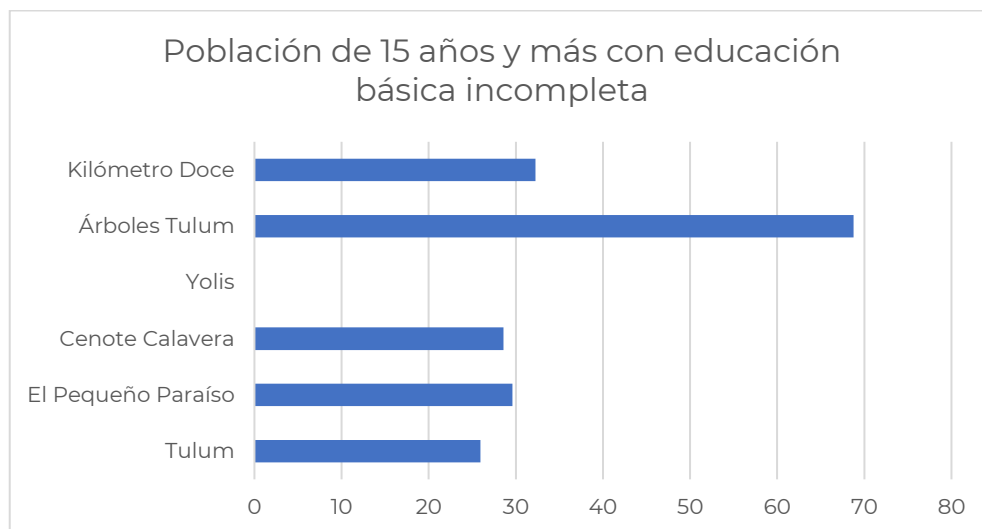


Figura 61. Población de 15 años y más con educación básica incompleta en las localidades aledañas al ANP propuesta (CONEVAL, 2017).

Finalmente, para la localidad de Tulum se identificó una tasa de inasistencia escolar de 11.2% de la población entre 6 y 14 años.



Ocupación y empleo

La Población Económicamente Activa (PEA) se encuentra integrada por todas las personas de 12 y más años que realizaron algún tipo de actividad económica (población ocupada), o que buscaron activamente hacerlo (población desocupada abierta), en los dos meses previos a la semana de levantamiento de información por parte del INEGI.

Para el caso de Tulum, la PEA corresponde al 72.8%, respecto del cual, el 99.2% se encuentra ocupada, posicionando a dicho municipio por encima del promedio de ocupación estatal, únicamente por debajo de los municipios de Bacalar y José María Morelos, con 99.6% y 99.5% de ocupación, respectivamente (INEGI, 2021a).

Cabe señalar que la PEA en el municipio incrementó 13.1 puntos porcentuales respecto de 2015 (Figura 62), mientras que la PEA ocupada aumentó en 1 punto porcentual en el mismo periodo (Figura 63), lo que implica que a pesar del incremento poblacional y por lo tanto de la fuerza laboral, existe una tasa menor de desempleo en el municipio.

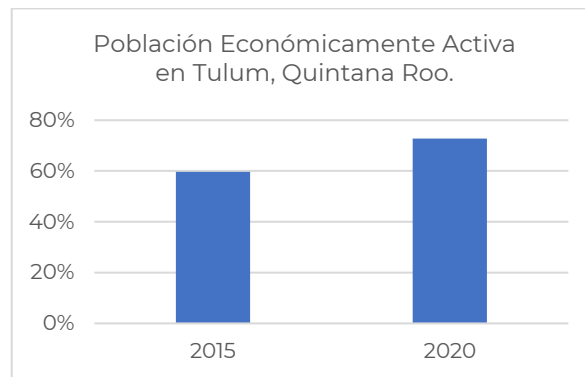


Figura 62. Incremento en la PEA en Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021a).

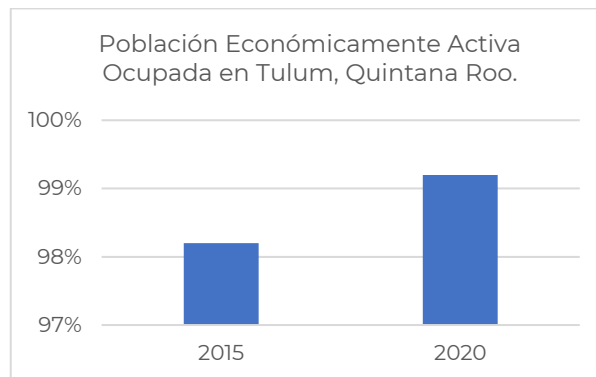


Figura 63. Incremento en la PEA Ocupada en Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021a)

En cuanto a su distribución, la ocupación laboral se encuentra principalmente en el sector terciario, donde destacan las actividades en el sector privado y el comercio (Figura 64), siendo mínima la actividad económica en los sectores primario y secundario (INEGI, 2021a).



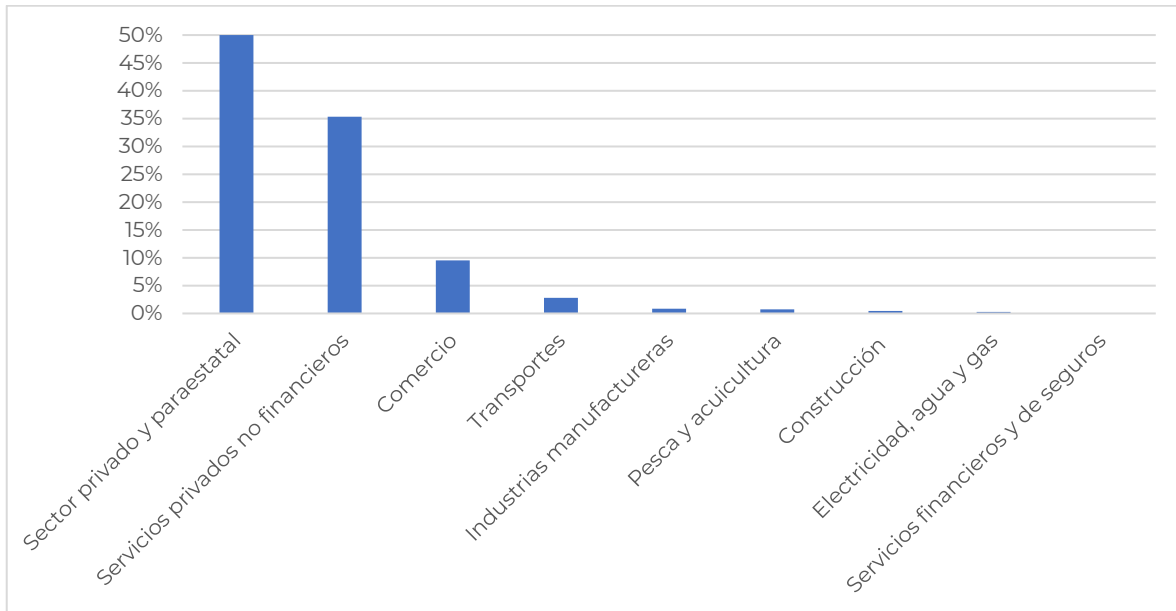


Figura 64. Personal ocupado total por sector en el municipio de Tulum, 2008 (INEGI, 2021a).

Dentro de las actividades terciarias, es posible diferenciar entre los servicios que requieren de un nivel alto de profesionalización y aquellos que se caracterizan por requerir una escasa cualificación, que por lo regular involucran una remuneración baja. En relación con la anterior, en el estado de Quintana Roo se estima un salario promedio mensual de \$7,160 pesos mexicanos para trabajadores formales, y \$4,700 pesos mensuales para trabajadores informales, usualmente asociados al comercio (Figura 65; INEGI, 2022a).

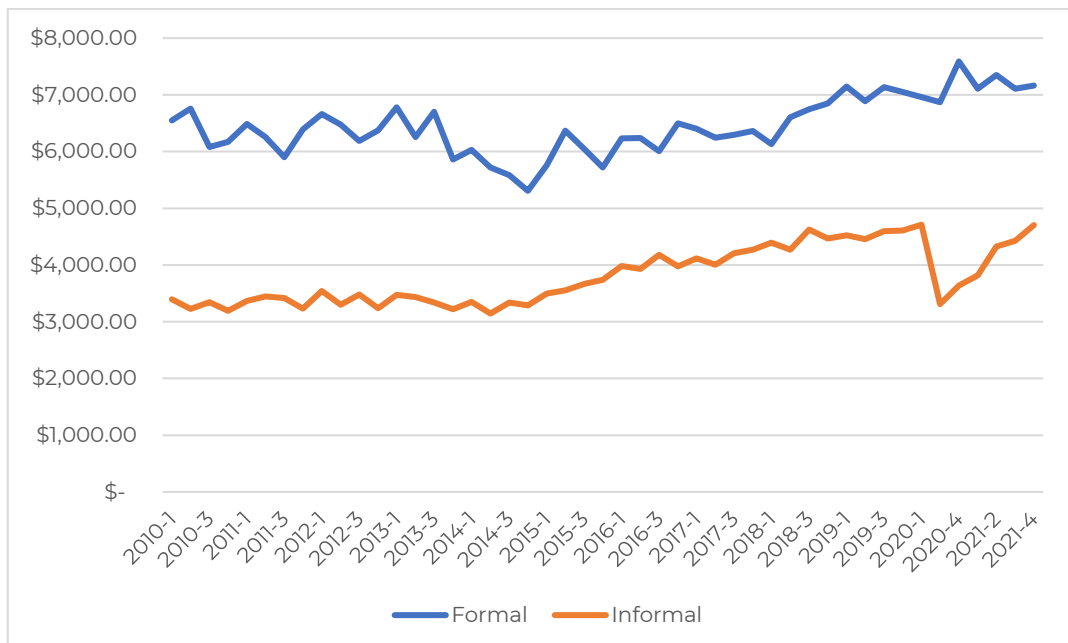


Figura 65. Salario promedio mensual de trabajadores formales e informales en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2022a).



En este tenor, y en relación con la información obtenida en el apartado “Educación”, es posible inferir que un gran porcentaje de los trabajadores poseen un nivel bajo de cualificación; sin embargo, al considerar únicamente el ingreso promedio mensual de profesionistas ocupados, este asciende a \$12,393 pesos mexicanos en el estado de Quintana Roo (STPS, 2021).

Por otro lado, de los hogares censales considerados por el INEGI, se estima que aproximadamente el 17.24% recibe ingresos por una o más fuentes distintas al trabajo, mayoritariamente por programas de gobierno como PROSPERA, BIENESTAR, Adultos Mayores, PROCAMPO, PROAGRO, Jóvenes Construyendo el Futuro, entre otros (Figura 66).

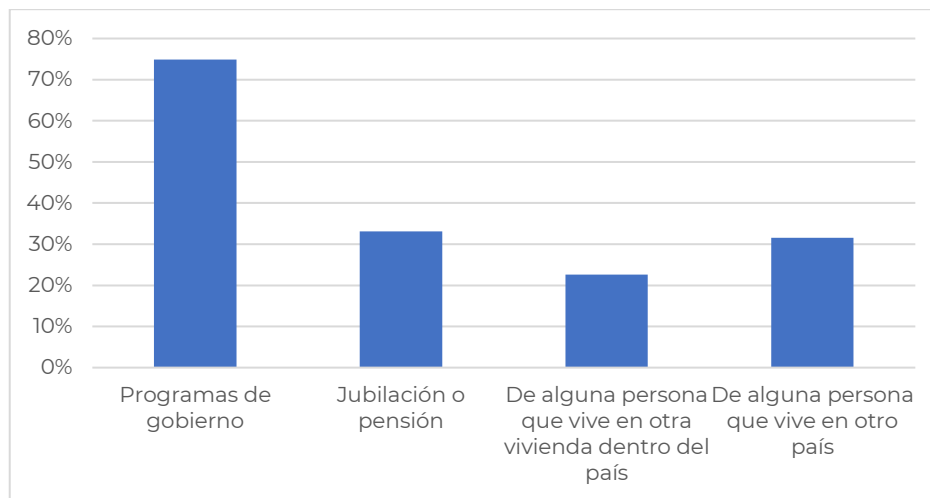


Figura 66. Porcentaje de población que recibe ingresos de fuentes distintas al trabajo, Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021a).

Cabe señalar, que a pesar de que la curva relativa al ingreso proveniente de fuentes informales presenta un comportamiento más estable, esto se relaciona con la constante demanda de servicios en la región. Asimismo, es necesario destacar que la tendencia creciente de la curva no necesariamente implica un poder adquisitivo más elevado, al considerar la inflación en el periodo de estudio.

Si bien el turismo ha sido un motor para la economía del estado de Quintana Roo, fomentando el crecimiento regional, también es cierto que la dependencia económica de una sola actividad representa un factor de riesgo, al acentuar los impactos ante escenarios adversos.

Como ejemplo de lo anterior, en la Figura 57 es posible observar una importante caída en los ingresos informales de la población de Quintana Roo en 2020, lo que guarda una relación directa con las medidas de contención implementadas a nivel mundial a raíz de la pandemia de enfermedad generada por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19), lo que derivó en la disminución del turismo y consecuentemente, del resto de la actividad económica de la región.

Salud y Seguridad social

Por lo que respecta a la seguridad social, de acuerdo con la información capturada en los censos y conteos de población y vivienda, el porcentaje de personas que cuenta con servicios de salud en el estado de Tulum disminuyó notoriamente de 2015 a 2020, donde destaca la acentuada disminución en la afiliación de la población de Tulum al Seguro popular.



Sin embargo, tanto el IMSS como el ISSSTE presentaron un incremento de población afiliada en un 9.36% y 1.40%, respectivamente, lo que podría estar relacionado con un incremento en el empleo formal. Cabe destacar que, a partir de la reciente creación del Instituto de Salud para el Bienestar en 2020, se ha presentado un alto índice de afiliación, que en un año alcanzó el 1.86% de la población con acceso a servicios de salud, lo que representa el 55% de la afiliación al ISSSTE.

Paralelamente, la población que se atiende en instituciones de servicios médicos privados representa el 4.14% de la población en 2020. No se omite señalar, que una persona puede estar afiliada en múltiples instituciones de salud, por lo que la suma de los porcentajes no necesariamente corresponde al 100% (Figura 67).

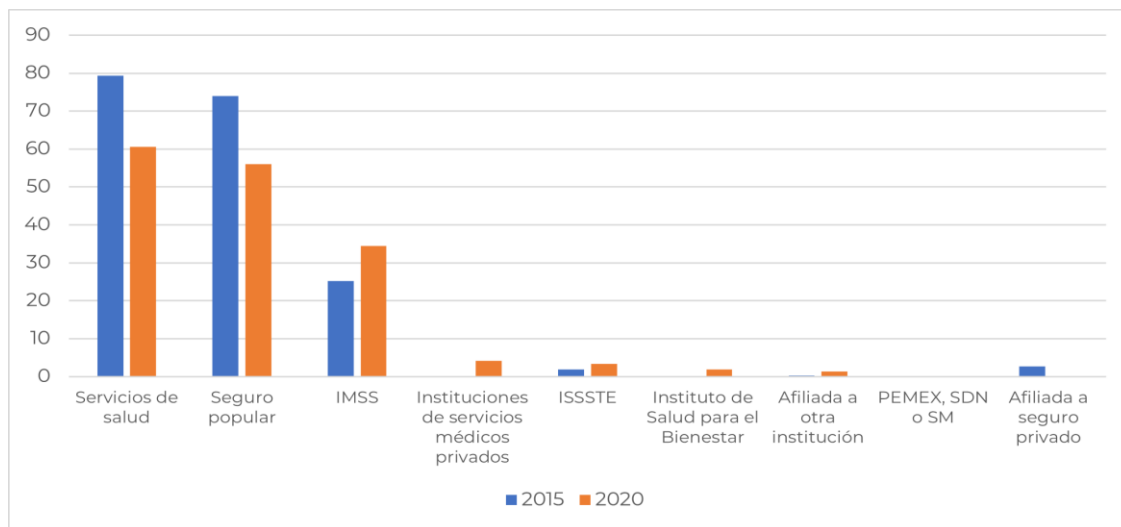


Figura 67. Porcentaje de afiliación a servicios de salud de la población de Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021b).

Por lo que respecta a discapacidades, limitaciones, problemas o condiciones mentales, en 2020 se identificó que el 90.01% de la población de Tulum no las presenta, el 9.74% sí las presenta y el porcentaje restante no proporcionó información al respecto. Considerando al universo de personas que las presentan, un 26.6% corresponde a quienes muestran un alto nivel de dificultad para realizar actividades cotidianas y el 67.8% a quienes las realizan con un nivel de dificultad bajo, conforme a la Tabla 13. Discapacidades, limitaciones o problemas para realizar actividades cotidianas de la población de Tulum, Quintana Roo.

Tabla 13. Discapacidades, limitaciones o problemas para realizar actividades cotidianas de la población de Tulum, Quintana Roo.

ACTIVIDAD	NIVEL DE DIFICULTAD	
	ALTA	BAJA
Ver aun usando lentes	12.8%	45.2%
Oír aun usando aparato auditivo	6.2%	11.8%
Caminar, subir o bajar	11.3%	15.6%
Recordar o concentrarse	6.6%	10.5%
Bañarse, vestirse o comer	7.1%	3.5%
Hablar o comunicarse	6.5%	4.6%
Total	26.6%	67.8%

Fuente: INEGI, 2021b.



Es decir, en el municipio de Tulum la actividad que más dificultades representa para la población en términos de salud es ver aun usando lentes, así como dificultades para caminar, subir o bajar. Ahora bien, es importante destacar que únicamente el 62% de la población con algún tipo de discapacidad cuenta con alguna afiliación a servicios de salud (Figura 68).

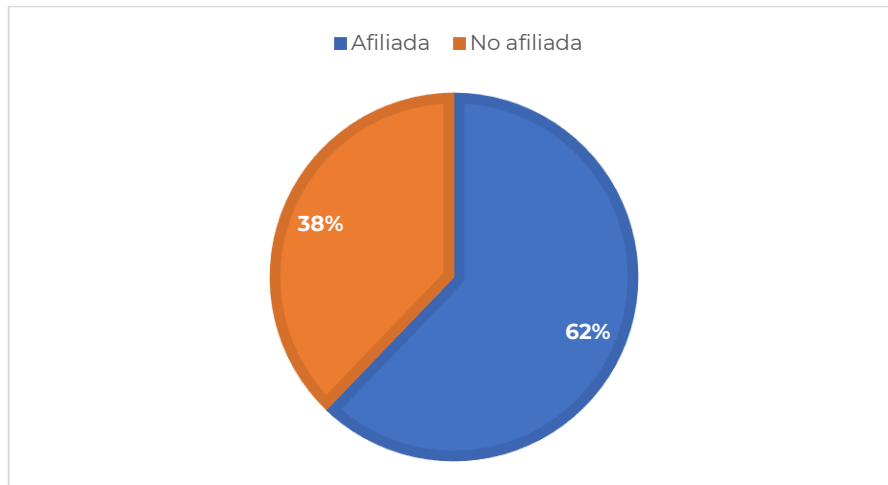


Figura 68. Porcentaje de afiliación a servicios de salud de población con alguna discapacidad o limitación en el municipio de Tulum, Quintana Roo (INEGI, 2021b).

Es preciso resaltar, que de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Tulum el 48% de la población se ha desplazado a otras ciudades para consultas médicas derivado, principalmente de la falta de especialistas (Figura 69; H. Ayuntamiento Tulum, 2019).



Figura 69. Motivos de desplazamiento a otras ciudades para asistir a consultas médicas en el municipio de Tulum, Quintana (H. Ayuntamiento Tulum, 2019).

PIB estatal

El Producto Interno Bruto (PIB) es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado. En el estado de Quintana Roo, este valor deriva principalmente de las actividades terciarias, al ser un estado cuya actividad principal es el turismo, aportando el 1.3% del PIB nacional.



En este sentido, tanto las actividades primarias como secundarias tienen poca presencia, y una ligera tendencia a disminuir, ganando participación a lo largo de los años las actividades terciarias, para generar en 2020 el 87.68% del PIB estatal (Figura 70).

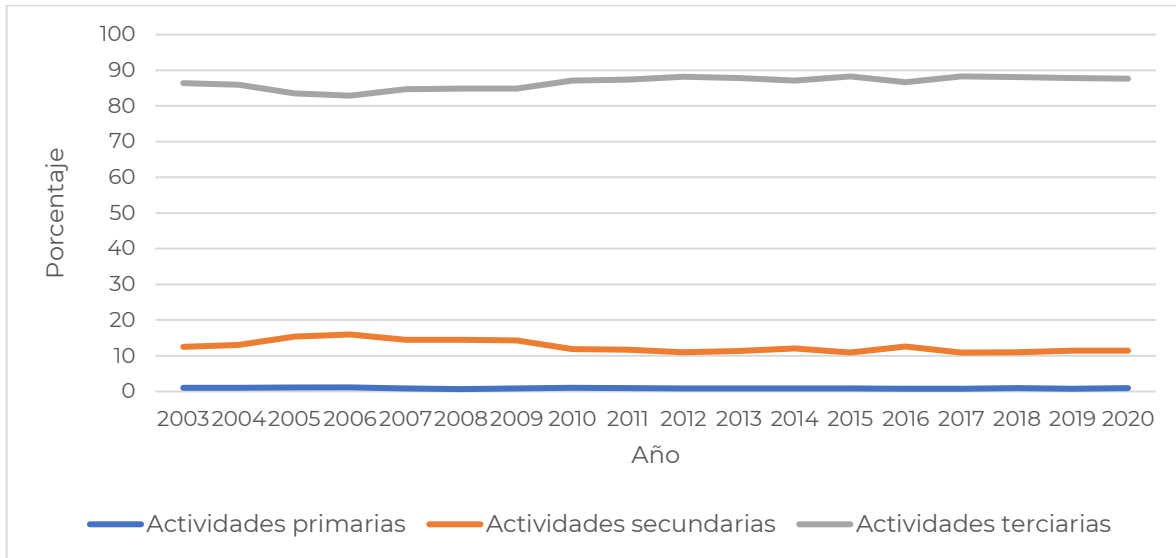


Figura 70. Participación porcentual en el PIB por tipo de actividad en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2020c).

Dentro de las actividades primarias que se desarrollan en la región, se encuentra la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza. Por su parte, las actividades secundarias (Figura 71) se encuentran representadas por la minería, la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y gas, así como la industria manufacturera y la construcción; siendo esta última la actividad predominante, al representar el 65% de las actividades secundarias en el estado de Quintana Roo.

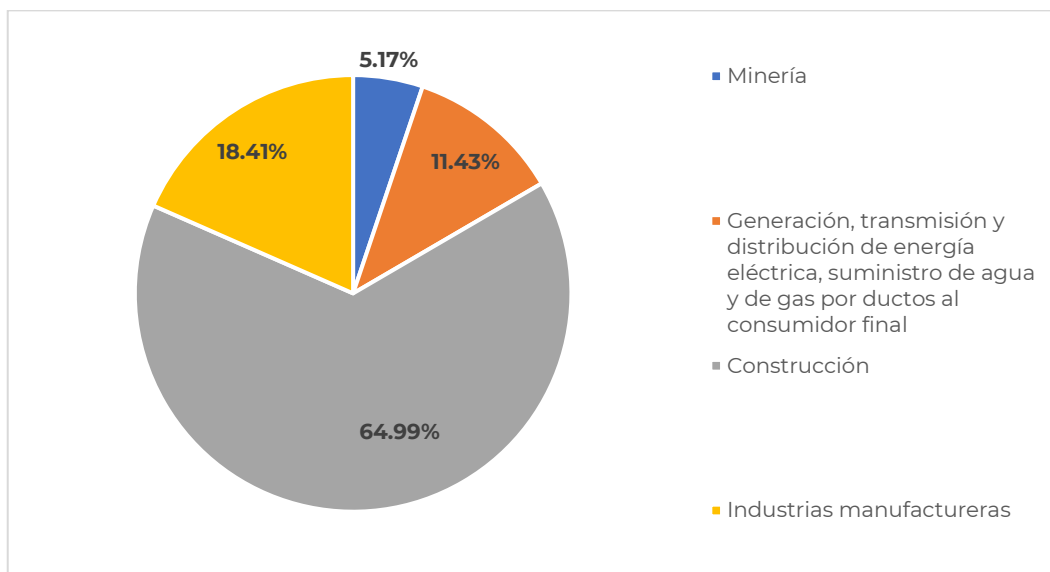


Figura 71. Participación porcentual de las actividades secundarias en el PIB, en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2020c).



La industria de la construcción contiene diversos tipos de actividades, entre los que se encuentra la construcción o restauración de viviendas, hoteles, centros comerciales, escuelas, hospitales, infraestructura urbana en general, entre otras; lo que ayuda a comprender la relevancia de la actividad en el estado de Quintana Roo, donde existe una elevada demanda de servicios turísticos.

Para ilustrar lo anterior, la Figura 72 contiene las principales actividades terciarias desarrolladas en dicho estado, concentradas en los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, el comercio al por menor y los servicios de alojamiento temporal, y de preparación de alimentos y bebidas.

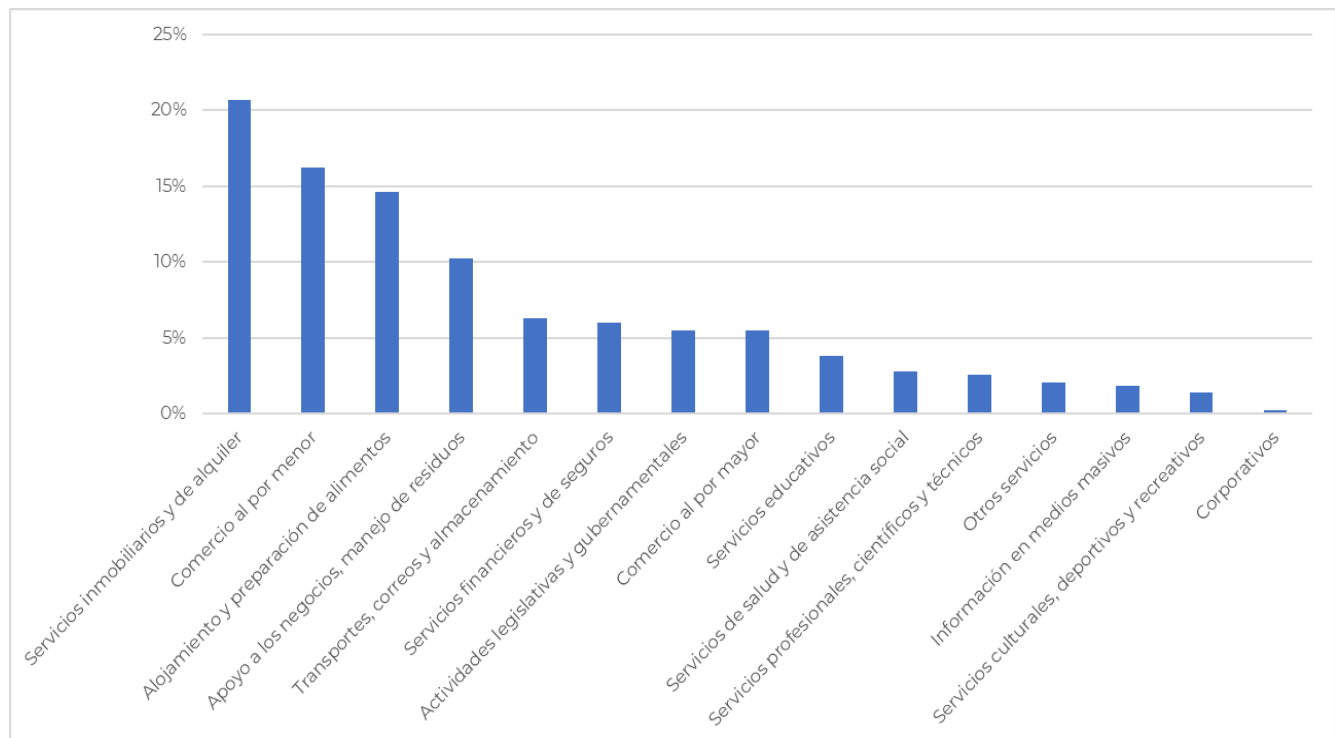


Figura 72. Participación porcentual de las actividades terciarias en el PIB, en el estado de Quintana Roo (Subsistema de Información Económica, INEGI, 2020c).

Sin embargo, como se mencionó previamente, la concentración del estado en las actividades terciarias resulta riesgoso ante fenómenos que pudieran alterar la demanda de la prestación de servicios. Ejemplo de lo anterior es la disminución del valor de la producción observada en la Figura 73 para el año 2009, derivada de la recesión económica mundial a causa de la crisis financiera de 2008.

Asimismo, es posible observar una acentuada caída del valor de la producción en 2020 asociada con la disminución del turismo en el estado de Quintana Roo a raíz de la pandemia originada por el virus SARS-Cov2.



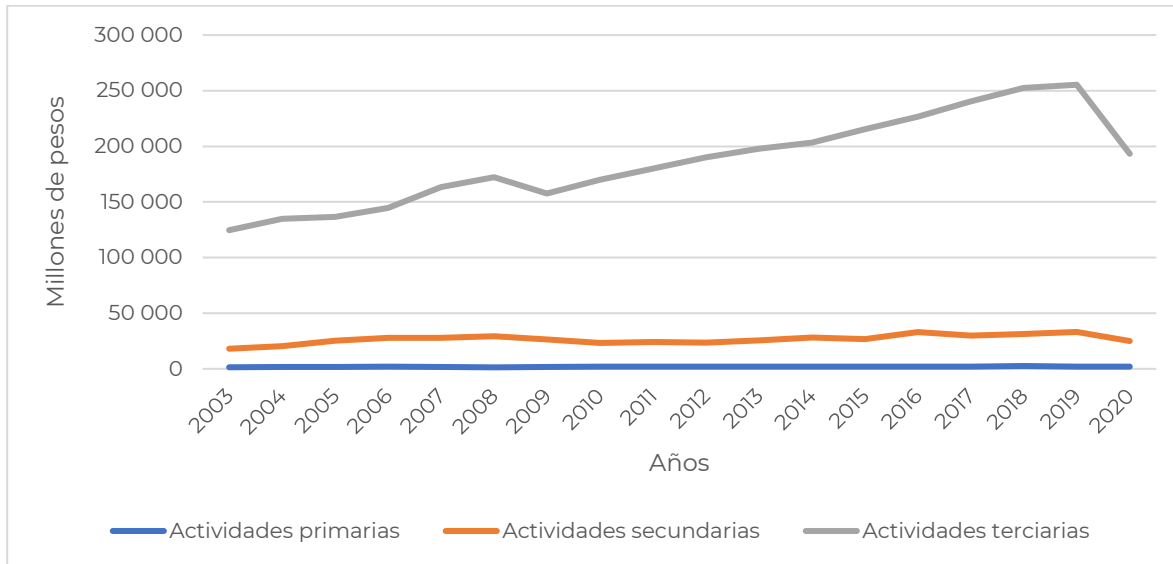


Figura 73. Valor del PIB por tipo de actividad en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2020c).

Pobreza y marginación

En 2015 el 26.9% de la población del municipio de Tulum se encontraba en condiciones de pobreza, lo que refleja una disminución de 8.7 puntos porcentuales respecto de 2010; y 5.3% de su población se encontraba en condiciones de pobreza extrema con una diferencia de 4.4 puntos porcentuales en los mismos años de estudio. Únicamente 8.6% de la población no es considerada pobre ni vulnerable (Figura 74).

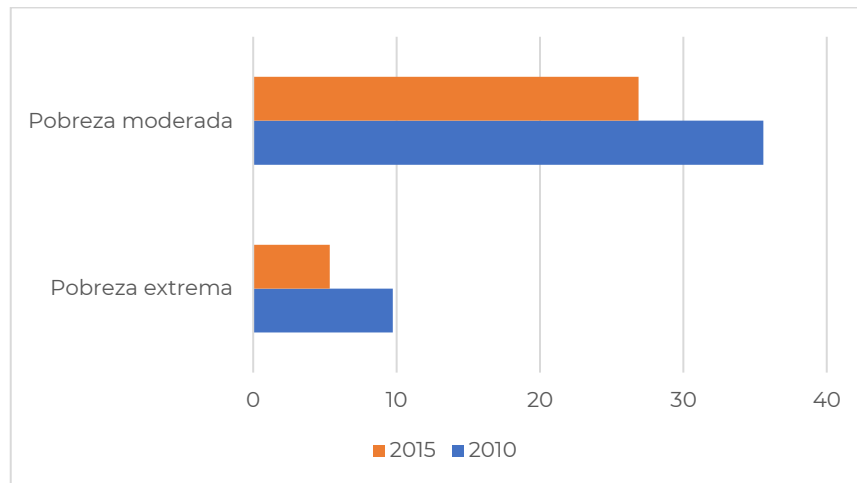


Figura 74. Porcentaje de la población de Tulum en condiciones de pobreza (CONEVAL, 2017).

Asimismo, de acuerdo con la CONAPO (2022) el 51.26% de la población de Tulum recibe ingresos menores a dos salarios mínimos y tal como se describió previamente, el índice de carencias de servicios básicos a nivel municipal es bajo, así como el índice de marginación del municipio, lo que coloca a Tulum en el lugar 1700 de marginación a nivel nacional. En lo relativo a la vulnerabilidad por carencias sociales, existe un incremento de 14 puntos porcentuales de 2010 a 2020; sin embargo, la vulnerabilidad por ingreso disminuyó en 1.1%.



Tomando en cuenta indicadores como la tasa de analfabetismo, el nivel máximo de estudios, las condiciones de la vivienda y el acceso a servicios básicos de la población descritos previamente, la CONEVAL estimó que el índice de rezago social en el municipio es de -0.393604 , lo que se interpreta como un grado de rezago bajo clasificándolo en segundo nivel respecto de los cinco existentes, donde el quinto es el mayor (CONEVAL, 2017).

Sin embargo, de acuerdo con la información obtenida para las localidades aledañas a la propuesta de ANP, es posible observar notorias diferencias socio económicas en los indicadores analizados, por lo que es necesario resaltar que la información presentada a nivel estatal y municipal corresponde a promedios y no refleja en todos los casos las condiciones locales específicas.

No obstante, la presentación de la información a diversas escalas deriva de la necesidad de considerar los posibles impactos en la región, que no devienen únicamente de las poblaciones que se ubican en la periferia de los polígonos, sino de los habitantes de todo el municipio, quienes ejercen presión sobre los recursos naturales y se benefician de los diversos servicios ambientales que provee la región de estudio.

C) USOS Y APROVECHAMIENTOS, ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES

Actualmente, las principales actividades que se desarrollan en el municipio de Tulum se encuentran relacionadas con la prestación de servicios turísticos, por lo que las actividades terciarias representan al sector preponderante en la generación de valor en la región.

No obstante, existen otras actividades que se desarrollan en menor escala, ya sea para el autoconsumo o bien para el comercio local, que generan ingresos para un pequeño porcentaje de la población, como es el caso de la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal y pesca.

Asimismo, por lo que hace a las actividades secundarias, en el municipio se lleva a cabo la minería de no metálicos a pequeña escala, y tienen presencia la industria manufacturera y de la construcción.

Cabe señalar que como se detalló previamente, la tasa de crecimiento poblacional de Tulum es superior al promedio estatal. Si bien es cierto que el municipio no se considera densamente poblado, es posible observar un crecimiento acelerado de la población, que deriva en una mayor demanda de los bienes y servicios ambientales.

Por lo anterior, se considera que el proyecto de ANP es relevante no sólo a nivel local, sino también a nivel municipal, razón por la cual en el presente análisis se toman en cuenta las actividades que se llevan a este nivel, así como en el área propuesta y la presión que dichas actividades pudieran generar sobre los recursos naturales de la región. Con base en lo anterior, se describen los usos y aprovechamientos de los recursos naturales desarrollados en la actualidad en el municipio de Tulum, así como los usos potenciales de los mismos para el polígono propuesto.

C. 1) PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DESARROLLADAS A NIVEL MUNICIPAL Y ESTATAL

Agricultura

En el estado de Quintana Roo, existe un total de 111,377.40 ha de superficie sembrada y únicamente 88,258.12 ha de superficie cosechada, lo que generó un valor de producción de \$2,344,994.61 miles de pesos para el año agrícola 2020.



Por lo que respecta a la actividad agrícola en el municipio de Tulum, únicamente se tiene registro de 3 productos: maíz, frijol y calabacita, con una superficie sembrada de 2,500 ha, 332 ha y 300 ha, respectivamente (Tabla 14; SIAP, 2020a), de los cuales, el maíz presenta la mayor superficie sembrada; sin embargo, es el frijol el tipo de cultivo que genera mayor valor de producción.

Tabla 14. Valor de la producción por tipo de cultivo agrícola en el municipio de Tulum Quintana Roo.

CULTIVO	SUPERFICIE (HA)		PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO (UDM/HA)	PMR (\$/UDM)	VALOR PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)
	SEMBRADA	COSECHADA				
Calabacita	300	300	84	0.28	2,990	251.16
Frijol	332	332	86.32	0.26	13,600	1,173.95
Maíz	2,500	2,500	113.75	0.05	5,400	614.25

Fuente: SIAP, 2020a.

En este sentido, la superficie sembrada del municipio representa únicamente el 2.81% de la estatal, mientras que el valor de la producción representa únicamente el 0.09% del valor generado por la producción del estado. Cabe señalar que en Tulum no se cuenta con registro de incentivos económicos otorgados a la agricultura a través del PROAGRO en los años agrícolas 2015 y 2016 (INEGI, 2017).

Por otro lado, de acuerdo con información de la Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2022) en la superficie propuesta como ANP no se identificaron actividades de liberación al ambiente de Organismos Genéticamente Modificados (OGMs), ni se cuenta con información referente a la determinación de centros de origen y determinación genética.

Ganadería

En el estado de Quintana Roo el valor de la producción de la totalidad de actividades ganaderas representa la cantidad de \$962,694.166 miles de pesos, de los cuales, únicamente \$9,392.258 miles de pesos corresponden al municipio de Tulum, de acuerdo con la Tabla 15 y Tabla 16. El total del valor no incluye el valor en pie debido a que está contenido en el valor de la producción de carne.

Por lo que respecta al ganado en pie, es el Ovino el que genera mayor valor por kilogramo; sin embargo, el mayor volumen de producción se encuentra en el ganado bovino, generando \$1,882.52 miles de pesos anuales en el municipio de Tulum. Caso similar para aves y guajolotes en pie, donde el volumen de producción se concentra en aves (pollo y gallina), mientras que el precio por kilogramo de guajolote es mayor.

Tabla 15. Volumen y valor de producción de ganado, aves y guajolotes en pie en el municipio de Tulum.

ESPECIE	PRODUCCIÓN	PRECIO	VALOR DE LA PRODUCCIÓN
	(TONELADAS)	(PESOS POR KILOGRAMO)	(MILES DE PESOS)
Ganado en pie			
Bovino	59.62	31.66	1,887.52
Porcino	2.146	33.57	72.037
Ovino	3.676	50.29	184.866
Total	65.442		2,144.42



ESPECIE	PRODUCCIÓN	PRECIO	VALOR DE LA PRODUCCIÓN
	(TONELADAS)	(PESOS POR KILOGRAMO)	(MILES DE PESOS)
Ave y guajolote en pie			
Ave	19.423	31.27	607.44
Guajolote	2.448	50.5	123.631
Total	21.871		731.071

Fuente: SIAP, 2020b.

Sin embargo, la carne en canal representa un mayor valor de producción, encabezado por el ganado bovino, que genera el 64.89% del valor total; mientras que la producción de ave representa el 29.55% de la producción en toneladas de carne en canal y únicamente genera el 4.65% del valor de la producción.

Tabla 16. Volumen y valor de producción de ganado, aves y guajolotes en canal en el municipio de Tulum.

CARNE EN CANAL			
ESPECIE	PRODUCCIÓN	PRECIO	VALOR DE LA PRODUCCIÓN
	(TONELADAS)	(PESOS POR KILOGRAMO)	(MILES DE PESOS)
Bovino	30.427	65.64	1,997.28
Porcino	1.594	66.68	106.295
Ovino	1.864	100.52	187.369
Ave	14.976	43	643.9
Guajolote	1.824	78.42	143.043
Total	50.685		3,077.89

Fuente: SIAP, 2020b.

Por lo que respecta a otros productos de origen animal, en el municipio de Tulum se lleva a cabo la producción de huevo para plato, miel y cera, siendo la miel el producto con mayor volumen y valor de producción (Tabla 17).

Tabla 17. Volumen y valor de la producción de otros productos de origen animal en el municipio de Tulum.

PRODUCTO	PRODUCCIÓN	PRECIO	VALOR DE LA PRODUCCIÓN
	(TONELADAS)	(PESOS POR KILOGRAMO)	(MILES DE PESOS)
Huevo para plato	15.485	34.09	527.91
Miel	236.991	22.49	5,328.94
Cera	6.031	75.86	457.515
Subtotal			6,314.37

Fuente: SIAP, 2020b.

Aprovechamiento Forestal

Como es posible apreciar en la Figura 75 el volumen de aprovechamiento forestal en el estado de Quintana Roo presenta una tendencia creciente en el periodo de 2010 a 2017, que se pronuncia en los años 2016 y 2017.



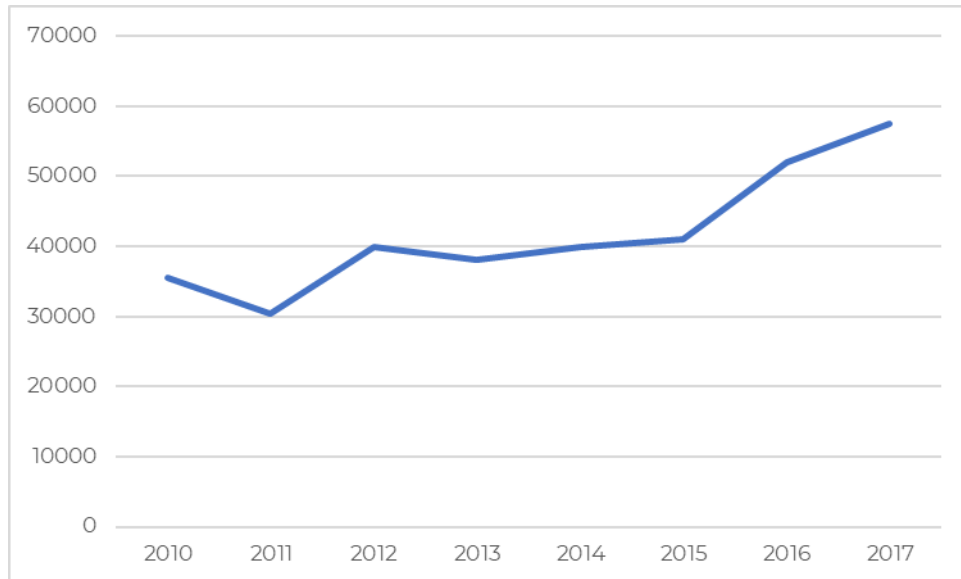


Figura 75. Volumen de la producción maderable en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2020a).

Ahora bien, de acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico del estado de Quintana Roo (INEGI, 2017), en el municipio de Tulum se contaba con dos autorizaciones vigentes para realizar aprovechamiento forestal maderable en el año 2016, con un volumen autorizado anual de 4,438 metros cúbicos, para las especies: chaca (*Bursera simaruba*), sac-chacáh (*Dendropanax arboreus*), jobo (*Spondias mombin*), amapola (*Pseudobombax ellipticum*), chechén negro (*Metopium brownei*), chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), machiche (*Lonchocarpus castilloi*), canizte (*Pouteria campechiana*), kitam che' (*Cenostigma gaumeri*), chakte viga (*Couleria platyloba*), bab (*Coccoloba spicata*), bojón (*Cordia alliodora*), chi'iin took' (*Kugriodendrum ferreum*), k'an-t'uul (*Lonchocarpus rugosus*), caracolillo (*Mastichodendron capri*), chactecok (*Sickingia salvadorensis*), tinto (*Haematoxylum campechianum*), xaax nik (*Vitex gaumeri*) y majagua (*Hampea trilobata*); sin embargo, no se cuenta con registro del volumen de aprovechamiento forestal en el municipio.

Cabe señalar, que de las especies listadas previamente, dentro de los polígonos propuestos como ANP únicamente se identificó la presencia de: chaca (*Bursera simaruba*), sac-chacáh (*Dendropanax arboreus*), chechén negro (*Metopium brownei*), chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), canizte (*Pouteria campechiana*), kitam che' (*Cenostigma gaumeri*), chakte viga (*Couleria platyloba*), bab (*Coccoloba spicata*), chi'iin took' (*Kugriodendrum ferreum*), k'an-t'uul (*Lonchocarpus rugosus*), xaax nik (*Vitex gaumeri*) y majagua (*Hampea trilobata*); no obstante, el aprovechamiento forestal maderable se limita al Polígono 1 para las especies tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), así como la pica de chicozapote (*Manilkara zapota*) para la extracción de látex.

Pesca

En lo relativo a la pesca, en 2020 no se cuenta con registro de embarcaciones mayores en el municipio de Tulum; sin embargo, se registraron 44 embarcaciones menores con una producción anual de 5,080 kg conforme a la Tabla 18 (SEMARNAT, 2021a).



Tabla 18. Número de embarcaciones y producción pesquera en el municipio de Tulum.

MES	NO. EMBARCACIONES MENORES	DÍAS DE PESCA	PRODUCCIÓN (KG)
Enero	5	8	850
Febrero	6	8	700
Junio	8	5	800
Julio	5	10	780
Octubre	6	8	300
Noviembre	7	10	1,000
Diciembre	7	15	650
Total	44		5,080

Fuente: SEMARNAT, 2021a.

Construcción

Como se mencionó previamente, dentro de las actividades secundarias en el estado de Quintana Roo, la construcción aporta una mayor participación en el PIB, impulsada por las inversiones residenciales, hoteleras y construcción de vivienda. Sin embargo, esta actividad, al igual que el turismo, se vio afectada por las medidas de contención de actividades durante la pandemia.

Los principales giros dentro de la construcción en el estado de Quintana Roo en 2021 son la edificación, el transporte y urbanización, que siguen siendo preponderantes a pesar de presentar una disminución porcentual importante respecto de 2020 (Figura 76; CMIC, 2022).

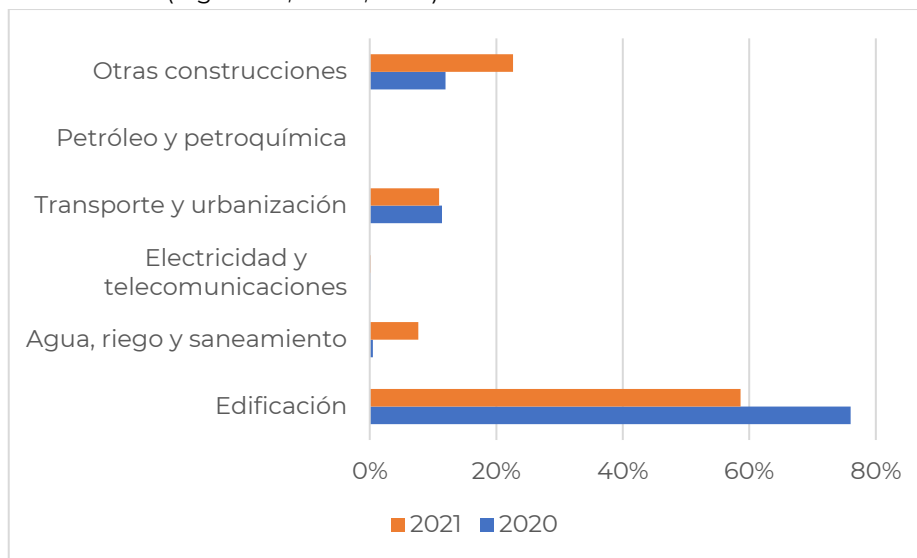


Figura 76. Participación porcentual de los tipos de construcción en el estado de Quintana Roo (CMIC, 2022).

A nivel estatal, existen 220 unidades económicas orientadas a la construcción, de las cuales únicamente cinco se ubican en el municipio de Tulum, lo que representa el 2.27% de las unidades existentes, empleando a 113 habitantes del municipio. Asimismo, esta actividad genera ingresos por 19.9 miles de pesos y un gasto total de 10.04 miles de pesos (INEGI, 2020c).



Industria manufacturera

La industria manufacturera en el estado de Quintana Roo presentó un crecimiento constante a partir de 2013, llegando a su punto más alto en 2019; sin embargo, el valor de la producción en 2020 presenta una caída a niveles semejantes a los observados en 2017, comportamiento que no es exclusivo en esta industria, al ser atribuible a los efectos económicos ocasionados por la pandemia (Figura 77).

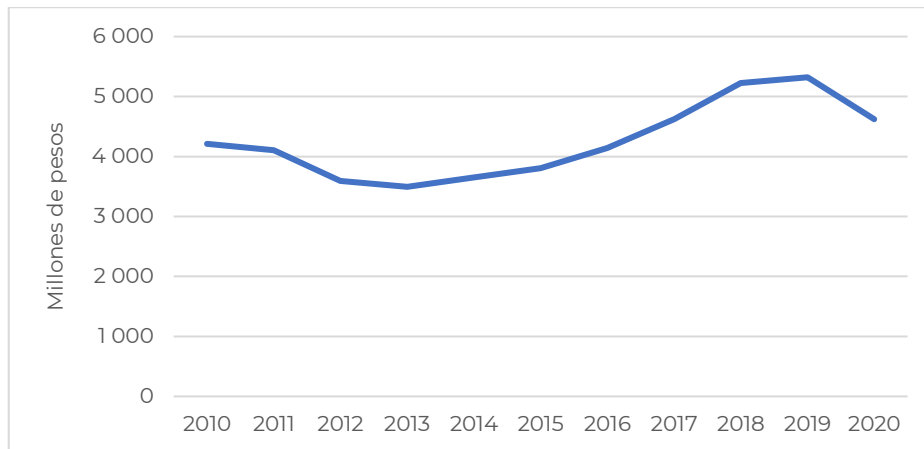


Figura 77. Valor de la producción de la industria manufacturera en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2022b).

Lo anterior, deriva de la participación de las industrias que conforman a la manufactura, (Figura 78), donde se observa la concentración de producción de la industria alimentaria, que para 2020 representaba el 50%, seguido de la fabricación de productos a base de minerales no metálicos y la industria de las bebidas y del tabaco, con una participación de 27% y 9%, respectivamente, sobre el total del valor de la producción atribuida a la industria manufacturera estatal.

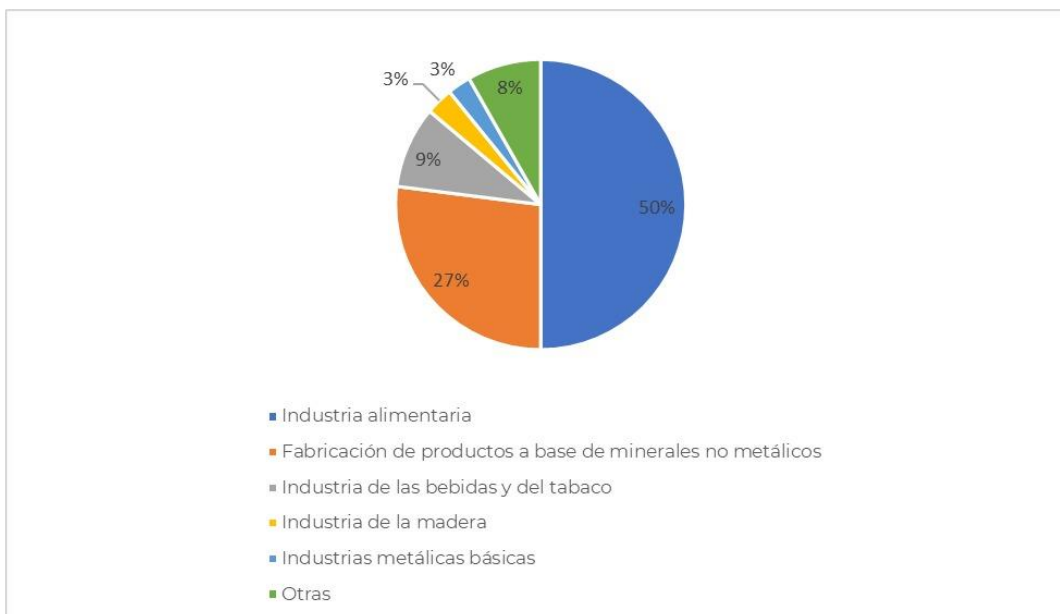


Figura 78. Conformación de la industria manufacturera y aportación al valor de la producción en Quintana Roo (INEGI, 2022b).



Minería

En el estado de Quintana Roo, no se conocen yacimientos de minerales metálicos (SGM, 2020), por lo que la producción minera corresponde a productos no metálicos, entre los que destacan los agregados pétreos, que representan en 40.38% del volumen de la producción de 2020, y la caliza, que significa el 59.61% restante (Figura 79).

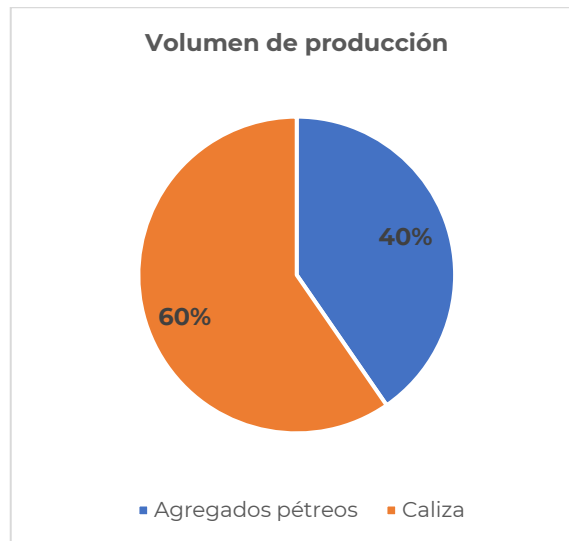


Figura 79. Volumen de producción de agregados pétreos y caliza en el estado de Quintana Roo (SGM, 2021).

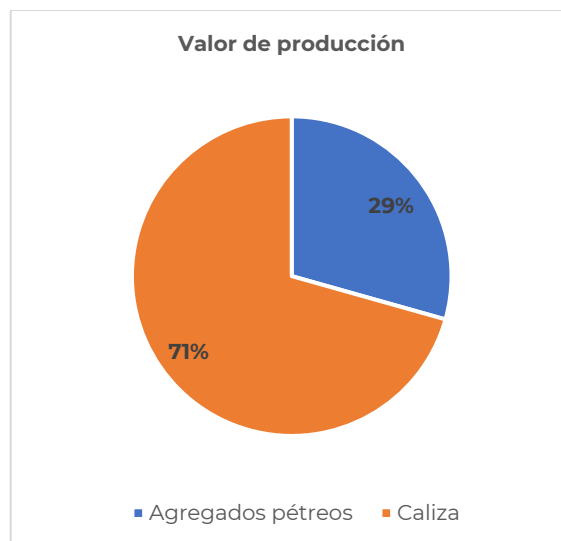


Figura 80. Valor de producción de agregados pétreos y caliza en el estado de Quintana Roo (SGM, 2021).

En términos monetarios, la producción minera representa \$6,615,827,646.43 pesos para el año 2020, donde el 70.62% lo genera la caliza, y únicamente el 29.37% los agregados pétreos (Figura 80 y Figura 81).



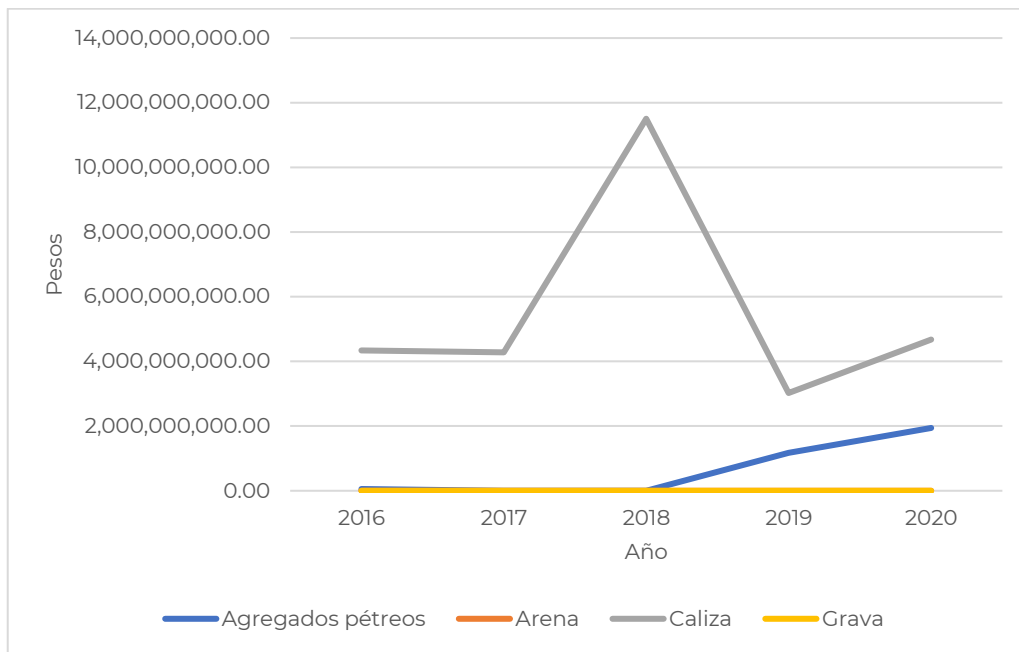


Figura 81. Valor de producción minera en el estado de Quintana Roo (SGM, 2021).

Así, en 2020 se generaron 1,916 empleos en la industria minero-metalúrgica en el estado de Quintana Roo, principalmente para productos de minerales no metálicos, por lo que su participación a nivel nacional corresponde únicamente al 0.52%.

En México, la producción minera para el año 2020 generó la cantidad de \$2,442,599,664,816.84 pesos, de los cuales, únicamente el 0.27% corresponde a la minería de Quintana Roo, lo que refleja que no es una actividad predominante en el estado.

No obstante, a fin de identificar las características de los bancos de materiales no-metálicos del estado, el SGM establece cinco regiones en el estado de Quintana Roo, dos de ellas ubicadas en el municipio de Tulum: región A Cancún-Cozumel y región B Carrillo Puerto.

En la región A se extrae arenisca y caliza para la producción de arena, grava y gravilla, mientras que en la región B, los principales bancos de materiales corresponden a caliza y brecha calcárea, donde se obtienen productos como grava, arena y arcilla; no obstante, en la superficie de la propuesta del APFF Jaguar actualmente no existen concesiones mineras vigentes o en trámite (Dirección General de Minas, 2022).

Turismo

En el estado de Quintana Roo, el turismo es la principal actividad generadora de ingresos derivado de sus múltiples atractivos, entre los que destacan sus playas, zonas arqueológicas y su cultura. Históricamente, el turismo en este estado supera el promedio nacional, presentando diversidad en el origen de sus visitantes.

De acuerdo con información de la SEDETUR, en 2020 el estado de Quintana Roo recibió 8,830,917 turistas, generando una derrama económica de \$6,902.72 millones de pesos, lo que representa un decrecimiento de 58.5% respecto del año inmediato anterior (Figura 82; SEDETUR, 2022).



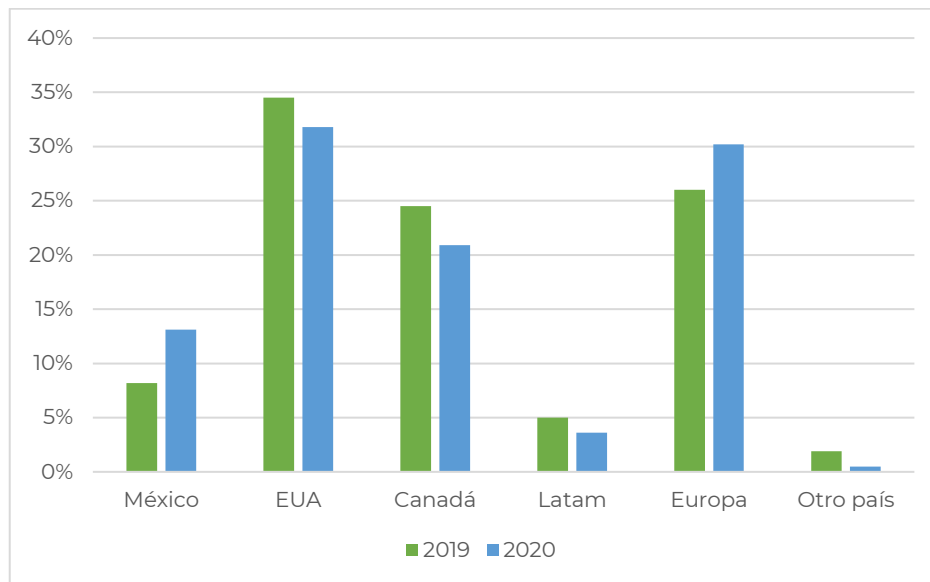


Figura 82. Procedencia del turismo en el estado de Quintana Roo (Consejo de Promoción Turística de Quintana Roo, 2021).

A diferencia de otros destinos turísticos nacionales, en el año 2019 el 34.5% del turismo provino de Estados Unidos, el 26% de Europa, el 24.5% de Canadá y únicamente el 8% corresponde al turismo nacional; es decir, el 92% del turismo estatal en dicho año es extranjero. Si bien, este porcentaje presentó variaciones en 2020, el turismo nacional continúa siendo mínimo, representando únicamente el 13.10%. Asimismo, se observa una concentración de los turistas en un rango de edad entre los 20 y 39 años, seguido de la población de entre 40 y 59 años (Figura 83; Consejo de Promoción Turística de Quintana Roo, 2021).

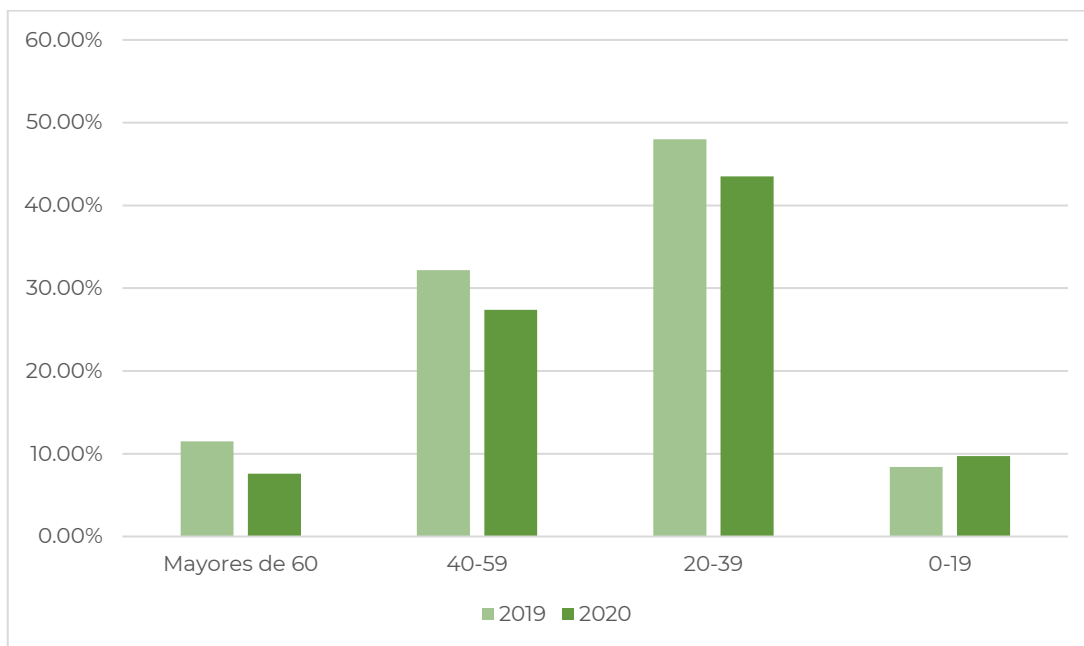


Figura 83. Porcentaje de turismo en el estado de Quintana Roo por grupos de edad (Consejo de Promoción Turística de Quintana Roo, 2021).



Dentro de las principales actividades de interés en el estado, se encuentran las visitas a zonas arqueológicas, cenotes, cavernas y parques recreativos, así como la realización de actividades acuáticas. Cabe señalar que, salvo las visitas a parques recreativos, las actividades mencionadas presentaron un incremento en términos porcentuales de 2019 a 2020, mientras que las visitas a la naturaleza perdieron participación (Figura 84).

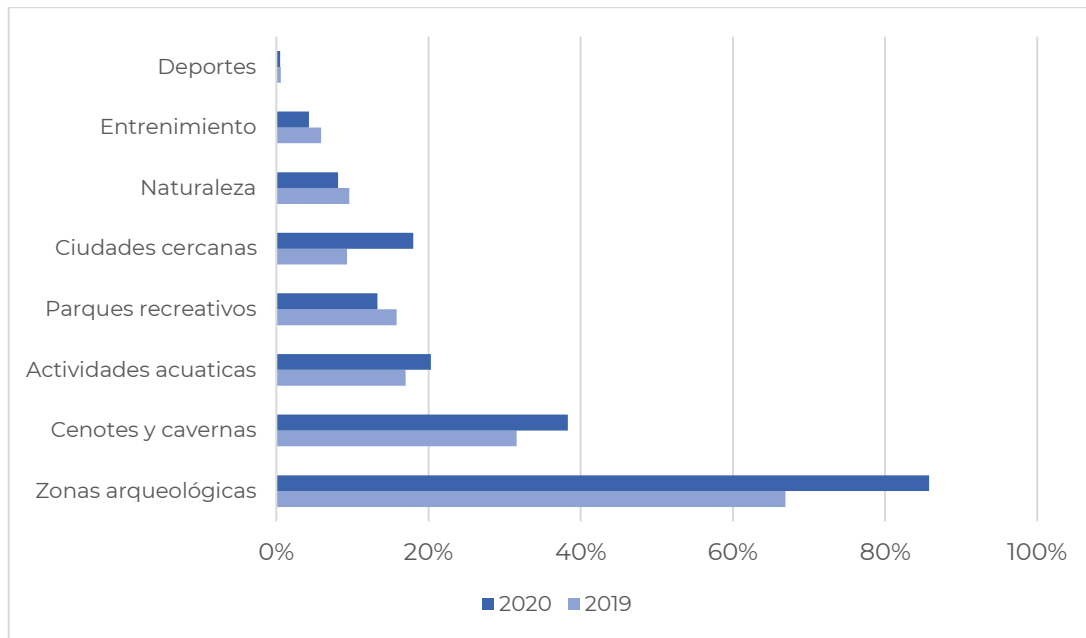


Figura 84. Actividades turísticas recurrentes en el estado de Quintana Roo (Consejo de Promoción Turística de Quintana Roo, 2021).

A nivel estatal se cuenta con un registro de 1,188 establecimientos de alojamiento en 2020, con un total de 114,789 cuartos, oferta que no ha mostrado decrecimiento en el periodo de estudio (Figura 85; SECTUR, 2022a).

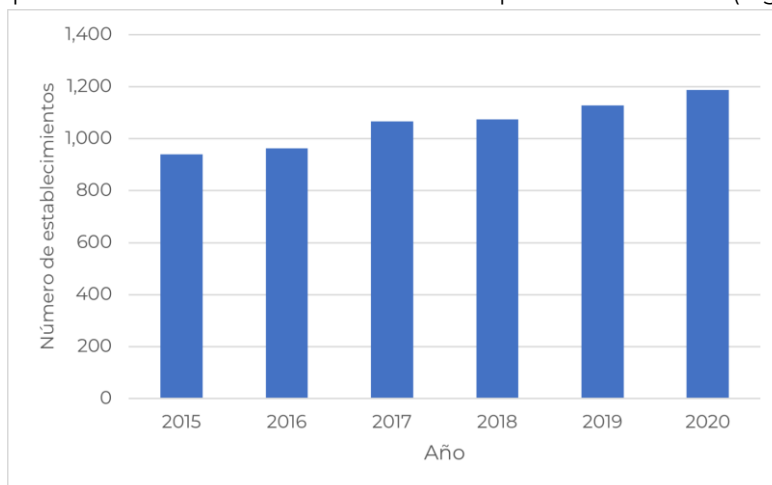


Figura 85. Oferta de alojamiento en el estado de Quintana Roo (SECTUR, 2022a).



En relación con lo anterior, la ocupación hotelera en el periodo de 2015 a 2019 presenta un promedio anual por encima del 70%, donde es posible observar una ligera disminución de 2017 a 2019; sin embargo, en 2020 la tasa de ocupación cayó a 29.1%, lo que implica la disminución de la producción a nivel estatal, como es posible apreciar en la caída del PIB (Figura 86).

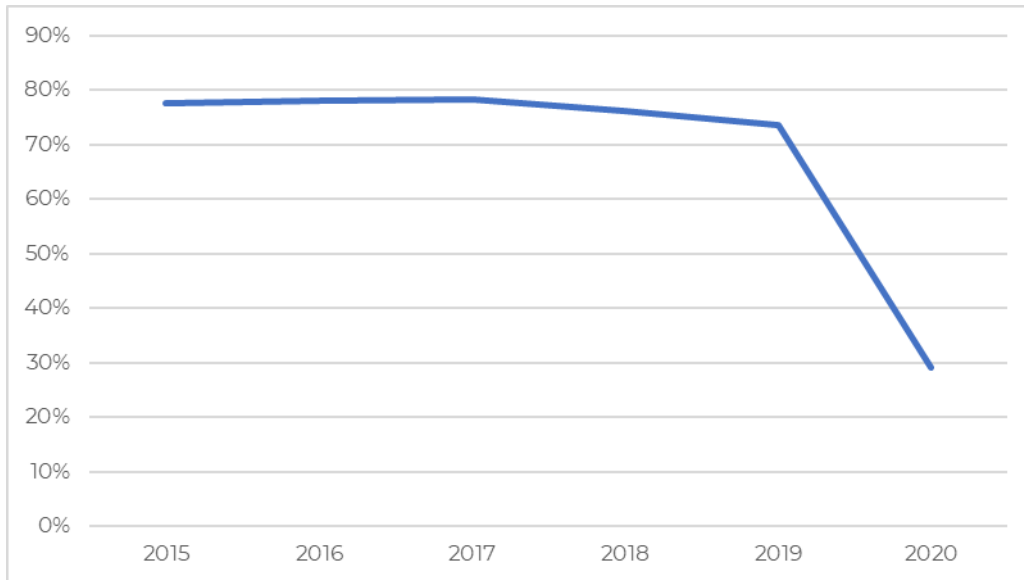


Figura 86. Porcentaje de ocupación hotelera en el estado de Quintana Roo (SECTUR, 2022a).

En lo que respecta a la oferta de servicios turísticos, destacan las agencias de viajes, guías de turistas y arrendadoras de autos, que como es posible apreciar en la Figura 87, no presentaron variaciones significativas, salvo por el caso de las agencias de viajes, que presentan un decrecimiento en el año 2017, con una recuperación en 2018.

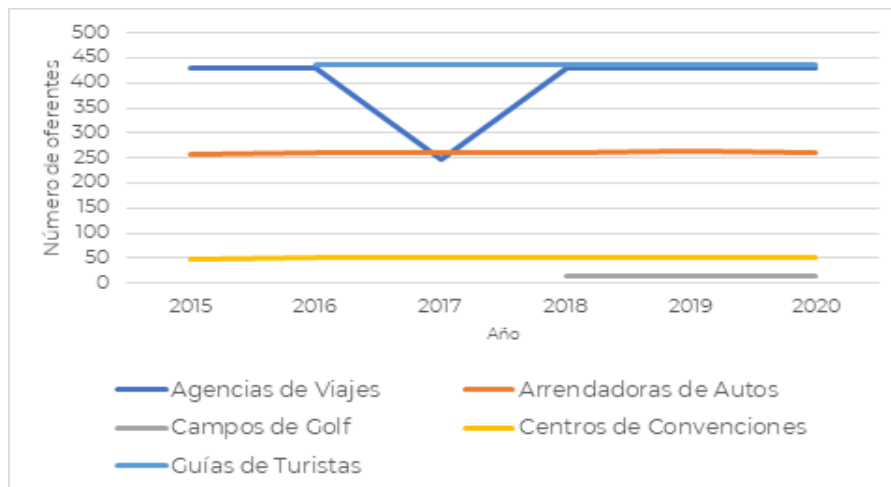


Figura 87. Oferta de servicios turísticos en el estado de Quintana Roo.

Fuente: SECTUR, 2022a.



Asimismo, la oferta presentada por parte de los establecimientos turísticos de alimentos y bebidas muestra un comportamiento constante (Figura 88), con una ligera variación en el año 2020, lo que refleja que durante el periodo de pandemia la oferta de bienes y servicios turísticos se mantuvo constante al tener una capacidad instalada, mientras que la demanda decreció significativamente.

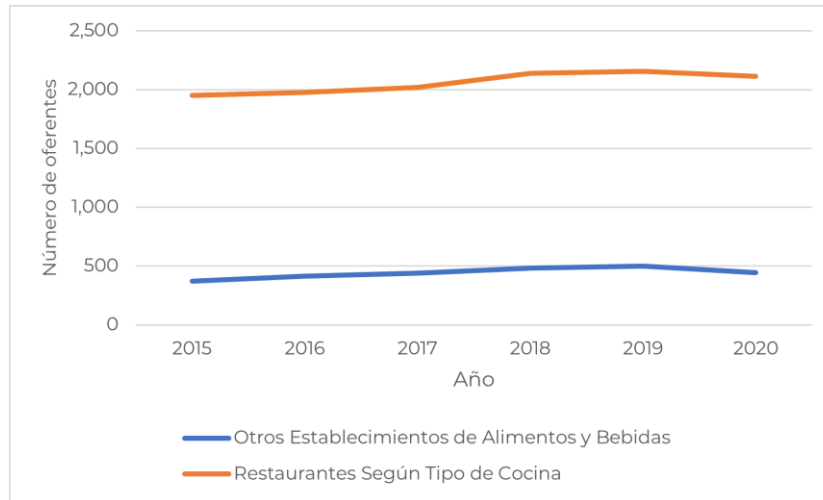


Figura 88. Oferta de establecimientos turísticos de alimentos y bebidas en el estado de Quintana Roo (SECTUR, 2022a).

Cabe señalar que, de la totalidad de las visitas a zonas arqueológicas a nivel estatal, el 64.32% corresponde a Tulum, de las cuales 43.36% fueron realizadas por residentes nacionales y el 56.64% por turistas extranjeros (SECTUR, 2022a).

Asimismo, la infraestructura turística en el municipio de Tulum para 2020 consiste en 158 hoteles con un total de 8,250 cuartos, mientras que en ese mismo año se presentó una ocupación de únicamente el 25.40% de la oferta. Como es posible apreciar en la Figura 88, en 2021 los niveles de ocupación hotelera se recuperan casi al mismo nivel que los presentados en 2019 (SECTUR, 2022b).

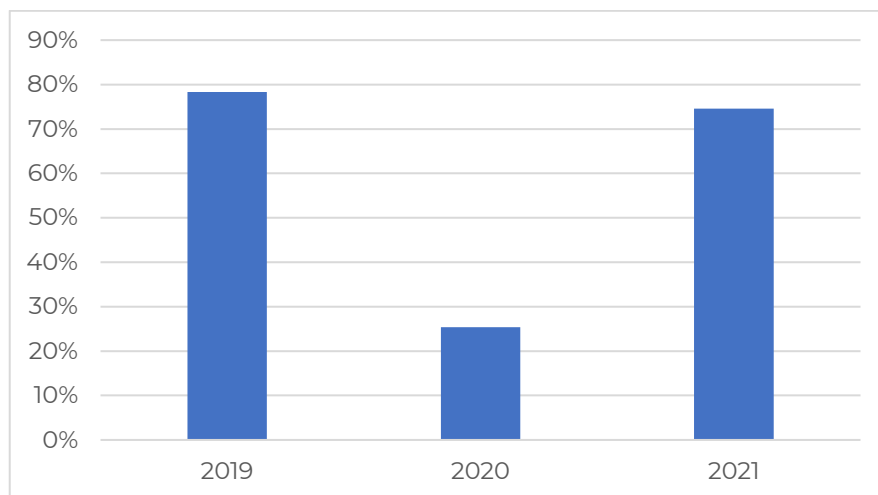


Figura 89. Ocupación hotelera en el municipio de Tulum, Quintana Roo (SECTUR, 2022b).



Así, el hospedaje en el municipio generó una derrama económica de \$1,634 millones de pesos en el año 2021, cifra que no presenta una recuperación proporcional a la ocupación hotelera para el mismo periodo, lo que podría implicar una disminución de los precios de hospedaje en el municipio (Figura 90; SECTUR, 2022b).

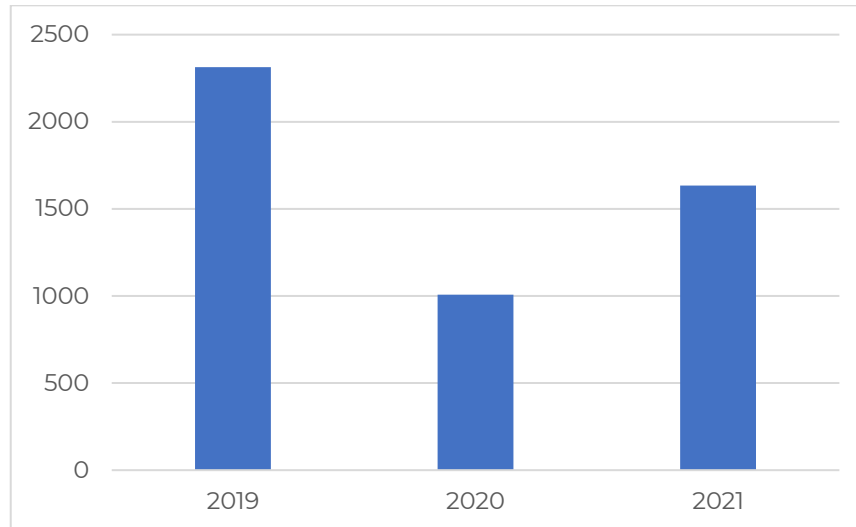


Figura 90. Derrama económica derivada del hospedaje en el municipio de Tulum, Quintana Roo (SECTUR, 2022b).

Aunado a lo anterior, en el municipio de Tulum para el año 2016 se tiene registro de 16 agencias de viajes, 11 alquileres de automóviles, un campo de golf, cuatro centros de convenciones, 82 guías de turistas y más de 150 establecimientos de alimentos y centros nocturnos (SECTUR, 2022a).

C.2) USOS TRADICIONALES

A lo largo de la historia, diversas comunidades han establecido vínculos con la naturaleza, a través de los usos de los recursos naturales, no sólo para fines de consumo sino también para fines medicinales, religiosos y culturales, por lo que estos fungen un papel importante en la cultura y en la generación de conocimientos que son heredados de generación en generación.

Como se ha mencionado previamente, no existen localidades habitando al interior de los polígonos de estudio; sin embargo, a nivel regional se ha identificado que las comunidades mayas ubicadas en la Península de Yucatán practican la agricultura, el establecimiento de huertos familiares y el aprovechamiento tradicional de miel y chicozapote.

Agricultura

El sistema agrícola de los mayas de la Península de Yucatán se encuentra orientado al cultivo de maíz, donde se identifican 6 variedades locales; sin embargo, también es posible apreciar otro tipo de cultivos con fines de autoconsumo entre los que se encuentran 6 clases de leguminosas, 8 cucurbitáceas, 9 tipos de chile, 7 clases de jitomates, 7 tubérculos y camotes comestibles, entre otras (Toledo *et al.*, 2008). En la siembra de maíz, se aplican conocimientos empíricos de la vegetación para determinar la calidad de los suelos, así como indicadores de los fenómenos climatológicos como el canto de las aves (Naciones Unidas México, 2021).



En la actualidad, se siguen practicando diversos rituales a pesar de contar con sistemas de riego modernos, destinados a realizar plegarias para suplicar el beneficio de las lluvias en los cultivos de maíz, o bien, en agradecimiento por los primeros cultivos.

Huertos familiares

En estos huertos, ubicados regularmente alrededor de las casas, se cultivan especies de plantas y animales domésticos tales como cerdos, gallinas, guajolotes, patos y colonias de abejas que son fundamentales en la alimentación familiar. La flora de los huertos se utiliza generalmente como alimento, para usos medicinales, ornamentales y como leña (Toledo *et al.*, 2008).

Aprovechamiento tradicional de miel

De acuerdo con Márquez (1994), el aprovechamiento de miel era realizado por los mayas en la Península de Yucatán como endulzante y como medicina natural para la cura de catarata ocular y tosferina, asimismo, previo a la introducción al país de la *A. mellifera*, la producción de miel de la especie *Melipona beecheii*, era utilizada en la preparación de la bebida fermentada denominada “balché”, que hasta la actualidad es utilizada en rituales mayas.

La base del Balché es el maíz criollo y su consumo se realiza principalmente en ceremonias agrícolas o rituales de sanación, para las festividades religiosas y para los cambios de las autoridades tradicionales, entre los que se encuentra la toma de cargos públicos.

Sin embargo, al día de hoy la producción de miel en la Península de Yucatán deriva en su mayoría de la especie *A. mellifera*, por lo que el cultivo de la especie *M. beecheii* tiende a desaparecer y en la actualidad se encuentra destinado al autoconsumo, lejos del intenso comercio realizado por los mayas previo a la conquista española. Por otro lado, se encuentra la obtención de cera de abeja cuyo objetivo principal era la fabricación de velas para iluminar las festividades religiosas, uso que fue conservado a la llegada de los españoles.

Cabe señalar, que en la actualidad, se cuenta con registro de producción de miel y cera en el municipio de Tulum, así como de los volúmenes de producción y de valor que se genera gracias a su comercio (Tabla 17), que si bien es realizado a bajos niveles, es un reflejo de la importancia de la actividad para determinadas localidades.

Aprovechamiento de chicozapote

El chicozapote ha tenido diversos usos a lo largo de la historia mexicana: sus hojas, corteza y semillas eran utilizados por las comunidades mayas como medicina tradicional, principalmente para inducir el sueño o como sedante. Derivado de lo anterior, se detonaron investigaciones respecto de sus propiedades, siendo utilizado en la zona centro del país como tratamiento para la presión arterial, a través de la toma de infusiones de las hojas de esta planta cada tercer día, o bien, mediante la ingesta directa del producto después de cada alimento (Vidal *et al.*, 2008).

Por otro lado, en la Península de Yucatán, principalmente en los estados de Quintana Roo y Campeche, se realiza aprovechamiento de este recurso mediante la extracción de látex de los árboles, con el fin de producir chicle. A gran escala, la producción de chicle se encuentra organizada por cooperativas dedicadas exclusivamente a este producto; sin embargo, el proceso de producción continúa siendo manual, utilizando herramientas elaboradas por ellos mismos, tal como en sus orígenes.



Para su aprovechamiento, las comunidades se internan en las selvas donde se basan en la observación para la selección de los árboles susceptibles de ser aprovechados, buscando intervenir únicamente aquellos de un diámetro mínimo de 25 cm, mismos que no podrán ser aprovechados nuevamente en aproximadamente 7 u 8 años, ya que su producción sería insuficiente o de baja calidad.

El proceso da inicio con la pica de los árboles para la recolección del látex, que posteriormente tiene que ser sometido a un proceso de filtrado y cocción, posteriormente se deja enfriar y es enmarquetado en moldes elaborados a base de madera previamente tratados para evitar la adhesión del chicle y finalmente, es puesto a la venta.

No obstante, la producción de chicle no se limita a su comercio para la elaboración de goma de mascar, ya que entre sus primeros usos se encuentra la elaboración de velas que eran masticadas en los rituales practicados por los mayas. Asimismo, en dichas comunidades era utilizado como dote para pedir a la novia, elaborando un corazón de chicle (Llanes, 2020).

Como resultado del recorrido en campo, se obtuvo evidencia de aprovechamiento de chicozapote para fines de autoconsumo en el Polígono 1; sin embargo, derivado las características de las marcas del ejemplar capturado es posible inferir que dicho aprovechamiento no es reciente (Figura 91).



Figura 91. Árbol de chicozapote con evidencia de aprovechamiento en el Polígono 1.

Así, independientemente del uso y escala en la realización de la actividad, el conocimiento para el aprovechamiento de los árboles de chicozapote, desde escalarlos hasta la pica y la elaboración de los utensilios necesarios para la producción de chicle, es de gran valía, al ser transmitido de generación en generación. Sin embargo, este conocimiento tradicional se está perdiendo paulatinamente, ya que los jóvenes han optado por dedicarse a otras actividades que impliquen una remuneración mayor, y un esfuerzo físico menor.



C.3) USOS Y APROVECHAMIENTOS POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES EN LOS POLÍGONOS PROPUESTOS

Especies de uso melífero y ornamental

Derivado de la observación anatómica y morfológica de las especies vegetales que habitan en los polígonos propuestos y con base en diversas características de las hojas y flores, como el color, forma, tamaño, textura, abundancia, aroma y tiempo de floración, se identificó que el balche ke (*Bourreria pulchra*) tiene un uso ornamental potencial, adicionalmente Briceño (2018) la considera como una especie melífera.

Por otro lado, en el ANP propuesta se cuenta con la presencia de dzidzilché (*Gymnopodium floribundum*) cuya madera es tradicionalmente usada como combustible en la Península de Yucatán. Asimismo, es considerada como una especie melífera, por lo que representa un papel importante en la industria apícola, ya que la miel producida a partir del néctar de sus flores es de alta calidad.

Debido a lo anterior, el dzidzilché juega un papel importante en varias interacciones con otros organismos, por lo que su estudio dentro de la propuesta de APFF Jaguar, permitirá ampliar el conocimiento sobre la especie, a fin de propiciar su manejo sostenible (Ortiz *et al.*, 2019).

Aprovechamiento forestal maderable

Como se mencionó previamente, dentro de las especies permitidas para aprovechamiento contempladas en las autorizaciones proporcionadas por la SEMARNAT en el municipio de Tulum, se encuentra el chechén negro (*Metopium brownei*), cuya madera presenta tanto características macroscópicas, como propiedades físicas y mecánicas que la hacen potencialmente valiosa para su aprovechamiento (Rendón *et al.*, 2021).

En este tenor, en los polígonos propuestos como ANP se observó la presencia de esta especie, cuyos usos potenciales son la elaboración elementos no estructurales interiores como pisos, muebles de alta calidad, artículos torneados, esculturas, anillos, taburetes, cuencos, mangos de cuchillos, artesanías, arcos de contrabajo y violonchelo, entre otros. Debido a lo anterior, esta especie es susceptible de contar un plan de manejo para su aprovechamiento forestal, en los términos de la legislación en la materia.

Meliponicultura

La meliponicultura, entendida como el manejo de las abejas nativas sin aguijón en forma sistematizada, es una práctica que se remonta a las culturas prehispánicas de Mesoamérica. Su aprovechamiento trajo como consecuencia el incremento de sus poblaciones, posiblemente en niveles superiores al número de colonias que poblaban de forma natural en las selvas (González, 2012); sin embargo, en la actualidad esta actividad ha perdido relevancia, derivado, entre otras cosas, de la introducción de la especie *Apis mellifera* como principal productora de miel.

Dentro de la propuesta de ANP, se encuentran diversas especies de abejas sin aguijón que cuentan con registros bibliográficos de aprovechamiento en algunas regiones de México y América del Sur, como es el caso de la abeja sin aguijón (*Trigona corvina*) y abeja culo de vaca (*Trigona fulviventris*), cuyos cultivos no necesariamente son destinados al consumo de la miel como endulzante.



Para ejemplificar lo anterior, Arnold (2018) refiere que en algunas comunidades se evita el consumo de miel de *Trigona corvina*, debido a que se han observado recolectando heces; sin embargo, en algunas comunidades, sus nidos son extraídos para mantenerlos en las casas y cosechar la miel. Por otro lado, Contreras *et al.* (2020) señalan que, al mezclar su miel con otros elementos, esta sirve como pegamento para la elaboración de artesanías.

Por lo que respecta a la producción de miel de la especie *Trigona fulviventris*, esta no es destinada a su ingesta, toda vez que diversas comunidades han señalado que es amarga y sus nidos son de difícil extracción, al obtenerse escarbando a aproximadamente un metro debajo de la tierra (Contreras *et al.*, 2020). Asimismo, Vásquez-García *et al.* (2022) reportan que estas abejas tienen gran potencial para la obtención de cera.

En este sentido, dichas especies ejemplifican posibles aprovechamientos a escalas de autoconsumo. Derivado del manejo sustentable de estas especies, es posible privilegiar el conocimiento tradicional arraigado en las comunidades aledañas a la región y además, favorecer la conservación de las especies.

Reforestación

Una estrategia para combatir los procesos crecientes de deforestación, pérdida y degradación de los ecosistemas es la intervención en los ecosistemas a través de actividades como la forestación y la reforestación, promoviendo así la recuperación de su estado original, a través de medios naturales.

Previo al inicio de este proceso, se requiere planeación y trabajo en campo para la selección del sitio y especies a reforestar, cuyo germoplasma deberá obtenerse de ejemplares sanos, fenotípicamente superiores al promedio de la zona ecológica a reforestar a fin de incrementar la probabilidad de sobrevivencia de la planta en el sitio (CONAFOR, 2010).

En relación con la anterior, en el área propuesta como ANP se observó la presencia de ejemplares de especies vegetales, que derivado de sus características físicas y fenológicas son susceptibles de ser destinadas a la reforestación de los sitios que se determinen viables, ejemplo de lo anterior son el chi'lin took' (*Krugiodendrum ferreum*), pak che' (*Croton arboreus*) y xaax nik (*Vitex gaumeri*).

Servicios ambientales

Los servicios ecosistémicos son aquellos que son provistos por los ecosistemas y su biodiversidad asociada, y son esenciales para la supervivencia de los sistemas naturales y biológicos intrínsecamente relacionados (SEMARNAT, 2021b) de tal forma que proporcionan beneficios tangibles e intangibles. Como se mencionó previamente, los ecosistemas que se protegerán a través de la declaratoria de APFF Jaguar se encuentran en buen estado de conservación, por lo que la población se seguirá beneficiando con la provisión de estos servicios.

Por lo anterior, el establecimiento del APFF Jaguar coadyuvará en la disminución de las amenazas de intervención que pudieran suscitar en la región, así como a los efectos del cambio climático a través del adecuado manejo del área (CONANP-PNUD, 2019), a fin de asegurar el equilibrio ecológico y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos que en ella se desarrollan, de tal forma que sea posible garantizar que las generaciones futuras tengan acceso a los diversos servicios ambientales –de provisión, regulación, soporte y cultura- al menos en la misma medida que las generaciones presentes.

En este sentido, se busca la permanencia de dichos servicios ambientales, entre los que se encuentran, de manera enunciativa, más no limitativa, los siguientes:

- **Provisión:** fuente de recursos biológicos como madera, leña, plantas y animales, los cuales son indispensables para la subsistencia de comunidades rurales e indígenas.
- **Soporte:** sustento de los procesos de funcionamiento de los ecosistemas, incluyendo ciclo de nutrientes y agua, retención y formación de suelos, así como la regulación del clima local, y el control de plagas y vectores de enfermedades.
- **Regulación:** filtración de agua al subsuelo a través de las llanuras.
- **Cultura:** medio para realizar actividades culturales, artísticas, espirituales y de recreo, realizadas a través de la observación y disfrute de la belleza escénica.

Además de ser hábitat de más de 960 especies de vida silvestre, de las cuales 20 (13 plantas y 7 siete animales) son endémicas y 90 (nueve plantas y 81 animales) están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

Turismo de bajo impacto ambiental

De acuerdo con la zonificación de la propuesta de ANP, es posible realizar actividades como paseos y caminatas en los espacios naturales con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar sus atractivos naturales; así como cualquier manifestación cultural del presente y del pasado que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural.

Estas actividades contribuyen a la conservación y al desarrollo sustentable regional, al ser fuentes generadoras de empleo local, al incrementar el turismo en la región. Cabe señalar que el polígono 2 presenta colindancia con el Parque Nacional Tulum, siendo separados únicamente por la carretera Federal 307 Tulum-Cancún, razón por la cual se espera una alta afluencia de turismo en la propuesta de ANP, en función de la capacidad de carga de sus ecosistemas.

Educación ambiental

Se refiere a la formación escolar y extraescolar, que comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida, a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. Un área natural protegida en cualquiera de sus categorías es ideal para el desarrollo de este fin.

Con esta actividad, se busca impulsar la participación social en beneficio del cuidado del patrimonio natural nacional y reconocer los saberes ancestrales de los pueblos indígenas, permitiendo entender la interrelación que existe entre los seres humanos, sus culturas y el entorno físico, incluyendo la participación de los individuos y comunidades en la organización y gestión de proyectos sustentables de conservación (CONANP, 2021).

Investigación científica

Esta actividad podrá llevarse a cabo por diversos actores, como las organizaciones de la sociedad civil, instituciones públicas, organismos privados y la academia, con el objeto de generar conocimiento aplicable para la conservación y el manejo del ANP, y de los ecosistemas en general (CONANP, 2020a).

La investigación científica desempeña un papel fundamental en el proceso de decisión respecto de la administración de los recursos naturales. Asimismo, al procurar la participación de las comunidades locales en las acciones de monitoreo, es posible obtener conocimiento tradicional sobre la biota de la propuesta de ANP y simultáneamente, contribuir al desarrollo regional.



En este sentido, son vastos los proyectos de investigación que se pueden realizar respecto de la flora y fauna que habita al interior de los polígonos, así como de los ecosistemas presentes en ellos, por lo que en el inciso E) del presente apartado se enlistan los objetos de investigación, así como las posibles instituciones y dependencias que podrán contribuir a la generación de conocimiento respecto de la biodiversidad regional.

D. Situación jurídica de la tenencia de la tierra

La superficie de los polígonos que integran la propuesta de APFF Jaguar está conformada por terrenos nacionales, de propiedad federal y estatal como se observa en la Figura 92 polígono 1 y Figura 93 polígono 2. Cabe mencionar que las superficies totales fueron tomadas de los documentos proporcionados por las entidades titulares de dichos predios, que consisten en cédulas de inventario, escrituras públicas y antecedente de folio real, cuyo contenido permite a esta Comisión Nacional tener la certidumbre sobre la titularidad de dichos predios en los que se establecerá el APFF Jaguar.





Figura 92. Tenencia de la tierra Polígono 1.





Figura 93. Tenencia de la tierra en el Polígono 2.

E) PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE SE HAYAN REALIZADO O QUE SE PRETENDAN REALIZAR

Se consultaron los trabajos de investigación realizados por diversas instituciones académicas para la zona de estudio; en este sentido, fueron incorporados aquellos proyectos que, por su delimitación temática y geográfica, aportan conocimiento de utilidad para el análisis integral de la región bajo análisis.

A partir de lo anterior, se identificó que en su mayoría se han desarrollado investigaciones a escala estatal y municipal, destacando aquellos relacionados con la actividad turística y sus impactos económicos y sociales; no obstante, también se identificaron proyectos orientados al impacto ambiental que deriva de dicha actividad. En menor medida, se identificaron proyectos de investigación orientados al estudio de la vida silvestre que habita en la región, donde destacan los relativos a la adaptación de diversas especies de vegetales ante perturbaciones ambientales.

Asimismo, se aprecia la existencia de una investigación abierta, relativa al estudio de los sistemas kársticos delimitado a la planicie costera de Tulum, mismo que dio inicio en 2007 (Tabla 19).

Tabla 19. Proyectos de investigación realizados en la región.

NO.	ORGANIZACIÓN O UNIVERSIDAD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	RESULTADOS
TRABAJOS DE LICENCIATURA					
1	UAM Iztapalapa	Ecoturismo en el estado de Quintana Roo, México. Implicaciones, ventajas y desventajas sobre el uso de los recursos naturales	Manuel Esperón Rodríguez	2004	Identificación de áreas de oportunidad en el desarrollo de proyectos de ecoturismo en Quintana Roo
2	Universidad de Quintana Roo	Factores de desarrollo de la Industria Forestal Maderable en el Estado de Quintana Roo (1990-2005)	Carlos Omar Guirado López	2011	Identificación de alternativas para el aprovechamiento forestal de maderas no preciosas fomentando la producción y transformación de la materia prima en el estado.
3	Universidad de Quintana Roo	Impactos ambientales ocasionados por los desarrollos urbanos en los mantos acuíferos de Tulum	Adrián Alejandro Pech Avilez	2020	Planteamiento de consecuencias económicas y sociales negativas derivadas de la contaminación de los mantos acuíferos en la región.
4	Universidad de Quintana Roo	Aspectos biológicos y pesqueros de algunas especies de la familia Scombridae, recursos de importancia pesquera en Quintana Roo, México.	Yareli Cota Valentín	2018	Presentación de estadísticas de producción pesquera en los municipios de Quintana Roo e identificación de especies de la familia Scombridae en el Caribe Mexicano.
5	Universidad de Quintana Roo	Determinación de la relación entre la materia orgánica en suelo y la vegetación en Quintana Roo	Zulma Natali Barranco Betancourt	2018	Estimación del contenido de carbono y distribución espacial por cobertura forestal en Quintana Roo y análisis de la relación del contenido de carbono de la materia orgánica sobre el suelo por tipo de vegetación.



NO.	ORGANIZACIÓN O UNIVERSIDAD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	RESULTADOS
6	Universidad de Quintana Roo	Determinación de coliformes totales fecales en 5 cenotes de la ciudad de Tulum, Quintana Roo	Irving Arcángel Góngora Aguilar	2021	Presencia de contaminación fecal en los 5 cenotes, mayor presencia de sólidos totales disueltos en cenotes cercanos a la costa.
7	Universidad de Quintana Roo	Evaluación de los atractivos turísticos naturales: Caso pueblo Mágico "Tulum"	Jazmín Del Rosario Mejía Carrillo	2019	Identificación de 15 tipos de atractivos turísticos con necesidades de infraestructura o equipamiento.
8	Universidad de Quintana Roo	Manejo de residuos sólidos humanos ante desastres por huracanes: una contribución a la resiliencia urbana-costera en la ciudad de Tulum, Quintana Roo.	Randy Mauricio Martínez Torres.	2018	Análisis de la deficiencia en el manejo de RSU en la ciudad de Tulum como consecuencia del enfoque prioritario que ha tenido el turismo.
9	Universidad de Quintana Roo	La actividad pesquera, alternativa para un crecimiento económico en el estado de Quintana Roo.	Fay Grajales Lopez	2004	Identificación de la baja explotación que ha tenido Quintana Roo en la pesca.
10	Universidad de Quintana Roo	Seguridad: Estudio de percepción del visitante en el destino turístico de Tulum.	Glady Moreno García	2017	Identificación de la seguridad como principal factor para el turismo.
11	Universidad de Quintana Roo	Turismo y seguridad en las actividades turísticas de Tulum	Jesús Antonio Solís Tox	2020	Identificación de actividades turísticas que dañan el ecosistema.
12	Universidad de Quintana Roo	Gestión ambiental de los bancos de aprovechamiento de materiales pétreos autorizados en Quintana Roo, mediante Sistemas de Información Geográfica.	Marco Antonio Ramírez Campos	2011	Identificación de los bancos de aprovechamiento de materiales pétreos autorizados por municipio y su nivel de explotación.
13	Universidad Nacional Autónoma de México	Aeropuerto internacional de la Riviera Maya, Tulum, Quintana Roo	Armando Cruz Cordoba	2020	Análisis del crecimiento turístico a causa de la construcción de un aeropuerto.
14	Centro de Investigación Científica de Yucatán	Evaluación de la distribución de las condiciones salinas en el sistema hidrogeológico del noreste de Quintana Roo	Vania Saiasi Aguilar Flores	2020	Identificación del comportamiento de la intrusión salina en la zona de Tulum y otras poblaciones cercanas a la costa.
Trabajos de maestría					
15	UAM Iztapalapa	Influencia de las actividades antropogénicas en ecosistemas carbonatados de Quintana Roo, México	Juan Carlos Cruz Toledo	2011	Evaluación de la calidad del agua en ambientes costeros de Quintana Roo y su relación con actividades antropogénicas.
16	Universidad de Quintana Roo	Cambios de cobertura y uso de suelo en Quintana Roo, México: acciones estratégicas para la conservación forestal	Antonio del Jesús Batún Guerrero	2018	Identificación del cumplimiento de la meta REDD+ Quintana Roo, de acuerdo con las tendencias de deforestación proyectadas.



NO.	ORGANIZACIÓN O UNIVERSIDAD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	RESULTADOS
17	Universidad de Quintana Roo	Análisis del impacto de la actividad turística sobre el aspecto socioeconómico del estado de Quintana Roo, México (2010-2015)	Rita Elizabeth Chablé Tuit	2017	Evaluación del desarrollo regional y análisis del impacto negativo del turismo en Tulum.
18	Universidad de Quintana Roo	Alcances de la cultura turística en Tulum, Solidaridad, Quintana Roo	Wendy Marilú Sánchez Casanova	2006	Análisis de la relación entre el turismo y la marginación que vive Tulum.
19	Centro de investigación científica de Yucatán	Cambios anatómicos y fisiológicos de cuatro especies de palmeras yucatanenses, como respuesta al aumento de la concentración de CO ₂ , en condiciones controladas.	Gerardo Emmanuel Polanco Hernández	2008	Identificación del efecto del aumento de CO ₂ en la producción de hoja de palmera.
20	Centro de investigación científica de Yucatán	Modelación regional en estado estacionario del acuífero noreste de Quintana Roo.	Irving Daniel Escobedo Cen	2021	Caracterización de sistemas de flujos subterráneos e identificación de áreas de recarga y descarga del acuífero.
21	Universidad Autónoma del Estado de México	Conflictos Ambientales en Tulum, Quintana Roo	Alma Ivonne Marín Marín	2017	Análisis de las consecuencias del gran crecimiento turístico en Tulum.
22	Universidad Nacional Autónoma de México	Hacia una propuesta urbano ambiental de turismo sustentable, para la región costera de Tulum, Quintana Roo, México	Israel Romero Martínez	2011	Diagnóstico de la situación de deterioro medioambiental que se vive en Tulum.
23	Instituto Politécnico Nacional	Conectividad de los arrecifes coralinos del Golfo de México y Caribe Mexicano	Gustavo De la cruz Agüero y Alejandra Chávez Hidalgo	2009	Identificación de zonas con arrecifes, las causas de su deterioro y las especies que los habitan.
24	UNAM	Uso del hábitat y conservación del jaguar (<i>Panthera onca</i>) en un paisaje influenciado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán	Heliot Zarza Villanueva	2008	Identificación de las debilidades y amenazas que presenta la especie en la región de estudio.
25	Centro de Investigación Científica de Yucatán	Fauna (peces y moluscos) asociada a arrecifes de coral de la zona centro y norte del Caribe mexicano.	Jaime Alejo Pérez Torres	2021	Caracterización de la fauna de peces y moluscos asociada a los arrecifes de coral y sus propiedades ecológicas.



NO.	ORGANIZACIÓN O UNIVERSIDAD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	RESULTADOS
Trabajos de doctorado					
26	Universidad de Quintana Roo	Desarrollo turístico de los destinos de Quintana Roo a partir de la perspectiva de la sustentabilidad	Georgina del Socorro Medina Argueta	2018	Análisis de la relación entre el turismo y el bajo desarrollo socioeconómico en las comunidades.
27	Universidad de Quintana Roo	Sustentabilidad urbana en regiones tropicales, análisis y evaluación comparativa de las interrelaciones espaciales de Tulum.	Pedro Citlac Chargoy Loustaunau	2016	Identificación del impacto ambiental que se ha tenido a causa de una falta de planificación urbana.
28	COLMEX	Una frontera en movimiento: migración, fecundidad e identidad del sur de Quintana Roo y norte de Honduras Británica (Belice) 1900-1935	Allan Ortega Muñoz	2008	Identificación de las principales causas de migración en Quintana Roo.
29	Universidad de Lleida	Valorización del patrimonio a través del análisis de políticas públicas para el desarrollo local: caso de los cenotes mayas en el municipio de Tulum.	Mónica Celia Suárez Arteaga	2015	Diagnóstico del patrimonio arqueológico subacuático de Tulum y estrategias de fortalecimiento de la valoración del patrimonio arqueológico.
30	Universidad Autónoma del Estado de México	Producción de chicle en el sureste mexicano: estado de Quintana Roo, ¿alternativa de producción local sustentable?	Laura Llanes Sorolla	2020	Descripción del sistema productivo del chicle en cooperativas chicleras de Quintana Roo
31	Instituto Politécnico Nacional	Variación espacio-temporal de la calidad del agua en la zona costera del Caribe Mexicano: Caso de estudio, influencia de una descarga de agua subterránea.	Karla Andrea Camacho Cruz	2021	Análisis de la variación del agua en zonas costeras a causa del deterioro de la biodiversidad de la zona.
Otras publicaciones					
32	Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural.	Turismo y ocio: Reflexiones sobre el Caribe mexicano. Capítulo 3. Espacios de consumo turístico y apropiación patrimonial: Tulum y Aldea Zamá en la Riviera Maya.	Benavides, A., Capurro-Filigrasso, L., Franco-Cáceres, I., & Fraga, J.	2015	Identificación del turismo como principal causante del deterioro del medio ambiente, derivado de la construcción de infraestructura.
33	Boletín geológico y Minero	Advanced data processing of airborne electromagnetic data for imaging hidden conduit networks in the coastal karst plain of Tulum (Mexico)	Schiller, A., Schattauer I. & Ottowitz D.	2016	Levantamiento aéreo de datos mediante sensores remotos para la identificación de conductos kársticos y desarrollo de algoritmos para posibilitar la cartografía detallada de estructuras subterráneas.



NO.	ORGANIZACIÓN O UNIVERSIDAD	TÍTULO	AUTOR (ES)	AÑO	RESULTADOS
34	Centro de investigaciones de Quintana Roo	Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal.	Edmundo García Moya, Juan Rogelio Aguirre Rivera & Efraím Hernández Xolocotzi	1995	Evaluación de la regeneración natural en las áreas perturbadas por la explotación forestal
35	Centro de investigaciones de Quintana Roo	Síndromes morfológicos y funcionales de las palmas de la península de Yucatán.	Roger Orellana	1992	Caracterización de palmas de la península de Yucatán, de acuerdo con su desarrollo de estrategias adaptativas ante perturbaciones ambientales.
36	Centro de Investigación Científica de Yucatán	Assessing Fecal Contamination in Groundwater from the Tulum Region, Quintana Roo, Mexico, Journal of Environmental Protection	Rosa Ma. Leal-Bautista, Melissa Lenczewski, Cheyenne Morgan, Amy Gahala & Jean E. McLain	2013	Identificación de los pozos de distribución a la población de Tulum y el impacto que las actividades antropogénicas generan en la calidad del agua de distribución a la población

De los trabajos listados, 14 fueron elaborados para la obtención de títulos de licenciatura, 11 para maestría y seis para doctorado en el periodo de 2004 a 2021. Por otro lado, cinco de los trabajos identificados no fueron realizados para la obtención de algún grado, sino a publicaciones realizadas por instituciones de investigación, o bien a revistas.

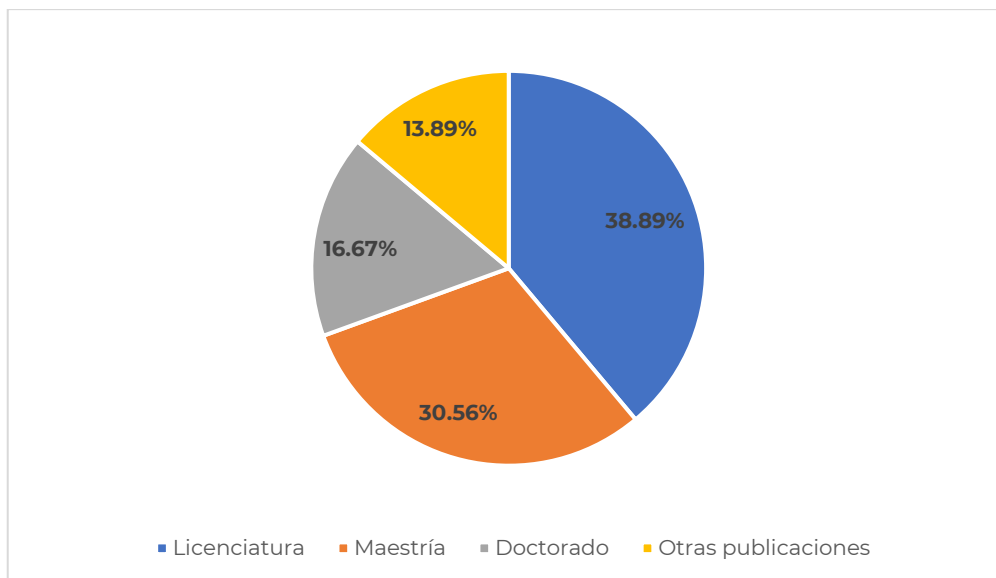


Figura 94. Tipos de trabajo de investigación.



Asimismo, se aprecia que las investigaciones existentes se encuentran enfocadas en las zonas correspondientes a los atractivos turísticos más recorridos en la región, o bien, en áreas naturales protegidas declaradas en el estado de Quintana Roo, razón por la cual la información se presenta a escala regional, o bien para las especies ubicadas en los polígonos propuestos como ANP, como es el caso del jaguar (*Panthera onca*), la palma chit (*Coccothrinax readii*) y la palma bucanero (*Pseudophoenix sargentii*) mismas que se encuentran categorizadas como Amenazadas de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

Por lo que respecta a la distribución temática de las investigaciones identificadas, el 31% corresponde al turismo, el 17% a vida silvestre, el 11% a contaminación del agua y el 11% a hidrología. El porcentaje restante se encuentra distribuido en menor escala en ocho temas más (Figura 95 y Figura 96).

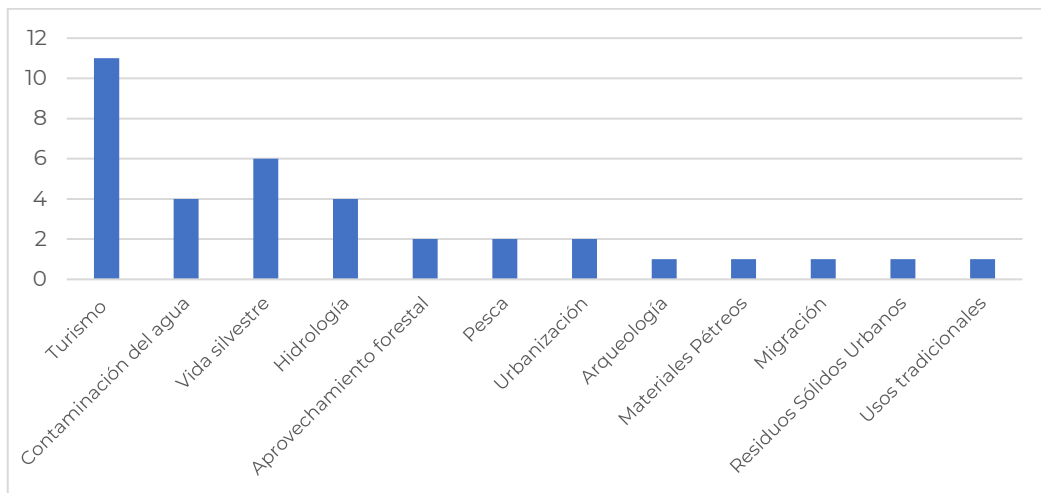


Figura 95. Número de proyectos de investigación por tema.

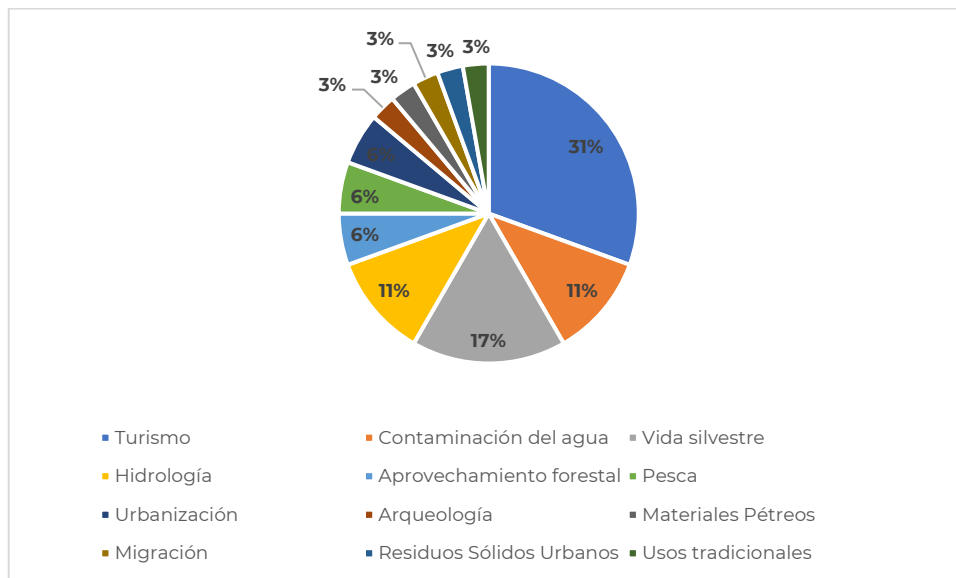


Figura 96. Porcentaje de proyectos de investigación por tema.



Así, se detectó escasez en la investigación generada a nivel local para la región donde se pretende establecer el Área de Protección de Flora y Fauna Jaguar, razón por la cual se consideran necesarias las siguientes líneas de investigación:

- Inventarios florísticos y faunísticos.
- Riqueza y abundancia de especies.
- Fauna acuática.
- Estructura de la vegetación.
- Monitoreo ambiental y de especies.
- Etnobiología.
- Sistemas agroforestales.
- Espeleología
- Cambio climático y captura de carbono
- Especies exóticas invasoras

Ello, con el propósito de generar conocimiento, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable dentro del área propuesta, a través de la participación de diversas instituciones gubernamentales y académicas, donde destaca la necesidad de la generación insumos por parte de la CONABIO, a través de la actualización de bases de datos y el uso de sistemas de percepción remota sobre la vegetación.

Con base en lo anterior, las instituciones y dependencias contarán con los elementos necesarios para el desarrollo de investigación, entre las que se identifican:

- Centro de Investigación Científica de Yucatán
- Centro de Investigación y Estudios Avanzados
- Centro de Investigaciones de Quintana Roo
- Colegio de Postgraduados
- El Colegio de la Frontera Sur
- Facultad de Ciencias, UNAM
- Instituto de Biología, UNAM
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
- Instituto de Ecología, UNAM
- Instituto de Geofísica, UNAM
- Instituto de Geografía, UNAM
- Instituto Nacional de Antropología e Historia
- Universidad Autónoma del estado de Quintana Roo

F) PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA QUE DEBA TOMARSE EN CUENTA

Dentro de las problemáticas identificadas que justifican en parte la creación del APFF Jaguar, tres sobresalen como las más importantes. La primera problemática es referente a la vulnerabilidad de los ecosistemas y la biodiversidad del área ante el cambio climático. La segunda es el crecimiento de la zona urbana del municipio de Tulum, justo en los alrededores de la poligonal de la propuesta del APFF Jaguar, dicho crecimiento puede generar cambios de uso de suelo de los ecosistemas selváticos. La tercera problemática identificada es la presencia de la especie exótica invasora orquídea monja africana (*Oeceoclades maculata*), la cual fue observada en el Polígono 1.



Por otra parte, se considera conveniente desarrollar estudios que evalúe la calidad de agua y niveles de contaminación en los cenotes adyacentes ya que existen algunos con alta demanda de visitantes. Asimismo, evaluar el impacto del turismo en el APFF Jaguar, ya que en los alrededores de la zona de interés, y específicamente en la Zona Arqueológica de Tulum y el Parque Nacional Tulum, existe un creciente flujo de turistas y visitantes, lo que denota las potencialidades turísticas del APFF Jaguar; sin embargo, esto también refleja el dinamismo de una actividad que, sin el soporte técnico y control riguroso, podría llegar a ser una amenaza contra la biodiversidad y los ecosistemas que dan valor ambiental a la propuesta de APFF Jaguar. De lo anterior, se evidencia la necesidad de establecer parámetros que orienten hacia la definición de los usos a los que podrá estar sujeta el APFF Jaguar.

F.1) VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

La posición geográfica de México, sus condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que nuestro territorio esté expuesto a eventos hidrometeorológicos extremos que pueden causar severos daños ecológicos y sociales. Se prevé que la frecuencia e intensidad de estos fenómenos aumente por el cambio climático y, en consecuencia, sus impactos.

Desde los años sesenta las temperaturas promedio a nivel nacional han aumentado 0.85 °C; siendo el norte del país la región con mayor incremento (de 0.25 a 0.50 °C por década, entre 1960 a 2010). Asimismo, la precipitación ha disminuido en el sureste del país desde hace medio siglo. Las proyecciones de los escenarios de cambio climático para México en el Siglo XXI muestran un aumento de temperatura promedio anual que va de 0.5 a 2 °C para el periodo de 2015-2039 y de hasta de 3.7 °C para finales de siglo. Los incrementos podrían ser más notables en el norte del país, con un ascenso de la temperatura en la próxima década que podría llegar a 2 °C para las zonas áridas y semiáridas del norte de México, que representan casi la mitad del territorio, lo anterior significa periodos de sequía más largos (CONANP, 2015).

En el caso de la precipitación, la incertidumbre es mayor con relación a los cambios proyectados. Los análisis sugieren un decremento de hasta el 84% de precipitación en algunas zonas del país. Sin embargo, en otras zonas como las tropicales y templadas, al sur y occidente del país, la planicie costera del Pacífico, la Península de Yucatán, la vertiente del Golfo de México y las partes intermedias de las cadenas montañosas, se proyecta un aumento en la intensidad de la precipitación, lo que podría incrementar las posibilidades de ocurrencia de inundaciones y deslaves de tierra (CONANP, 2015).

Es posible que los mayores efectos, derivados de los cambios en patrones de precipitación y calor, impacten la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos, como huracanes, los cuales podrían causar daños en la infraestructura, pérdida de vidas humanas o la caída de la productividad agropecuaria.

Otros efectos como los deslaves y el derribo, descopado, defoliación y muerte de árboles y arbustos, generan además alta acumulación de combustibles forestales que, durante la temporada de estiaje, favorecen el incremento de incendios forestales. Otra amenaza de gran relevancia es el aumento en el nivel medio del mar. Durante el periodo 1901-2010, éste se elevó 0.19 m (intervalo de 0.17 a 0.21 m). En el caso de México, los pronósticos indican que las regiones costeras del sureste podrían sufrir los mayores impactos, por ejemplo, perdiendo playas o afectando los acuíferos (CONANP, 2015).

F.1.1) Escenarios de cambio climático regionales, tendencias climáticas históricas y de eventos meteorológicos extremos

Para comprender la vulnerabilidad al cambio climático en una región, es indispensable identificar las problemáticas climáticas que se han suscitado en el territorio, sus tendencias y los eventos extremos que se han presentado. A su vez, es necesario considerar los escenarios de cambio climático que afectarán los patrones de temperatura, precipitación y aumento del nivel del mar bajo diferentes contextos de emisión de gases de



efecto invernadero y horizontes temporales. A continuación, se presenta esta información relevante para la propuesta de APFF Jaguar.

Tendencias climáticas históricas

De acuerdo con los datos climáticos registrados por la estación meteorológica automática 2302 del Servicio Meteorológico Nacional, ubicada en el municipio de Tulum (Solidaridad), durante el periodo 1951-2010, la temperatura promedio anual fue de 25.7 °C (23.5 °C-27.2 °C), la máxima de 31.1 °C (29.3 °C-32.4 °C) y la mínima de 20.4 °C (17.8 °C-22.5 °C). Los meses más cálidos del año fueron mayo-agosto y los más fríos diciembre-febrero (Figura 97).

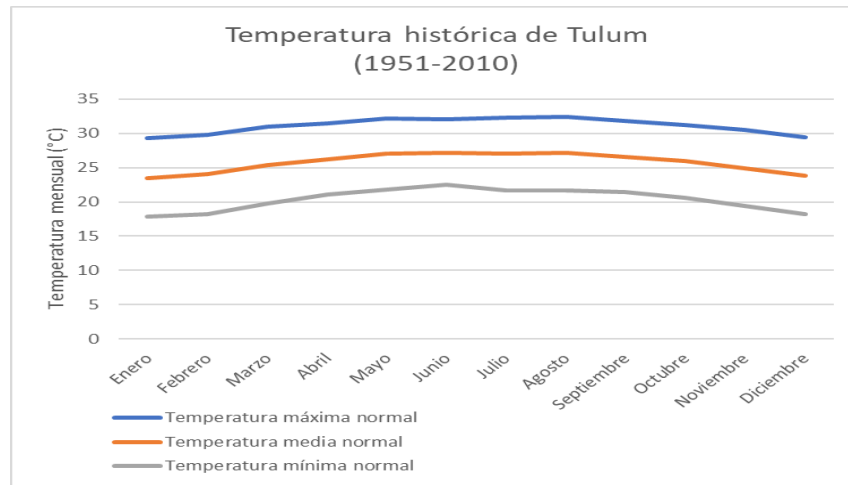


Figura 97. Comportamiento de la temperatura en la estación de Tulum para el periodo 1951-2010 y sus correspondientes estaciones de referencia (Servicio Meteorológico Nacional, 2022).

En el mismo periodo (1951-2010), se registraron precipitaciones a lo largo de todo el año, concentrándose principalmente en los meses de junio, septiembre y octubre, sumando un total de 1,133.5 mm al año. Octubre es el mes con mayor precipitación (189.2 mm) y marzo con la menor (31.7 mm) (Figura 98).

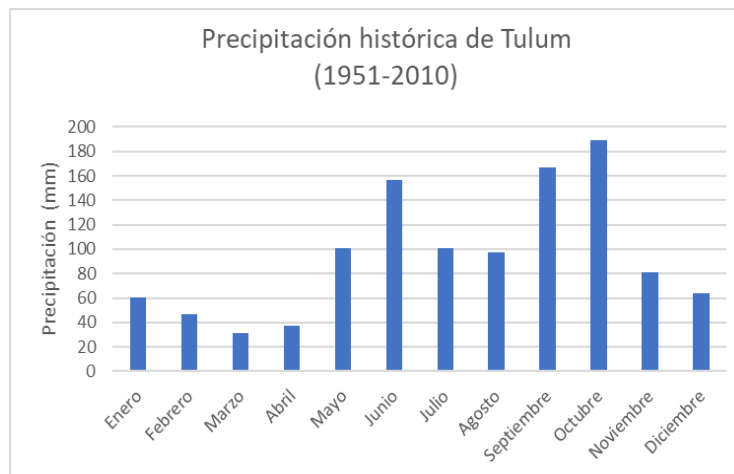


Figura 98. Comportamiento de la precipitación en la estación de Tulum para



el periodo 1951-2010 (Servicio Meteorológico Nacional, 2022).

La información registrada en la estación meteorológica Tulum 23025 en la Base de datos Climatológica Nacional (CLICOM) de 1964 a 2012, muestra que la temperatura anual promedio osciló entre los 22.09 °C en el año 1992 y 26.99 °C en el año 2008, sin observarse una tendencia al aumento o al descenso (Figura 99).

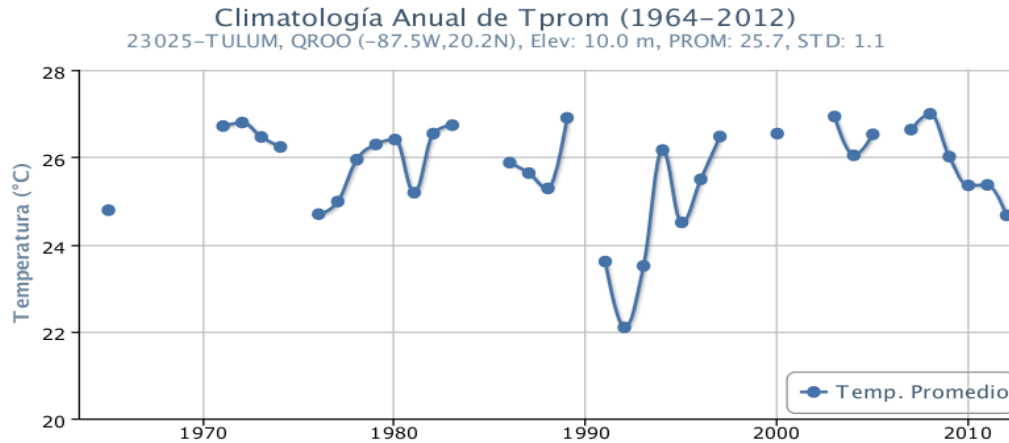


Figura 99. Comportamiento de la temperatura promedio anual en la estación de Tulum para el periodo 1964-2012.

En cuanto a la temperatura mínima anual promedio, se registró una temperatura entre 13.62 °C en 1992 y 23.05 °C en 1972, mientras que la temperatura máxima anual promedio osciló entre los 28.6 °C en el año 2012 y 32.54 °C en 1983, sin observarse una tendencia al aumento o al descenso (Figura 100).

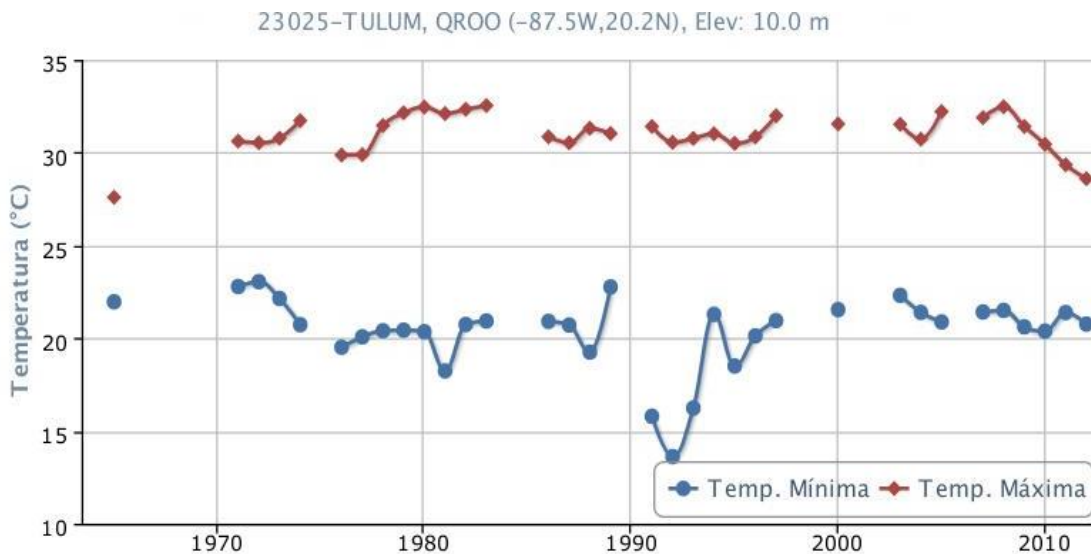


Figura 100. Climatología Anual Temperatura máxima y mínima (1964-2012).

En cuanto a la precipitación, el año 1992 fue el que registró la precipitación más baja, con 374.2 mm, mientras que el año 1988 registró la más alta, con 1,849 mm (Figura 101).



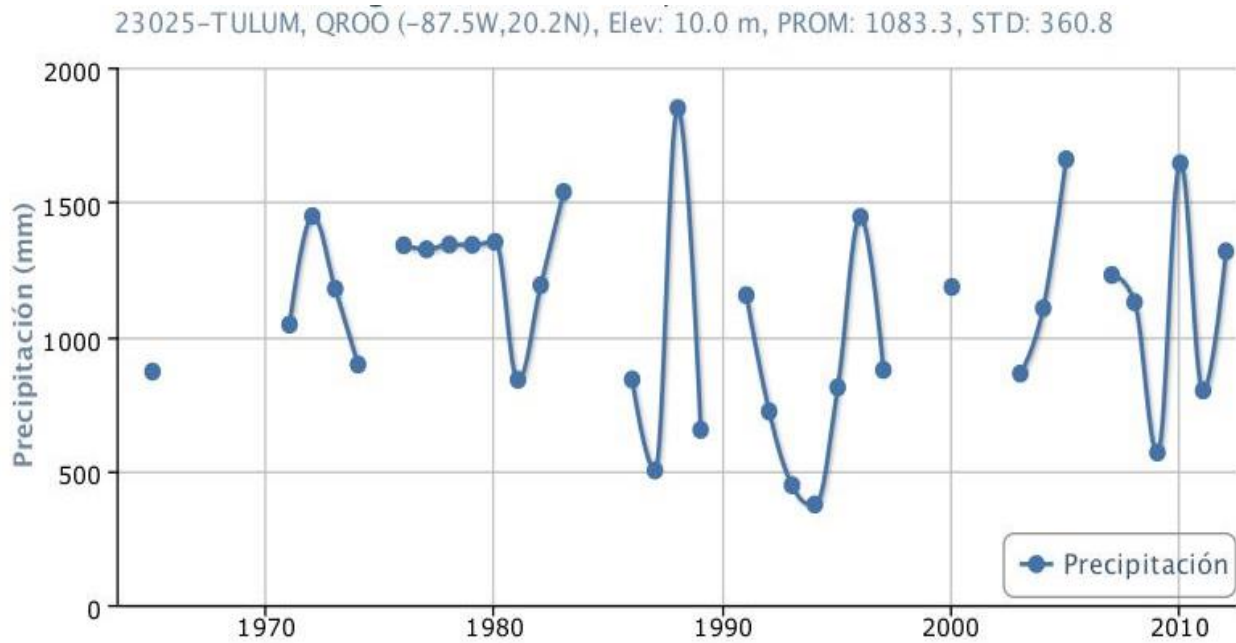


Figura 101. Climatología Anual Precipitación máxima y mínima (1964-2012).

Eventos hidrometeorológicos extremos

Sequías

El Sistema de Información sobre Riesgos (CENAPRED, 2022) clasifica al municipio de Tulum con un grado de peligro medio, ante sequías, y se considera en general que el estado de Quintana Roo se encuentra relativamente libre del fenómeno de las sequías, pues, aunque se presentan periodos con escasez de agua en particular en las porciones más occidentales del estado, la humedad remanente de las formaciones de selva amortigua los efectos de estos periodos secos (Pereira-Corona *et al.*, 2013). Sin embargo, en el año 2019 se emitió en el Diario Oficial de la Federación para dicho estado la Declaratoria de Desastre Natural por la presencia de sequía severa ocurrida del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2019 en 9 municipios del Estado de Quintana Roo y del 1 de diciembre de 2018 al 30 de noviembre de 2019 en 1 municipio de dicha entidad federativa, en donde se incluye el municipio de Tulum (DOF, 2019). Cabe mencionar que las declaratorias de desastre natural para el estado de Quintana Roo publicadas en el Diario Oficial de la Federación de 2001 a 2020 fueron originadas principalmente por lluvias severas, ciclones tropicales e inundaciones, resaltando el año 2019, en donde la sequía fue la causante de ello (SEMARNAT, 2022).

Inundaciones y ondas cálidas

En el Sistema de Información sobre Riesgos se indica que el municipio de Tulum tiene un alto y muy alto grado de vulnerabilidad y peligro a inundaciones. Por su parte clasifica el peligro de ondas cálidas como medio (CENAPRED, 2022).

Aunque en el territorio de Tulum no existe una red hidrográfica superficial, se presentan depresiones continentales y en zonas costeras se podrían generar inundaciones durante lluvias intensas. El 50% del territorio municipal corresponde a zonas inundables, las cuales se asocian a centros urbanos con mayor población (SEDATU, 2015).



Ciclones tropicales

El Centro Nacional de Prevención de Desastres considera que, a partir de datos hasta 2015, el municipio de Tulum tiene un alto grado de peligro y un muy alto grado de riesgo ante ciclones tropicales (CENAPRED, 2022). En los últimos 27 años (1995 a 2021), el estado de Quintana Roo ha sido afectado por el impacto y trayectoria de 23 ciclones tropicales, que han alcanzado categorías de huracanes entre 1 y 5 en la escala Saffir-Simpson, los cuales han ocurrido en los meses de junio a octubre. Destaca el año 2005, en el que impactaron 2 huracanes categoría 5 en un periodo de 3 meses, alcanzando el huracán Wilma vientos máximos de 324 km/h, que son los más altos alcanzados en estos 27 años (Tabla 20). El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo (PEACC-QROO) reconoce a la región norte de Quintana Roo, donde se encuentra la propuesta de APFF Jaguar, como la que tiene el mayor peligro por impacto de huracanes. Además, el consenso de escenarios y evidencias indican que la intensidad y frecuencia de estos eventos será mayor en Quintana Roo, lo que pondrá en mayor riesgo a la población, los medios de vida y los ecosistemas de la región (Pereira-Corona *et al.*, 2013).

Tabla 20. Ciclones tropicales que han impactado el estado de Quintana Roo entre 1995 y 2021.

AÑO	HURACÁN	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA	CATEGORÍA	PERIODO	VIENTOS MÁXIMOS (KM/H)
1995	Roxane	Tulum	Huracán categoría 3	7-21 octubre	185
1996	Dolly	Felipe Carrillo Puerto	Huracán categoría 1	19-25 agosto	125
2000	Keith	La Unión	Huracán categoría 1	28 de septiembre-6 de octubre	140
2005	Emily	Cozumel y Playa del Carmen	Huracán categoría 5	10-21 de julio	269
2005	Wilma	Cozumel y Playa del Carmen	Huracán categoría 5	15-28 de octubre	324
2007	Dean	Mahahual	Huracán categoría 5	13-23 de agosto	270
2008	Arthur	Suroeste de Chetumal	Huracán categoría 2	31 de mayo-2 de junio	160
2008	Dolly	Cozumel y Cancún	Huracán categoría 2	20-24 de julio	160
2010	Alex	Chetumal, Q. Roo	Tormenta tropical	Sin datos	95
2010	Karl	Al norte del poblado de Calderitas	Huracán categoría 3	14-18 septiembre	195
2011	Rina	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Huracán categoría 2	23-28 de octubre	174
2011	Harvey	Othón P. Blanco y Bacalar	Tormenta tropical	19-22 de agosto	91
2011	Don	Benito Juárez	Tormenta tropical	27-20 de julio	83
2012	Ernesto	Othón P. Blanco y Bacalar	Huracán categoría 1	1-10 agosto	140
2014	Hanna	José María Morelos	Tormenta tropical	22-28 octubre	64
2016	Colin	Isla Mujeres, Cozumel, Solidaridad, B. Juárez, L. Cárdenas, Puerto Morelos	Tormenta tropical	5-7 junio	83
2016	Earl	Othón P. Blanco	Huracán categoría 1	2-6 agosto	120



AÑO	HURACÁN	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA	CATEGORÍA	PERIODO	VIENTOS MÁXIMOS (KM/H)
2017	Harvey	Felipe C. Puerto, Othón P. Blanco, Tulum, José M. Morelos, Bacalar	Huracán categoría 4	17 agosto-1 septiembre	213
2017	Nate	Cozumel, B. Juárez, P. Morelos, I. Mujeres, L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Huracán categoría 1	4-9 octubre	148
2017	Franklin	Tulum, Felipe C. Puerto, José María Morelos, Bacalar, Othón P. Blanco	Huracán categoría 1	7-10 de agosto	138
2020	Zeta	Ciudad Chemuyil, Tulum, ambas localidades del municipio de Tulum, Q. Roo.	Huracán categoría 1	24-29 octubre	130
2020	Delta	Puerto Morelos, Quintana Roo	Huracán categoría 2	4-10 octubre	175
2021	Grace	Tulum, Quintana Roo y Tecoluitla, Ver.	Huracán categoría 3	Sin datos	205

Fuentes: INEGI (2022c), Secretaría de Gobierno (2022), Servicio Meteorológico Nacional (2022).

Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático son una representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basados en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirven a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) considera los modelos generales de circulación MPI-ESM-LR, CNRM-CM5, HADGEM2-ES y GFDL-CM3 y las trayectorias de concentraciones representativas de gases de efecto invernadero (RCPs por sus siglas en inglés) 4.5 y 8.5 para el desarrollo de los escenarios de cambio climático en México (INECC, 2017).

Para el polígono de la propuesta de APFF Jaguar es posible tomar como referencia los escenarios climáticos presentados en el Explorador de Cambio Climático y Biodiversidad (CONABIO *et al.*, 2022) para el Parque Nacional Tulum que se encuentra adyacente y cercano al APFF. De hecho, en el mismo explorador es posible observar que la variación espacial de la temperatura bajo diferentes escenarios climáticos es mínima entre el Parque Nacional Tulum y los polígonos del APFF. En la Figura 102 se presentan los cambios de temperatura anual proyectados respecto al promedio histórico (1980-2009) de 2015 hasta 2099, considerando el intervalo de variación entre los modelos generales de circulación del INECC y bajo RCP de 4.5 y 8.5 W/m². Por otro lado, la Figura 103 muestra el cambio de los valores promedio de temperatura mínima, media y máxima anual bajo los mismos escenarios de cambio climático desde 1950 hasta 2099.

Tomando en cuenta la información de la Figura 102 y la Figura 103, es posible observar que en general la temperatura podría incrementar en todos los horizontes temporales y escenarios respecto a los valores históricos (1980-2009) bajo el cambio climático, desde un incremento de temperatura mínima promedio de 0.62 °C (cambio de 16.16 a 16.78 °C) entre 2015 y 2030, hasta un incremento en la temperatura máxima promedio de 5.39 °C entre 2075 y 2099 (cambio de 32.78 a 38.17 °C) en la inmediaciones de Tulum, bajo diferentes escenarios de cambio climático. Bajo los escenarios con RCP de 8.5 el aumento de temperaturas en general podría ser más rápido que en escenarios con RCP de 4.5.



	Periodo	RCP 4.5	RCP 8.5
Temperatura mínima (°C)	2015 - 2039	(0.62 , 1.26)	(0.63 , 1.26)
	2045 - 2069	(0.95 , 1.95)	(1.42 , 2.42)
	2075 - 2099	(1.14 , 2.59)	(2.45 , 4.45)
Temperatura media (°C)	2015 - 2039	(0.92 , 1.61)	(0.98 , 1.61)
	2045 - 2069	(1.37 , 2.55)	(1.88 , 3.17)
	2075 - 2099	(1.73 , 3)	(3.05 , 4.45)
Temperatura máxima (°C)	2015 - 2039	(0.57 , 1.5)	(0.74 , 1.5)
	2045 - 2069	(1.18 , 2.73)	(1.76 , 3.17)
	2075 - 2099	(1.39 , 3.27)	(3.08 , 5.27)

Figura 102. Cambios de temperatura proyectados respecto al promedio histórico (1980-2009) de 2015 hasta 2099, considerando el intervalo de variación entre los cuatro modelos generales de circulación del INECC y bajo RCP de 4.5 y 8.5.

En particular, en el corto plazo se esperan cambios importantes en la temperatura promedio de la región, considerando que el acuerdo de París busca limitar el aumento de la temperatura promedio a 2 °C y si es posible limitarlo a 1.5 °C para el final del siglo. Así, entre 2015 y 2039 la temperatura promedio podría incrementar entre 0.92 y 1.66 °C y entre 2045 y 2069 entre 1.37 y 3.17 °C.

Además de las temperaturas promedio anuales es importante considerar que, en la región de Tulum, el trimestre con las temperaturas máximas promedio más elevadas es el de julio, agosto y septiembre en donde en el periodo de 2015 a 2039 podría pasarse de 32.78 (valor histórico) a entre 33.52 y 34.54 °C, y en el periodo de 2045 a 2069, a entre 34.54 y 36.26 °C, lo cual podría implicar días con temperaturas extremas (CONABIO *et al.*, 2022).



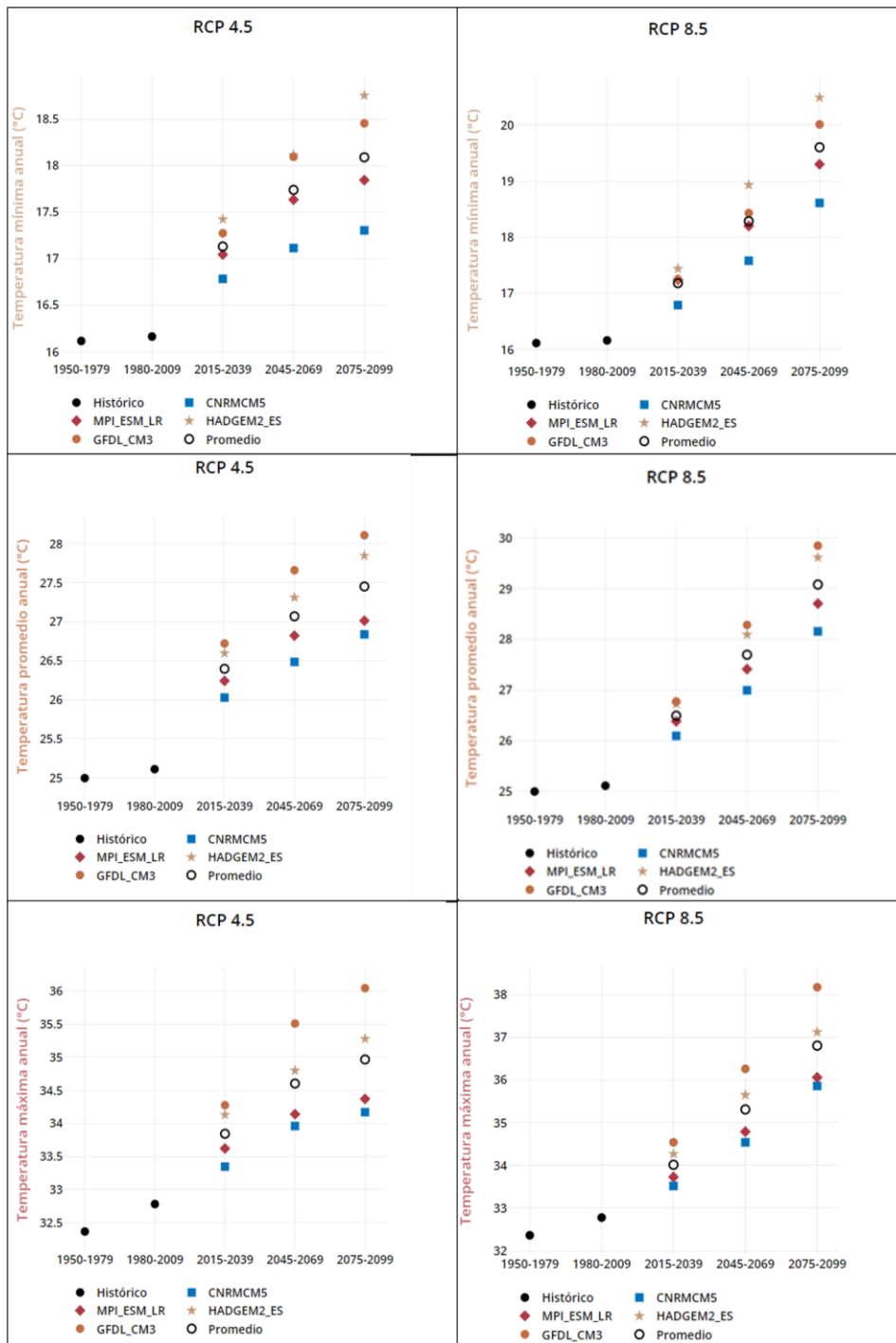


Figura 103. Cambio de los valores promedio de temperatura mínima, media y máxima anual bajo modelos generales de circulación del INECC y bajo RCPs de 4.5 y 8.5 desde 1950 hasta 2099.



En cuanto a la precipitación anual acumulada, en la Figura 104 se presentan los cambios proyectados respecto al promedio histórico (1980-2009), así como el porcentaje de cambio, de 2015 hasta 2099 considerando el intervalo de variación entre los modelos generales de circulación del INECC y bajo RCPs de 4.5 y 8.5 W/m². Por otro lado, la Figura 105 muestra el cambio de los valores promedio de la precipitación anual y para los trimestres de mayor (julio a septiembre) y menor (enero a marzo) precipitación, bajo los mismos escenarios de cambio climático desde 1950 hasta 2099.

	2015 - 2039	(-56.25 , 20.5) (-5 , 2)	(-62.31 , 54.94) (-5 , 5)
Precipitación total(mm)	2045 - 2069	(-150.87 , 22.81) (-13 , 2)	(-134.69 , 22.5) (-11 , 2)
(%)	2075 - 2099	(-113.5 , 53.31) (-10 , 5)	(-219.5 , 1.25) (-19 , 0)

Figura 104. Cambios de precipitación anual acumulada proyectados respecto al promedio histórico (1980-2009) de 2015 hasta 2099 considerando el intervalo de variación entre los cuatro modelos generales de circulación del INECC y bajo RCPs de 4.5 y 8.5.



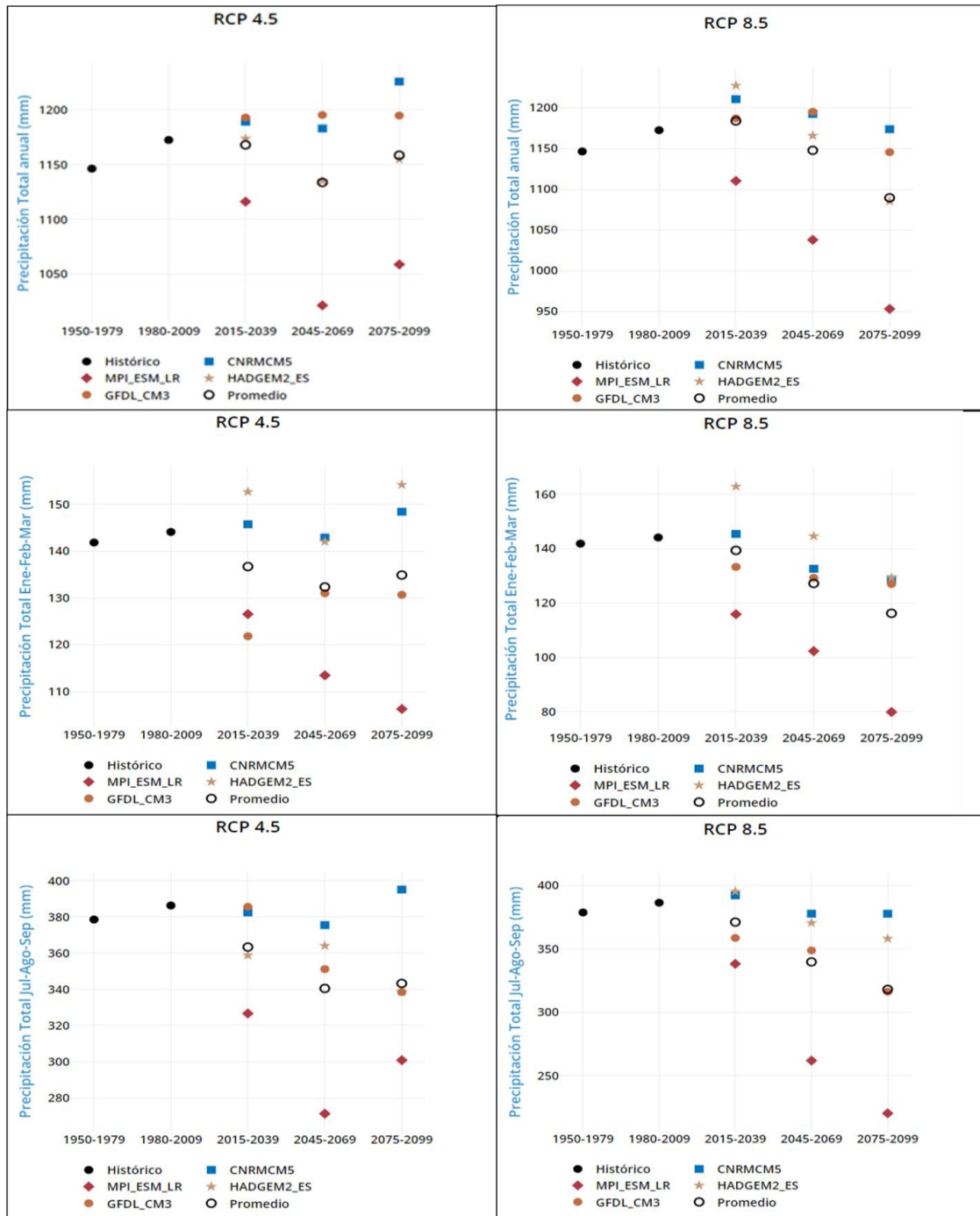


Figura 105. Cambio de precipitación anual acumulada bajo modelos generales de circulación del INECC y bajo RCPs de 4.5 y 8.5 desde 1950 hasta 2099.



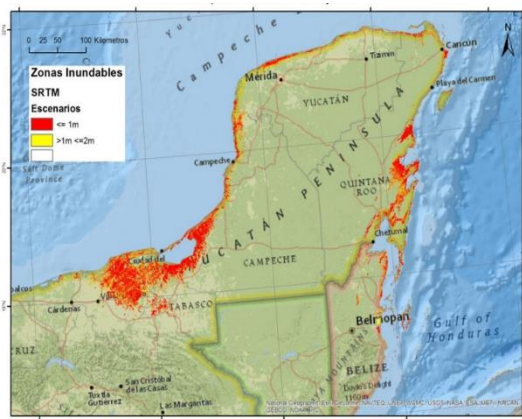
Considerando la información de la Figura 104 y la Figura 105, es posible observar que las tendencias a futuro pueden variar entre un ligero incremento en la precipitación anual (2 a 5%), hasta un descenso importante (-5 a -19%) respecto a los valores históricos (1980-2009), dependiendo del modelo general de circulación, el forzamiento radiativo y el horizonte temporal que se considere. Sin embargo, es claro que bajo un escenario de emisiones altas (RCP 8.5) la gran mayoría de modelos sugieren una disminución de la precipitación anual y en los trimestres de mayor y menor precipitación, sobre todo a partir de 2045 a 2069. Por otro lado, bajo un escenario de menores emisiones (RCP 4.5) la mayoría de los escenarios sugieren también una disminución de la precipitación anual y en los trimestres de mayor y menor precipitación.

Por tanto, en conjunto, la temperatura podría tender a aumentar y la precipitación a disminuir en la región de Tulum en distinta magnitud bajo los diferentes escenarios climáticos y horizontes temporales. Esto se ve reflejado en el índice de estabilidad climática que puede consultarse en el Explorador de Cambio Climático y Biodiversidad (CONABIO *et al.*, 2022), en cuya representación espacial se reconoce que la región podría no conservar su estabilidad climática en cualquiera de los escenarios y horizontes temporales considerados, lo que podría tener repercusiones importantes en la población humana y los ecosistemas de la región.

Escenarios de aumento del nivel del mar e impacto de marejadas

En cuanto al aumento del nivel del mar, considerando el estudio de “Escenarios de ascenso del nivel del Mar” de INECC y CICESE (2014), no se detectan zonas susceptibles de inundarse bajo escenarios del ascenso estático del nivel del mar de 1 y 2 m, aunque el humedal dentro del polígono norte y el acuífero de la zona pudieran verse afectados por la intrusión de agua salina (

Figura 106). Además, es importante considerar que este mismo estudio establece que la región se encuentra en una zona plana (pendiente menor a 5°) y de poca elevación (menor a 50 metros) (Figura 107), en donde las mareas de tormenta pueden impactar de forma importante; sin embargo, el PEACC-QROO no reconoce a las inmediaciones de la propuesta de APFF Jaguar como una zona que pudiera ser afectada por marejadas.



A



B

Figura 106. A. Zonas susceptibles de inundarse bajo escenarios del ascenso estático del nivel del mar de 1 y 2 m en la Península de Yucatán; B. acercamiento a la zona donde se ubicaría el Parque Nacional de Jaguar (INECC y CICESE, 2014).





Figura 107. Zonas vulnerables a fenómenos de marea de tormenta asociados al ascenso del nivel del mar. Se observa que la Península de Yucatán se encuentra en una zona de poca pendiente y elevación (INECC y CICESE, 2014).

F.1.1) Efectos climáticos históricos y potenciales sobre la salud y seguridad de la población, la economía regional y los medios de vida, la infraestructura estratégica, el patrimonio cultural tangible, los ecosistemas y la biodiversidad (especies prioritarias)

F.1.1.1) Efectos históricos y potenciales sobre la salud y seguridad de la población

Quintana Roo registra la mayor tasa anual de crecimiento del país; a nivel estatal, el municipio de Solidaridad tiene la mayor tasa de crecimiento poblacional (7.9%), seguido por Tulum con 5.3% (INEGI, 2020a). Se prevé que el proyecto Tren Maya impulse el crecimiento de las localidades, particularmente de aquellas con estación sobre la Riviera Maya como Cancún, Playa del Carmen, Tulum y Bacalar (ONU Hábitat, 2020). La población humana se concentra hacia la parte costera y existe una dispersión de poblaciones hacia el interior del estado, lo que supone un reto importante en el diseño de políticas públicas que permitan la dotación equilibrada de servicios, la gestión de opciones de desarrollo y el manejo integral de ecosistemas. Ante este escenario de aumento poblacional y dada la naturaleza cárstica del territorio de Quintana Roo, con el cambio climático, el agua será uno de los primeros recursos naturales que será afectado por la modificación de las condiciones climáticas regionales, tanto en cantidad como en calidad, lo que disminuirá la disponibilidad del recurso hídrico para consumo humano. En las zonas costeras, el incremento del nivel del mar provocará inundación de zonas bajas y agudizará la intrusión salina (Pereira-Corona *et al.*, 2013).

Considerando que las tormentas tropicales y huracanes son fenómenos con alto grado de incidencia en Tulum, se ha evaluado su resiliencia ante este tipo de amenazas. La mayor parte del municipio tiene una resiliencia media; la resiliencia alta corresponde a los sitios donde se han desarrollado unidades de vivienda con materiales de construcción resistentes, instalación de servicios básicos y equipamientos; así como drenaje pluvial y pozos de absorción. Dentro de los grupos vulnerables están considerados inmigrantes nacionales e internacionales, que desconocen los protocolos de actuación ante huracanes, por otra parte, la población que está al tanto de dichos protocolos es la que ha sido capacitada en su lugar de trabajo, hotel o restaurante, para atender a los turistas extranjeros, de ahí que traslada su conocimiento a su familia. El 40% de la población está en



asentamientos informales, donde se desmontó la selva y con materiales precarios se han erigido viviendas sin servicios básicos (Chávez *et al.*, 2019).

De acuerdo con el Diagnóstico Situacional del Sector Salud del Estado de Quintana Roo (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2017), las infecciones gastrointestinales, las enfermedades respiratorias crónicas, las enfermedades tropicales desatendidas (ETD) y el paludismo se encuentran entre las principales enfermedades que causan la pérdida de años saludables (AVISA) a nivel estatal. Se espera que, como impactos del cambio climático en la salud humana, en Quintana Roo el incremento de la temperatura esté asociado con el crecimiento de los casos de enfermedades gastrointestinales, golpes de calor, estrés térmico, y en el caso de la precipitación, produzca el aumento de enfermedades transmitidas por vectores, como dengue, zika y chikungunya (Pereira-Corona *et al.*, 2013). Para el municipio de Tulum, el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático del INECC (2022) proyecta que la vulnerabilidad de la población al incremento en distribución del dengue pase de baja a media.

F.1.1.2) Efectos históricos y potenciales sobre la economía regional y los medios de vida

Las actividades principales de Tulum son el comercio y los servicios turísticos, y en menor medida la pesca y actividades agropecuarias (INEGI, 2020c). En lo que respecta al sector primario, existen actividades como la agricultura y la ganadería, que dan sustento a muchas familias, y la apicultura, que ha ido decreciendo por factores climáticos y falta de asistencia técnica e infraestructura. En el sector secundario, la actividad preponderante es la industria de la construcción y la manufacturera (alimentos y bebidas), mientras que en el sector terciario la prestación de bienes y servicios ha tenido un crecimiento superior al del comercio mundial (H. Ayuntamiento de Tulum, 2021).

A continuación, se identifican algunos efectos actuales que tienen las amenazas climáticas en los medios de vida más relevantes, los cuales se podrían exacerbar con el cambio climático (Tabla 21).

Tabla 21. Amenazas climáticas que impactan los medios de vida en la región.

MEDIO DE VIDA	AMENAZA CLIMÁTICA	IMPACTO
Turismo	Ciclones tropicales	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de infraestructura hotelera. - Pérdida de belleza escénica atractiva para el turismo. - Afectaciones a la actividad turística durante ciclones.
Agricultura/ huertos de traspatio	Sequía	<ul style="list-style-type: none"> - Se mueren las plantas por falta de riego. - Se pierden las cosechas. - No hay producción para el consumo de las familias.
	Ciclones tropicales/ Vientos fuertes	<ul style="list-style-type: none"> - Se inundan los cultivos y se pierde la cosecha cuando vienen acompañados de mucha lluvia. - Se dañan y se trozan los cultivos. - Se remueven las plantas de la milpa.
	Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Se ahogan las plantas. - Se pierde la producción.
	Lluvias intensas	<ul style="list-style-type: none"> - Se dañan las plantas del huerto.
Ganadería	Sequía	<ul style="list-style-type: none"> - Si se anticipa la sequía, se agota el alimento del ganado. - El ganado pierde peso más rápido, por lo que se vuelve más vulnerable a enfermedades.
	Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Se pierden los pastizales de zonas bajas y el ganado.



MEDIO DE VIDA	AMENAZA CLIMÁTICA	IMPACTO
Apicultura	Ciclones tropicales/ vientos fuertes	<ul style="list-style-type: none"> - Se caen los botones y las flores de las plantas melíferas. - Se caen los árboles. - Se inundan los apiarios. - Se pierden las colmenas. - El viento fuerte desorienta a las abejas al salir a pecorear, por lo que se reduce la producción.
	Sequía	<ul style="list-style-type: none"> - No hay floración, se secan las flores y no hay alimento para las abejas
Pesca	Sequía	<ul style="list-style-type: none"> - Se secan los cuerpos de agua y se pierde la disponibilidad de obtener pescados para alimento de las familias.

Fuente: CONANP (en prensa).

F.1.1.3) Efectos históricos y potenciales sobre la infraestructura estratégica

Dentro del municipio de Tulum, y adyacentes a la propuesta de APFF, se encuentran elementos de infraestructura estratégica para el transporte de personas y mercancías como es el caso de la carretera federal Reforma Agraria-Puerto Juárez, que conecta a Tulum con Playa del Carmen, Cancún y Felipe Carrillo Puerto; la carretera estatal Tulum-Nuevo Xcán que conecta a Tulum con Cobá y continúa hasta Yucatán; así como la calle Costera y la carretera estatal Zona Arqueológica de Tulum-Punta Allen (INEGI, 2021f). Además, es importante considerar que se tiene contemplado que el trazo del “Tren Maya” corra adyacente a la carretera federal Reforma Agraria-Puerto Juárez (Secretaría de Turismo, 2022c).

Por otro lado, dentro del Polígono 2 de la propuesta de APFF Jaguar se encuentra la Base Militar Aeronaval de Tulum. También cercano a este polígono y dentro de la ciudad de Tulum se encuentra el hospital público más importante de la zona el “Centro de Salud de Tulum” del gobierno del estado, el Centro de Especialidades Médicas de Tulum (sector privado), y la terminal de autobuses de Tulum (INEGI, 2021c).

Esta infraestructura estratégica podría verse afectada por los vientos y marejadas asociadas a ciclones tropicales con mayor frecuencia e intensidad en el futuro. Por ejemplo, para el caso del huracán Grace de 2021, la prensa reportó daños en hoteles, inundaciones, cortes de energía eléctrica, oleaje de 3 a 5 metros, bloqueos de carreteras por árboles y espectaculares caídos (Ruiz *et al.*, 2021).

F.1.1.4) Efectos históricos y potenciales sobre el patrimonio cultural tangible.

Los monumentos, edificios históricos y tesoros arqueológicos del Patrimonio Mundial son vulnerables a los daños relacionados con vientos y lluvias extremas, así como por la erosión costera, las inundaciones, el aumento de la humedad y otros impactos asociados con el cambio climático (UNESCO, 2019). Estos cambios en las condiciones ambientales pueden poner en peligro las evidencias del pasado, agravando daños a las zonas arqueológicas (Paredes *et al.*, 2018), particularmente en lugares expuestos al sol, a fenómenos meteorológicos violentos y a la acción de las olas, que requerirán apoyo activo para su conservación y protección (ICOMOS, 2019).

En México, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), se encarga del cuidado del patrimonio cultural de la nación y considerando que gran parte de los sitios bajo su resguardo se encuentran en zonas en permanente riesgo de fenómenos naturales que ocasionan desastres, tanto entre la población como entre los bienes culturales, cuenta con un programa para su prevención y atención (Peña, 2016).

Las antiguas ciudades mayas de Cobá, Xel Há y Tulum, localizadas en el municipio del mismo nombre, constituyen zonas arqueológicas de relevancia para la historia regional y nacional. De acuerdo con el INAH, Cobá es el asentamiento más importante del noreste de la península de Yucatán, comparable en tamaño e



importancia a Chichén Itzá. Tiene una extensión de poco más de 70 km² y una red de 45 caminos levantados de piedra, conocidos en lengua maya como sacbé (camino blanco), el más largo de ellos con 100 km., llega a Yaxuná en Yucatán. Xel Há, se encuentra en una de las caletas más importantes de la costa oriental de Quintana Roo y destaca por los magníficos murales que pueden apreciarse en el Edificio de los Pájaros y en los muros del conjunto Grupo Jaguar. Por su parte, debido a su ubicación privilegiada y la excelente conservación de sus edificios y pinturas murales, Tulum es el sitio más emblemático de la costa quintanarroense. Es bien conocida su muralla, que delimita al conjunto principal por sus lados norte, sur y oeste. El sitio está presidido por El Castillo, el basamento más alto de Tulum. Otras estructuras importantes son el Templo del Dios Descendente, el Templo de los Frescos, la Casa de las Columnas, la Casa del Halach Uinik, la Casa del Cenote y el Templo del Dios del Viento (INAH, 2022).

En el Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Tulum (SEDATU, 2015) se identificó que las zonas arqueológicas de Cobá y Tulum se ubican en áreas con alta vulnerabilidad a ciclones tropicales y lluvias extremas, porque el hundimiento diferencial del terreno sobre el que se asientan propicia un alto riesgo de inundaciones asociadas a estos fenómenos meteorológicos, que están experimentando cambios en su frecuencia e intensidad como consecuencia del cambio climático, inducido por las actividades humanas (IPCC, 2021). Se tienen reportes de inundaciones y afectaciones en las zonas arqueológicas como consecuencia de los fenómenos hidrometeorológicos que han azotado la región (Améndola, 2021; Varillas, 2013). También se ha registrado una correlación entre la disminución gradual del crecimiento de las algas, que dan color y protegen de la humedad a los monumentos arqueológicos en zonas mayas del sureste de México, y los datos climáticos de la región (Novelo, 2022).

F.1.1.5) Efectos históricos y potenciales sobre los ecosistemas y la biodiversidad (especies prioritarias)

En términos generales, la literatura señala que el cambio climático tendería a aumentar la tasa de pérdida de recursos biológicos; y que sus efectos serían particularmente severos en los ecosistemas que ya se encuentran significativamente alterados por las actividades humanas. No obstante, se espera que la magnitud de los impactos asociados al cambio climático sea mayor en unas zonas que en otras. En este sentido, América Latina y el Caribe es una de las regiones más vulnerables frente al cambio climático y, a su vez, concentra una gran parte de la biodiversidad del planeta. Esto cobra especial relevancia si se tiene presente que entre el 25 y el 50% de las especies de la región son endémicas, y que, en consecuencia, son más susceptibles a los efectos del cambio climático debido a que están adaptadas a nichos ecológicos estrechos. El cambio climático entonces podría inducir cambios en los ecosistemas y acelerar la pérdida de especies en la región (Uribe, 2015). Según la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México (ENBIOMEX), para el país se esperan afectaciones a la fenología, fisiología y el rango de distribución de las especies, incluyendo aquellas de importancia alimentaria, como el maíz y sus parientes silvestres (SEMARNAT, 2016).

El PEACC-QROO refiere que la entidad ocupa uno de los primeros lugares a nivel nacional en biodiversidad, considerando exclusivamente la porción terrestre, sin embargo esa posición se vería mejorada al considerar la diversidad de los sistemas arrecifales; cuenta con un elevado número de endemismos, muchos de ellos enlistados en alguna categoría de protección de la NOM-SEMARNAT-059-2010, y los arrecifes, las selvas medianas y bajas, así como las extensas sabanas y humedales se encuentran entre los ecosistemas más representativos del estado. En general, las amenazas climáticas a esta riqueza son las mismas que en el resto del país, resaltando la alta vulnerabilidad de estos ecosistemas a eventos meteorológicos extremos e incendios, frecuentes después del paso de los huracanes como Wilma en 2005 o Dean en 2007. Las variaciones en la temperatura promedio del mar afectan particularmente a los arrecifes.

En cuanto a los posibles cambios en los ecosistemas a futuro debidos al cambio climático, es importante considerar que el posible aumento de la temperatura y disminución de la precipitación que se identificaron en este estudio pueden provocar cambios importantes en los ecosistemas, al igual que el posible aumento de la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales. En este sentido el índice de estabilidad climática reconoce que la región de Tulum podría no conservar su estabilidad climática en cualquiera de los escenarios y horizontes temporales considerados, lo que podría tener repercusiones importantes en los ecosistemas de la región (CONABIO *et al.*, 2022).



El aumento de la temperatura puede implicar ondas de calor que pueden afectar a los organismos y los procesos ecosistémicos, en donde incluso la fauna puede sufrir de golpes de calor. En conjunto los cambios en la temperatura y precipitación pueden provocar cambios en la distribución de las especies, en la proliferación de plagas y enfermedades, así como en la estructura de la vegetación lo que afecta directamente el funcionamiento de los ecosistemas. Por su parte, los ciclones tropicales de mayor intensidad y que podrían ocurrir con mayor frecuencia podrían provocar perturbaciones en los ecosistemas y destrucción de la vegetación, con dificultades para su recuperación. Las sequías afectarían la disponibilidad del agua para la fauna y junto al aumento del nivel del mar y la intrusión salina en los acuíferos de la Península, se podría reducir la disponibilidad del recurso hídrico para la vegetación. Las altas temperaturas y el estrés hídrico pueden provocar incendios en las zonas forestales (Malhi *et al.*, 2020; CEPAL, 2015).

En cuanto a las especies que se encuentran consideradas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) y las especies prioritarias para la conservación (DOF, 2014), el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático incluye un análisis de los cambios a condiciones climáticas no análogas para la distribución de estas especies dentro de ANP. Las especies que incluye este análisis y que se encuentran en la zona de la propuesta de APFF Jaguar se enlistan en la Tabla 22, donde además se indica el porcentaje de su distribución potencial dentro de ANP, el cual podría cambiar a condiciones no análogas bajo escenarios de cambio climático.

Tabla 22. Porcentaje de la distribución potencial de especies en alguna categoría de riesgo y especies prioritarias para la conservación, que cambiará a condiciones climáticas no análogas dentro de Áreas Naturales Protegidas.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO	PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN ANP CON CAMBIO A CONDICIONES NO ANÁLOGAS
<i>Coccothrinax readii</i>	cheet (maya)	A	75-100%
<i>Conocarpus erectus</i>	k' oopte' (maya), mangle botoncillo, mangle negro	A	0-25%
<i>Lithobates brownorum</i>	rana de Brown	Pr	25-50%
<i>Micrurus diastema</i>	coral variable	Pr	0-25%
<i>Iguana iguana</i>	iguana verde	Pr	0-25%
<i>Zenaida asiatica</i>	paloma alas blancas		0-25%
<i>Amazona albifrons</i>	loro frente blanca	Pr	0-25%
<i>Ateles geoffroyi</i>	mono araña centroamericano	P	0-25%
<i>Panthera onca</i>	jaguar, balam (maya)	P	25-50%

F.2) Crecimiento de la zona urbana

El crecimiento urbano ocasionará a corto plazo presión sobre los recursos naturales preexistentes, así como un impacto directo al cambio en el uso de suelo, la flora y fauna en la zona aledaña a la propuesta de APFF Jaguar, ya sea por el desarrollo de nuevos fraccionamientos privados de alta plusvalía, proyectos turísticos y de infraestructura de movilidad, durante los recorridos de campo se observaron nuevas construcciones de habitacionales al sur del Polígono 1 y del Polígono 2.



En el municipio de Tulum, de acuerdo con datos de Aztro Desarrollos Inmobiliarios en 2020, es uno de los municipios con mayor demanda inmobiliaria e interés del mercado extranjero con estimaciones de crecimiento del 30 % anual. Actualmente existen más de 200 proyectos inmobiliarios, 59% de ellos con estándares Premium y 41 % al segmento Plus, siendo enfocados para a una población extranjera y/o de altos recursos (Aztro, 2020).

Como consecuencia de lo anterior un crecimiento urbano acelerado impactará directamente en los recursos hídricos de la región y directamente en los alrededores de la propuesta de APFF Jaguar, impactando al acuífero, que eventualmente las descargas de aguas llegan directamente a los ecosistemas costeros y marinos, así como las fuentes de agua para la población en general (Metcalfé *et al.*, 2010).

F.3) Especies exóticas invasoras

Las especies invasoras son hoy en día una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a nivel mundial, sin embargo, en México contamos con muy poca información sobre los efectos concretos que tienen las especies de plantas invasoras sobre la diversidad de especies nativas. Es por eso que se deben crear propuestas de investigación para generar información detallada sobre la distribución, abundancia y los efectos sobre la biodiversidad de las especies exóticas invasoras (Boege *et al.*, 2015).

Durante los recorridos de campo en la propuesta de APFF Jaguar, se logró detectar la presencia de la orquídea monja africana (*Oeceoclades maculata*) (Figura 108) la cual fue observada en distintos sitios del Polígono 1. Se trata de una orquídea terrestre originaria del trópico africano que se ha dispersado desde Sudamérica hasta Norteamérica. Se le considera una especie invasora muy exitosa ya que se establece en distintos tipos de hábitats, desde ambientes secos hasta ecosistemas muy húmedos, como es el caso de las selvas del Polígono 1. Este éxito invasor puede deberse, al menos parcialmente, a que esta especie es autógama, lo que facilita su reproducción aún en ausencia de polinizadores específicos. Es de hábito terrestre, con pseudobulbos cortos y comprimidos de color verde oscuro. Las hojas son verdes, brillosas, erguidas, con manchas irregulares de salpicado verde parduzco, diseminadas en toda la extensión de la hoja. Sus flores se presentan alternadas en la parte apical de la inflorescencia (CONABIO, 2017).

En el trabajo de campo realizado, se explicó a los pobladores de los alrededores sobre las características biológicas de la especie, su identificación e importancia de su manejo en los ecosistemas de selva de la propuesta del APFF y zona de influencia. En cuanto a los impactos que esta especie puede tener en la diversidad de orquídeas nativas existe poca evidencia, por lo que es indispensable implementar líneas de investigación enfocadas a estudiar los impactos de la presencia de *Oeceoclades maculata*, así como su abundancia y distribución en la propuesta del APFF Jaguar, y con estos resultados establecer los métodos de monitoreo, prevención, control y posible erradicación de la especie en la zona de interés.



Figura 108. Especie exótica invasora de orquídea monja africana (*Oeceoclades maculata*).



F.4) Contaminación del acuífero

En los recorridos de campo no fue técnicamente posible identificar este tipo de problemática, pero no se descarta debido a la composición del subsuelo kárstico donde se ubica la propuesta del APFF Jaguar y su vulnerabilidad a la contaminación del acuífero. Resulta fácilmente la filtración de contaminantes principalmente a los desechos generados por las actividades humanas, las cuales no están debidamente planificadas o se disponen inadecuadamente afectando la calidad del agua subterránea (Aguilar-Duarte et al., 2016) y con ello los procesos de atenuación de los contaminantes (retención, mineralización, adsorción, etc.), impacten el sistema hídrico y ecosistemas acuáticos, dado que la velocidad máxima del flujo de agua en los ríos subterráneos es de 1 m/s (Mariño-Tapia et al., 2009, Mariño-Tapia et al., 2010, Valle-Levinson et al., 2011), si los contaminantes son vertidos a 10 km de la costa, tardarían en llegar de 2 o 4 días (Gondwe, 2010).

Uno de los principales problemas a nivel regional en los últimos años que enfrenta el acuífero de la Península de Yucatán es el uso de todo tipo de herbicidas y plaguicidas, algunos de ellos considerados altamente tóxicos para las personas que viven en comunidades indígenas (Medina et al., 2021).

En este sentido, en los cenotes de Tulum se encontraron contaminantes de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), tales como fenantreno, naftaleno y benceno entre los hidrocarburos contaminantes más comunes de acuerdo con el estudio "Contaminación de cenotes con plaguicidas en la Península de Yucatán. Epomex. Universidad Autónoma de Campeche y Greenpeace. México, por Jaime Rendón Von Osten".

El estudio "La huella de los plaguicidas en México por Omar Arellano y Jaime Rendón Von Olse. Greenpeace", identificó residuos de organoclorados, siendo el más frecuente el DDT, los cuales pueden ser arrastrados a las zonas costeras por medio de los escurrimientos e infiltraciones por el tipo de suelo presentes en la región, los cual estaría afectando a los ríos subterráneos que se localizan por debajo de la propuesta de APFF Jaguar.

La producción porcícola en el estado de Quintana Roo propicia la deforestación y daños colaterales a la salud de la población, así como la contaminación del agua subterránea con coliformes fecales, residuos de antibióticos y químicos debido al escaso tratamiento de las aguas residuales y sus inadecuadas disposiciones de residuos. En 2018 el SIAP reportó para los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Bacalar, José María Morelos y Lázaro Cárdenas, que aportaron más de 1,000 ton de cabeza de ganado en pie, mientras que el municipio de Tulum tuvo una producción de ganado porcino de 32 ton (Figura 109), la producción anterior no descarta que no exista filtraciones al manto freático por este tipo de producción que tenga daños colaterales por la intrincada y compleja red de ríos subterráneos próximos a la propuesta de APFF Jaguar.

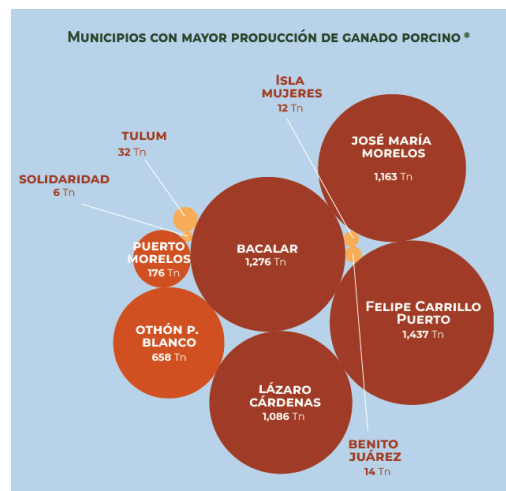


Figura 109. Producción porcina en 2018 por municipio en el estado de Quintana Roo (SIAP, 2018).

G) CENTROS DE POBLACIÓN

El municipio de Tulum, donde se ubica la propuesta de ANP, fue declarado libre y soberano el 6 de mayo de 2008, cuenta con una extensión territorial de 204,094 hectáreas, equivalentes a 2,040.94 km² (POEQRoo, 2008), y con base en el Censo de población y Vivienda 2020 del INEGI, se contabilizan 177 centros de población con 46,721 habitantes, de los cuales el 52.2% son hombres y el 47.8% son mujeres. De las 177 localidades, 146 de ellas presentan menos de 20 habitantes y 31 más de 20.

Es de resaltar que la localidad denominada Pueblo Tankah, ubicada al norte del Polígono 2, en el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, contaba con 41 habitantes, 15 mujeres y 26 hombres, no obstante, en 2020, esta localidad ya no figura en el Censo de Población, sin embargo, en un recorrido en campo del día 28 de abril del 2022, lugareños del sitio mencionaron que se trata de una fraccionamiento privado habitado por más de 60 pobladores mayas, dedicados al servicio turístico del proyecto Parque Tankah.

En lo que respecta al interior del Área de Protección de Flora y Fauna Jaguar no existen localidades, esto con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI (INEGI, 2021). No obstante, cabe señalar que en un área de tres km alrededor de la propuesta de ANP, se ubican algunos centros de población, siendo el principal Tulum, con una población total de 33,374 habitantes ubicado a aproximadamente 2.5 km del Polígono 2. También se distribuyen diversas localidades, pero con menor población, entre las que se encuentran Kilómetro 12 y El Pequeño Paraíso, con 40 y 34 habitantes respectivamente (Tabla 23).

Tabla 23. Localidades aledañas a la propuesta de APFF Jaguar, con más de 20 habitantes.

NO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL
1	Árboles Tulum	20
2	El Pequeño Paraíso	34
3	Kilómetro Doce	40
4	Tulum	33,374
5	Pueblo Tankah	60*
Total		33,528

*Dato recabado en campo.



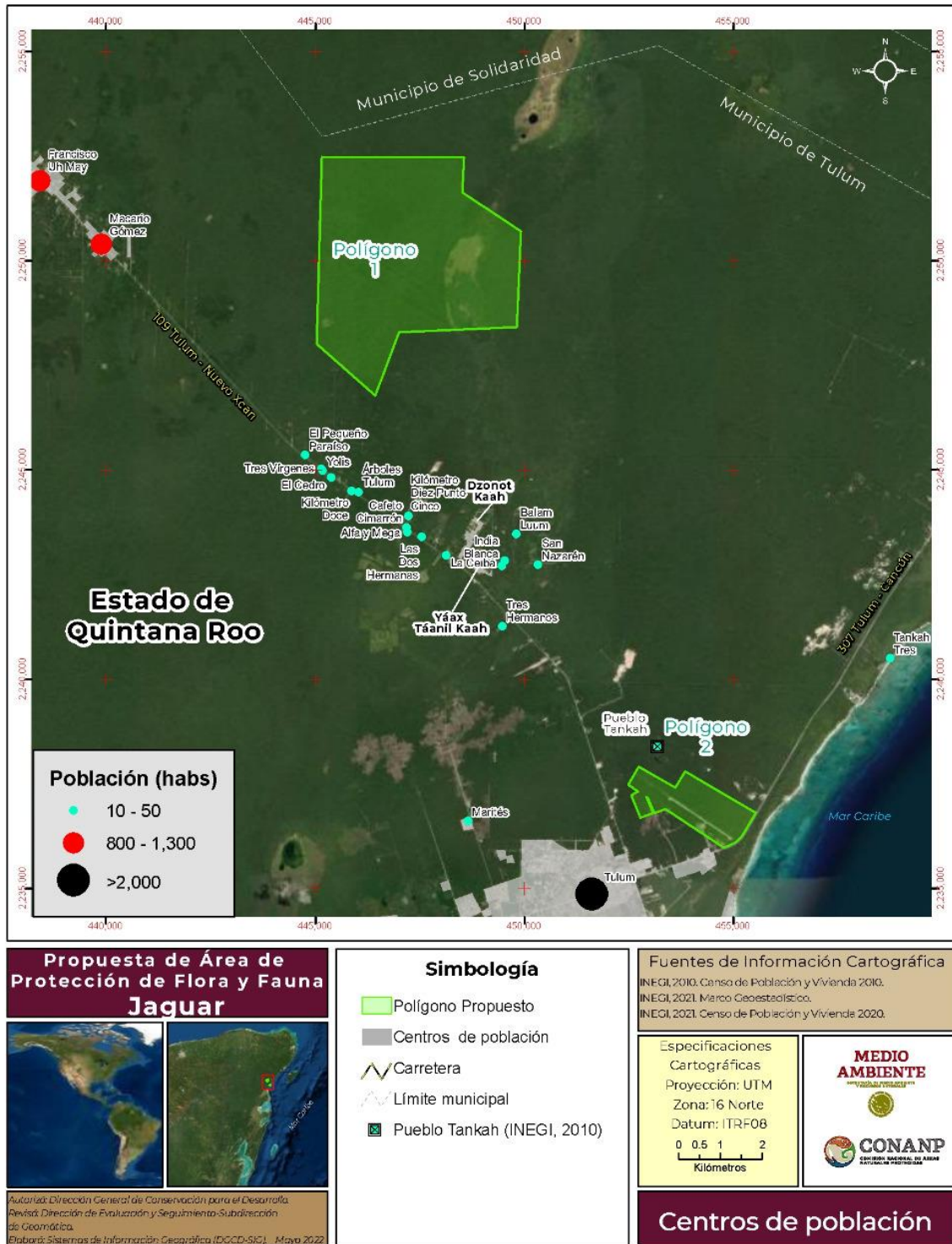


Figura 110. Centros de población aledaños al APFF Jaguar.

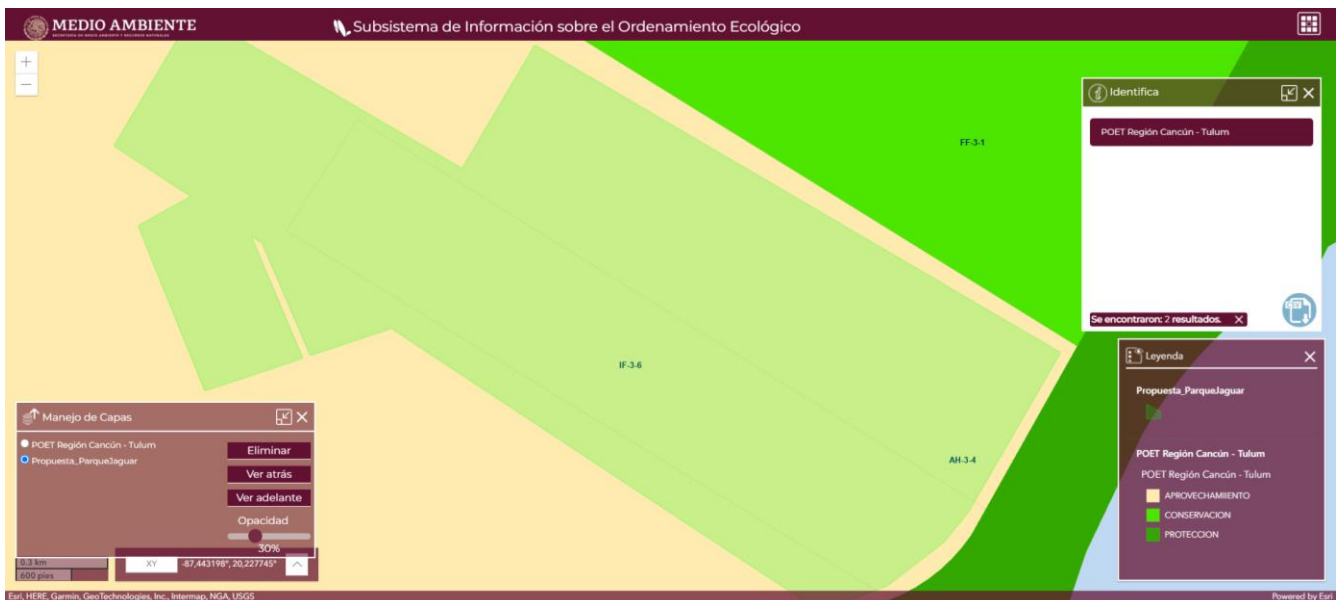


Figura 111. POET Región Cancún – Tulum respecto al APFF Jaguar.

Por otro lado, con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Región Cancún – Tulum, el Polígono 2 de la propuesta de ANP es coincidente con dos Unidades de Gestión Ambiental (UGA): con la AH-3-4, denominada Centros de Población de Tulum y Playa del Carmen, y Nuevo Centro de Población, esta UGA tiene como política ambiental el Aprovechamiento, con un uso predominante de asentamientos humanos, condicionando el desarrollo de la industria ligera y como actividades no compatibles están la acuacultura, agricultura, forestal, minería, pecuario y pesca. La otra UGA es la IF-3-6 Aeropuerto Tulum, que es donde actualmente se encuentra la pista aérea de la Base Naval de la Secretaría de Marina. En esta UGA, la política ambiental también es el Aprovechamiento, con un uso predominante de infraestructura y en donde se restringen las actividades de acuacultura, agricultura, asentamientos humanos, forestal, industria, minería, pecuario y pesca (Figura 111; SEMARNAT, 2022).

IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA

A) ZONIFICACIÓN Y SU SUBZONIFICACIÓN A QUE SE REFIERE LOS ARTÍCULOS 47 BIS Y 47 BIS 1 DE LA LGEEPA

El artículo 47 BIS de la LGEEPA señala que para el cumplimiento de las disposiciones de la Ley con relación al establecimiento de las áreas naturales protegidas, se realizará una división y subdivisión que permita identificar y delimitar porciones del territorio que la conforman, acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos, por lo que, cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en las áreas naturales protegidas, esta se llevará a cabo a través de las siguientes zonas y subzonas, de acuerdo con su categoría de manejo:

I. Zonas núcleo

Su principal objetivo es la preservación de los ecosistemas y su funcionalidad a mediano y largo plazo, en donde se podrán autorizar las actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación y de colecta científica, educación ambiental, y limitarse o prohibirse aprovechamientos que alteren los ecosistemas.



- a) *Protección*: superficies dentro del área natural protegida, que han sufrido muy poca alteración, así como ecosistemas relevantes o frágiles, o hábitats críticos, y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo, en las que sólo se permitirá realizar actividades de monitoreo del ambiente, de investigación científica no invasiva, que no implique la extracción o el traslado de especímenes, ni la modificación del hábitat.
- b) *Restringido*: superficies en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas en los sitios que así se requieran, y en las que se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control, en las que sólo se permitirán la investigación científica no invasiva y el monitoreo del ambiente, las actividades de educación ambiental y turismo de bajo impacto ambiental, que no impliquen modificaciones de las características o condiciones naturales originales, y la construcción de instalaciones de apoyo, exclusivamente para la investigación científica o el monitoreo del ambiente.

II. Zonas de amortiguamiento

Tienen como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento que se lleven a cabo se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas a largo plazo.

En las zonas de amortiguamiento deberá tomarse en consideración las actividades productivas que lleven a cabo las comunidades que ahí habitan al momento de la expedición de la declaratoria respectiva, basándose en lo previsto tanto en el Programa de Manejo respectivo como en los Programas de Ordenamiento Ecológico que resulten aplicables. Estas zonas podrán estar conformadas por las siguientes subzonas:

- a) *Preservación*: superficies en buen estado de conservación que contienen ecosistemas relevantes o frágiles, o fenómenos naturales relevantes, en las que el desarrollo de actividades requiere de un manejo específico, para lograr su adecuada preservación, en las que sólo se permitirán la investigación científica y el monitoreo del ambiente, las actividades de educación ambiental y las actividades productivas de bajo impacto ambiental que no impliquen modificaciones sustanciales de las características o condiciones naturales originales, promovidas por las comunidades locales o con su participación, y que se sujeten a una supervisión constante de los posibles impactos negativos que ocasionen.
- b) *Tradicional*: superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema, relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida, en las que sólo se podrán realizar actividades de investigación científica, educación ambiental y de turismo de bajo impacto ambiental, aprovechamiento de los recursos naturales para la satisfacción de las necesidades económicas básicas y de autoconsumo, utilizando métodos tradicionales enfocados a la sustentabilidad; así como la infraestructura de apoyo que se requiera, utilizando ecotécnicas y materiales tradicionales de construcción propios de la región.
- c) *Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales*: superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas, se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable, y se permitirán exclusivamente el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, siempre que estas acciones generen beneficios preferentemente para los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto ambiental. Asimismo, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre podrá llevarse a cabo siempre y cuando se garantice su reproducción controlada o se mantengan o incrementen las poblaciones de las especies aprovechadas y el hábitat del que dependen; y se sustenten en los planes correspondientes autorizados por la Secretaría, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.



- d) *Aprovechamiento sustentable de los ecosistemas:* superficies con usos agrícolas, pesqueros y pecuarios actuales, en las que se podrán realizar actividades agrícolas y pecuarias de baja intensidad que se lleven a cabo en predios, o zonas que cuenten con aptitud para este fin, y en aquellos en que dichas actividades se realicen de manera cotidiana, y actividades de agroforestería y silvopastoriles, siempre y cuando sean compatibles con las acciones de conservación del área, y que en su caso contribuyan al control de la erosión y evitar la degradación de los suelos. La ejecución de las prácticas agrícolas, pecuarias, agroforestales y silvopastoriles que no estén siendo realizadas en forma sustentable, deberán orientarse hacia la sustentabilidad y a la disminución del uso de agroquímicos e insumos externos para su realización.
- e) *Aprovechamiento especial:* superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conformen, y en las que sólo se podrán ejecutar obras públicas o privadas para la instalación de infraestructura o explotación de recursos naturales, que generen beneficios públicos, que guarden armonía con el paisaje, que no provoquen desequilibrio ecológico grave y que estén sujetos a estrictas regulaciones de uso sustentable de los recursos naturales, con apego estricto a los programas de manejo emitidos por la Secretaría.
- f) *Uso público:* superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas, y en las que sólo se podrá llevar a cabo exclusivamente la construcción de instalaciones para el desarrollo de servicios de apoyo al turismo, a la investigación y monitoreo del ambiente, y la educación ambiental, congruentes con los propósitos de protección y manejo de cada área natural protegida.
- g) *Asentamientos humanos:* superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida.
- h) *Recuperación:* superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación, por lo que no deberán continuar las actividades que llevaron a dicha alteración, y en las que sólo podrán utilizarse para su rehabilitación, especies nativas de la región o en su caso, especies compatibles con el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas originales cuando científicamente se compruebe que no se afecta la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Una vez integrado el presente estudio se realizó un análisis biológico y físico del territorio propuesto como área natural protegida y se plantea que los dos polígonos que la conforman se dividan en una zona núcleo y una zona de amortiguamiento (Tabla 24, Figura 112).

Tabla 24. Zonificación de la propuesta de APFF Jaguar.

ZONA	NOMBRE	SUPERFICIE (HA)
Núcleo	Polígono 1	1,975-56-77.12
Amortiguamiento	Polígono 2	282-63-98.44
TOTAL		2,258-20-75.56





Figura 112. Zonificación de la propuesta de APFF Jaguar.

Zona núcleo

Se propone que esta zona se conforme en su totalidad por el Polígono 1, con 1,975-.56-77.12 ha, dado los diversos objetos de conservación identificados al interior.

En este polígono se localizan los cuerpos de agua y zonas inundables de mayor extensión en la eventual APFF Jaguar. Durante los recorridos de campo realizados por personal de esta Comisión Nacional se identificaron al menos siete tipos de vegetación: 1) Selva alta o mediana subperennifolia, 2) Selva alta o mediana perennifolia, 3) Selva baja subcaducifolia, 4) Selva mediana subperennifolia-Tasistal, 5) Manglar, 6) Sibal y 7) Vegetación secundaria de selva alta o mediana subperennifolia. Adicionalmente, se encontraron zonas de suelo desnudo en recuperación y suelo desnudo inundable. Dichos ecosistemas corresponden a vegetación primaria, es decir que no ha sufrido cambios significativos por actividades humanas o perturbaciones naturales. Diversas especies arbóreas evidencian una edad mayor a los 100 años. Aunado a lo anterior, en este polígono se observaron las nueve especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y reportadas en el presente estudio (Anexo 2), así como al menos 10 de las 15 especies de hongos que conforman la lista de este grupo.

Respecto a los elementos faunísticos considerados y verificados en dicho polígono, destaca el registro del topote aleta grande (*Poecilia velifera*), especie de pez catalogada como Amenazada, en las aguadas de la parte sur de la poligonal. Asimismo, se registró la presencia de la culebra perico mexicana (*Leptophis mexicanus*), también bajo la categoría de Amenazada, y por lo menos 13 especies de aves consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, incluyendo especies de rapaces diurnas (Accipitridae) como el gavilán zancón (*Geranoospiza caerulescens*) y el halcón selvático de collar (*Micrastur semitorquatus*); faisánidos (Phasianidae) como el guajolote ocelado (*Meleagris ocellata*) y ranfástidos (Rampastidae) como el tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*).

En cuanto a los mamíferos, es en este polígono donde se registraron rastros (excretas) de jaguar (*Panthera onca*), además de reportes de registros visuales de la especie por parte del personal del gobierno estatal que realiza vigilancia en la zona, que también refirió haber observado en varias ocasiones tropas de mono araña centroamericano (*Ateles geoffroyi*), ambas especies consideradas En peligro de extinción en la referida Norma. Es importante considerar que los recorridos en campo y el registro de especies se realizó durante la época de secas; por lo que teniendo en cuenta las dimensiones de los cuerpos de agua del Polígono 1, y que estos aumentan sus dimensiones drásticamente con las precipitaciones pluviales que se presentan entre junio y noviembre, se puede inferir una presencia aún mayor de otras especies, incluyendo grupos indicadores de la salud ambiental como los anfibios, además de la presencia de especies migratorias durante el invierno como el caso de las aves, lo que aumenta el valor ambiental intrínseco del Polígono 1.

Por lo anterior, esta Comisión Nacional considera necesario garantizar la preservación y funcionalidad de los ecosistemas presentes, su biodiversidad y los servicios ambientales que brinda a mediano y largo plazo, restringiendo cualquier actividad contaminante, cinegética o de explotación y aprovechamiento de especies silvestres, introducción de especies exóticas y exóticas invasoras, organismos genéticamente modificados y en general acciones que contravengan lo dispuesto en la LGEEPA y el decreto respectivo de la eventual APFF Jaguar. Las únicas actividades permitidas en esta zona serán las relacionadas con la preservación de los ecosistemas y sus elementos, investigación, colecta científica y educación ambiental.

Lo anterior es de suma importancia considerando los probables impactos y afectaciones de origen antropogénico en la zona, derivado del cambio de uso de suelo que actualmente sucede en la región para el desarrollo de diversos proyectos inmobiliarios e infraestructura cercanos a este polígono (Figura 113).



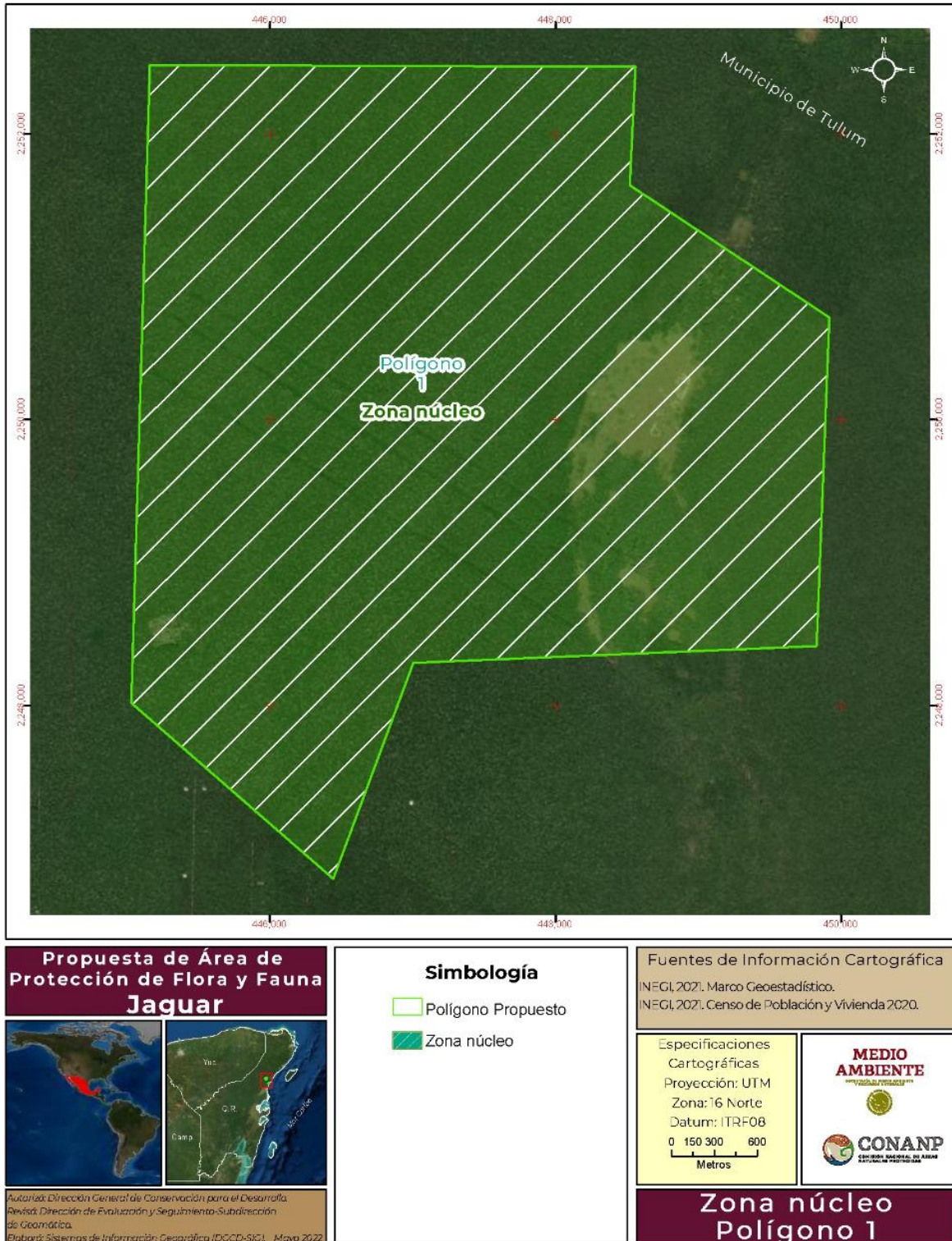


Figura 113. Zona núcleo Polígono 1.



SUBZONIFICACIÓN

Asimismo, el artículo 47 BIS 1 de LGEEPA señala que la subzonificación se establecerá en el programa de manejo respectivo y que en las áreas de protección de flora y fauna se podrán establecer todas las subzonas previstas en el artículo 47 Bis, conforme a las actividades que se desarrollen.

Por lo anterior, y en concordancia con la caracterización reportada en el presente estudio, se propone una subzonificación que contemple subzonas de:

- Uso restringido
- Preservación
- Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales
- Uso Tradicional
- Uso público
- Recuperación

B) TIPO O CATEGORÍA DE MANEJO

De acuerdo con la información reportada en el presente estudio, se propone que la superficie descrita sea declarada como Área de Protección de Flora y Fauna, de conformidad con el artículo 54 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente (LGEEPA), que señala:

ARTÍCULO 54.- Las áreas de protección de la flora y la fauna se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables, en los lugares que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.

En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.

Asimismo, podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o que resulte posible según los estudios que se realicen, el que deberá sujetarse a las normas oficiales mexicanas y usos del suelo que al efecto se establezcan en la propia declaratoria.

C) ADMINISTRACIÓN

De conformidad con los artículo 5o, fracción VIII, 47 de la LGEEPA, 4o, 5o y 6o del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegida, el establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal son facultades de la Federación, y serán administradas directamente por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, quien promoverá la participación de sus habitantes, propietarios o poseedores, gobiernos locales, pueblos indígenas, y demás organizaciones sociales, públicas y privadas, con objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

La administración de las áreas naturales protegidas se efectuará de acuerdo con su categoría de manejo, de conformidad con lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de ANP, el Decreto de creación, las normas oficiales mexicanas, su programa de manejo y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y se deberán adoptar:

- I. Lineamientos, mecanismos institucionales, programas, políticas y acciones destinadas a:
 - a) La conservación, preservación, protección y restauración de los ecosistemas.
 - b) El uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
 - c) La inspección y vigilancia.



- II. Medidas relacionadas con el financiamiento para su operación.
- III. Instrumentos para promover la coordinación entre los distintos niveles de gobierno, así como la concertación de acciones con los sectores público, social y privado.
- IV. Acciones tendientes a impulsar la capacitación y formación del personal técnico de apoyo.

Asimismo, en cumplimiento a los artículos 8o y 9o del citado Reglamento de la LGEEPA, la administración y manejo del área natural protegida se ejecutará a través de un Director de Área que designe la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

D) OPERACIÓN

La operación del área de protección de flora y fauna quedará a cargo de la Dirección de Área, responsable de coordinar e integrar todas las actividades y recursos humanos y financieros para alcanzar los objetivos de conservación del ANP, mediante una estrategia integral que incluya la protección de los recursos naturales, la restauración de áreas degradadas y su aprovechamiento sustentable, en las que se tendrán las siguientes líneas de trabajo:

Inspección y vigilancia. En coordinación con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, realizar acciones para asegurar el cumplimiento de lo dispuesto en el decreto de creación y la correcta ejecución del programa de manejo respectivo, así como las normas aplicables vigentes.

Protección y preservación. Desarrollar actividades de protección en la zona identificada como zona núcleo, misma que debe ser atendida por su prioridad ambiental, así como actividades encaminadas a la protección de especies de fauna emblemática que son indicadores de la calidad de hábitat para esta región.

Participación social. Establecer y coordinar los mecanismos que permitan la participación de todos los sectores sociales interesados en el ANP, principalmente en la identificación y análisis de problemáticas, en la formulación de propuestas y en el diseño e implementación de acciones en beneficio de las comunidades, que aseguren la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

Conocimiento e investigación. Desarrollar, impulsar y coordinar actividades de investigación que realicen instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales, tanto nacionales como extranjeras.

Monitoreo. Realizar o coordinar acciones de monitoreo sistemático de los indicadores ecológicos, productivos y sociales que se definan para el área natural protegida.

Educación ambiental. Diseñar y desarrollar un programa de educación ambiental, que incluya los valores ambientales, sociales, culturales y arqueológicos de la región, así como los retos, amenazas y la propuesta para superarlos.

Restauración y repoblación. Identificar las zonas para restauración que presentan indicadores de degradación ambiental y realizar las acciones de recuperación correspondientes, como obras de conservación de suelos en las áreas que presenten altos índices de degradación y actividades de repoblamiento de especies, para los casos en que sea necesario.

Aprovechamiento. Aprovechar de forma ordenada y sustentable; para ello, la Dirección deberá elaborar un registro de usuarios del ANP. Definir, en coordinación con las autoridades correspondientes, el establecimiento de políticas de aprovechamiento compatibles con la conservación de los recursos y especialmente con la conservación del hábitat y especies protegidas que se distribuyen en la zona, promoviendo el uso de tecnologías para la protección de los ecosistemas y evitar aquellas que los alteren.

Asimismo, el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024 señala objetivos con diversas estrategias y líneas de acción para un manejo eficiente de las áreas que serán consideradas para la operación de la eventual APFF Jaguar:



1. Manejo Efectivo de las ANP	
Objetivo	Estrategias
Fortalecer el manejo efectivo de las ANP e impulsar el incremento de la superficie de conservación para mantener la representatividad de la biodiversidad, la conectividad y funcionalidad de los ecosistemas y la provisión de sus servicios ambientales para el mejoramiento de la calidad de vida de las actuales y futuras generaciones.	1.1. Evaluar y fortalecer el Manejo Efectivo de las ANP terrestres y marinas. 1.2. Incrementar la superficie protegida a través de ANP y otras modalidades de conservación. 1.3. Fomentar el enfoque de manejo integrado del paisaje (MIP) y la conectividad ecológica. 1.4. Fomentar y fortalecer mecanismos de participación social y gobernanza en ANP. 1.5.- Promover la generación y difusión de conocimiento para la conservación y el manejo efectivo de las ANP.
2. Participación Comunitaria	
Objetivo	Estrategias
Impulsar la participación comunitaria en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las ANP para mejorar sus medios de vida y reducir su vulnerabilidad.	2.1. Fomentar proyectos y emprendimientos productivos sustentables que fortalezcan a las comunidades locales y disminuyan su vulnerabilidad en ANP y zonas de influencia. 2.2. Impulsar acciones de restauración con fines productivos en ANP y zonas de influencia. 2.3. Coadyuvar en las medidas para la prevención de contingencias y gestión comunitaria de riesgos en las Áreas Naturales Protegidas y zonas de influencia y promoviendo soluciones naturales basadas en ecosistemas.
3. Restauración ecológica y conservación de especies prioritarias y su hábitat	
Objetivo	Estrategias
Promover la restauración de ecosistemas, así como acciones de protección y monitoreo para la conservación y recuperación de especies prioritarias y sus hábitats en las ANP y zonas de influencia.	3.1. Promover la restauración de ecosistemas terrestres, insulares, marinos y de agua dulce, considerando el contexto del cambio climático. 3.2. Impulsar la protección y conservación de especies prioritarias y de interés y sus hábitats.
4. Gestión efectiva institucional	
Objetivo	Estrategias
Fortalecer las capacidades institucionales para el logro de los objetivos sustantivos de la Comisión, optimizando la coordinación y articulación intra e interinstitucional con otras dependencias y actores involucrados con las Áreas Naturales Protegidas y fomentando y fortaleciendo la participación y cooperación internacional.	4.1 Fortalecer las capacidades institucionales para el manejo efectivo de las ANP. 4.2 Fortalecer a las ANP como soluciones naturales para el Cambio Climático (adaptación y mitigación). 4.3 Optimizar la coordinación y articulación interinstitucional para lograr el cumplimiento del PNANP. 4.4 Fomentar y fortalecer la participación y la cooperación internacional en materia de conservación.

E) FINANCIAMIENTO

El financiamiento para la operación del ANP provendrá de los recursos fiscales aportados por el Gobierno Federal a través de la CONANP. Adicionalmente se diseñarán los mecanismos para el financiamiento del ANP mediante estrategias e instrumentos que permitan asegurar la sustentabilidad económica del ANP, la identificación y gestión de fuentes alternativas de recursos económicos.

Dentro de las fuentes de financiamiento interno y externo destacan, de manera enunciativa más no limitativa, las siguientes:

- Recaudación y administración de fondos adicionales a los recursos fiscales con que contará el área protegida.
- Cobro de derechos por el uso y disfrute del Área Natural Protegida.
- Aportaciones de organismos financieros internacionales.
- Donaciones privadas y de fundaciones nacionales e internacionales a través de asociaciones civiles.
- Fideicomisos locales y regionales de apoyo a las Áreas Naturales Protegidas.



- Aportaciones en especie por parte de fundaciones, instituciones académicas o personas físicas (realización de estudios e investigaciones, acciones de monitoreo, equipo e infraestructura, entre otras).

Asimismo, con objeto de asegurar el uso sustentable de los recursos y cumplir con los objetivos del área natural protegida, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá diseñar y aplicar los instrumentos económicos establecidos en la LGEEPA enfocados a promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del ANP.



V. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Duarte, Y., F. Bautista, M. E. Mendoza, O. Frausto, T. Ihl y C. Delgado. 2016. Ivaky: Índice de la vulnerabilidad del acuífero kárstico yucateco a la contaminación. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 15(3): 913-933.
- Alfaro, B. R. G., J. A. González, J. J. Ortiz, F. A. Viera, A. I. Burgos, E. Martínez y E. Ramírez. 2010. Caracterización palinológica de las mieles de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Álvarez, F., T. M. Iliffe, S. Benítez, D. Brankovits y J. L. Villalobos. 2015. New records of anchialine fauna from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Check List the journal of biodiversity data* 11(1): 1-10.
- Améndola, M. 2021. Zona arqueológica de Cobá en Tulum. Disponible en: <https://www.porestro.net/quintana-roo/2021/2/5/zona-arqueologica-de-coba-en-tulum-sufre-encharcamiento-recurrente-236218.html> Fecha de consulta: 2 de mayo 2022.
- Aragón, A. A. 2011. Estudio paleoecológico de alta resolución en sedimentos de manglar. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Arnold, N. 2018. Explorando diferentes enfoques para la conservación de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en México: riqueza, factores de riesgo y saberes locales. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional.
- Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2002. Aguas Continentales y diversidad biológica de México. Escala 1: 4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Ayuntamiento de Benito Juárez. 2019. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030. México.
- Ayuntamiento de Tulum. 2022. Reglamento de Ecología, Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Municipio de Tulum, Quintana Roo. Disponible en: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Reglamento+de+Ecolog%C3%ADa%2C+Mitigaci%C3%B3n+y+Adaptaci%C3%B3n+al+Cambio+Clim%C3%A1tico+del+Municipio+de+Tulum> Fecha de consulta: 10 de mayo de 2022.
- Ayuntamiento de Tulum. 2010. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Quintana Roo. México. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM23quintanaroo/municipios/23009a.html> Fecha de consulta: 22 de abril de 2022.
- Aztro. 2020. Análisis del futuro de Tulum. Aztro Desarrollos Inmobiliarios. Disponible en: <https://aztroinmobiliaria.com/analisis-del-futuro-en-tulum/> Fecha de consulta 15 de mayo de 2022.
- Balvanera, P. y H. Cotler. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En: Dirzo, R., R. González y I. March (Comps.). *Capital Natural de México, Vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de Cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 185-245.
- Barrantes-Vásquez, A., L. Sánchez-Chaves, G. Hernández-Sánchez y W. Montero-Flores. 2018. Principales plantas de importancia alimenticia para la abeja nativa sin aguijón *Trigona fulviventris* (Guérin-Méneville) en Pocosol, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 16(38): 13-23.



Bauer, G. P., R. Gondwe, G. Charvet, L. Marín, M. Rebolledo y G. Merediz. 2011. The Yucatán Peninsula Karst Aquifer Mexico. *Hydrogeology Journal* 19: 507-524.

Biocenosis. 2021. El Programa de Manejo del Parque Tulum. Entregables 1 y 2 como parte integral de la Estrategia Técnica Jurídica de Manejo y Conservación del Parque Nacional Tulum. FONATUR.

Boege, K., C. A. Domínguez y J. Fornoni. 2015. Distribución, abundancia y efectos nocivos de tres especies de plantas invasoras. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final *Oeceoclades maculata* SNIB-CONABIO, proyecto No. JE004. México.

Briceño, C. 2018. Identificación de flora melífera con potencial ornamental y medicinal en Yucatán. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.

Calderón-Mandujano, R. R. y Cedeño-Vázquez, J. R. 2011. Reptiles. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 247-251.

Carreón-Santos, R. J. y J. I. Valdez-Hernández. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 20(1): 120-130.

Casiano-Domínguez, M., F. Paz-Pellat, M. Rojo, S. Covalada-Ocon y D. Aryal. 2018. El carbono de la biomasa aérea medido en cronosecuencias: primera estimación en México. *Madera y Bosques* 24: 1-22.

CCA. 2016. Carbono azul en América del Norte: evaluación de la distribución de los lechos de pasto marino, marismas y manglares y su papel como sumideros de carbono. Comisión para la Cooperación Ambiental Disponible en: <http://www.cec.org/files/documents/publications/11664-north-america-s-blue-carbon-assessing-seagrass-salt-marsh-and-mangrove-es.pdf> Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022.

Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera y C. Manterota. 2002. Tamaño poblacional y conservación del Jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. En: Medellín, R., C. Equihua, C. Chetkiewtcz, P. G. Grawshaw, A. Rabinowitz, K. Kedford, J. G. Robinson y A. Tuber (Comps.). El jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América.

Ceballos, G., J. A. de la Torre, H. Zarza, M. Huerta, M. A. Lazcano-Barrero, H. Barcenás, I. Cassaigne, C. Chávez G. Carreón, A. Caso, S. Carvajal, A. García, J. J. Morales, O. Moctezuma, O. Monroy-Vilchis, F. Ruiz y E. J. Torres-Romero. 2021. Jaguar distribution, biological corridors and protected areas in Mexico: from science to public policies. *Landscape Ecology* 36: 3287-3309.

Cedeño-Vázquez, J. R. y R. R. Calderón-Mandujano. 2011. Anfibios. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 242-246.

CENAPRED. 2022. Sistema de información sobre riesgos. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México. Disponible en: <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>. Fecha de consulta: 05 de mayo de 2022.

CEPAL. 2015. El Cambio Climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina y el Caribe. Disponible en:



https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1 Fecha de consulta: 5 de mayo de 2022.

CICY. 2022. Oficio rmlb002/UCIA/22. Listado de trabajos de investigación. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 13 de abril de 2022.

CLICOM. 2022. Base de Datos Climatológica Nacional. Disponible en: <http://clicom-mex.cicese.mx/> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022

CMIC. 2022. Producción de las empresas constructoras en Quintana Roo. Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción. Disponible en: <https://www.cmic.org.mx/ceesco/produccionempresas/Actualizado15Mar2022/Informe%20Estatat%20-%20Quintana%20Roo%202021.pdf> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

Chablé, E. 2017. Análisis del impacto de la actividad turística sobre el aspecto socioeconómico del estado de Quintana Roo, México (2010-2015). Tesis de maestría. Universidad de Quintana Roo. México.

Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Soberón, J., G. Halfter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 87-108.

Chávez, A. R., S. J. Camacho y T. D. Velázquez. 2019. El camino hacia un modelo metodológico para realizar un índice de resiliencia en ciudades costeras (IRCC) del Caribe mexicano ante huracanes e inundaciones. Disponible en: <https://contexto.uanl.mx/index.php/contexto/article/view/152> Fecha de consulta: 5 de mayo de 2022.

Chávez, C. y G. Ceballos. 2006. El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo. Memorias del Primer Simposio. CONABIO, Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México.

CICC. 2017. Estrategia Nacional para REDD+ 2017-2030. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático Comisión Nacional Forestal. Disponible en: <http://www.enaredd.gob.mx/wp-content/uploads/2017/09/Estrategia-Nacional-REDD+-2017-2030.pdf> Fecha de consulta: 5 de mayo de 2022.

CONABIO. 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO-CONANP. 2010. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad. Escala: 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

CONABIO. 2016a. Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad. Escala: 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2016b. Sitios prioritarios para la restauración. Escala: 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2017. Evaluación rápida de invasividad de *Oeceoclades maculata*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: https://enciclovida.mx/pdfs/exoticas_invasoras/Oeceoclades%20maculata.pdf Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

CONABIO. 2020a. México megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html> Fecha de consulta: 23 de abril de 2022.



CONABIO. 2020b. Sistema de Información sobre especies Invasoras. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras> Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022.

CONABIO. 2021a. Anfibios. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gfamilia/22654/index> Fecha de consulta: 19 de abril de 2022.

CONABIO. 2021b. Aves de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/aves-de-mexico> Fecha de consulta: 25 de abril de 2022.

CONABIO. 2022a. Ecorregiones terrestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones.html> Fecha de consulta: 18 de abril de 2022.

CONABIO. 2022b. Selvas húmedas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaHumeda> Fecha de consulta: 11 de abril de 2022.

CONABIO. 2022c. Base de Datos Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2022d. Polinización. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose/polinizacion/> Fecha de consulta: 6 de mayo de 2022.

CONABIO, IB-UNAM, CONANP-SEMARNAT, PNUD, INECC. 2022. Explorador de cambio climático y biodiversidad, versión 1.0. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/explorador_cambio-climatico Fecha de consulta: 03 de mayo de 2022.

CONAFOR. 2010. Prácticas de reforestación. Manual básico. Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF Fecha de consulta: 06 de mayo de 2022.

CONAFOR. 2013. Inventario estatal forestal y de suelos. Quintana Roo 2013. Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

CONAFOR. (en prensa). Cambio de Cobertura del Suelo del Estado de Quintana Roo Período 2016-2020. Comisión Nacional Forestal.

CONAGUA. 2020a. Datos vectoriales de la disponibilidad de cuencas. Escala 1:250,000. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=cuencas> Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022.

CONAGUA. 2020b. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. Comisión Nacional del Agua. México.

CONAGUA. 2022. Normales Climatológicas por Estado-Quintana Roo. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=qroo> Fecha de consulta: 06 de mayo de 2022.

CONANP. 2014. Diagnóstico en inventario faunístico y florístico con énfasis en las especies en estatus de riesgo dentro del Parque Nacional Tulum. Programa de Conservación de Especies en Riesgo. Convenio: PROCER/CONANP/004/2014. Sociedad, ecología y bio-ambiente, A. C. México.



CONANP. 2015. Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una Convocatoria para la Resiliencia de México (2015-2020). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

CONANP-PNUD. 2019. Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas: Soluciones naturales a retos globales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México.

CONANP. 2020a. Agenda de Investigación Científica en las Áreas Naturales Protegidas de México 2020-2024. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_docs_ref/Agenda%20Cientifica%20CONANP%202020.pdf Fecha de consulta: 13 de abril de 2022.

CONANP. 2020b. Evaluación de la Efectividad de Manejo o de Gestión. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: <https://simec.conanp.gob.mx/efectividad.php> Fecha de consulta: 25 de abril de 2022.

CONANP. 2021. La educación ambiental, elemento fundamental para la conservación de la biodiversidad. Comunicado. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/prensa/la-educacion-ambiental-elemento-fundamental-para-la-conservacion-de-la-biodiversidad?idiom=es#:~:text=La%20educaci%C3%B3n%20ambiental%20es%20una,como%20los%20tres%20%C3%B3rdenes%20de> Fecha de consulta: 13 de abril de 2022.

CONANP. 2022a. Listado de las Áreas Naturales Protegidas de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. Disponible en: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/listanp/> Fecha de consulta: 22 de abril de 2022.

CONANP. 2022b. Mapa Interactivo de las Áreas Naturales Protegidas de México. Disponible en: http://sig.conanp.gob.mx/website/interactivo/atlas/atlas_anp.htm Fecha de consulta: 20 de abril 2022.

CONANP. 2022c. Archivo vectorial de los sitios Mab-UNESCO 2022. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

CONANP. En prensa. Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Selva Maya. CONANP. México.

CONAPO. 2022. Índice de marginación (carencias poblacionales) por localidad, municipio y entidad. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indice-de-marginacion-carencias-poblacionales-por-localidad-municipio-y-entidad> Fecha de consulta: 11 de abril de 2022.

CONEVAL. 2017. Anexo estadístico de pobreza a nivel municipio 2010 y 2015. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE_pobreza_municipal.aspx Fecha de consulta: 07 de abril de 2022.

Consejo de Promoción Turística de Quintana Roo. 2021. Perfil y composición del turista. Informe trimestral Q1 2020. Disponible en: <https://cptq.mx/inteligencia/perfil-de-turista/> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

Contreras, L., A. Vázquez, E. Aldasoro y J. Mérida. 2020. Conocimiento de las abejas nativas sin aguijón y cambio generacional entre los mayas lacandones de Nahá, Chiapas. *Estudios de cultura maya* 56: 205-225.

Correa, S. J. y B. MacKinnon. 2011. Aves. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 252-266.



Côté, I. M. y E. S. Darling. 2010. Rethinking Ecosystem Resilience in the Face of Climate Change. *PLoS Biol* 8(7): e1000438. doi.org/10.1371/journal.pbio.1000438

Difrieri, S. y Saibine, L. 1982. México y el Caribe. *Geografía universal ilustrada*. UTEHA-NOGUER. Barcelona, España.

Dirección General de Minas. 2022. Oficio No. SE/610/1888/2022. Información de concesiones mineras. Secretaría de Economía. 06 de mayo de 2022.

DOF. 1972. Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas Federal de México. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 16 de febrero de 2018.

DOF. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 21 de octubre de 2021.

DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Publicada el 30 de diciembre de 2010.

DOF. 2012. Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de julio de 2018.

DOF. 2014. Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 5 de marzo de 2014.

DOF. 2016. ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 07 de julio de 2016.

DOF. 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Publicada el 30 de diciembre de 2010.

DOF. 2020. ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 21 de septiembre de 2020.

ECOSUR. 2022. Base de datos sobre biodiversidad registrada en la propuesta de ANP. El Colegio de la Frontera Sur. Documento Excel para consulta. 1 libro, 3 hojas.

Ek, D. A. 2011. Vegetación. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé (Eds). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México.

Ellis, E. A., J. A. Romero y I. G. Hernández. 2017a. Deforestation Processes in the State of Quintana Roo, Mexico: The Role of Land Use and Community Forestry. *Tropical Conservation Science* 10: 1-12.

Ellis, E. A., I. G. Hernández y J. A. Romero. 2017b. Los procesos y causas del cambio en la cobertura forestal de la Península de Yucatán, México. *Ecosistemas* 26(1): 101-111.

Escobar, N. A. 1986. Geografía general del Estado de Quintana Roo. Gobierno del Estado de Quintana Roo. México.



Escobedo, C. E. 2011. Mamíferos terrestres. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 267-271.

Espinosa, O. D. y S. Ocegueda. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: Soberón, J., G. Halfter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 33-65.

Estrada, M. H., J. J. Jiménez, O. Álvarez y R. C. Barrientos. 2019. El karst de Yucatán: su origen, morfología y biología. *Acta Universitaria* 29(1): 1-18.

Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. Publicación especial No. 17. *Carnegie Museum of Natural History* 17: 1-73.

Flores-Villela, O. y U. O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S467-S475.

García, E. 2004. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

García, R. M. 2011. Las áreas naturales protegidas federales. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé (Eds). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. p. 305.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2018. Diagnóstico Situacional del Sector Salud del estado de Quintana Roo. Disponible en: <https://qroo.gob.mx/sites/default/files/unisitio2019/03/Diagnostico%20de%20Salud%202018.pdf> Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022.

Gondwe, B. 2010. Exploration, modeling, and management of groundwater-dependent ecosystems in karst – the Sian Ka'an case study, Yucatan México. PhD Thesis. Technical University of Denmark.

Gondwe, B. R. N., S. Lerer, S. Stisen, L. Marín, M. Rebolledo-Vieyra, G. Merediz-Alonso y P. Bauer-Gottwein. 2010. Hydrogeology of the south-eastern Yucatan Peninsula: New insights from water level measurements, geochemistry, geophysics and remote sensing. *Journal of Hydrology* 389: 1-17.

González, J. 2012. La importancia de la meliponicultura en México, con énfasis en la Península de Yucatán. *Bioagrobiencias* 5 (1): 34-41.

González, M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

H. Ayuntamiento Tulum. 2019. Plan Municipal de Desarrollo de Tulum 2018-2021. Disponible en: <http://tulum.gob.mx/Pdfs/PMDTULUM.pdf> Fecha de consulta: 06 de abril de 2022.

Herrera, S. J. y J. D. Heredia. 2011. Recursos hídricos. Hidrología superficial. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé (Eds). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 42-49.



ICOMOS. 2019. The Future of Our Pasts: Engaging Cultural Heritage in Climate Action, International Council on Monuments and Sites, Climate Change and Cultural Heritage Working Group. Disponible en: <http://openarchive.icomos.org/id/eprint/2459/> Fecha de consulta: 06 de abril de 2022.

INAH. 2010. Exploran “Las Calaveras” Instituto Nacional de Antropología e Historia. Boletín 1722. Publicado el 25 de febrero de 2010. Disponible en: <https://inah.gob.mx/boletines/1722-exploran-las-calaveras> Fecha de consulta 09 de mayo de 2022.

INAH. 2022. Red de zonas arqueológicas del INAH: Cobá, Tulum, Xel Há. Disponible en: <https://www.inah.gob.mx/zonas/5410-red-de-zonas-arqueologicas-del-inah> Fecha de Consulta: 5 de mayo de 2022.

INECC. 2017. Escenarios de cambio climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Disponible en: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/escenarios-de-cambio-climatico-80126> Fecha de Consulta: 5 de mayo de 2022.

INECC y CICESE. 2014. Estudio para la incorporación de nuevas variables en los escenarios de cambio climático para México utilizados en la Quinta Comunicación Nacional. Parte II Escenarios de ascenso del nivel del mar. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/658253/109_2014_Estudio_variables_Cambio_Climatico_Mexico_5CN_2.pdf Fecha de Consulta: 5 de mayo de 2022.

INECC. 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf Fecha de Consulta: 5 de mayo de 2022.

INECC. 2021. México ante el cambio climático. Disponible en: <https://cambioclimatico.gob.mx/impactos-del-cambio-climatico-en-mexico/> Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

INECC. 2022. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático: Tulum, Quintana Roo. Disponible en: <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/index.html> Fecha de consulta: 5 de mayo de 2022.

INE/SEMARNAP. 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel. México. SEMARNAP. México.

INEGI-CONABIO-INE. 2008. Ecorregiones terrestres de México. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> Fecha de consulta: 18 de abril de 2022. México.

INEGI. 1984. Conjunto de datos vectoriales de la carta de Aguas superficiales. Escala 1:250,000. Serie I. Cozumel. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2001a. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2001b. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Subprovincias fisiográficas. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2001c. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topofomas. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.



INEGI. 2002. Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2006. Carta Geológica-Minera Cozumel F16-11. Quintana Roo y Yucatán. Primera Edición. Servicio Geológico Mexicano. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2007. Conjunto de datos vectoriales Edafológicos. Serie II Continuo Nacional Cozumel. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/> Fecha de consulta: 05 de abril de 2022.

INEGI. 2011a. Censo de población y vivienda 2010. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/#Tabulados> Fecha de consulta: 04 de abril de 2022.

INEGI. 2011b. Guía para la interpretación de cartografía Edafológica. Escala 1:250,000. Serie II. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2016. Carta Topográfica F16C78 Xel-Ha 1: 50,000 Serie III. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2017. Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo, 2017. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estru c/anuarios_2017/702825095130.pdf Fecha de consulta: 11 de abril de 2022.

INEGI. 2018. Carta Topográfica F16C88 Tulum 1: 50,000 Serie III. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2020a. Censos económicos 2019. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/#Tabulados> Fecha de consulta: 19 de abril de 2022.

INEGI, 2020b. Conjunto de datos espaciales Red Nacional de Caminos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2020c. Subsistema de Información Económica, PIB por Entidad Federativa (PIBE). Base 2013. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/#Tabulados> Fecha de consulta: 07 de abril de 2022.

INEGI. 2021a. Banco de indicadores. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=18&ag=23009#D18> Fecha de consulta: 06 de abril de 2022

INEGI. 2021b. Censo de población y vivienda 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados> Fecha de consulta: 04 de abril de 2022.

INEGI. 2021c. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional, escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.

INEGI. 2021d. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

INEGI. 2021e. Marco Geoestadístico, diciembre 2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas> Fecha de consulta: 22 de marzo de 2022.

INEGI. 2021f. Red Nacional de Caminos (RNC) 2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en:



https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/caminos/2021/889463842798_s.zip Fecha de consulta: 19 de abril de 2022.

INEGI. 2022a. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/> Fecha de consulta: 06 de abril de 2022.

INEGI. 2022b. Indicador Mensual de la Actividad Industrial por Entidad Federativa (IMAIEF). Base 2013. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/aief/2013/#Tabulados> Fecha de consulta: 19 de abril de 2022.

INEGI. 2022c. Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa 2021. INEGI. México.

IUCN 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org> Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

IPCC. 2021. The Physical Science Basis Summary for Policymakers. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

Kambesis, P. N. y J. G. Coke. 2016. The Sac Actun System, Quintana Roo, México. *Boletín Geológico y Minero* 127 (1): 177-192.

Lhumeau, A. y D. Cordero. 2012. Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Quito, Ecuador. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf> Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

Llanes, L. 2020. Producción de chicle en el sureste mexicano: estado de Quintana Roo, ¿alternativa de producción local sustentable? Tesis de doctorado. Universidad Autónoma del Estado de México.

Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: Soberón, J., G. Halfter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). *Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 283-322.

Locatelli, B. 2016. Ecosystem Services and Climate Change. In: Potschin, M., R. Haines-Young, R. Fish y R. K. Turner (Eds.). *Routledge Handbook of Ecosystem Services*. Routledge, London y Nueva York. pp. 481-490.

López, R. E. 1975. Geological summary of the Yucatan peninsula. In: Nairn, A. y F. Stehli (Eds.). *The Ocean Basins and Margins: The Gulf of Mexico and the Caribbean*. New York. pp. 257-258.

López-Jiménez, L. N., R. Durán-García y J. M. Dupuy-Rada. 2019. Recuperación de la estructura, diversidad y composición de una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. *Madera y Bosques* 25(1): 1-17.

Malhi, Y., J. Franklin, N. Seddon, M. Solan, M. G. Turner, C. B. Field y N. Knowlton. 2020. Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. *Philos. T. Roy. Soc. B* 375: 20190104 <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104>

Mansourian, S., A. Belokurov y P. J. Stephenson. 2009. The role of forest protected areas in adaptation to climate change. *Unasylva* 60: 63-69.

Mariño-Tapia, I., C. Enríquez, U. Sánchez, E. Vera, I. Kantún y C. Manzano. 2009. Evaluación de la interfaz salina para el desarrollo y manejo integral de la zona costera de Yucatán. Anexo 1: Desarrollo de la investigación. Informe final de proyecto FOMIX Yucatán (YUC-2005-04-21270).



Mariño-Tapia, I., C. Enríquez, A. Valle-Levinson y I. Vera. 2010. Thermohaline and flow variability associated with intense submarine groundwater discharges (SGD) in the coastal ocean. Ocean Sciences Meeting.

Márquez, J. 1994. Meliponicultura en México. *Dugesiana* 1(1): 3-12.

Medina-Carrillo L., J. Fernández y J. Montiel. 2021. Contaminación del Acuífero Maya. Responsabilidad gubernamental y empresarial. Fundación para el Debido Proceso.

Merediz, A. 2022. Criterios Geohidrológicos para el Desarrollo Sustentable de Tulum. Amigos de Sian Ka'an A.C. México.

Meléndez, R. V., R. Ayala y G. H. Delfín. 2014. Abejas como bioindicadores de perturbaciones en los ecosistemas y el ambiente. En: González-Zuarth, C. A., A. Vallarino, J. C. Pérez-Jiménez y A. M. Low-Pfeng (Eds.). Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y El Colegio de la Frontera Sur. México. pp. 349-372.

Metcalfe C. D., P. A. Beddows, G. G. Gold-Bouchot, T. L. Metcalfe, H. Li and H. Van-Lavieren. 2010. Contaminants in the coastal karst aquifer system along the Caribbean coast of the Yucatan Peninsula México. *Environmental Pollution* 1- 7.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México*. 28: 29-179.

Montero, G. I. A. 2011. Nuestro patrimonio subterráneo. Historia y cultura de las cavernas en México. INAH-ENAH. México.

Montero, G. I. A. 2013. El sello del Sol en Chichén Itzá. Fundación Armella Spitalier. México.

Naciones Unidas México. 2021. La Milpa Maya, actividad productiva milenaria. Disponible en: <https://mexico.un.org/es/164611-la-milpa-maya-actividad-productiva-milenaria> Fecha de consulta: 29 de abril de 2022.

Novelo, M. E. 2022. Se diluye el color en la arquitectura maya/ Entrevistado por Fernando Guzmán Aguilar. Gaceta UNAM. Disponible en: <https://www.gaceta.unam.mx/se-diluye-el-color-en-la-arquitectura-maya/> Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

ONU Hábitat. 2020. Plan de Estructura Territorial del Sureste de México. Desarrollo Integral Territorial y Urbano de la Región Sureste de México. Disponible en: <https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/04-Plan-Estructura-Territorial.pdf> Fecha de consulta: 29 de abril de 2022.

Ortiz, G., J. Tun, C. Sandoval y F. Torres. 2019. El Dzidzilché (*Gymnopodium floribundum*): una planta con varios servicios ecosistémicos en la península de Yucatán. *Bioagrociencias* 12(1): 27-33.

Paredes, M. H., N. J. Cedeño, M. J. Marcos, S. E. Palma, S. J. Baró y B. F. Carreto. 2018. Deterioro y afectaciones por siniestros naturales, antropogénicos y ambientales en zonas arqueológicas: una nueva perspectiva para la mitigación integral de la geografía aplicada a la arqueología ante el cambio climático. Disponible en: <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/cr/article/view/14006/15103> Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S460-S466.



Peña, T. M. B. 2016. El cambio climático y sus repercusiones en el patrimonio cultural. Disponible en: http://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/issue%3A1145 Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

Pereira-Corona, A., B. Prezas-Hernández, J. A. Olivares-Mendoza, P. Fragoso-Servón y C. A. Niño-Torres. 2013. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo. Disponible en: http://www.ccpy.gob.mx/pdf/agenda-qroo/PEACC_2013_ESPAnOL.pdf Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

POEQRoo, 2008. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. Decreto número 007 por el que se crea el municipio de Tulum, con cabecera municipal en la ciudad de Tulum. H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. XII Legislatura 2008-2011. Publicado el 06 de mayo de 2008.

POEQRoo, 2018. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. Última reforma 16 de agosto de 2018.

Pompa, G. A., E. Aguirre, A. V. Encalada, A. de Anda, J. Cifuentes y R. Valenzuela. 2011. Los Macromicetos del Jardín Botánico de ECOSUR "Dr. Alfredo Barrera Marín", Puerto Morelos, Quintana Roo. Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Diálogos / Número 6. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Pozo, C., N. Armijo Canto y S. Calmé (Eds). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México.

Pozo, C., N. Salas y A. Maya. Mariposas. 2011b. En: Pozo, C. (ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 186-196.

Prado-Beltrán, P. 2012. Módulo 2. Adaptación al cambio climático basada en ecosistemas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Disponible en: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/modulo_2_adaptacion_al_cc.pdf Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

Prezas, H. B. 2011. Áreas naturales protegidas en Quintana Roo. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé, (Eds). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 300.

Rendón, C. A., F. Dorantes, S. Mejía y L. Alamilla. 2021. Características macroscópicas, propiedades y usos de la madera de especies nativas y exóticas en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Richards, D. y S. Richards. 2007. Overview of the Geology and Hydrology of Coastal Quintana Roo, AMCS *Activities Newsletter* 30: 104-109.

Romero, R. M. E. 1998. La navegación maya. *Arqueología Mexicana* 33: 6-15.

Roubik, D., W. Colli-Ucán y R. Villanueva-Gutiérrez. 2011. Abejas sociales, solitarias y parásitas. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur,



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 205-211.

Ruiz, R., J. Maldonado y M. Améndola. 2021. Evalúa Protección Civil Quintana Roo los daños dejados por Grace. La Jornada. Publicado el 19 de agosto de 2021. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/08/19/economia/evalua-proteccion-civil-q-roo-los-danos-dejados-por-grace/> Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022.

SADER-SEMARNAT. 2021. Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (ENCUSP). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J. J. Flores-Martínez, R. A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S496-S504.

Schiller, A., R. Supper, I. Schattauer, K. Motschka, G. Merediz and A. López. 2017. Advanced Airborne Electromagnetics for Capturing Hydrogeological Parameters Over the Coastal Karst System of Tulum, Mexico. In: Renard, P. and C. Bertrand (Eds.). EuroKarst, Neuchâtel, Advances in Karst Science.

Schmitter-Soto, J. J. 1996. Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo. El Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal. México.

Schmitter-Soto, J. J. 2002. Los cenotes de la península de Yucatán. En: De la Lanza-Espino, G. y J. L. García-Calderón (Comps.). Lagos y Presas de México. México. pp: 337-381.

Schmitter-Soto, J. J. 2011. Peces. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp: 227-232.

Schmitter-Soto, J. J. 2020. La ictiofauna cenotícola (peces de cenote) más relevante de la península de Yucatán. *Bioagrocencias* 13(1): 9-22.

Schmitter-Soto, J. J. y H. C. Gamboa-Pérez. 1996. Composición y distribución de peces continentales en el sur de Quintana Roo, Península de Yucatán, México. *Rev. Biol. Trop.* 44(1): 199-212.

Secretaría de Gobierno. 2022. Disponible en: <https://qroo.gob.mx/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal/> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SECTUR. 2014. Estudio de la vulnerabilidad y Programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en diez destinos turísticos estratégicos, así como propuesta de un Sistema de Alerta Temprana a Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Sección. IV. Vulnerabilidad del destino turístico Riviera Maya. Fondo SECTUR-CONACYT. Disponible en: <https://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2014/09/SECCION-IV.-RIVIERA-MAYA.pdf> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SECTUR. 2022a. Compendio Estadístico 2020 de la Actividad Hotelera. Disponible en: <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadHotelera.aspx> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SECTUR. 2022b. Oficio UIS/036/2022. Información turística Tulum, Quintana Roo. Secretaría de Turismo. 20 de abril de 2022.



SECTUR. 2022c. Trazo-Proyecto Tren Maya. Secretaría de Turismo. Disponible en: <https://www.trenmaya.gob.mx/trazo/> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SEDATU. 2015. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum Quintana Roo. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. México. Disponible en: <http://www.tulum.gob.mx/Pdfs/91/ATLAS%20DE%20RIESGO.pdf> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SEDETUR. 2022. Indicadores Turísticos Enero-Diciembre 2020. Disponible en: <https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicador-Tur-EneDic-2020.pdf> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SEMARNAT. 2002. Suelos. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

SEMARNAT. 2016. Estrategias y Políticas para Enfrentar el Cambio Climático y Proteger la Biodiversidad. México.

SEMARNAT. 2019. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Jaguar (*Panthera onca*). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

SEMARNAT. 2021a. Esfuerzo pesquero y producción con embarcaciones menores por sitio de desembarque. SNIARN. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_PESCA01_12%26Ibic_user=dgeia_mce%26Ibic_pass=dgeia_mce&NOMBREANIO=*%26NOMBREENTIDAD=Quintana%20Roo Fecha de consulta: 11 de abril de 2022.

SEMARNAT. 2021b. Servicios ambientales o ecosistémicos, esenciales para la vida. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/servicios-ambientales-o-ecosistemas-esenciales-para-la-vida?idiom=es> Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022.

SEMARNAT. 2022. Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico, herramienta de consulta en línea. Disponible en: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/ Fecha de consulta: 10 de mayo de 2022.

SENASICA. 2022. Oficio B00.04.03.02.2985-2022. Información sobre OGMs y centros de origen. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 20 de abril de 2022.

Servicio Meteorológico Nacional. 2022. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=qroo> Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SGM. 2020. Panorama Minero del Estado de Quintana Roo. Servicio Geológico Mexicano. Secretaría de Economía. Disponible en: http://www.sgm.gob.mx/pdfs/QUINTANA_ROO.pdf Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SGM. 2021. Anuario estadístico de la minería mexicana, 2020. Servicio Geológico Mexicano, Secretaría de Economía. Disponible en: https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2020_Edicion_2021.pdf Fecha de consulta: 12 de abril de 2022.

SIAP. 2018. Estadística de la producción pecuaria de 2018. Consejo civil mexicano para la silvicultura sostenible. Centro Geo. CONAFOR. México.



SIAP. 2020a. Anuario Estadístico de Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: 11 de abril de 2022.

SIAP. 2020b. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/ Fecha de consulta: 11 de abril de 2022.

SIC. 2013. Inventario del patrimonio cultural inmaterial. Sistema de información Cultural. Secretaría de Cultura. Disponible en: http://sic.gob.mx/ficha.php?table=frpintangible&table_id=60 Fecha de consulta: 29 de abril de 2022.

Sosa-Escalante, J. E., J. M. Pech-Canché, M. C. MacSwiney y S. Hernández-Betancourt. 2013. Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(3): 1-21.

STPS. 2021. Panorama profesional por estados. Observatorio Laboral, Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Disponible en: https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Panorama_profesional_estados.html Fecha de consulta: 06 de abril de 2022.

Supper, R., K. Motschka, A. Ahl, P. Bauer-Gottwein, B. Gondwe, G. Merediz, A. Römer, D. Ottowitz and W. Kinzelbach. 2009. Spatial mapping of submerged cave systems by means of airborne electromagnetics: an emerging technology to support protection of endangered karst aquifers. *Near Surface Geophysics* 7: 613-627.

The Ramsar Convention. 2022. Designating Ramsar Sites/México. Disponible en: <https://www.ramsar.org/es/humedal/mexico> Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022.

Thomassiny, A. J. S. y E. Chan. 2011. Cambios en el uso de suelo. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé (Eds). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 132-135.

Toledo, V., N. Barrera-Bassols, E. García-Frapolli y P. Alarcón-Chaires. 2008. Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México). *Interciencia* 33(5): 345-352.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 2022. Disponible en: <https://tropicos.org> Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022.

UNESCO. 2019. World Heritage and Tourism in a Changing Climate. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, France. Disponible en: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7603> Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022.

Uribe, B. E. 2015. El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. CEPAL. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/39855-cambio-climatico-sus-efectos-la-biodiversidad-america-latina> Fecha de consulta: 13 de mayo de 2022.

Valle-Levinson, A., I. Mariño-Tapia, C. Enríquez, A. Waterhouse. 2011. Tidal variability of salinity and velocity fields related to intense point-source submarine groundwater discharges into the coastal ocean. *Limnol. Oceanogr.* 56(4): 1213-1224.



- Valdez-Hernández, M. y G. A. Islebe. 2011. Tipos de Vegetación en Quintana Roo. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 32-36.
- Valdez, R., A. Martínez-Mendoza y O. C. Rosas-Rosas. 2002. Componentes históricos y actuales del hábitat del Jaguar en el noreste de Sonora, México. En: Medellín, R. A, C. Cherkiewicz, A. Rabinowitz, K. H. Redford y J. G. Robinson (Eds.). Jaguares en el nuevo milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los Jaguares en América. pp. 367-378.
- Valverde, V. M. C. 2011. El jaguar entre los mayas. Entidad oscura y ambivalente. *Arqueología Mexicana* 72: 47-51.
- Varillas, A. 2013. Por lluvias, cierran zona arqueológica de Tulum. Disponible en: El Universal. <https://archivo.eluniversal.com.mx/estados/2013/tulum-cierre-lluvias-951942.html> Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022.
- Vásquez-García, A., D. Sangerman-Jarquín y R. Schwentesius. 2022. Caracterización de especies de abejas nativas y su relación biocultural en la Mixteca oaxaqueña. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 12(1): 101-113.
- Vidal, D., M. Schilie, A. González y L. Luna. 2008. El zapote blanco (*Casimiroa edulis* La Llave et Lex, Rutaceae): un recurso medicinal de México. *Lacandonia* 115-122.
- Weidie, A. E. 1985 Geology of Yucatan Platform. Geology and hydrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of northeastern Yucatan Peninsula. In: Weidie, A. E. (Ed.) pp. 1-19.
- Whigham, D. F., I. Olmsted, E. Cabrera-Cano y A. B. Curtis. 2003. Impacts of hurricanes on the forests of Quintana Roo, Yucatan Peninsula, Mexico. In: Allen, M. E., A. Gómez-Pompa, S. Feddicky, J. J. Jiménez-Osimio (Eds.). Lowland Maya area: three millennia at the human-wildland interface. pp. 193-213.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. Johns Hopkins University Press. Vol. 2. 142 pp. Disponible en: <https://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/> Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022.
- Yuridia, L. C, G. Guevara y J. I. Alonso. 2011. Hongos macromicetos. En: Pozo, C. (Ed.). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 24-29.
- Zaldívar, J. A., J. Herrera, C. Teutli, R. Hernández y J. Caamal. 2010. Manglares. En: Durán, R. y M. Méndez (Eds.). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO y SEDUMA. pp. 138-139.



ANEXOS

ANEXO 1. LISTA DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA REGISTRADAS EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR

En la lista se integran los taxones válidos conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes al grupo biológico. Las categorías de riesgo se presentan conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la siguiente simbología: A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial; y P: en peligro de extinción. Asimismo, se indican con un asterisco (*) las especies endémicas, con dos asteriscos (**) las especies exóticas y con tres asteriscos (***) las especies exóticas invasoras.

El endemismo y origen de las especies se verificó en los siguientes referentes de información biogeográfica actualizada: Mammal Species of the World (Wilson y Reader, 2005), Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (CONABIO, 2022c), Sistema de Información sobre Especies Invasoras (CONABIO, 2020b), The IUCN Red List of Threatened Species, Tropicos.org Missouri Botanical Garden y NOM-059-SEMARNAT-2010.

Hongos

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Agaricales	Agaricaceae	<i>Leucocoprinus birnbaumii</i>	amarillo de macetas
2	Agaricales	Pleurotaceae	<i>Pleurotus sp.</i>	seta
3	Agaricales	Psathyrellaceae	<i>Coprinellus disseminatus</i>	sombrillita
4	Agaricales	Psathyrellaceae	<i>Coprinopsis lagopus</i>	hongo pie de liebre
5	Cantharellales	Cantharellaceae	<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	flor de calabaza
6	Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Fulvifomes robiniae</i>	hongo agrietado
7	Liceales	Tubiferaceae	<i>Lycogala sp.</i>	moho mucilaginoso
8	Phallales	Phallaceae	<i>Clathrus crispus</i>	colador del brujo
9	Phallales	Phallaceae	<i>Phallus indusiatus</i>	hongo velo de novia, oloroso, velo de novia
10	Polyporales	Ganodermataceae	<i>Ganoderma curtisii</i>	flor de tierra
11	Polyporales	Polyporaceae	<i>Favolus brasiliensis</i>	hongo de repisa
12	Polyporales	Polyporaceae	<i>Hexagonia hydnoides</i>	hongo de repisa peludo
13	Polyporales	Polyporaceae	<i>Hexagonia tenuis</i>	hongo de repisa
14	Polyporales	Polyporaceae	<i>Lentinus crinitus</i>	sombbrero
15	Polyporales	Polyporaceae	<i>Trametes cubensis</i>	hongo de repisa
16	Polyporales	Polyporaceae	<i>Trametes sanguinea</i>	hongo de repisa naranja
17	Polyporales	Polyporaceae	<i>Trametes villosa</i>	hongo de repisa



Plantas Vasculares

No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
1	Alismatales	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	bobtum, hoja de pescado, hoja de piedra, hoja de viento, lengua de ciervo	
2	Alismatales	Araceae	<i>Philodendron jacquinii</i>		
3	Alismatales	Araceae	<i>Monstera deliciosa</i>	costilla de Adán, costilla de vaca, frijolillo, mano de león, mano de tigre, mimbre, piñanona, sangre de perro	
4	Alismatales	Araceae	<i>Syngonium angustatum</i>	lengua de vaca	
5	Apiales	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	sac-chacáh	
6	Arecales	Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	tasiste	
7	Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	cambray, palma, palma bambú, palma xiat	
8	Arecales	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii*</i> (endémica de la Península de Yucatán)	cheet (maya), knacás (maya), náaj k'aax (maya), nak'as (maya), nakax (maya), palma nakás, palma nacás, palma	A
9	Arecales	Arecaceae	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	kuka' (maya), kuká (maya), kukaí (maya), palma bucanero, palma de guinea, palma enana, palma kuká, ya'ax jalalche' (maya), yaxhalalché (maya)	A
10	Arecales	Arecaceae	<i>Sabal mauritiiformis</i>		
11	Arecales	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>		
12	Arecales	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	bayal (maya), ch' iit (maya), ch' iit xa' an (maya), chiit, chi'it (maya), chit (maya), guano, guano de costa, ka' anal xa' an (maya), kanal-xaan (maya), kul tuk (maya), kultok' (maya), nak' as (maya), palma, palma chit, palma yucateca	A
13	Asparagales	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis americana</i>	lirio araña	
14	Asparagales	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>		
15	Asparagales	Asparagaceae	<i>Agave angustifolia</i>	bab-ki	
16	Asparagales	Asparagaceae	<i>Beaucarnea plabilis</i>	chit (maya), despeinada	A
17	Asparagales	Asparagaceae	<i>Furcraea cahum</i>	cajum	
18	Asparagales	Orchidaceae	<i>Brassavola nodosa</i>	barbas de viejo, dama de noche	
19	Asparagales	Orchidaceae	<i>Encyclia guatemalensis</i>		



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
20	Asparagales	Orchidaceae	<i>Myrmecophila christinae</i>		
21	Asparagales	Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> ***	orquídea monja africana	
22	Asparagales	Orchidaceae	<i>Oncidium sphacelatum</i>	anis nikte' (maya), flor de la santa cruz	
23	Asparagales	Orchidaceae	<i>Ornithocephalus inflexus</i>	puuts' mukuy (maya)	
24	Asparagales	Orchidaceae	<i>Sarcoglottis sceptrodes</i>		
25	Asparagales	Orchidaceae	<i>Trichocentrum ascendens</i>		
26	Asparagales	Orchidaceae	<i>Vanilla insignis</i>	sisbik (maya), vainilla	
27	Asterales	Asteraceae	<i>Ageratum littorale</i> fo. <i>littorale</i>	hierba de flor morada	
28	Asterales	Asteraceae	<i>Ageratum maritimum</i>	hierba de la sarna	
29	Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	altanisa de mar, margarita de mar	
30	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis dioica</i>		
31	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis heterophylla</i>	escoba chica, escobilla, hierba del pasmo	
32	Asterales	Asteraceae	<i>Borrichia arborescens</i>	margarita de mar	
33	Asterales	Asteraceae	<i>Borrichia frutescens</i>	saladillo, verdolaga de mar	
34	Asterales	Asteraceae	<i>Calea jamaicensis</i>	malvavisco silvestre	
35	Asterales	Asteraceae	<i>Critonia campechensis</i>		
36	Asterales	Asteraceae	<i>Erechtites hieraciifolius</i>	epazotillo, lengua de ciervo	
37	Asterales	Asteraceae	<i>Eremosis oolepis</i> * (endémica de la Península de Yucatán)		
38	Asterales	Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>		
39	Asterales	Asteraceae	<i>Koanophyllon albicaule</i>	ciruelillo, gusanillo, hediondilla, tok'aban	
40	Asterales	Asteraceae	<i>Melampodium gracile</i>	tajonal	
41	Asterales	Asteraceae	<i>Melanthera angustifolia</i>		
42	Asterales	Asteraceae	<i>Melanthera aspera</i>	botoncillo, canilla de mulita, hierba ahuatosa, rosita	
43	Asterales	Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i>	canilla de mulita, mulito, pasto, pie mulito	
44	Asterales	Asteraceae	<i>Mikania vitifolia</i>		
45	Asterales	Asteraceae	<i>Neurolaena lobata</i>	árnica, cola de faisán, hierba amarga, lengua de vaca, rabo de faisán, rabo de lagarto, tabaco cimarrón, tabajo cimarrón	
46	Asterales	Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>	alcanfor, altanisa, amargosa, amargoso, anisillo, arrocillo, cicutilla, claudiosa blanca, confitillo, escoba, escoba amargosa, escobilla, hierba amarga, hierba	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
				amargosa, hierba de la hormiga, hierba del burro, hierba del golpe, hierba del gusano, hormigui	
47	Asterales	Asteraceae	<i>Pluchea carolinensis</i>	Santa María, tabaquillo	
48	Asterales	Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i>	canela, canelo, flor de ángel, flor de Guadalupe, hierba de Santa María, hoja de playa, Santa María, tok'aban	
49	Asterales	Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i>	hierba del venado, mal de ojo, mal ojo, pioja, piojo, pipisca de venado, quelite	
50	Asterales	Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i> var. <i>macrocephalum</i>	hierba del venado, liendrilla, pápalo	
51	Asterales	Asteraceae	<i>Sphagneticola trilobata</i>	hierba del toro	
52	Asterales	Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	hierba de San Francisco, hierba de San Juan, hierba del toro, San Juan del Monte	
53	Asterales	Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	chamiso, flor de tajonal, girasol, hierba dulce, mirasol, tajonal	
54	Asterales	Asteraceae	<i>Zinnia elegans</i>	cabezona, carolina, mal de ojo, San Miguelito, viuda	A (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Zinnia violacea</i>)
55	Asterales	Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i>		
56	Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	ciricote, cómpite, cordia, siricote, trompillo	
57	Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia sebestena</i>	anacahuite, ciricote, palo de asta, siricote, siricote blanco, siricote de playa	
58	Boraginales	Ehretiaceae	<i>Bourreria mollis</i>	laurel, palo de nance, roble	
59	Boraginales	Ehretiaceae	<i>Bourreria pulchra</i>		
60	Boraginales	Heliotropiaceae	<i>Euploca procumbens</i>		
61	Boraginales	Heliotropiaceae	<i>Myriopus volubilis</i>	bejuco verde, cola de alacrán, hierba del alacrán, hierba del cáncer, yerba del cáncer	
62	Boraginales	Heliotropiaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	tabaquillo	
63	Brassicales	Brassicaceae	<i>Cakile edentula</i>		



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
64	Brassicales	Brassicaceae	<i>Cakile lanceolata</i> subsp. <i>fusiformis</i>		
65	Brassicales	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	antijuelilla, escobilla, lentejilla, zorrillo	
66	Brassicales	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	canelar, duraznillo, mata gallina, plumillo	
67	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Deamia testudo</i>	pitahaya de tortuga, pitahayo de tortuga, pitaya de tortuga, pitayita nocturna de tortuga	
68	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Epiphyllum hookeri</i>	dama de noche, nej ayin (maya)	
69	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia inaperta</i> *	nopal zacam, nopal zacamtsotz, tuna	
70	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i>	chaparra, cuija, nopal, nopal costeño, nopal estricto, oreja de elefante	
71	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i>		
72	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Guapira costaricanaracteata</i>		
73	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Neea choriophylla</i>		
74	Caryophyllales	Petiveriaceae	<i>Rivina humilis</i>	baja tripa, bajatripa, chilacoaco, chilacuaco, chile de coyote, chilillo, chilpaste blanco, chilpatillo, chilpayita, colorin, colorines, coral, coral xilacuaro, coralillo, coralito, cordilinea, flor de disipela, hierba de la hormiga, hierba de la víbora,	
75	Caryophyllales	Plumbaginaceae	<i>Plumbago zeylanica</i>	aretillo, aretitos, canutillo, cola de iguana, cola de pescado, hierba del alacrán, hierba del campo, hierba del negro, jazmín azul, lagaña de perro, pegajosa, pegajoso, pitillo	
76	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	carnero, trompo, uvero	
77	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	carnero, cola de armadillo, uvero	
78	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	escobillo de monte alto, uvero	
79	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	bab, uvero	
80	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba swartzii</i>		
81	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>		
82	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	canilla de venado, pata de venado	
83	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	sac-tra (maya)	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
84	Caryophyllales	Portulacaceae	<i>Portulaca halimoides</i>	mañanitas, verdolaga	
85	Caryophyllales	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	quelite, verdolaga	
86	Caryophyllales	Portulacaceae	<i>Portulaca rubricaulis</i>	verdolaga	
87	Celastrales	Celastraceae	<i>Monteverdia belizensis</i>		
88	Celastrales	Celastraceae	<i>Pristimera celastroides</i>		
89	Celastrales	Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	chum-loop (maya), chun tok' (maya), cancerina	
90	Celastrales	Celastraceae	<i>Tricerna phyllanthoides</i>		
91	Commelinales	Commelinaceae	<i>Callisia fragrans</i>		
92	Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	corrimiento, espuelitas, flor de la virgen, gallito, hierba de lluvia, hierba del gallo, hierba del pollo, maguey verde, manzanita, matalín, siempreviva	
93	Commelinales	Commelinaceae	<i>Tradescantia pallida</i>		
94	Commelinales	Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>		
95	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita lundelliana</i>		
96	Cycadales	Zamiaceae	<i>Zamia loddigesii</i>	cícada, palmita	A
97	Dioscoreales	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea pilosiuscula</i>		
98	Ericales	Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i>		
99	Ericales	Ebenaceae	<i>Diospyros nigra</i>		
100	Ericales	Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>		
101	Ericales	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	lengua de gallo, limoncillo, naranjillo, pico de gallo	
102	Ericales	Primulaceae	<i>Jacquinia arborea</i>		
103	Ericales	Primulaceae	<i>Samolus ebracteatus</i>		
104	Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	caimitillo, chi' keej (maya)	
105	Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	chapote, chicle, chico, chico zapote, chicozapote, colorado, látex de chicozapote, nazareno, sapotillo, zapote, zapote blanco	
106	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	acamayo, canizte	
107	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>		
108	Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i>	caimitillo, pico real	
109	Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> subsp. <i>gaumeri</i>	caracolillo, coralillo, ebano amarillo	
110	Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chak ya' (maya), chico zapote	
111	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia centralis</i>	caca de niño	
112	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	boox káatsim, catzin negro	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
113	Fabales	Fabaceae	<i>Apoplanesia paniculata</i>	arco negro, consangre, llova sangre, palo de arco	
114	Fabales	Fabaceae	<i>Ateleia cubensis</i>		
115	Fabales	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	calzoncillo, cimarrona, palo de mariposa, pata de cabra, pata de cochino, pata de puerco, pata de vaca, pezuña de venado	
116	Fabales	Fabaceae	<i>Bauhinia erythrocalyx</i>	pata de vaca, ts' ulub took' (maya)	
117	Fabales	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	pata de vaca	
118	Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia bonduc</i>	cojón de gato, contra ojo, garrapata de playa	
119	Fabales	Fabaceae	<i>Caesalpinia violaceae</i>		
120	Fabales	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	frijol de playa, frijolillo, haba de mar	
121	Fabales	Fabaceae	<i>Cenostigma gaumeri</i>	k'itamché (maya)	
122	Fabales	Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i>	gallito, sonajera azul	
123	Fabales	Fabaceae	<i>Chamaecrista chamaecristoides*</i>	cacahuatillo	
124	Fabales	Fabaceae	<i>Coulteria platyloba</i>		
125	Fabales	Fabaceae	<i>Coursetia caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	jícama de conejo	
126	Fabales	Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i>	chepiles, chipil, chipilín, crotalarias, garbancillo, hierba del cuervo, sonadora, tronador, tronadora	
127	Fabales	Fabaceae	<i>Crotalaria purdiana</i>		
128	Fabales	Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i>	cocoite negro, guaje, guajillo, huizachillo, pegajoso	
129	Fabales	Fabaceae	<i>Desmodium tortuosum</i>	cadillo, pega ropa, pegajoso, pegarropa	
130	Fabales	Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	guachipilin, tsusuk (maya)	
131	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i>	colorin, piñon espinoso	
132	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrostemon mexicanus</i>	guajillo, hierba del potro, potro, retamilla, tabachín, tabachín de monte	
133	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrostemon yucatanensis</i>	chuum (maya), cocoite	
134	Fabales	Fabaceae	<i>Gliricidia maculata</i>		
135	Fabales	Fabaceae	<i>Grona triflora</i>		
136	Fabales	Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>		
137	Fabales	Fabaceae	<i>Harpalyce rupicola</i>	k'an chan te' (maya)	
138	Fabales	Fabaceae	<i>Havardia platyloba</i>		



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
139	Fabales	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	almendra de guaje, cola de zorro, guachin, guaje, guaje blanco, guaje de castilla, tumbapelo	
140	Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	chaperno, k'an-t'uul (maya)	
141	Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	balché, palo gusano	
142	Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>		
143	Fabales	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam, tzalam (maya)	
144	Fabales	Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	frijol ojo de zanate, frijolillo, gallinitas, gallito, ojo de zanate, pica pica	
145	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i>	motita, motita morada	
146	Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	haabín (maya), jabín	
147	Fabales	Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	chucúm blanco, guamucho, guamúchil, guamúchil áspero, humo, pinzán	
148	Fabales	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>		
149	Fabales	Fabaceae	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	coralillo	
150	Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	granadillo, subinché (maya)	
151	Fabales	Fabaceae	<i>Pterocarpus rohrii</i>	jicarillo, lora sangre	
152	Fabales	Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	caña fistola, frijolillo, hediondilla, lluvia de oro, palo de maya, palo de zorrillo, palo hediondo, palo santo, palo zorrillo, vainilla, vainillo	
153	Fabales	Fabaceae	<i>Senna mollissima</i>		
154	Fabales	Fabaceae	<i>Senna pallida</i>	abejón	
155	Fabales	Fabaceae	<i>Senna racemosa</i>		
156	Fabales	Fabaceae	<i>Zygia cognata</i>	palo de humo	
157	Fabales	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	tabaquillo	
158	Gentianales	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	adelfilla, burladora, cancerina, chilillo, chilillo venenoso, cinco llagas, flor de muerto, flor de tigre, hierba María, pablito, pericón, quiebramuelas, salvilla, señorita, venenillo, veneno rojo	
159	Gentianales	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	campanilla, campanillo, campanita de oro, cojón de gato, cojón de toro, venenillo	
160	Gentianales	Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	cabalonga de huasteca, campanilla, campanilla de oro, codo de fraile, cojón de gato, jarilla, narciso amarillo, ojo de	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
				águila, palo de San Antonio, San Pablo, sauce, trompetilla, vainilla	
161	Gentianales	Apocynaceae	<i>Echites umbellatus</i>		
162	Gentianales	Apocynaceae	<i>Matelea belizensis</i>		
163	Gentianales	Apocynaceae	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	bejuco guaco, contrayerba	
164	Gentianales	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	cojon de toro, flor de mayo	
165	Gentianales	Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	ajillo, chilillo, cinco negritos, coralillo, fruta de víbora, hierba de San Pablo, sarna de perro, siete negritos, venenillo, veneno de gusano, veneno del perro	
166	Gentianales	Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i>		
167	Gentianales	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	manzanillo, papelillo, tabaquillo	
168	Gentianales	Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	canica, huele de noche, madre selva, oreja de ratón, pegajosa, perilla, perillita	
169	Gentianales	Rubiaceae	<i>Chiococca motleyana</i>		
170	Gentianales	Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>	ocotillo	
171	Gentianales	Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>		
172	Gentianales	Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	copalche, sabac-ché (maya)	
173	Gentianales	Rubiaceae	<i>Exostema mexicanum</i>	cáscara amarga, cascarrillo, espino, naranjillo, palo de rosa, quina	
174	Gentianales	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	anisillo, pay luuk' (maya)	
175	Gentianales	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	añilillo, aretillo, canela montés, cañutillo, chupamirto, coloradillo, coralillo, cordoncillo, coyolillo, coyolito, cruceta, estafiate, hierba cancerina, hierba del negro, hierba del pasmo, hierba del toro, hierba tinta, huevo de gato, maravilla, nixtamal	
176	Gentianales	Rubiaceae	<i>Hintonia octomera</i>		
177	Gentianales	Rubiaceae	<i>Morinda royoc</i>	bejuco piñoncillo, piña de monte, piñuela	
178	Gentianales	Rubiaceae	<i>Oldenlandia corymbosa</i>		
179	Gentianales	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	retamo	
180	Gentianales	Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i>	k'aanan (maya)	
181	Gentianales	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	cruceta, crucero, cruceta, crucetilla	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
				blanca, crucetillo, crucetillo de la costa, espino cruz, granadillo, limoncillo, torito	
182	Gentianales	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i> * (endémica de la Península de Yucatán)		
183	Gentianales	Rubiaceae	<i>Strumpfia maritima</i>	romero falso	
184	Lamiales	Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i>		
185	Lamiales	Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i>		
186	Lamiales	Acanthaceae	<i>Justicia campechiana</i>		
187	Lamiales	Acanthaceae	<i>Ruellia nudiflora</i>	florezilla morada, lengua de vaca, moradilla	
188	Lamiales	Acanthaceae	<i>Ruellia simplex</i>		
189	Lamiales	Acanthaceae	<i>Stenandrium nanum</i> * (endémica de la Península de Yucatán)		
190	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i>	sak-ak (maya), palo de gas	
191	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i>	anilkab (maya), bejuco caferita	
192	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	árbol de las calabazas, ayale, cirian, cujete, guaje, güiro, gusano, jícara, jicarillo, morro, palo de huacal, tecomate	
193	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Fridericia patellifera</i>	bejuco blanco, bilin aak' (maya)	
194	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Fridericia podopogon</i>	aak' xuux (maya)	
195	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Fridericia pubescens</i>		
196	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	ahan-ché (maya), amapa	A (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Tabebuia chrysantha</i>)
197	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i>	bejuco verde	
198	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Mansoa verrucifera</i>	chakanikab (maya), peine de mono	
199	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Stizophyllum riparium</i>	bejuco de ajo, xtu' aak'il (maya)	
200	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	amapa rosa, hok ob (maya)	
201	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tanaecium tetragonolobum</i>	aguijón	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
202	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	alacrancillo, algodóncillo, ángel, borla de San Pedro, caballito, campanilla amarilla, canario, copal, corneta amarilla, elotito, flor amarilla	
203	Lamiales	Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	granadilla, tabaquillo, uvilla	
204	Lamiales	Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	albaca, albacar, albacar corriente, albacarón, albahaca, albahaca blanca, albahaca morada, albahácar, albahácar arribeño, albahacar morado, romero	
205	Lamiales	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	canelillo, carrete, papelillo, xaax nik (maya)	
206	Lamiales	Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i>	claudiosa, hierba del burro, hierba del campo, jarilla, lengua de gallina, malvavisco, peludilla, tasajo	
207	Lamiales	Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i>	cólera de novio, coralillo, espina, espina blanca, espino, espino blanco, garbancillo, velo de novia	
208	Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	alfombrilla hedionda, cinco negritos, confite, confite negro, confiturilla, confiturilla amarilla, flor de San Cayetano, frutilla, frutillo	
209	Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	caca de mono, cinco negritos, confite, confiturilla, confiturilla blanca, duraznillo, manzanita, orégano, orégano de monte, peonía, peonía colorada, sonora	
210	Lamiales	Verbenaceae	<i>Lippia nodiflora</i>		
211	Lamiales	Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim (maya)	
212	Lamiales	Verbenaceae	<i>Phyla reptans</i>		
213	Lamiales	Verbenaceae	<i>Priva lappulacea</i>	cadillo, cadillo de bolsa, pega pega, pega ropa, pegajosa, verbena	
214	Lamiales	Verbenaceae	<i>Priva mexicana</i>	pega ropa, pegajosa	
215	Lamiales	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico, verbena, verbena azul	
216	Liliales	Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>		
217	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona glabra</i>	anona, anona silvestre, anonillo, árbol del	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
				corcho, corcho, palo de corcho	
218	Magnoliales	Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i>	chirimoya, vainilla	
219	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	ciruela blanca, ciruela de paloma, ciruela morada, ciruela paloma, icaco, margarita, nuez, uva morada	
220	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i>	aceituna pelada, aceituno	
221	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia flava</i>	chunup, memelita	
222	Malpighiales	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum areolatum</i>	huesito	
223	Malpighiales	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum bequaertii</i>	k'an k'as che' (maya)	
224	Malpighiales	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	cascarillo	
225	Malpighiales	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>		
226	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Acalypha leptopoda</i>	palo blanco	
227	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus souzae</i>	chaya cimarrona, chaya silvestre, mala mujer	
228	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	
229	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>		
230	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton lucidus*</i> (endémica de la Península de Yucatán)		
231	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	sangregado de montaña	
232	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton oerstedianus</i>	k'uxub che' (maya)	
233	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	cascarilla, cascarillo, huesillo prieto, palo santo, quina, quina blanca, solimán prieto, vara blanca	
234	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Dalechampia scandens</i>	garrapatilla, granada de monte, granadilla, hoja de murciélago, huevo de gato, pangola	
235	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia blodgettii</i>		
236	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i>		
237	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentata</i>	hierba de la araña	
238	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	golondrina, hierba de la golondrina, lecherillo, lechosa, pata de paloma, pela tripa	
239	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	golondrina	
240	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>		
241	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia personata</i>		
242	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia xbacensis</i>		
243	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>		
244	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	chul (maya), piñón	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
245	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Plukenetia penninervia</i>		
246	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	chechem, chechem blanco, chechén blanco	
247	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Bunchosia swartziana</i>	cojón de fraile, manzanillo	
248	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte, nancén agrio, nanche, nanchi	
249	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	arrayán, nance agrio, nance amarillo, nanche, nanche agrio, nanche amarillo, nanche de perro, nanche del perro, nanche dulce, nanchi, nanci, níspero, zapotillo amarillo	
250	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Callaeum macropterum</i>		
251	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	béek che' (maya), bejuco prieto, capulincillo	
252	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora ciliata</i>		
253	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora coriacea</i>		
254	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis**</i>	flor de pasión, granada silvestre, granadilla, granadita, maracuyá, maracuya morado, pasiflora	
255	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	amapola, amapola hoja, bejuco, clavellín blanco, granada de ratón, granadilla, granadita, granadita china, maracuyá silvestre, melón de coyote, pangola, pasión, tomasita, tomatillo de guajolote	
256	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora suberosa</i>	granadita de ratón, pasiflora, pata de pollo	
257	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora sublanceolata</i>	retamo	
258	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Turnera odorata</i>		
259	Malpighiales	Passifloraceae	<i>Turnera ulmifolia</i>	amaranto, calendula, clavel de oro, damiana, lluvia de oro, lupitas, maravilla, peludilla	
260	Malpighiales	Phyllanthaceae	<i>Astrocasia tremula</i>	pajarito, trompillo, vinagrillo	
261	Malpighiales	Phyllanthaceae	<i>Margaritaria nobilis</i>	agritos, ciruelillo, garbancillo, grosello cimarrón, mierda de loro, vinagrillo	
262	Malpighiales	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	huesillo	
263	Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia emarginata</i>		
264	Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia thamnia</i>	zapote amarillo	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
265	Malpighiales	Salicaceae	<i>Samyda yucatanensis*</i> (endémica de la Península de Yucatán)	jazmincillo	
266	Malvales	Malvaceae	<i>Ayenia fasciculata*</i> (endémica de la Península de Yucatán)		
267	Malvales	Malvaceae	<i>Bakeridesia yucatanana*</i> (endémica de la Península de Yucatán)		
268	Malvales	Malvaceae	<i>Bastardia viscosa</i>		
269	Malvales	Malvaceae	<i>Byttneria aculeata</i>		
270	Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	amapola blanca, árbol de algodón, árbol de la vida, ceiba, ceiba de lana, ceibo clavelina, pochote	
271	Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i>	ceiba yucateca, cho'ooj (maya)	
272	Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	bellota de cuaulote, capulincillo, cuahulote, cuajilote, cuaulote, cuaulote blanco, guacima, guácima prieta, guacimo, guázumo, hierba del tapón, majagua de toro, palote negro, tapa culo, yaco, yaco de venado	
273	Malvales	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	majagua, majahua, majahua blanca	
274	Malvales	Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	algodoncillo, barrenillo, suput	
275	Malvales	Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i>	hierba del campo, monacillo blanco	
276	Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis**</i>	amapola, amor de un rato, campana, flor de araña, gachupín, lamparilla, mar pacífico, obelisco, rosa china, tulipán, tulipán fino, tulipán moteado, tulipán pinto, tulipán relleno	
277	Malvales	Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i>	algodoncillo, chakats (maya)	
278	Malvales	Malvaceae	<i>Malvastrum americanum</i>		
279	Malvales	Malvaceae	<i>Malvastrum corchorifolium</i>		
280	Malvales	Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	escobillo, huinar, malva, malva colorada, malvisco, malvón	
281	Malvales	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	altea, aretera, aretillo, bejuquillo, cadillo, chupamirto, civil, farolito, flor de molinillo, majahuilla, manzanilla, manzanillo, manzanita, manzanita del pollo,	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
				mazapán, media noche, molinillo, monacillo, monacillo rojo, monaguillo, obelisco, obelisco d	
282	Malvales	Malvaceae	<i>Melochia tomentosa</i>	escoba, hierba del venado, malva, malva de los cerros, malva rosa	
283	Malvales	Malvaceae	<i>Thespesia populnea</i>	bejuquillo, majagua	
284	Malvales	Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	cadillo, cancerina, escoba, escobilla, hierba del soldado, malva, malva del monte, manrubio, manrubio rojo, tapasereno, yerba del tapaculo	
285	Malvales	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	capafincil, capulín, capulín blanco, capulín de mayo, capulín manso, capulín real, capulincillo, cerezo, ciruelas, jonote, majagua, mecate de capulín	
286	Myrtales	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	k' oopte' (maya), mangle botoncillo, mangle negro	A
287	Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i>	pukté	
288	Myrtales	Myrtaceae	<i>Calyptranthes pallens</i>		
289	Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>		
290	Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i>		
291	Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i>		
292	Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia gaumeri</i>		
293	Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia millspaughii</i>		
294	Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia neopallens</i>		
295	Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	arrayán prieto, capulín de hueso, guayabillo, pimientilla	
296	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>		
297	Nymphaeales	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i>	naab (maya), flor de agua, flor de laguna	
298	Picramniales	Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	be siinik che' (maya)	
299	Picramniales	Picramniaceae	<i>Picramnia brachybotryosa</i>		
300	Piperales	Piperaceae	<i>Peperomia angustata</i>		
301	Piperales	Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	cordoncillo, cordoncillo hoja	
302	Piperales	Piperaceae	<i>Piper neesianum</i>		
303	Piperales	Piperaceae	<i>Piper psilorhachis</i>		
304	Piperales	Piperaceae	<i>Piper yucatanense</i>		
305	Poales	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>		



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
306	Poales	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	bromelia, ch'om (maya)	
307	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia balbisiana</i>	bromelia	
308	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia brachycaulos</i>	bromelia, gallinita, gallito, gallitos	
309	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia bulbosa</i>	bromelia	
310	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia fasciculata</i>	bromelia, gallito, gallitos, piña	
311	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i>	bromelia, cola de gallo, gallito, gallitos, heno	
312	Poales	Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i>		
313	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus lentiginosus</i>		
314	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus planifolius</i>		
315	Poales	Cyperaceae	<i>Fimbristylis castanea</i>		
316	Poales	Cyperaceae	<i>Fimbristylis spadicea</i>	camalote, zacate	
317	Poales	Cyperaceae	<i>Rhynchospora colorata</i>		
318	Poales	Cyperaceae	<i>Scleria lithosperma</i>	pata de zopilote	
319	Poales	Poaceae	<i>Aristida ternipes minor</i>	aceitilla, pija de perro, tres barbas arqueado, zacate araña, zacatón	
320	Poales	Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i>	cabeza de arriero, cadillo, mosote, mozote	
321	Poales	Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>		
322	Poales	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> ***	grama, pasto, pasto pata de pollo, pata de cuervo, pata de pollo, zacate egipcio, zacate grama	
323	Poales	Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>		
324	Poales	Poaceae	<i>Digitaria insularis</i>	pasto, plumerillo café, zacate, zacate mano punta café, zacate Taiwán	
325	Poales	Poaceae	<i>Eragrostis ciliaris</i>		
326	Poales	Poaceae	<i>Eragrostis excelsa</i>		
327	Poales	Poaceae	<i>Eustachys petraea</i> **	barbas de indio, zacate	
328	Poales	Poaceae	<i>Gouinia papillosa</i> * (endémica de la Península de Yucatán)		
329	Poales	Poaceae	<i>Gouinia virgata</i>	bejuco sarnoso, hierba del fuego, zacate colorado	
330	Poales	Poaceae	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	zacate, malva	
331	Poales	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata divaricata</i>	bambú, carricillo, carrizo, carrizo de ratón carricillo	
332	Poales	Poaceae	<i>Lasiacis grisebachii</i>		
333	Poales	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	carricillo, carrizo, otatillo, pasto, zacate	
334	Poales	Poaceae	<i>Lasiacis sloanei</i>	otate, pasto	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
335	Poales	Poaceae	<i>Leptochloa virgata</i>	pasto, tripa de pollo, zacate	
336	Poales	Poaceae	<i>Panicum hirsutum</i>	guinea	
337	Poales	Poaceae	<i>Paspalum caespitosum</i>		
338	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	jalal (maya), carricillo	
339	Poales	Poaceae	<i>Setaria variifolia</i>		
340	Poales	Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	camalote, carpeta de San Agustín, grama, gramilla de San Agustín, pasto, pasto alfombra, pasto chato, pasto San Agustín, San Agustín, zacate, zacate San Agustín	
341	Polypodiales	Polypodiaceae	<i>Microgramma nitida</i>	helecho	
342	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	helecho	
343	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum tenerum</i>		
344	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum tricholepis</i>		
345	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Myriopteris fimbriata</i>		
346	Ranunculales	Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i>	barba de viejo, pel-etum (maya)	
347	Ranunculales	Menispermaceae	<i>Hyperbaena mexicana</i>	duraznillo, k'eken che' (maya)	
348	Ranunculales	Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	amapola, amapola amarilla, amapolilla, carbasanta, cardo, cardo santo, cardosanto, chicalote, hierba espumosa, hierba santa macho, reina, San Carlos	
349	Rosales	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	chaparro blanco, espina blanca, garabato, granjeno, granjeno amarillo, iguanero, naranjillo cimarrón, palo de arco, uña de gato	
350	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	k' an oox (maya), ramón	
351	Rosales	Moraceae	<i>Ficus aurea</i>		
352	Rosales	Moraceae	<i>Ficus crassinervia</i>	higo	
353	Rosales	Moraceae	<i>Ficus crocata</i>		
354	Rosales	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>		
355	Rosales	Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	amantillo, amatillo, amesquite, cabra-higo, caimito, capulín grande, chinito, escobillo, higo, higuillo, higuito, injerto, lechoso, matapalo, palo de coco	
356	Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	mora, mora amarilla, mora de clavo, mora lisa, moradilla, moral, moral amarillo, moral de clavo,	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
				moral liso, morita, palo amarillo, palo de mora, palo mora, palo moral	
357	Rosales	Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i>	cascalote, cascarillo, pimienta	
358	Rosales	Rhamnaceae	<i>Colubrina greggii</i>		
359	Rosales	Rhamnaceae	<i>Gouania lupuloides</i>		
360	Rosales	Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	buayabito, cacachila, capulín, capulín cimarrón, capulín de zorra, capulincillo, capulincillo cimarrón, cerezo, coyotillo, diente de molino, frutillo, guayabillo, limoncillo, margarita, montón de indio, negrito, pajarito, palo apestoso, palo negrito, pimi	
361	Rosales	Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	capulincillo, ch'iin took' (maya)	
362	Rosales	Rhamnaceae	<i>Sarcomphalus yucatanensis</i> * (endémica de la Península de Yucatán)		
363	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	guarumbo, trompeta	
364	Rosales	Urticaceae	<i>Coussapoa oligocephala</i>		
365	Rosales	Urticaceae	<i>Pilea microphylla</i>	frescura, golondrina, hoja de alegría, sisal	
366	Santalales	Loranthaceae	<i>Psittacanthus schiedeana</i>	flor de palo, hierba mala, injerto, muérdago	
367	Santalales	Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	chabalaca, ciruelillo, nanche	
368	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	culinzís, amargoso	A
369	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	chachén negro, chechem negro, chechen, chechem, cheechem negro	
370	Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	chaca, chico huiste, chichuiste, chocogüite, chocohuite, copalillo, mulato, palo chino, palo colorado, palo jote, palo jito, palo mulato, palo retinto, papelillo, piocha, quiote	
371	Sapindales	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	aceitillo, poom (maya)	
372	Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea glabra</i> subsp. <i>roviroxae</i>		
373	Sapindales	Meliaceae	<i>Trichilia americana</i>	coyolillo	
374	Sapindales	Meliaceae	<i>Trichilia havanensis</i>	bola de ratón	
375	Sapindales	Rutaceae	<i>Amyris elemifera</i>	k'an chan, kanyuk	
376	Sapindales	Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	mata abejas, ya'ax yuuy (maya)	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
377	Sapindales	Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandieri</i> subsp. <i>yaaxhokob</i> * (endémica de la Península de Yucatán)	hueso de tigre, limoncillo	
378	Sapindales	Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i>		
379	Sapindales	Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i>	bicbach, chirimoya	
380	Sapindales	Sapindaceae	<i>Blomia prisca</i>		
381	Sapindales	Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i>	cojote venado, cola de pava, colorado, nogalito, palo de piedra	
382	Sapindales	Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	guayo, kulinché (maya), wayuum (maya)	
383	Sapindales	Sapindaceae	<i>Matayba oppositifolia</i>		
384	Sapindales	Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	chilillo	
385	Sapindales	Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i>		
386	Sapindales	Sapindaceae	<i>Serjania caracasana</i>		
387	Sapindales	Sapindaceae	<i>Serjania rachiptera</i>		
388	Sapindales	Sapindaceae	<i>Serjania yucatanensis</i>		
389	Sapindales	Sapindaceae	<i>Talisia floresii</i>	k'olok (maya)	
390	Sapindales	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	canchunup (maya), hueso de tigre	
391	Sapindales	Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	palo gusano, pa' sak che' (maya)	
392	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea indica</i>	bejuco blanco, campanita, cola de ratón, hiedra, injerto, manto, quiebra plato	
393	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea quamoclit</i>	bandera española, bejuco estrella, cundeamor, entendera, espuela de venus, hiedra roja, lágrimas de la virgen, manuelito, trompillo	
394	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea violacea</i>	manto, riñonina	
395	Solanales	Convolvulaceae	<i>Merremia dissecta</i>		
396	Solanales	Solanaceae	<i>Capsicum annuum glabriusculum</i>	chile chocolate, chile de monte, chile quipín, pinchile, piquín	
397	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum donianum</i>	berenjena, cornetón del monte, friega plato, lengua de vaca, pajonal, palo de chachalaca, palo de hoja de manteca, sacramanteca, salvadora	
398	Vitales	Vitaceae	<i>Cissus gossypiifolia</i>		
399	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia maxima</i>	abrojo de flor amarilla, alfalfa, bola de hilo, cacahuatillo, capotillo, dormilona, golondrina cimarrona	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
400	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i>	abrojo, abrojo amarillo, abrojo de tierra caliente, abrojo manso, abrojo rojo, cabeza de arriero	

Fauna

Peces

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
1	Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla rostrata</i>	anguila, anguila americana	
2	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax aeneus</i>	pepesca, sardinita de Pénjamo	
3	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia yucatanana</i>	guayacón yucateco	
4	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Pseudoxiphophorus bimaculatus</i>	guatopote manchado, topote de dos puntos	
5	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia mexicana</i>	topote del Atlántico	
6	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia orri</i>	topote de manglar, topote yucateco	
7	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia velifera*</i>	topote aleta grande, topote de aleta grande	A
8	Ophidiiformes	Bythitidae	<i>Typhlias pearsei*</i> (endémica de la Península de Yucatán)	dama blanca ciega	P (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Typhliasina pearsei</i>)
9	Perciformes	Cichlidae	<i>Cribroheros robertsoni</i>	mojarra hondureña	
10	Perciformes	Cichlidae	<i>Mayaheros urophthalmus</i>	cíclido jaguar del sureste, mojarra castarrica	
11	Perciformes	Cichlidae	<i>Parachromis friedrichsthalii</i>	mojarra de San Juan	
12	Perciformes	Cichlidae	<i>Petenia splendida</i>	tenguayaca	
13	Perciformes	Cichlidae	<i>Rocio octofasciata</i>	cíclido de ocho bandas, mojarra de Leona Vicario	
14	Perciformes	Eleotridae	<i>Eleotris pisonis</i>	guavina espinosa	
15	Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	juil descolorido	Pr



Anfibios

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
1	Anura	Bufo	<i>Incilius valliceps</i>	sapo costero	
2	Anura	Bufo	<i>Rhinella horribilis</i>	sapo gigante	
3	Anura	Bufo	<i>Rhinella marina</i>	sapo gigante	
4	Anura	Craugastoridae	<i>Craugastor yucatanensis*</i> (endémica de la Península de Yucatán)	rana ladrona yucateca	Pr
5	Anura	Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	rana arborícola trompuda	
6	Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	rana arborícola mexicana	
7	Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla loquax</i>	rana arbórea locuaz	
8	Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla picta</i>	ranita grillo	
9	Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	rana arborícola lechosa	
10	Anura	Hylidae	<i>Triprion petasatus</i>	rana cabeza de pala	Pr
11	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	ranita hojarasca	
12	Anura	Microhylidae	<i>Gastrophryne elegans</i>	sapo boca angosta elegante	Pr
13	Anura	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	rana de Brown	Pr
14	Anura	Ranidae	<i>Lithobates pipiens</i>	rana leopardo nortea	
15	Caudata	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa rufescens</i>	salamandra lengua hongueada rojiza	Pr

Reptiles

No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
1	Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i>	boa	A (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Boa constrictor</i>)
2	Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	culebra arroyera de cola negra	
3	Squamata	Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	culebra corredora de petatillos	
4	Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	culebra real coralillo	A
5	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	culebra perico verde	A
6	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	culebra perico mexicana	A
7	Squamata	Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	culebra lagartijera común	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
8	Squamata	Colubridae	<i>Spilotes pullatus</i>	serpiente tigre	
9	Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	culebra bejuquilla verde	
10	Squamata	Colubridae	<i>Symphimus mayae</i>	culebra labios blancos maya	Pr
11	Squamata	Colubridae	<i>Tantilla moesta</i>	culebra ciempiés de panza negra	
12	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	toloque rayado	
13	Squamata	Corytophanidae	<i>Corytophanes hernandesii</i>	turipache de Hernández	Pr
14	Squamata	Corytophanidae	<i>Laemactus serratus</i>	lemacto coronado	Pr
15	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis lemurinus</i>	anolis fantasma	
16	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	anolis liso del sureste	
17	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei**</i>	abaniquillo pardo del Caribe	
18	Squamata	Dipsadidae	<i>Coniophanes bipunctatus</i>	culebra dos puntos	
19	Squamata	Dipsadidae	<i>Coniophanes imperialis</i>	culebra rayas negras	
20	Squamata	Dipsadidae	<i>Coniophanes meridanus*</i> (endémica de la Península de Yucatán)	culebra sin rayas peninsular	
21	Squamata	Dipsadidae	<i>Coniophanes schmidtii</i>	culebra rayada yucateca	
22	Squamata	Dipsadidae	<i>Dipsas brevifacies</i>	culebra caracolera chata	Pr
23	Squamata	Dipsadidae	<i>Imantodes tenuissimus</i>	bejuquilla de Yucatán	Pr
24	Squamata	Dipsadidae	<i>Pliocercus elapoides</i>	culebra falsa coral de Andrew	A
25	Squamata	Dipsadidae	<i>Geophis sanniolus</i>	culebra caracolera pigmea	
26	Squamata	Dipsadidae	<i>Geophis sartorii</i>	culebra caracolera de oriente	
27	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	coral variable	Pr
28	Squamata	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	cuija yucateca	A
29	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus**</i>	besucona asiática	
30	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	iguana espinosa rayada	A
31	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	iguana verde	Pr
32	Squamata	Natricidae	<i>Thamnophis proximus</i>	culebra listonada occidental	A
33	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	lagartija espinosa de puntos amarillos	
34	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus lundelli</i>	lagartija espinosa yucateca	
35	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	lagartija espinosa vientre rosado	
36	Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>	salamanquesa vientre amarillo	
37	Squamata	Phyllodactylidae	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	geco	Pr
38	Squamata	Scincidae	<i>Mesoscincus schwartzei</i>	eslizón yucateco	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
39	Squamata	Sibynophiidae	<i>Scaphiodontophis annulatus</i>	coralillo falso	
40	Squamata	Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	geco enano collajero	Pr
41	Squamata	Teiidae	<i>Aspiloscelis angusticeps</i>	huico yucateco	
42	Squamata	Teiidae	<i>Aspiloscelis maslini</i>	huico de Maslin	A
43	Squamata	Teiidae	<i>Holcosus undulatus gaigeae</i>	lagartija arcoiris	
44	Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	nauyaca terciopelo real	
45	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	víbora de cascabel	Pr
46	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus tzabcan</i>	cascabel yucateca	
47	Squamata	Viperidae	<i>Porthidium yucatanicum*</i> (endémica de la Península de Yucatán)	nauyaca nariz de cerdo yucateca	Pr
48	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i> subsp. <i>elegans</i>	tortuga gravada	Pr
49	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys venusta</i>	tortuga de Guadalupe	
50	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon leucostomum</i>	tortuga pecho quebrado labios blancos	Pr
51	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	tortuga pecho quebrado escorpión	Pr

Aves

No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
1	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	gavilán pecho canela	Pr
2	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	aguililla aura	Pr
3	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	aguililla cola corta	
4	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	aguililla cola roja	
5	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	aguililla gris	
6	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	aguililla negra menor	Pr
7	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	aguililla negra mayor	Pr
8	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	gavilán pico de gancho	Pr
9	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	milano tijereta	Pr
10	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	milano cola blanca	
11	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	aguililla cola blanca	Pr
12	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoospiza caerulescens</i>	gavilán zancón	A
13	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	gavilán bidentado	Pr
14	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	gavilán cabeza gris	Pr
15	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	aguililla caminera	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
16	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	águila elegante	P
17	Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura pelagica</i>	vencejo de chimenea	
18	Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	vencejo de Vaux	
19	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	colibrí canela, colibrí canelo	
20	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	colibrí cola canela, colibrí cola rojiza	
21	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	colibrí yucateco, colibrí vientre canelo	
22	Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	colibrí garganta negra	
23	Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	colibrí garganta rubí	
24	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorestes candida</i>	colibrí cándido	
25	Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynanthus canivetii</i>	esmeralda maya, esmeralda oriental	
26	Apodiformes	Trochilidae	<i>Pampa curvipennis</i>	fandanguero mexicano, fandanguero cola cuña	
27	Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis striigularis</i>	ermitaño enano	Pr
28	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrastomus badius</i>	tapacaminos yucateco	
29	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	chotacabras menor	
30	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	chotacabras zumbón	
31	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	chotacabras pauraque	
32	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctiphrynus yucatanicus</i>	tapacaminos huil	
33	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	zopilote aura	
34	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	zopilote sabanero	Pr
35	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	zopilote común	
36	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	zopilote rey	P
37	Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	tórtola azul	
38	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i> ***	paloma doméstica	
39	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	tortolita pico rojo, tortolita coquita	
40	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	tórtola rojiza, tortolita canela	
41	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila jamaicensis</i>	paloma caribeña	
42	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	paloma arroyera	
43	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	paloma morada	
44	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	paloma corona blanca	A
45	Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i> ***	paloma de collar turca, tórtola de collar	
46	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	paloma alas blancas	
47	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	paloma aurita	Pr



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
48	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	huilota común, paloma huilota	
49	Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	momoto cejas azules, momoto ceja azul	
50	Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	momoto corona azul	
51	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	cuclillo pico amarillo	
52	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	garrapatero pijuy	
53	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	cuclillo faisán	
54	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	correcaminos tropical	
55	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	cuclillo canela, cuclillo canelo	
56	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	halcón esmerejón	
57	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	Pr
58	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>	halcón murcielaguero, halcón enano	
59	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	cernícalo americano	
60	Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	halcón guaco	
61	Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	halcón selvático de collar	Pr
62	Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	hocofaisán	A
63	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca oriental, chachalaca vetula	
64	Galliformes	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	pava cojolita	A
65	Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	guajolote ocelado	A
66	Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	polluela canela	
67	Nyctibiiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	pájaro estaca norteño	
68	Passeriformes	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	chinito, ampelis chinito	
69	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	cardenal rojo	
70	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	colorín azulnegro	
71	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Granatellus sallaei</i>	granatelo yucateco	
72	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	piranga hormiguera garganta roja	
73	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	piranga hormiguera corona roja	
74	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	picogordo azul	
75	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	colorín sietecolores	Pr
76	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	colorín azul	
77	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	picogordo degollado, picogordo pecho rosa	
78	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	piranga capucha roja, tangara capucha roja	
79	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	piranga escarlata, tangara escarlata	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
80	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga roseogularis</i>	piranga yucateca, tangara yucateca	
81	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	piranga roja, tangara roja	
82	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	chara verde	
83	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	chara yucateca	
84	Passeriformes	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	chara pea, chara papán	
85	Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius moniliger</i>	hormiguero cholino maya	
86	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	eufonia garganta negra	
87	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	eufonia garganta amarilla	
88	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	jilguerito dominico, jilguero dominico	
89	Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla anabatina</i>	trepatroncos sepia	Pr
90	Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocincla homochroa</i>	trepatroncos canelo, trepatroncos rojizo	
91	Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	trepatroncos barrado	Pr
92	Passeriformes	Furnariidae	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	trepatroncos cabeza gris, trepatroncos oliváceo	
93	Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	trepatroncos bigotudo	
94	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	golondrina tijereta	
95	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	golondrina pueblera	
96	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	golondrina risquera	
97	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	golondrina pecho gris, golondrina acerada	
98	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	golondrina azulnegra	
99	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	golondrina ribereña	
100	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i> subsp. <i>ridgwayi</i>	golondrina yucateca	
101	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	golondrina bicolor	
102	Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	tordo sargento	
103	Passeriformes	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	cacique pico claro	
104	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	tordo cantor	
105	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	calandria dorso naranja, bolsero yucateco	
106	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	calandria dorso amarillo, bolsero dorso dorado	
107	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	calandria dorso negro menor, bolsero encapuchado	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
108	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	calandria pecho naranja	
109	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	calandria dorso negro mayor, bolsero de Altamira	
110	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus mesomelas</i>	calandria cola amarilla, bolsero cola amarilla	
111	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i>	calandria caperuza negra, bolsero capucha negra	
112	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	calandria castaño, bolsero castaño	
113	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	tordo ojos rojos	
114	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor	
115	Passeriformes	Icteriidae	<i>Icteria virens</i>	chipe grande, buscabreña	
116	Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	maullador gris	
117	Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	maullador negro	Pr
118	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	centzontle tropical	
119	Passeriformes	Onychorhynchidae	<i>Myiobius sulphureipygius</i>	mosquero rabadilla amarilla, mosquero rabadilla amarilla	
120	Passeriformes	Onychorhynchidae	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	mosquero real	P
121	Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	chipe corona negra	
122	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	chipe patilludo	
123	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	maskarita pico grueso	
124	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	maskarita común	
125	Passeriformes	Parulidae	<i>Helmitheros vermivorum</i>	chipe gusanero	
126	Passeriformes	Parulidae	<i>Leiostyris peregrina</i>	chipe peregrino	
127	Passeriformes	Parulidae	<i>Limnithlypis swainsonii</i>	chipe corona café	Pr
128	Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	chipe trepador	
129	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	chipe arroyero	
130	Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	chipe charquero	
131	Passeriformes	Parulidae	<i>Protonotaria citrea</i>	chipe dorado	
132	Passeriformes	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	chipe suelero	
133	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	chipe pecho manchado, parula norteña	
134	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga caerulescens</i>	chipe azulnegro	
135	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga castanea</i>	chipe castaño	
136	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	chipe encapuchado	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
137	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	chipe rabadilla amarilla, chipe coronado	
138	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga discolor</i>	chipe de pradera	
139	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	chipe garganta amarilla	
140	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	chipe garganta naranja	
141	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	chipe de magnolias	
142	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	chipe playero	
143	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga pensylvanica</i>	chipe flancos castaños	
144	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	chipe amarillo	
145	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	pavito migratorio, chipe flameante	
146	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga tigrina</i>	chipe atigrado	
147	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	chipe dorso verde	
148	Passeriformes	Parulidae	<i>Vermivora chrysoptera</i>	chipe alas amarillas, chipe ala dorada	
149	Passeriformes	Parulidae	<i>Vermivora cyanoptera</i>	chipe alas azules, chipe ala azul	
150	Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremonops chloronotus</i>	rascador dorso verde	
151	Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	rascador oliváceo	
152	Passeriformes	Passerellidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	gorrión sabanero	
153	Passeriformes	Pipridae	<i>Ceratopipra mentalis</i>	saltarín cabeza roja, manaquín cabeza roja	
154	Passeriformes	Poliophtilidae	<i>Poliophtila bilineata</i>	perlita tropical	Pr (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Poliophtila plumbea</i>)
155	Passeriformes	Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	perlita azulgris	
156	Passeriformes	Poliophtilidae	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	saltón picudo, soterillo picudo	
157	Passeriformes	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i> ***	estornino pinto	
158	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	batará barrado	
159	Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	reinita mielera	
160	Passeriformes	Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	mielero patas rojas, mielero pata roja	
161	Passeriformes	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	tángara cabeza gris	Pr



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
162	Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	saltador cabeza negra, picurero cabeza negra	
163	Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	saltador Chucho Páez, picurero grisáceo, saltador gris	
164	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila morelleti</i>	semillero de collar	
165	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	tangara alas amarillas	
166	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	tangara azulgris	
167	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	semillero oliváceo	
168	Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	semillero brincador	
169	Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	cabezón degollado, mosquero-cabezón degollado	
170	Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus major</i>	cabezón mexicano, mosquero-cabezón mexicano	
171	Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	titira pico negro	
172	Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	titira puerquito, titira enmascarada	
173	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	saltapared pecho blanco, chivirín pecho blanco	
174	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	saltapared moteado, chivirín moteado	
175	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	saltapared de Carolina, chivirín de Carolina	
176	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	saltapared común, chivirín saltapared	
177	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Uropsila leucogastra</i>	saltapared vientre blanco, chivirín vientre blanco	
178	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus minimus</i>	zorzal cara gris	
179	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	zorzal de anteojos, zorzal de Swainson	
180	Passeriformes	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	zorzal moteado, zorzal maculado	
181	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	mirlo café, mirlo pardo	
182	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	mosquero atila	
183	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	mosquerito chillón, mosquero lampiño	
184	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	papamoscas tropical, pibí tropical	
185	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	papamoscas del este, pibí oriental	
186	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	mosquero elenia copetón, elenia vientre amarillo	
187	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia martinica</i>	mosquero elenia caribeño, elenia caribeña	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
188	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax flaviventris</i>	papamoscas vientre amarillo, mosquero vientre amarillo	
189	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	papamoscas chico, mosquero mínimo	
190	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaeus</i>	papamoscas rayado chico, papamoscas pirata	
191	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	
192	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	mosquerito ocre, mosquero ocrillo	
193	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	papamoscas viajero	
194	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	papamoscas triste	
195	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	papamoscas gritón, papamoscas tirano	
196	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	papamoscas yucateco	
197	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	papamoscas rayado común, papamoscas atigrado	
198	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	papamoscas rayado cheje, papamoscas rayado	
199	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	mosquerito verdoso, elenia verdosa	
200	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	luisito común, Luis gregario	
201	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	mosquerito pico curvo, mosquero pico curvo	
202	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	
203	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Platyrrinchus cancrominus</i>	mosquero pico chato	Pr
204	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Poecilatriccus sylvia</i>	mosquerito espatulilla gris, espatulilla gris	
205	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	papamoscas cardenalito, mosquero cardenal	
206	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	mosquerito pico plano, mosquero de anteojos	
207	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	mosquerito espatulilla común, espatulilla amarillo	
208	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurens</i>	mosquerito ojos blancos, mosquero ojo blanco	
209	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	tirano cuir, tirano silbador	
210	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	tirano gris	
211	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	tirano tijereta rosado	
212	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	tirano pirirí, tirano melancólico, tirano tropical	



No.	Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
213	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	tirano tijereta gris	
214	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	tirano dorso negro	
215	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	vireón cejas canelas, vireón ceja rufa	
216	Passeriformes	Vireonidae	<i>Pachysylvia decurtata</i>	verdillo gris	Pr
217	Passeriformes	Vireonidae	<i>Tunchiornis ochraceiceps</i>	verdillo ocre	Pr
218	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	vireo garganta amarilla	
219	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	vireo verdeamarillo	
220	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	vireo ojos blancos	
221	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo magister</i>	vireo yucateco	
222	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	vireo ojos rojos	
223	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	vireo manglero	Pr
224	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo philadelphicus</i>	vireo de Filadelfia	
225	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	vireo anteojo	
226	Piciformes	Bucconidae	<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	Buco de collar	A
227	Piciformes	Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	carpintero pico plata	Pr
228	Piciformes	Picidae	<i>Celeus castaneus</i>	carpintero castaño	Pr
229	Piciformes	Picidae	<i>Dryobates fumigatus</i>	carpintero café	
230	Piciformes	Picidae	<i>Dryobates scalaris</i>	carpintero mexicano	
231	Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	carpintero lineado	
232	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	carpintero cheje	
233	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	carpintero yucateco	
234	Piciformes	Picidae	<i>Sphyrapicus varius</i>	carpintero moteado, chupasavia maculado	
235	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	tucancillo collarejo	Pr
236	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	tucán pico canoa	A
237	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	loro frente blanca	Pr
238	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	loro yucateco	A
239	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	perico pecho sucio	Pr
240	Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	búho café	
241	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	tecolote bajo	
242	Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	tecolote sapo	
243	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	tinamú canelo	Pr
244	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon caligatus</i>	coa violácea norteña, trogón violácea	
245	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	trogón de collar	Pr
246	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	coa cabeza negra, trogón cabeza negra	



Mamíferos

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
1	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	temazate	
2	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca	
3	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	pecarí de collar	
4	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra gris	
5	Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi	A
6	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote	P
7	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus weidii</i>	tigrillo	P
8	Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	jaguar, balam (maya)	P
9	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	viejo de monte	P
10	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	coatí	
11	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	mapache	
12	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	murciélago perro menor	
13	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	murciélago rayado mayor	
14	Chiroptera	Natalidae	<i>Natalus mexicanus</i>	murciélago orejas de embudo	
15	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	murciélago frutero	
16	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	murciélago frugívoro gigante	
17	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia sowelli</i>	murciélago frugívoro de cola corta	
18	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	murciélago cara arrugada	
19	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	murciélago lengüetón	
20	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lonchorhina aurita</i>	murciélago de tomas	
21	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	murciélago piernas peludas	
22	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa aeneus</i>	murciélago amarillo yucateco	
23	Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	armadillo nueve bandas	
24	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	tlacuache	
25	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	oso hormiguero	
26	Primates	Atelidae	<i>Alouatta villosa</i>	mono aullador	P
27	Primates	Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	mono araña centroamericano	P
28	Rodentia	Cricetidae	<i>Otodylomys phyllotis</i>	rata trepadora orejas grandes	
29	Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus*</i>	ratón yucateco	
30	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	agutí	
31	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	guaqueque	



No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
32	Rodentia	Geomyidae	<i>Heterogeomys hispidus</i>	tuza crespa	
33	Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i> *	ratón de abazones	
34	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	ardilla tropical	
35	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	ardilla yucateca	

Arácnidos

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Amblypygi	Phrynidae	<i>Paraphrynus raptator</i>	tendarapo
2	Amblypygi	Phrynidae	<i>Phrynus parvulus</i>	tendarapo
3	Araneae	Araneidae	<i>Eriophora ravilla</i>	
4	Araneae	Araneidae	<i>Gasteracantha cancriformis</i>	
5	Araneae	Oxyopidae	<i>Peucetia viridans</i>	
6	Araneae	Salticidae	<i>Corythalia opima</i>	
7	Araneae	Salticidae	<i>Metacyrba punctata</i>	
8	Araneae	Tetragnathidae	<i>Nephila clavipes</i>	
9	Araneae	Theraphosidae	<i>Tliltocatl epicureanum</i> *	tarántula de trasero oxidado de Yucatán
10	Araneae	Theraphosidae	<i>Tliltocatl vagans</i>	tarántula de terciopelo, tarántula de trasero rojo, tarántula mexicana cadera roja
11	Scorpiones	Buthidae	<i>Centruroides gracilis</i>	

Insectos

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Blattodea	Blaberidae	<i>Blaberus craniifer</i>	cucarachón
2	Coleoptera	Carabidae	<i>Calybe sallei</i>	
3	Coleoptera	Carabidae	<i>Ellipsoptera hamata</i>	
4	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Eburia porulosa</i>	
5	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Heterachthes wappesi</i>	
6	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Lagocheirus araneiformis</i>	
7	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Lasiogaster costipennis</i>	
8	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Lochmaeocles nigritarsus</i>	
9	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Poecilomallus palpalis</i>	
10	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Susuacanga opaca</i>	
11	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Susuacanga stigmatica</i>	
12	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Trichophoroides pilicornis</i>	
13	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Stator vittatithorax</i>	



No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
14	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	catarinita roja
15	Coleoptera	Curculionidae	<i>Eumestorus luctuosus</i>	
16	Coleoptera	Curculionidae	<i>Heilus bioculatus</i>	
17	Coleoptera	Curculionidae	<i>Macrostylus decolor</i>	
18	Coleoptera	Curculionidae	<i>Thegilis baridioides</i>	
19	Coleoptera	Passalidae	<i>Heliscus yucatanus</i>	
20	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthon leechi</i>	
21	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Megasoma elephas</i>	
22	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Pelidnota notata</i>	
23	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Hicetaon frontalis</i>	
24	Diptera	Culicidae	<i>Aedes aegypti</i> ***	maromero
25	Diptera	Culicidae	<i>Aedes albopictus</i> ***	mosquitos, zancudo
26	Diptera	Culicidae	<i>Culex quinquefasciatus</i>	maromero
27	Diptera	Culicidae	<i>Limatus durhamii</i>	maromero
28	Diptera	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i>	
29	Diptera	Tabanidae	<i>Diachlorus ferrugatus</i>	
30	Hemiptera	Coreidae	<i>Daphnasa mucronata</i>	
31	Hemiptera	Coreidae	<i>Leptoglossus gonagra</i>	
32	Hemiptera	Coreidae	<i>Sagotylus confluens</i>	
33	Hemiptera	Lygaeidae	<i>Oncopeltus sexmaculatus</i>	
34	Hemiptera	Reduviidae	<i>Triatoma dimidiata</i>	
35	Hemiptera	Rhopalidae	<i>Liorhyssus hyalinus</i>	
36	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	abeja, abeja de la miel, abeja europea, abeja mielera, abeja prieta, enjambre, miel de abeja
37	Hymenoptera	Apidae	<i>Centris analis</i>	
38	Hymenoptera	Apidae	<i>Ceratina nautlana</i>	
39	Hymenoptera	Apidae	<i>Eulaema polychroma</i>	
40	Hymenoptera	Apidae	<i>Exomalopsis analis</i>	
41	Hymenoptera	Apidae	<i>Exomalopsis boharti</i>	
42	Hymenoptera	Apidae	<i>Frieseomelitta nigra</i>	
43	Hymenoptera	Apidae	<i>Nannotrigona perilampoides</i>	abeja sin aguijón
44	Hymenoptera	Apidae	<i>Plebeia frontalis</i>	abeja güerita, abeja sin aguijón
45	Hymenoptera	Apidae	<i>Plebeia parkeri</i>	
46	Hymenoptera	Apidae	<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	abeja sin aguijón
47	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona corvina</i>	abeja sin aguijón
48	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona fulviventris</i>	abeja culo de vaca
49	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona fuscipennis</i>	abeja sin aguijón, mosca de la virgen
50	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigonisca pipioli</i>	abeja sin aguijón, miel de abeja



No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
51	Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta mexicana</i>	arrieras, chicatanas, cuatalatas, hormiga arriera, hormiga chicatana, sontetas
52	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus sericeiventris</i>	
53	Hymenoptera	Formicidae	<i>Eciton burchellii</i>	
54	Hymenoptera	Formicidae	<i>Eciton vagans</i>	
55	Hymenoptera	Formicidae	<i>Nomamyrmex esenbeckii</i>	
56	Hymenoptera	Formicidae	<i>Paratrechina longicornis**</i>	
57	Hymenoptera	Formicidae	<i>Pseudomyrmex peperi</i>	
58	Hymenoptera	Formicidae	<i>Tapinoma ramulorum</i>	
59	Hymenoptera	Halictidae	<i>Augochlora albiceps</i>	
60	Hymenoptera	Halictidae	<i>Augochlora aurifera</i>	
61	Hymenoptera	Halictidae	<i>Augochlora smaragdina</i>	
62	Hymenoptera	Megachilidae	<i>Anthidiellum apicale</i>	
63	Hymenoptera	Megachilidae	<i>Megachile asymmetrica</i>	
64	Hymenoptera	Megachilidae	<i>Megachile chichimeca</i>	
65	Hymenoptera	Mutillidae	<i>Dasymutilla arachnoides</i>	
66	Hymenoptera	Sphecidae	<i>Eremnophila aureonotata</i>	
67	Hymenoptera	Sphecidae	<i>Sphex ichneumoneus</i>	
68	Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes carnifex</i>	
69	Hymenoptera	Vespidae	<i>Polybia diguetana</i>	avisпита rayada
70	Lepidoptera	Crambidae	<i>Palpita flegia</i>	
71	Lepidoptera	Erebidae	<i>Ascalapha odorata</i>	
72	Lepidoptera	Erebidae	<i>Coenipeta medina</i>	
73	Lepidoptera	Erebidae	<i>Cosmosoma teuthras</i>	
74	Lepidoptera	Erebidae	<i>Euclystis guerini</i>	
75	Lepidoptera	Erebidae	<i>Gorgone ortilia</i>	
76	Lepidoptera	Erebidae	<i>Hypocala andremona</i>	
77	Lepidoptera	Erebidae	<i>Lepidokirbyia vittipes</i>	
78	Lepidoptera	Erebidae	<i>Lophocampa annulosa</i>	
79	Lepidoptera	Erebidae	<i>Melipotis fasciolaris</i>	
80	Lepidoptera	Erebidae	<i>Selenisa sueroides</i>	
81	Lepidoptera	Geometridae	<i>Ergavia merops</i>	
82	Lepidoptera	Geometridae	<i>Sphacelodes vulneraria</i>	
83	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Achalarus albociliatus</i>	
84	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Achlyodes busirus</i>	
85	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Aguna asander</i>	
86	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Aguna claxon</i>	
87	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Astraptus anaphus</i>	
88	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Astraptus fulgurator</i>	saltadora fulgurator
89	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Chiomara mithrax</i>	
90	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Heliopetes macaira</i>	ajedrezada macaira



No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
91	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Hylephila phyleus</i>	saltarín phyleus
92	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Panoquina lucas</i>	
93	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Panoquina ocola</i>	saltarín ocola
94	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Pyrgus adepta</i>	
95	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Spathilepia clonius</i>	saltadora clonius
96	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Urbanus belli</i>	
97	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Urbanus dorantes</i>	coluda dorantes
98	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Urbanus proteus</i>	
99	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Arawacus jada</i>	tecla jada
100	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Arawacus sito</i>	
101	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Calycopis isobea</i>	tecla isobea
102	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Cupido comyntas</i>	
103	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Evenus regalis</i>	
104	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Hemiargus hanna</i>	
105	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Leptotes cassius</i>	
106	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Panthiades bathildis</i>	
107	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Strymon istapa</i>	tecla istapa
108	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Adelpha basiloides</i>	monja basiloides
109	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Adelpha fessonia</i>	
110	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Adelpha iphicleola</i>	
111	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Agraulis vanillae</i>	mariposa del Golfo
112	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Anartia fatima</i>	cocinera, ninfa fatima
113	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Anartia jatrophae</i>	ninfa jatrophae, pavo real blanco
114	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Anthassa frisia</i>	
115	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Biblis hyperia</i>	
116	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Caligo telamonius</i>	
117	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cepheptychia glaucina</i>	
118	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Cissia pseudoconfusa</i>	
119	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Colobura dirce</i>	mosaico acebrado
120	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Chlosyne erodyle</i>	
121	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Chlosyne lacinia</i>	parche lacinia
122	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Chlosyne theona</i>	parche theona
123	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Danaus eresimus</i>	
124	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Danaus gilippus</i>	mariposa del tizmo, mariposa reina, mariposa tiznada
125	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Dryadula phaetusa</i>	mariposa de banda anaranjada
126	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Dryas iulia</i>	Julia
127	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Dynamine postverta</i>	
128	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Eunica tatila</i>	



No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
129	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hamadryas februa</i>	
130	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hamadryas guatemalena</i>	triqui-tracas
131	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius charithonia</i>	
132	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius erato</i>	
133	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia hermes</i>	
134	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Marpesia chiron</i>	mariposa
135	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Marpesia petreus</i>	alas de daga rojiza, capitán petreus, mariposa de alas afiladas
136	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Memphis forreri</i>	
137	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Memphis moruus</i>	
138	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Mestra dorcas</i>	
139	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Morpho helenor</i>	morfo azul
140	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Nessaea aglaura</i>	
141	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Opsiphanes cassina</i>	
142	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	
143	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Prepona laertes</i>	
144	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Pyrrhogyra otolais</i>	
145	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Siderone galanthis</i>	
146	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Siproeta stelenes</i>	malaquita, ninfa malaquita
147	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Taygetis virgilia</i>	
148	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Zaretis callidryas</i>	
149	Lepidoptera	Papilionidae	<i>Battus philenor</i>	corola philenor, sombra tornasol
150	Lepidoptera	Papilionidae	<i>Papilio rumiko</i>	
151	Lepidoptera	Papilionidae	<i>Parides iphidamas</i>	
152	Lepidoptera	Papilionidae	<i>Protographium agesilaus</i>	
153	Lepidoptera	Papilionidae	<i>Protographium philolaus</i>	cebra oscura
154	Lepidoptera	Pieridae	<i>Anteos clorinde</i>	amarilla clorinde, mariposa amarillo sulfuroso
155	Lepidoptera	Pieridae	<i>Anteos maerula</i>	amarilla maerula
156	Lepidoptera	Pieridae	<i>Aphrissa statira</i>	
157	Lepidoptera	Pieridae	<i>Appias drusilla</i>	blanca drusilla
158	Lepidoptera	Pieridae	<i>Ascia monuste</i>	
159	Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema albula</i>	
160	Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema daira</i>	
161	Lepidoptera	Pieridae	<i>Glutophrissa drusilla</i>	
162	Lepidoptera	Pieridae	<i>Kricogonia lyside</i>	amarilla lyside
163	Lepidoptera	Pieridae	<i>Nathalis iole</i>	amarilla iole
164	Lepidoptera	Pieridae	<i>Phoebis agarithe</i>	gusano pinto, pintillo
165	Lepidoptera	Pieridae	<i>Phoebis philea</i>	amarilla philea, azufre naranja, mariposa sulfúrea



No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
166	Lepidoptera	Pieridae	<i>Pyrisitia dina</i>	
167	Lepidoptera	Pieridae	<i>Pyrisitia nise</i>	
168	Lepidoptera	Pieridae	<i>Pyrisitia proterpia</i>	
169	Lepidoptera	Riodinidae	<i>Calephelis perditalis</i>	metálica perditalis
170	Lepidoptera	Sphingidae	<i>Erinnyis alope</i>	
171	Lepidoptera	Sphingidae	<i>Erinnyis obscura</i>	
172	Lepidoptera	Sphingidae	<i>Pachylia ficus</i>	gusano
173	Lepidoptera	Sphingidae	<i>Pseudosphinx tetrio</i>	
174	Mantodea	Mantidae	<i>Phasmomantis sumichrasti</i>	
175	Odonata	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion quadratum</i>	caballitos del diablo
176	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia gaumeri</i>	caballitos del diablo
177	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia sedula</i>	caballitos del diablo
178	Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia translata</i>	caballitos del diablo
179	Odonata	Coenagrionidae	<i>Nehalennia minuta</i>	caballitos del diablo
180	Odonata	Coenagrionidae	<i>Neocyrtophyma cultellatum</i>	caballitos del diablo
181	Odonata	Coenagrionidae	<i>Protoneura corculum</i>	caballitos del diablo
182	Odonata	Libellulidae	<i>Cannaphila insularis</i>	libélula
183	Odonata	Libellulidae	<i>Dythemis sterilis</i>	libélula
184	Odonata	Libellulidae	<i>Erythrodiplax fervida</i>	libélula
185	Odonata	Libellulidae	<i>Macrodiplax balteata</i>	libélula
186	Odonata	Libellulidae	<i>Micrathyria debilis</i>	libélula
187	Odonata	Libellulidae	<i>Orthemis discolor</i>	libélula
188	Odonata	Libellulidae	<i>Perithemis mooma</i>	libélula
189	Odonata	Libellulidae	<i>Tauriphila argo</i>	libélula
190	Orthoptera	Romaleidae	<i>Chromacris miles</i>	
191	Orthoptera	Romaleidae	<i>Tropidacris cristata</i>	
192	Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Nesoecia nigrispina</i>	



ANEXO 2. ESPECIES DE FLORA Y FAUNA EN CATEGORÍA DE RIESGO CONFORME A LA NOM-059-SEMARNAT-2010, REGISTRADAS EN LA PROPUESTA DE APFF JAGUAR

En la lista se integran los taxones válidos conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes al grupo biológico. Las categorías de riesgo se presentan conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la siguiente simbología: A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial; y P: en peligro de extinción. Asimismo, se indican con un asterisco (*) las especies endémicas.

No.	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
FLORA			
1	<i>Astronium graveolens</i>	culinzís, amargoso	A
2	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	despeinada	A
3	<i>Coccothrinax readii*</i>	cheet (maya)	A
4	<i>Conocarpus erectus</i>	k' oopte' (maya), mangle botoncillo, mangle negro	A
5	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	ahan-ché (maya), amapa	A (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Tabebuia chrysantha</i>)
6	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	kuka' (maya)	A
7	<i>Thrinax radiata</i>	chit (maya), palma chit	A
8	<i>Zamia loddigesii</i>	cícada, palmita	A
9	<i>Zinnia elegans</i>	cabezona	A (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Zinnia violacea</i>)
FAUNA			
PECES			
10	<i>Poecilia velífera*</i>	topote aleta grande	A
11	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	juil descolorido	Pr



No.	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
12	<i>Typhlias pearsei*</i>	dama blanca ciega	P (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Typhliasina pearsei</i>)
ANFIBIOS			
13	<i>Bolitoglossa rufescens</i>	salamandra lengua hongueada rojiza	Pr
14	<i>Craugastor yucatanensis*</i>	rana ladrona yucateca	Pr
15	<i>Gastrophryne elegans</i>	sapo boca angosta elegante	Pr
16	<i>Lithobates brownorum</i>	rana de Brown	Pr
17	<i>Triprion petasatus</i>	rana cabeza de pala	Pr
REPTILES			
18	<i>Aspidoscelis maslini</i>	huico de Maslin	A
19	<i>Boa imperator</i>	boa	A (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Boa constrictor</i>)
20	<i>Coleonyx elegans</i>	cuija yucateca	A
21	<i>Corytophanes hernandesii</i>	turipache de Hernández	Pr
22	<i>Crotalus durissus</i>	víbora de cascabel	Pr
23	<i>Ctenosaura similis</i>	iguana espinosa rayada	A
24	<i>Dipsas brevifacies</i>	culebra caracolera chata	Pr
25	<i>Iguana iguana</i>	iguana verde	Pr
26	<i>Imantodes tenuissimus</i>	bejuquilla de Yucatán	Pr
27	<i>Kinosternon leucostomum</i>	tortuga pecho quebrado labios blancos	Pr
28	<i>Kinosternon scorpioides</i>	tortuga pecho quebrado escorpión	Pr
29	<i>Laemactus serratus</i>	lemacto coronado	Pr
30	<i>Lampropeltis triangulum</i>	culebra real coralillo	A
31	<i>Leptophis ahaetulla</i>	culebra perico verde	A
32	<i>Leptophis mexicanus</i>	culebra perico mexicana	A



No.	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
33	<i>Micrurus diastema</i>	coral variable	Pr
34	<i>Pliocercus elapoides</i>	culebra falsa coral de Andrew	A
35	<i>Porthidium yucatanicum*</i>	nauyaca nariz de cerdo yucateca	Pr
36	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	geco enano collajero	Pr
37	<i>Symphimus mayae*</i>	culebra labios blancos maya	Pr
38	<i>Thamnophis proximus</i>	culebra listonada occidental	A
39	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	geco	Pr
40	<i>Trachemys scripta elegans</i>	tortuga gravada	Pr
AVES			
41	<i>Accipiter striatus</i>	gavilán pecho canela	Pr
42	<i>Amazona albifrons</i>	loro frente blanca	Pr
43	<i>Amazona xantholora</i>	loro yucateco	A
44	<i>Buteo albonotatus</i>	aguililla aura	Pr
45	<i>Buteogallus anthracinus</i>	aguililla negra menor	Pr
46	<i>Buteogallus urubitinga</i>	aguililla negra mayor	Pr
47	<i>Campephilus guatemalensis</i>	carpintero pico plata	Pr
48	<i>Cathartes burrovianus</i>	zopilote sabanero	Pr
49	<i>Celeus castaneus</i>	carpintero castaño	Pr
50	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	gavilán pico de gancho	Pr
51	<i>Crax rubra</i>	hocofaisán	A
52	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	tinamú canelo	Pr
53	<i>Dendrocincla anabatina</i>	trepatroncos sepia	Pr
54	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	trepatroncos barrado	Pr
55	<i>Elanoides forficatus</i>	milano tijereta	Pr
56	<i>Eucometis penicillata</i>	tángara cabeza gris	Pr
57	<i>Eupsittula nana</i>	perico pecho sucio	Pr
58	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	Pr
59	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	aguililla cola blanca	Pr



No.	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
60	<i>Geranospiza caerulescens</i>	gavilán zancón	A
61	<i>Harpagus bidentatus</i>	gavilán bidentado	Pr
62	<i>Leptodon cayanensis</i>	gavilán cabeza gris	Pr
63	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	chipe corona café	Pr
64	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	maullador negro	Pr
65	<i>Meleagris ocellata</i>	guajolote ocelado	A
66	<i>Micrastur semitorquatus</i>	halcón selvático de collar	Pr
67	<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	buco de collar	A
68	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	mosquero real	P
69	<i>Pachysylvia decurtata</i>	verdillo gris	Pr
70	<i>Passerina ciris</i>	colorín sietecolores	Pr
71	<i>Patagioenas leucocephala</i>	paloma corona blanca	A
72	<i>Penelope purpurascens</i>	pava cojolita	A
73	<i>Phaethornis striigularis</i>	ermitaño enano	Pr
74	<i>Platyrinchus canrominus</i>	mosquero pico chato	Pr
75	<i>Polioptila bilineata</i>	perlita tropical	Pr (Publicado en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 como <i>Polioptila plumbea</i>)
76	<i>Pteroglossus torquatus</i>	tucancillo collarejo	Pr
77	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	tucán pico canoa	A
78	<i>Sarcoramphus papa</i>	zopilote rey	P
79	<i>Spizaetus ornatus</i>	águila elegante	P
80	<i>Trogon collaris</i>	trogón de collar	Pr
81	<i>Tunchiornis ochraceiceps</i>	verdillo ocre	Pr
82	<i>Vireo pallens</i>	vireo manglero	Pr
83	<i>Zenaida aurita</i>	paloma aurita	Pr
MAMÍFEROS			
84	<i>Alouatta villosa</i>	mono aullador	P



No.	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
85	<i>Ateles geoffroyi</i>	mono araña centroamericano	P
86	<i>Eira barbara</i>	viejo de monte	P
87	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi	A
88	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote	P
89	<i>Leopardus weidii</i>	tigrillo	P
90	<i>Panthera onca</i>	jaguar, balam (maya)	P



ANEXO 3. CUADROS DE CONSTRUCCIÓN

Polígono General
Superficie total (2,258-20-75.56 hectáreas)

Polígono 1
Superficie (1,975-56-77.12 hectáreas)

Est-PV	Rumbo	Distancia (en mts)	Vértice No.-	Coordenadas UTM	
				X	Y
			1	445,161.170000	2,252,487.700000
1 - 2	89°45'17"SE	3,399.38	2	448,560.520000	2,252,473.150000
2 - 3	02°44'42"SW	830.98	3	448,520.720000	2,251,643.120000
3 - 4	56°31'21"SE	1,675.92	4	449,918.610000	2,250,718.670000
4 - 5	02°14'00"SW	2,302.41	5	449,828.880000	2,248,418.010000
5 - 6	87°37'38"SW	2,826.10	6	447,005.200000	2,248,301.020000
6 - 7	20°16'31"SW	1,615.35	7	446,445.430000	2,246,785.760000
7 - 8	48°55'35"NW	1,877.08	8	445,030.360000	2,248,019.050000
8 - 1	01°40'36"NE	4,470.56	1		

Polígono 2
Superficie (282-63-98.44 hectáreas)

Est-PV	Rumbo	Distancia (en mts)	Vértice No.-	Coordenadas UTM	
				X	Y
			1	452,741.490000	2,237,920.340000
1 - 2	59°42'24"SE	1,004.34	2	453,608.690000	2,237,413.730000
2 - 3	30°49'29"NE	460.58	3	453,844.700000	2,237,809.250000
3 - 4	59°41'17"SE	1,839.65	4	455,432.850000	2,236,880.770000
4 - 5	59°40'05"SE	124.99	5	455,540.730000	2,236,817.650000
5 - 6	30°21'21"SW	459.88	6	455,308.320000	2,236,420.820000
6 - 7	59°54'20"SE	1.02	7	455,309.200000	2,236,420.310000
7 - 8	30°51'21"SW	133.89	8	455,240.530000	2,236,305.370000
8 - 9	39°36'05"SW	122.88	9	455,162.200000	2,236,210.690000
9 - 10	49°17'19"SW	144.19	10	455,052.900000	2,236,116.640000
10 - 11	58°29'39"SW	87.76	11	454,978.080000	2,236,070.780000
11 - 12	65°00'58"SW	92.69	12	454,894.060000	2,236,031.630000
12 - 13	71°35'51"SW	138.74	13	454,762.410000	2,235,987.830000
13 - 14	56°26'02"NW	726.45	14	454,157.100000	2,236,389.480000
14 - 15	56°41'28"NW	932.5	15	453,377.790000	2,236,901.560000



Est-PV	Rumbo	Distancia (en mts)	Vértice No.-	Coordenadas UTM	
				X	Y
15 - 16	71°44'39"SW	276.96	16	453,114.770000	2,236,814.800000
16 - 17	23°02'38"NW	391.55	17	452,961.500000	2,237,175.110000
17 - 18	56°42'03"NW	45.12	18	452,923.790000	2,237,199.880000
18 - 19	23°02'43"SE	427.02	19	453,090.950000	2,236,806.940000
19 - 20	71°50'28"SW	228.39	20	452,873.930000	2,236,735.760000
20 - 21	71°31'56"SW	105.28	21	452,774.070000	2,236,702.410000
21 - 22	22°03'03"NW	571	22	452,559.700000	2,237,231.640000
22 - 23	58°58'52"NE	21.48	23	452,578.110000	2,237,242.710000
23 - 24	59°51'51"NE	31.45	24	452,605.310000	2,237,258.500000
24 - 25	60°33'23"NE	16.03	25	452,619.270000	2,237,266.380000
25 - 26	60°31'31"NE	16.04	26	452,633.230000	2,237,274.270000
26 - 27	61°16'39"NE	17.58	27	452,648.650000	2,237,282.720000
27 - 28	61°16'39"NE	17.58	28	452,664.070000	2,237,291.170000
28 - 29	61°58'52"NE	29.44	29	452,690.060000	2,237,305.000000
29 - 30	62°55'24"NE	46.6	30	452,731.550000	2,237,326.210000
30 - 31	56°41'27"NW	297.8	31	452,482.670000	2,237,489.750000
31 - 1	31°00'33"NE	502.39	1		

Zona Núcleo
Polígono 1
Superficie (1,975-56-77.12 hectáreas)

Est-PV	Rumbo	Distancia (en mts)	Vértice No.-	Coordenadas UTM	
				X	Y
			1	445,161.170000	2,252,487.700000
1 - 2	89°45'17"SE	3,399.38	2	448,560.520000	2,252,473.150000
2 - 3	02°44'42"SW	830.98	3	448,520.720000	2,251,643.120000
3 - 4	56°31'21"SE	1,675.92	4	449,918.610000	2,250,718.670000
4 - 5	02°14'00"SW	2,302.41	5	449,828.880000	2,248,418.010000
5 - 6	87°37'38"SW	2,826.10	6	447,005.200000	2,248,301.020000
6 - 7	20°16'31"SW	1,615.35	7	446,445.430000	2,246,785.760000
7 - 8	48°55'35"NW	1,877.08	8	445,030.360000	2,248,019.050000
8 - 1	01°40'36"NE	4,470.56	1		



Zona de Amortiguamiento
Polígono 2
Superficie (282-63-98.44 hectáreas)

Est-PV	Rumbo	Distancia (en mts)	Vértice No.-	Coordenadas UTM	
				X	Y
			1	452,741.490000	2,237,920.340000
1 - 2	59°42'24"SE	1,004.34	2	453,608.690000	2,237,413.730000
2 - 3	30°49'29"NE	460.58	3	453,844.700000	2,237,809.250000
3 - 4	59°41'17"SE	1,839.65	4	455,432.850000	2,236,880.770000
4 - 5	59°40'05"SE	124.99	5	455,540.730000	2,236,817.650000
5 - 6	30°21'21"SW	459.88	6	455,308.320000	2,236,420.820000
6 - 7	59°54'20"SE	1.02	7	455,309.200000	2,236,420.310000
7 - 8	30°51'21"SW	133.89	8	455,240.530000	2,236,305.370000
8 - 9	39°36'05"SW	122.88	9	455,162.200000	2,236,210.690000
9 - 10	49°17'19"SW	144.19	10	455,052.900000	2,236,116.640000
10 - 11	58°29'39"SW	87.76	11	454,978.080000	2,236,070.780000
11 - 12	65°00'58"SW	92.69	12	454,894.060000	2,236,031.630000
12 - 13	71°35'51"SW	138.74	13	454,762.410000	2,235,987.830000
13 - 14	56°26'02"NW	726.45	14	454,157.100000	2,236,389.480000
14 - 15	56°41'28"NW	932.5	15	453,377.790000	2,236,901.560000
15 - 16	71°44'39"SW	276.96	16	453,114.770000	2,236,814.800000
16 - 17	23°02'38"NW	391.55	17	452,961.500000	2,237,175.110000
17 - 18	56°42'03"NW	45.12	18	452,923.790000	2,237,199.880000
18 - 19	23°02'43"SE	427.02	19	453,090.950000	2,236,806.940000
19 - 20	71°50'28"SW	228.39	20	452,873.930000	2,236,735.760000
20 - 21	71°31'56"SW	105.28	21	452,774.070000	2,236,702.410000
21 - 22	22°03'03"NW	571	22	452,559.700000	2,237,231.640000
22 - 23	58°58'52"NE	21.48	23	452,578.110000	2,237,242.710000
23 - 24	59°51'51"NE	31.45	24	452,605.310000	2,237,258.500000
24 - 25	60°33'23"NE	16.03	25	452,619.270000	2,237,266.380000
25 - 26	60°31'31"NE	16.04	26	452,633.230000	2,237,274.270000
26 - 27	61°16'39"NE	17.58	27	452,648.650000	2,237,282.720000
27 - 28	61°16'39"NE	17.58	28	452,664.070000	2,237,291.170000
28 - 29	61°58'52"NE	29.44	29	452,690.060000	2,237,305.000000
29 - 30	62°55'24"NE	46.6	30	452,731.550000	2,237,326.210000
30 - 31	56°41'27"NW	297.8	31	452,482.670000	2,237,489.750000
31 - 1	31°00'33"NE	502.39	1		

