



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE TULUM

ETAPA DE CARACTERIZACIÓN

ELABORADO POR:



Marzo de 2024

CONTENIDO

| | | |
|-----------|--|-----|
| 6 | AGENDA AMBIENTAL | 6 |
| 6.1 | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LA AGENDA AMBIENTAL | 6 |
| 7 | CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA TERRITORIAL REGIONAL..... | 14 |
| 7.1 | ANÁLISIS JERÁRQUICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO A PARTIR DE LA CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL RELIEVE..... | 14 |
| 7.2 | SUBSISTEMA FÍSICO-NATURAL..... | 25 |
| 7.2.1 | SISTEMA FISIAGRÁFICO..... | 25 |
| 7.2.1.1 | TOPOGRAFÍA | 28 |
| 7.2.1.2 | GEOLOGÍA | 33 |
| 7.2.1.3 | GEOMORFOLOGÍA | 37 |
| 7.2.1.4 | CLIMA | 48 |
| 7.2.1.5 | HIDROLOGÍA Y SUBCUENCAS..... | 50 |
| 7.2.1.5.1 | CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS | 54 |
| 7.2.1.5.2 | FRACTURA DE HOLBOX COMO ZONA DE ALTA PERMEABILIDAD | 72 |
| 7.2.1.5.3 | SISTEMAS DE CUEVAS INUNDADAS, IMPORTANCIA Y CONSIDERACIONES..... | 76 |
| 7.2.1.6 | SUELOS | 81 |
| 7.2.1.7 | VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO | 84 |
| 7.2.1.7.1 | GRADO DE ALTERACIÓN ANTRÓPICA | 93 |
| 7.2.1.8 | FAUNA | 95 |
| 7.2.1.9 | ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN..... | 112 |
| 7.2.2 | SERVICIOS ECOSISTEMÁTICOS | 118 |
| 7.2.2.1 | DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN FORESTAL | 118 |
| 7.2.2.2 | EXTRACCIÓN ILEGAL DE FAUNA Y FLORA | 120 |
| 7.2.2.3 | EROSIÓN Y DEGRADACIÓN DE SUELOS..... | 121 |
| 7.2.2.4 | DISPONIBILIDAD DE AGUA EN CUENCAS Y ACUÍFEROS..... | 122 |
| 7.2.2.5 | CONTAMINACIÓN DE AGUA, SUELOS Y ATMÓSFERA | 123 |
| 7.2.2.6 | PRODUCCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS..... | 126 |
| 7.2.3 | CAMBIO CLIMÁTICO..... | 127 |
| 7.2.3.1 | CALIDAD DEL AIRE E INVENTARIO DE EMISIONES..... | 127 |
| 7.2.3.2 | VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO | 129 |
| 7.2.3.3 | CAPACIDAD DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO: MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN | 135 |
| 7.2.4 | PELIGROS Y AMENAZAS NATURALES..... | 135 |
| 7.2.4.1 | GEOLÓGICOS..... | 136 |

| | |
|--|-----|
| 7.2.4.1.1 SISMOS | 136 |
| 7.2.4.1.2 VULCANISMO | 136 |
| 7.2.4.1.3 TSUNAMIS | 137 |
| 7.2.4.1.4 INESTABILIDAD DE LADERAS | 138 |
| 7.2.4.1.5 HUNDIMIENTOS-SUBSIDENCIA..... | 139 |
| 7.2.4.2 HIDROMETEOROLÓGICOS..... | 143 |
| 7.2.4.2.1 CICLONES TROPICALES | 143 |
| 7.2.4.2.2 INUNDACIONES | 145 |
| 7.2.4.2.3 SEQUÍAS | 145 |
| 7.3 SUBSISTEMA SOCIO-DEMOGRÁFICO..... | 148 |
| 7.3.1 DEMOGRAFÍA | 150 |
| 7.3.1.1 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN Y LOS HOGARES..... | 150 |
| 7.3.1.2 DINÁMICA POBLACIONAL | 160 |
| 7.3.1.3 DINÁMICA POBLACIONAL POR AGEB | 163 |
| 7.3.1.4 ATRACCIÓN MIGRANTE | 172 |
| 7.3.2 DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA POBLACIÓN | 175 |
| 7.3.2.1 DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA POBLACIÓN EN RANGOS DE LOCALIDADES, URBANA Y RURAL..... | 177 |
| 7.3.3 CARENCIAS SOCIALES EN LA REGIÓN | 180 |
| 7.3.3.1 ACCESO A LA EDUCACIÓN | 180 |
| 7.3.3.2 ACCESO A LOS SISTEMAS DE SALUD | 184 |
| 7.3.3.3 COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS | 188 |
| 7.3.4 BIENESTAR DE LAS PERSONAS | 192 |
| 7.3.4.1 DISCAPACIDAD | 192 |
| 7.3.4.2 POBREZA | 193 |
| 7.3.4.3 MARGINACIÓN..... | 200 |
| 7.3.4.4 ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO | 202 |
| 7.3.4.5 COHESIÓN SOCIAL | 204 |
| 7.3.4.6 INCIDENCIA DELICTIVA..... | 205 |
| 7.3.5 DESIGUALDADES DE GÉNERO | 206 |
| 7.3.6 VULNERABILIDAD Y RIESGOS | 208 |
| 7.4 SUBSISTEMA ECONÓMICO | 216 |
| 7.4.1 PANORAMA ECONÓMICO | 216 |
| 7.4.1.1 ACTIVIDAD ECONÓMICA..... | 216 |
| 7.4.2 VOCACIONES PRODUCTIVAS REGIONALES | 220 |
| 7.4.2.1 ESPECIALIZACIÓN ECONÓMICA..... | 221 |
| 7.4.3 ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL MUNICIPIO | 227 |
| 7.4.4 CENTRALIDADES ECONÓMICAS REGIONALES..... | 229 |
| 7.4.4.1 CONCENTRACIÓN REGIONAL DE ACTIVIDADES PRIMARIAS | 229 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 7.4.4.2 | CONCENTRACIÓN REGIONAL DE ACTIVIDADES SECUNDARIAS | 230 |
| 7.4.4.3 | CONCENTRACIÓN REGIONAL DE ACTIVIDADES TERCIARIAS | 231 |
| 7.4.5 | CONDICIONES DEL MERCADO LABORAL | 232 |
| 7.4.5.1 | EMPLEO Y OCUPACIÓN..... | 232 |
| 7.5 | SUBSISTEMA PATRIMONIO CULTURA Y BIOCULTURAL..... | 234 |
| 7.5.1 | CONTEXTO HISTÓRICO | 235 |
| 7.5.2 | ANÁLISIS ÉTNICO-CULTURAL: PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS Y AFROMEXICANAS | 239 |
| 7.5.3 | PATRIMONIO NATURAL, CULTURAL Y BIOCULTURAL..... | 243 |
| 7.5.3.1 | PATRIMONIO NATURAL | 243 |
| 7.5.3.1.1 | CENOTES | 243 |
| 7.5.3.1.2 | PARQUES NATURALES Y ÁREAS PROTEGIDAS..... | 244 |
| 7.5.3.1.3 | ÁREAS DE IMPORTANCIA Y CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS) | 248 |
| 7.5.3.1.4 | ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA..... | 249 |
| 7.5.3.1.5 | SITIOS RAMSAR | 250 |
| 7.5.3.1.6 | SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS AMBIENTES COSTERO Y OCEÁNICOS DE MÉXICO | 251 |
| 7.5.3.2 | PATRIMONIO CULTURAL | 252 |
| 7.5.3.2.1 | MATERIALES MUEBLES | 252 |
| 7.5.3.2.2 | MONUMENTOS O SITIOS ARQUEOLÓGICOS | 253 |
| 7.5.3.2.3 | GASTRONOMÍA..... | 260 |
| 7.5.3.3 | PATRIMONIO BIOCULTURAL..... | 261 |
| 7.5.4 | DINÁMICAS RELACIONADAS CON EL PATRIMONIO CULTURAL | 263 |
| 7.6 | SUBSISTEMA URBANO-RURAL..... | 263 |
| 7.6.1 | SISTEMAS URBANO RURALES | 263 |
| 7.6.1.1 | IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE LOS SISTEMAS URBANO RURALES (SUR) 263 | |
| 7.6.2 | INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO REGIONAL PARA EL DESARROLLO Y SU ÁMBITO DE ACTUACIÓN O COBERTURA..... | 266 |
| 7.6.2.1 | INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA..... | 266 |
| 7.6.2.2 | INFRAESTRUCTURA DE HIDROCARBUROS..... | 266 |
| 7.6.2.3 | INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SANITARIA..... | 267 |
| 7.6.2.4 | INFRAESTRUCTURA TELEMÁTICA | 268 |
| 7.6.2.5 | INFRAESTRUCTURA PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) | 269 |
| 7.6.2.6 | EQUIPAMIENTO EDUCATIVO Y CULTURAL | 269 |
| 7.6.2.7 | EQUIPAMIENTO SALUD Y ASISTENCIA SOCIAL..... | 270 |
| 7.6.2.8 | EQUIPAMIENTO DE COMERCIO Y ABASTO | 271 |
| 7.6.2.9 | EQUIPAMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA..... | 273 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 7.6.2.10 | ESPACIO PÚBLICO, ÁREAS VERDES E INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA Y RECREATIVA..... | 274 |
| 7.6.3 | HABITABILIDAD Y ACCESO A LA VIVIENDA | 275 |
| 7.6.3.1 | CARACTERÍSTICAS Y REZAGOS..... | 275 |
| 7.6.3.2 | OFERTA DE VIVIENDA NUEVA | 278 |
| 7.6.3.3 | VIVIENDA ABANDONADA Y/O DESHABITADA | 280 |
| 7.6.3.4 | VIVIENDA EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y/O RIESGO | 280 |
| 7.6.3.5 | ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES | 280 |
| 7.6.4 | CERTEZA JURÍDICA Y TIPOS DE PROPIEDAD | 281 |
| 7.6.4.1 | TENENCIA DEL SUELO..... | 281 |
| 7.6.4.1.1 | PROPIEDAD SOCIAL | 282 |
| 7.6.4.1.2 | PROPIEDAD DEL ESTADO | 282 |
| 7.6.4.1.3 | PROPIEDAD PRIVADA..... | 282 |
| 7.6.4.2 | DINÁMICAS Y TRANSFORMACIÓN DE LA PROPIEDAD SOCIAL | 283 |
| 7.6.4.3 | ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES EN ENTORNOS RURALES..... | 283 |
| 7.7 | SUBSISTEMA DE MOVILIDAD..... | 283 |
| 7.7.1 | ANÁLISIS ORIGEN-DESTINO REGIONAL | 284 |
| 7.7.2 | ESTRUCTURA VIAL REGIONAL | 284 |
| 7.7.2.1 | ESTRUCTURA VIAL REGIONAL..... | 284 |
| 7.7.2.2 | ESTRUCTURA VIAL LOCAL | 285 |
| 7.7.3 | INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE..... | 286 |
| 7.7.3.1 | RED FERROVIARIA | 286 |
| 7.7.3.2 | PUERTOS Y MARINAS..... | 289 |
| 7.7.3.3 | AEROPUERTOS | 289 |
| 7.7.4 | SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO | 290 |
| 7.7.4.1 | TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS | 290 |
| 7.7.4.2 | TRANSPORTE DE CARGA..... | 290 |
| 7.7.4.3 | CONECTIVIDAD INTERMODAL | 290 |
| 7.7.5 | MOVILIDAD NO MOTORIZADA | 290 |
| 7.7.6 | IMPACTOS Y EXTERNALIDADES | 291 |
| 7.8 | SUBSISTEMA INSTITUCIONAL Y DE GOBERNANZA..... | 292 |
| 7.8.1 | MÉXICO EN LA AGENDA 2030 | 292 |
| 7.8.2 | COMPLEMENTARIEDAD DEL ENFOQUE DE AGENDA 2030 Y POEL-TULUM | 294 |
| 7.8.3 | LOS PRINCIPIOS DEL ENFOQUE DE LA AGENDA 2030 | 300 |

6 AGENDA AMBIENTAL

La agenda ambiental consiste en la identificación de la problemática y los conflictos ambientales que se presentan en el territorio a ordenar y que se deberán prevenir o resolver mediante el modelo de ordenamiento, las estrategias y los criterios de regulación ecológica. A través de su definición, se acota el levantamiento y búsqueda de la información a la de mayor relevancia para el proceso, misma que se integrará en las etapas de caracterización y diagnóstico (SEMARNAT, 2023)¹.

La construcción de la agenda ambiental consideró, el análisis y la revisión de la información contenida en el proceso de ordenamiento ecológico territorial aprobado en el 2018, a partir de la cual se generó la estrategia para la actualización de la información.

Así mismo, se llevaron a cabo talleres participativos, en diferentes sectores del territorio municipal, en donde a través de la aplicación de ejercicios, con un enfoque metodológico participativo, se determinaron las problemáticas y conflictos ambientales.

En los siguientes apartados, se describen con mayor detalle los resultados obtenidos, los cuales se observa no difieren sustancialmente, de lo identificado en el proceso aprobado del 2018.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE LA AGENDA AMBIENTAL

Inicialmente se procedió a la identificación de los sectores clave, de los que se requería su involucramiento en el proceso de formulación del ordenamiento ecológico territorial, para este fin, se retomaron los resultados derivados del proceso aprobado en 2018, así mismo, se consideró el reconocimiento a la vigencia del Convenio de Coordinación signado en mayo del 2010 por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo y el Municipio de Tulum. La información actualizada de los sectores involucrados se presenta en la siguiente tabla.

¹ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2023. Términos de referencia para la elaboración de programas de ordenamiento ecológico local participativo en Quintana Roo.

La información relacionada con la problemática y conflictos ambientales, fue obtenida de la participación social de cuatro talleres participativos realizados en diferentes sedes del municipio de Tulum, los que consideraron la implementación de diversas dinámicas, basadas en metodología participativa, que incluyeron la identificación de necesidades urgentes desde el punto de vista ambiental, entre otros temas y las expectativas sobre el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Tulum.

Tabla 1: Listado de los sectores.

| Dependencia | Cargo | Nombre |
|---|--|--|
| Gobierno Federal | | |
| Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Directora de Ordenamiento Ecológico | Mtra. Sandra Esther Barillas Arriaga |
| Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano | Director General de Desarrollo Urbano, Suelo y Vivienda | Mtro. Francisco Javier Aguilar García |
| Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas | Director Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano | Lic. Fernando Alonso Orozco Ojeda |
| Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Encargada del Despacho de la Oficina de Representación en Quintana Roo | Ing. Yolanda Medina Gómez |
| Secretaría de Comunicaciones y Transportes | Director General del Centro SICT Quintana Roo | Ing. Guido Mendiburu Solís |
| Comisión Nacional del Agua | Directora Local en Quintana Roo | M. en I. Erika Ramírez Méndez |
| Comisión Nacional Forestal | Encargado del Despacho de la Gerencia Operativa en Quintana Roo | Ing. José Javier May Chan |
| Gobierno Estatal | | |
| Secretaría de Ecología y Medio Ambiente | Secretaria de Ecología y Medio Ambiente | Ing. Josefina Huguette Hernández Gómez |
| Secretaría de Ecología y Medio Ambiente | Subsecretario de Política Ambiental y Planeación | Ing. Juan Pablo Ortega Ceballos |
| Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable | Secretario de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable | Ing. Armando Lara de Nigris |
| Secretaría de Turismo | Secretario de Turismo | Mtro. Bernardo Cueto Riestra |
| Agencia de Proyectos Estratégicos de Quintana Roo | Director General | Mtro. José Alberto Alonso Ovando |
| Comisión de Agua Potable y Alcantarillado | Gerente en Tulum | C.P. Hiram Ernesto Sobrino Reyes |
| Procuraduría de Protección al Ambiente | Procurador de Protección al Ambiente | Lic. Alonso Fernández Lemmen Meyer |

| Dependencia | Cargo | Nombre |
|---|--|---------------------------------------|
| Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas | Director General | MVZ. Javier Alberto Carballar Osorio |
| Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca | Secretaria de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca | Ing. Linda Saray Cobos Castro |
| Gobierno Municipal | | |
| H. Ayuntamiento de Tulum | Presidente Municipal | C. diego Castañon Trejo |
| H. Ayuntamiento de Tulum | Director General de Desarrollo Territorial, Urbano Sustentable | Ing. Lorenzo Bernabé Miranda Castañón |
| H. Ayuntamiento de Tulum | Director de Acciones Urbanísticas | Arq. Jorque Armando Muñiz Tovar |
| H. Ayuntamiento de Tulum | Directora de Sustentabilidad Ambiental | Arq. Libertada Vázquez Burgos |
| H. Ayuntamiento de Tulum | Director General de Planeación | Ing. Jesús Alberto Sandy Interian |
| H. Ayuntamiento de Tulum | Director General de Infraestructura Pública | Ing. Carlos Efraín Yama Moguel |
| Académico | | |
| Universidad Tecnológica de Tulum | Rector | Prof. Carlos Mario Uc Sosa |
| Universidad del Caribe | Rectora | Lic. Marisol Vanegas Pérez |
| Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo | Rector | Mtro. Francisco López Mena |
| Empresarial | | |
| Asociación de Hoteles de Tulum | Presidente | Lic. David Ortiz Mena |
| Consejo Coordinador Empresarial de la Riviera Maya | Presidente | Lic. Pablo Hilario Alcocer Góngora |
| Social | | |
| Colegio de Ingenieros y Arquitectos de Tulum A.C. | Presidente | Ing. Jesús Hernández Valencia |
| Amigos de Sian Ka'an A.C. | Director Ejecutivo | M. C. Gonzalo Merediz Alonso |
| Centro Ecológico Akumal A.C. | Director Ejecutivo | Dr. Héctor Antonio Lizárraga Cubedo |
| Razonatura A. C. | Director | M. C. Olmo Torres Talamante |
| Biodiversidad y Cultura Ambiental Tulum A. C. | Presidente | Biol. Rocio Peralta Galicia |
| Centinelas del Agua A. C. | Director General | M. C. Alejandro López Tamayo |
| Centro Mexicano de Derecho Ambiental A. C. | Director Regional de la Oficina Sureste | Mtro. Aarón Hernández Siller |
| Ejido Tulum | Presidente del comisariado ejidal | C. Santiago Pech Cahuich |

| Dependencia | Cargo | Nombre |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Ejido Jacinto Pat | Presidente del comisariado ejidal | C. Luis Reyes Kumul Pat |
| Ejido Pino Suárez | Presidente del comisariado ejidal | Ing. Eduardo Mex Canché |
| Ejido Chanchen Primero | Presidente del comisariado ejidal | C. Genaro Aban May |

TALLERES PARTICIPATIVOS

Del 8 al 10 de agosto de 2023, se realizaron cuatro talleres participativos en las localidades de Chanchén I, Cobá, Francisco Uh May y Tulum, en donde se solicitó a los participantes el llenado individual de un formato de expectativas sobre el instrumento en formulación y mediante mesas de trabajo por sector, la identificación de las acciones prioritaria y urgentes requeridas en el territorio (Anexo I).

En total se recolectaron 81 formatos con expectativas y 12 hojas de trabajo que contienen 119 acciones identificadas como prioritarias y urgentes. Esta información fue procesada y analizada y los resultados fueron agrupados en 9 temas.

LISTA DE LOS PROBLEMAS Y CONFLICTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

En la siguiente, se presentan los problemas y conflictos ambientales identificados por los sectores de los talleres participativos, considerando su reiterativa mención, destacan la necesidad de infraestructura y servicios, planeación y ordenamiento del territorio y conservación y rehabilitación de los recursos naturales.

Tabla 2: Problemáticas y conflictos ambientales detectados.

| No. | Problemática |
|-----|---|
| 1 | Infraestructura y servicios |
| 2 | Planeación y ordenamiento del territorio |
| 3 | Conservación y rehabilitación de los recursos naturales |
| 4 | Manejo integral de residuos sólidos y líquidos |
| 5 | Educación ambiental |
| 6 | Regularización de asentamientos humanos |
| 7 | Áreas naturales protegidas |
| 8 | Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales |
| 9 | Proyectos del gobierno federal |

En la siguiente tabla, se muestra la interacción de las problemáticas ambientales detectadas y los participantes de los talleres participativos.

Tabla 3 :Problemáticas identificadas de acuerdo a sectores.

| No. | Problemática | Sectores | | | |
|-----|---|----------|-----------|-------------|--------|
| | | Gobierno | Académico | Empresarial | Social |
| 1 | Conservación y rehabilitación de los recursos naturales | X | X | X | X |
| 2 | Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales | X | | X | X |
| 3 | Regularización de asentamientos humanos | | | X | X |
| 4 | Infraestructura y servicios | X | X | X | X |
| 5 | Manejo integral de residuos sólidos y líquidos | X | X | X | X |
| 6 | Planeación y ordenamiento del territorio | X | X | X | X |
| 7 | Educación ambiental | X | X | X | X |
| 8 | Proyecto del gobierno federal | | | | X |
| 9 | Áreas naturales protegidas | X | | | |

Con respecto de los resultados obtenidos del proceso aprobado en 2018, se puede observar que las problemáticas identificadas coinciden en gran medida, detectándose como principales conflictos la necesidad de infraestructura y la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos.

Tabla 4:Comparativa entre problemáticas y conflictos ambientales detectados.

| Problemática | 2018 | 2023 |
|---|------|------|
| Conservación y rehabilitación de los recursos naturales | X | X |
| Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales | X | X |
| Regularización de asentamientos humanos | X | X |
| Infraestructura y servicios | X | X |
| Manejo integral de residuos sólidos y líquidos | X | X |
| Planeación y ordenamiento del territorio | X | X |
| Educación ambiental | | X |
| Proyecto del gobierno federal | | X |
| Áreas naturales protegidas | X | X |
| Manglar | X | |
| Uso forestal | X | |
| Desarrollos turísticos | X | |
| Delimitación de riesgos | X | |
| Regulación costera* | X | |
| Fauna | X | |
| Definición de UGA marinas* | X | |

* Problemáticas identificadas como fuera de los alcances del POEL del Municipio de Tulum.

Para mayor comprensión, a continuación, se realiza una breve descripción de las problemáticas y conflictos ambientales detectados.

INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Se indicó la necesidad de incrementar la infraestructura y contar con servicios adecuados en materia de drenaje (conexión, planteas de tratamiento). Otros servicios que fueron mencionados fueron la red eléctrica y pavimentación.

También se comentó sobre la falta de mantenimiento de áreas públicas (verdes), la recolección de basura y la necesidad de definir el polígono para el relleno sanitario.

De manera particular para los ejidos fueron mencionadas necesidades de infraestructura para el acceso al agua (pozos) y sistemas de riego con paneles solares, para los cultivos.

De igual manera se indicó la necesidad de dotar con servicios básicos a localidades de la zona de transición y de la zona maya.

PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO

Comentaron que es preciso que el municipio cuente con un crecimiento claro y ordenado y para todos los sectores. Así mismo se mencionó, la necesidad de la definición de densidades para el territorio, la regulación del uso de suelo sobre ríos subterráneos, el establecimiento de lineamientos para que el turismo sea responsable, la regulación para el uso de cenotes y el crecimiento ordenado de los desarrollos inmobiliarios.

De igual manera, señalaron que se requiere que la planeación sea estratégica, integrada con la parte ambiental y social, para conseguir un verdadero desarrollo sustentable. También se indicó que debe existir congruencia en los instrumentos de planeación.

Comentaron sobre la necesidad de considerar el atlas de riesgo en la planeación para el desarrollo del municipio y el establecimiento de políticas pública claras y precisas para que el desarrollo contemple las necesidades de los servicios públicos que requiere la sociedad.

CONSERVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Las necesidades de conservación mencionadas correspondieron al acuífero, mantenimiento de los corredores biológicos, la flora y fauna, especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010), manglar, zona costera, ríos subterráneos, cenotes, humedales, fracturas y áreas verdes dentro de la ciudad de Tulum.

También señalaron la necesidad de delimitar zonas de restauración ambiental y la reforestación de áreas siniestradas por incendios, particularmente de las ubicadas detrás de Chemuyil, así como la recuperación de cenotes.

MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Se mencionó la necesidad de darle un manejo adecuado a los residuos sólidos y líquidos, considerando la recolecta y disposición final, y con la infraestructura adecuada, como lo son las plantas de tratamiento y relleno sanitario, así como la ubicación de estas en sitios adecuados.

EDUCACIÓN AMBIENTAL

Indicaron la falta de platicas ambientales en temas como el manejo de residuos, cuidado del agua y medio ambiente en general. Y comentaron que incluir estos temas desde el sistema educativo sería una buena propuesta que debe ser considerada. También señalaron la importancia de establecer programas y curso de educación ambiental, para contar con mayores conocimientos sobre el cuidado del medio ambiente.

REGULARIZACIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

Señalaron la necesidad de la regularización de los asentamientos humanos que se ubican en los terrenos nacionales, indicando que la población asentada es mayor que la registrada en el ejido Francisco Uh May.

De igual manera se mencionó la regularización de asentamientos ubicados en el centro de población y zona costera, de manera particular que solicitó el establecimiento de criterios para estos asentamientos.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Indicaron que existe la necesidad de que el instrumento sea compatible y respetuoso con los límites de las áreas naturales protegidas.

APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES

Indicaron que es necesario el establecimiento de pautas para el aprovechamiento sustentable de los recursos, que no comprometa ningún ecosistema. También señalaron la importancia del establecimiento de criterios que permita a los ejidos aprovechar sus recursos naturales sin dañar la naturaleza.

PROYECTOS DEL GOBIERNO FEDERAL

Se expuso la preocupación sobre los proyectos del gobierno federal, de manera particular el nuevo aeropuerto, al considerar la afluencia de visitantes que se espera y con ello la generación de residuos sólidos, líquidos e impacto sobre la fauna, particularmente la que transita de las áreas naturales protegidas, como la de Sian Ka'an, hacia otras zonas. Asimismo, se mencionó el Tren Maya y sus obras asociadas, cuyo desarrollo tendrá implicaciones sobre la dinámica poblacional.

7 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA TERRITORIAL REGIONAL

7.1 ANÁLISIS JERÁRQUICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO A PARTIR DE LA CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL RELIEVE

Para poder analizar el relieve que compone al municipio de Tulum, es indispensable comprender su contexto regional dado por la relación Geología-Clima, en una primera aproximación que permita entender el origen de la Península de Yucatán, los procesos dominantes a nivel regional y los rasgos que caracterizan a la región del Caribe.

Para dicho análisis, este trabajo se basó en los planteamientos teórico-metodológicos de Bocco, et.al., 2010; Coque, 1984; Lugo, 1988; Meyerink, 1970; Ortiz, et al, 1998; Savigear y 1965; Zinck, 2012.

Dichas bases, permiten un entendimiento del relieve desde una óptica jerárquica, a la vez que aporta los elementos que explican su origen, procesos dominantes y evolución, entre otros.

Para la zona de estudio se identifican los siguientes niveles jerárquicos del relieve: Geoestructura, morfoestructuras, unidades morfogenéticas y paisajes geomorfológicos.

Geoestructura

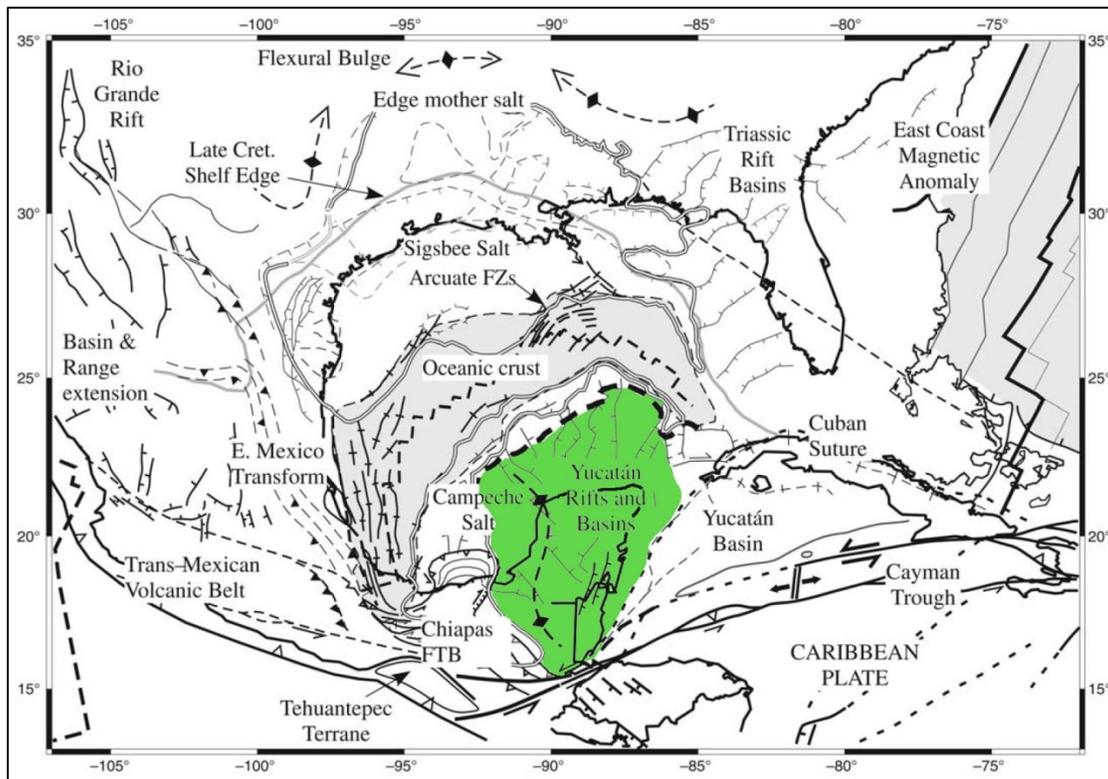
Este es el primer nivel jerárquico del relieve que está dado por su origen tectónico y los diversos tipos litológicos (rocas), caracterizados por su origen y edad.

La península de Yucatán recibe varios nombres: Plataforma Carbonatada de Yucatán, Bloque Maya, Bloque Yucatán, por citar los más usados en los textos de investigación. Todos son sinónimos y son usados dependiendo el tipo de investigación que se realiza, ya sea de carácter geológico, estructural, tectónico, estratotectónico, petrolero, etc. Para el presente trabajo se denominará como Geoestructura Península de Yucatán, ya que se considera tanto su evolución tectónica, como su origen geológico y su expresión morfogenética del relieve.

Esta geoestructura está considerada como “única en su tipo”, por la composición físico-química de las rocas sedimentarias que la componen, así como su evolución a lo largo de millones de años, pasando por diversas etapas con diferencias notables de frecuencia y magnitud, en los diversos procesos fluvio-marinos, kársticos y tectónicos que le han dado origen.

La siguiente figura, muestra el contexto regional en el cual se encuentra la península de Yucatán como geoestructura regional en el territorio mexicano.

Figura 1: La península de Yucatán como principal geoestructura regional en el sureste de México.



Fuente, Elaboración propia, tomada y modificada de: Peterson, 1983; Pindell, 1985; Pindell, 1993; Pindell, et. al, 2001; Pindell, et. al, 2003; Pindell, 2016; Pindell, et. al, 2019; Ross and Scotese, 1988; Salvador, 1987; Salvador, 1991.

El nivel de escala cartográfica de las geoestructuras es del orden de 1 a 10 millones, ya que cubren grandes extensiones de territorio.

Morfoestructuras regionales

Con base en los criterios teórico-metodológicos establecidos por Hernández, et. al., 2009, las morfoestructuras representan un nivel esencial en la interpretación del relieve, siguiendo un nivel igualmente jerárquico y tipológico. Con base en esto, se puede establecer las características morfoestructurales más importantes de las unidades de relieve que conforman un territorio o región.

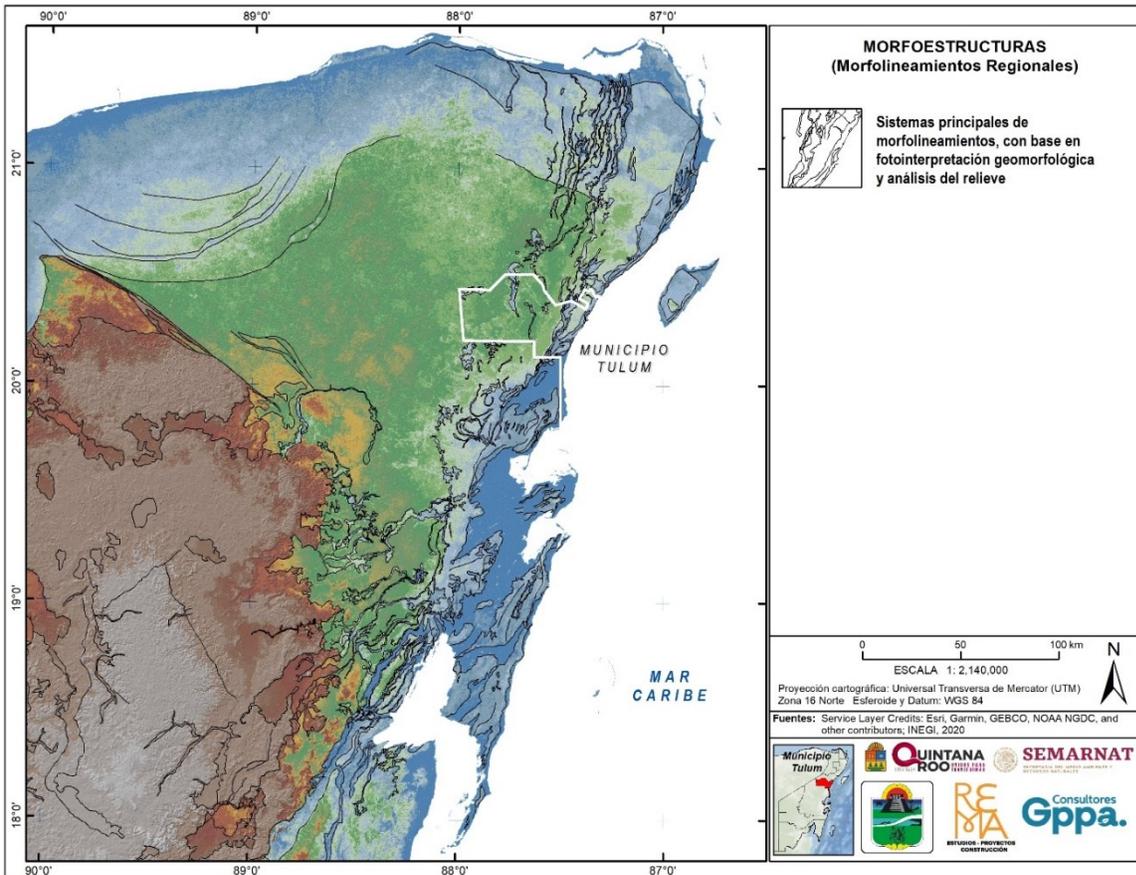
Las escalas cartográficas se encuentran referidas entre 1:1,000,000, hasta 1:500,000

Sin embargo, algunos autores consideran las escalas hasta 1:50,000, porque las morfoestructuras pueden mostrar los elementos geológicos geomorfológicos, en una amplia variedad de escalas. Es por esto importante siempre referir cuando se hacen los estudios del territorio, si se refieren a las morfoestructuras regionales o a las morfoestructuras locales o de escalas detalladas.

En el siguiente mapa, se muestran las principales morfoestructuras (lineales), que deben su origen y configuración a un extenso sistema de fallas y fracturas regionales que recorren la península de Yucatán. Cabe destacar que estos extensos sistemas de morfolineamientos, representan límites naturales entre las grandes morfoestructuras que conforman la gran geoestructura de la Península. Es por esto, que el origen y edad de estos sistemas son diferentes.

Este hecho es importante de resaltar, porque también estos sistemas representan los sectores en donde se presentan procesos de subsidencia y hundimiento del terreno a una escala regional, y para el tema de los riesgos y zonas vulnerables, representa un elemento de vital importancia para ser considerado en los estudios de riesgos y peligros.

Mapa 1: Principales morfolineamientos que delimitan grandes estructuras geomorfológicas en la península de Yucatán.



Fuente, elaboración propia con base en: Hernández, et al, 2009; Ortiz, 1998; Savigear, 1965.

Unidades morfogenéticas

El tercer nivel analítico del relieve lo conforman las unidades geomorfológicas regionales de carácter tipológico, las cuales se encuentran delimitadas y diferenciadas por su componente estructural basado en la tectónica y la geología, y modelados por los procesos exógenos (clima), dando origen a diferentes estilos morfogenéticos, dando como resultado las formas de relieve actuales. Dichas unidades morfogenéticas se muestran en el Mapa 1.

Estas unidades geomorfológicas dan la pauta para la delimitación de los sistemas y subsistemas fisiográficos. Por tal motivo, se recomienda hacer uso de esta clasificación del relieve, para efectuar ajustes en las provincias fisiográficas propuestas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Las escalas cartográficas pueden fluctuar del nivel regional al nivel de semi-detalle (1:1,000,000 hasta 1:250,000)

Paisajes geomorfológicos

El último nivel lo representan los paisajes geomorfológicos que tienen como característica distintiva su homogeneidad espacial, es decir, que pertenecen a un conjunto de geoformas de un mismo tipo de relieve.

El resultado final es la expresión en el territorio, de una serie de geoformas resultantes del modelado morfoclimático y de la regularidad en el arreglo de la red hidrográfica.

Este elemento puede sonar contradictorio, porque en la región en estudio, la presencia de ríos es casi nula, a diferencia del relieve de origen kárstico que es el dominante. Sin embargo, se presentan ciertos rasgos o elementos geomorfológicos, que permiten deducir, la presencia de antiguos lechos de ríos, como se aprecia en el mapa geomorfológico detallado.

Cabe destacar que el presente análisis de las geoformas del relieve del municipio de Tulum, fueron delimitadas y caracterizadas, teniendo como base los niveles hipsométricos y distintas condiciones ambientales determinadas por varios niveles topográficos de las planicies estructurales que existen en la península de Yucatán. Se toma en cuenta el tipo y origen de las pendientes, la geometría de los contornos y los perfiles de ladera.

La cartografía de estas unidades se recomienda llevar a cabo en escalas entre 1:100,000 hasta 1:20,000, y dependiendo del nivel de detalle de los mapas topográficos, hipsométricos y LIDAR o RADAR, utilizados como insumos, se considera entonces clasificar a los paisajes geomorfológicos agregando un nivel de mayor detalle con los llamados elementos geomorfológicos o también llamadas “topoformas del relieve”.

A continuación, en las siguientes tablas y mapa, se muestra la clasificación y caracterización de las unidades morfogenéticas y el conjunto de características y procesos dominantes que conforman la región de estudio.

Tabla 5: Clasificación y caracterización de los sistemas morfogenéticos y los procesos geomorfológicos dominantes en el estado de Quintana Roo y zona del municipio de Tulum.

| Sistemas morfogenéticos | Expresión morfológica principal | Características y procesos dominantes | Grado de evolución kárstica | No |
|---|---------------------------------|---|---|-----|
| Litoral | Planicies | Cordones litorales líticos y arenosos | | 1 |
| | | Flechas litorales | | 1a |
| | | Isla Barrera | | 1b |
| Kárstico-tectónico | Lomeríos | De elevaciones bajas < 200 msnm (dispersos y con planicies interiores amplias) | Tard | 2 |
| | | Disectados por torrentes y disolución sobre morfoalineamientos tectónicos | Juv-Mad | 3 |
| | Planicies | Estructural baja denudativa (< densidad de fracturas) | Rec | 4 |
| | | Estructural baja fitoestable | Rec-Mad | 5 |
| | | Estructural ondulada con disolución y denudación (>densidad de fracturas, alta concentración de formas cársticas) | Juv | 6 |
| | | Estructural ondulada denudativa de transición entre lomeríos y planicies | Mad | 7 |
| | | Estructural escalonada | Juv-Mad | 8 |
| | | Palustre con petenes chicos | Rec | 9 |
| | | Residuales acumulativas susceptibles de inundación | Tar | 10 |
| | | Residuales acumulativas susceptibles de inundación controladas estructuralmente | Mad-Tar | 11 |
| | | Palustre costera de inundación marina con hundimiento | Rec-Juv | 12 |
| | | Altas denudativas > de 200 msnm con lomeríos aislados | Tar | 13 |
| | | Distribución azonal | Dolinas agrupadas (inundadas -cenotes-) | Rec |
| Dolinas agrupadas (inundadas -cenotes-) y en proceso de formación de uvalas | Juv | | 15 | |
| Altos > 200 msnm disectados por torrentes | Mad-Tar | | 16* | |

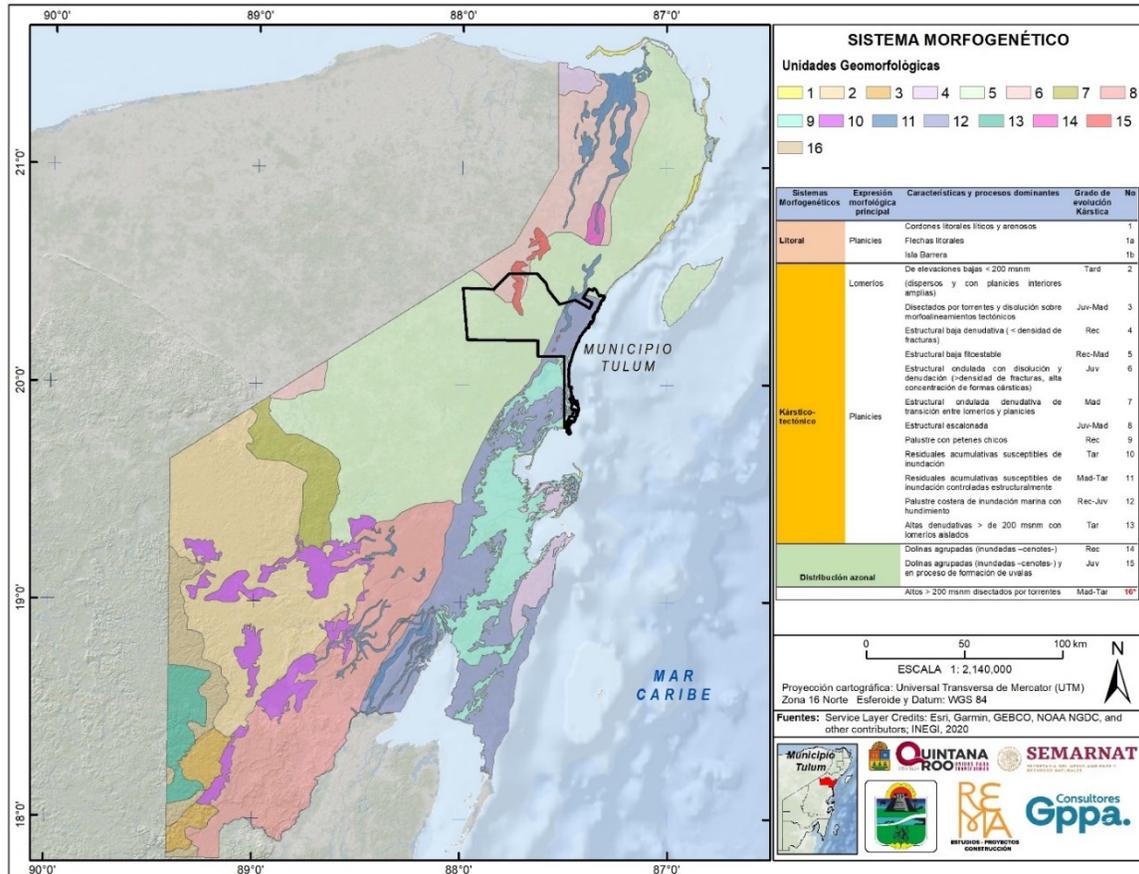
*Pertenece al sistema morfogenético Kárstico-tectónico

Tabla 6: Edad relativa del grado de evolución del relieve kárstico.

| | | |
|-----------------------------|--------------------|-------|
| Grado de evolución Kárstica | Reciente | (Rec) |
| | Juventud | (Juv) |
| | Madurez | (Mad) |
| | Tardía de relictos | (Tar) |

Fuente: Elaboración propia con base en, Bautista and Zinck, 2010; Bautista, et. al, 2011; Zinck, 2012.

Mapa 2: Sistema morfo genético del Estado de Quintana Roo.



Fuente: Elaboración propia, con base en: Bautista and Zinck, 2010; Bautista, et. al, 2011; Zinck, 2012.

Descripción de las unidades morfológicas

Sistema litoral

Se ubica en el borde externo continental, es una cuenca marginal o de transición entre el continente y el océano, recibe los sedimentos de la porción continental en combinación con los generados en el ambiente marino. Exhibe una estructura tabular con inclinaciones de las capas de roca ligeramente hacia el mar con relieve esencialmente llano. En estos sistemas la hidrodinámica costera del oleaje, las mareas y la deriva litoral son factores morfológicos relevantes.

1. Planicies de cordones litorales (líticos y arenosos). Se forman en ambientes costeros acumulativos y progadantes hacia el mar. Sus sedimentos pueden ser terrígenos y carbonatados o predominantemente carbonatados. La composición proporcional de los sedimentos denota la importancia relativa de las influencias continental (frente de avance deltaico y redistribución de los sedimentos en barras dispuestas a los flancos de las desembocaduras) o marina. Cuando los sedimentos confluyen en el mar las corrientes litorales se encargan de distribuirlos en una alternancia de camellones alargados y pequeñas hondonadas o depresiones ordenadas sucesivamente a diferentes ritmos de avance hacia el mar. También puede haber planicies intermareales de amplitud perpendicular reducida, con manglar y/o pastizales halófilos y blanquizales en el flanco interno de la isla barrera. Se diferencian en líticos que presentan fragmentos de roca y se encuentran más o menos estabilizados y arenosos que se encuentran en proceso de formación.

1a. Flecha litoral. Es una barra o fragmento de cordón litoral unido al continente con un patrón acumulativo notoriamente direccionado por la deriva litoral.

1b. Isla barrera. Es una barra litoral que se ha estabilizado o bien un cordón o cordones litorales alineados separados del continente por bocas o canales, incluyendo canales artificiales. Pueden ser también biogénicas, coralina y/o con fragmentos de conchas de material consolidado o cementado (coquina), emerge con los niveles de marea baja y forma plataformas de abrasión en la rompiente.

Sistema Kárstico-Tectónico

El relieve cárstico se debe a la actividad de la disolución de las aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles tales como caliza, yeso y sal. Típicamente el carst se desarrolla en zonas húmedas sobre superficies de estructura tabular y/o subhorizontal, de plataformas, terrazas estructurales y mesas.

Este sistema es el más representativo de la Península de Yucatán y se le ha denominado carso-tectónico por la estrecha relación entre la actividad neotectónica (desde al oligoceno hace 37 millones de años) y los patrones de disolución que dan origen al modelado cárstico. El relieve en su conjunto es considerado del tipo carst de mesa por la predominancia de estructuras tabulares monoclinales y se organiza en una serie de planicies estructurales a diferentes niveles altitudinales a 50, 100, 200 y de más de 200 msnm. En este sentido se pueden diferenciar dos grandes subregiones, una al norte y otra al sur. En el norte predominan superficies niveladas durante el Cuaternario (Lugo et al. 1992), resultado de transgresiones y regresiones desde el Pleistoceno, por lo tanto, el relieve cárstico es reciente y joven, predominando planicies estructurales denudativas y de disolución.

Por el contrario, la subregión sur ha mostrado levantamientos tectónicos desde el Mioceno (hace 24 millones de años) por lo que se presenta un relieve de lomeríos en cúpulas y planicies residuales resultado de un mayor grado de carsticidad.

Cabe aclarar que estas etapas muestran una evolución lineal que es modificada en diferentes grados denudativo-erosivos y disolutivos y según estilos regionales de actividad tectónica y sus correspondientes condicionantes ambientales exógenas. La valoración relativa de la etapa o grado de evolución cárstica por paisaje geomorfológico se incluye en la leyenda.

2. Lomeríos de elevaciones bajas < de 200 msnm y planicies interiores. Los lomeríos se encuentran aislados debido a prolongados periodos de denudación y disolución. Localmente pueden presentar disección poco profunda, sin embargo, predominan las planicies residuales extendidas.

3. Lomeríos disectados por torrentes y disolución sobre morfoalineamientos tectónicos. Son lomeríos altos de más de 300 msnm agrupados en bloques, donde la disección y la disolución siguen una red de drenaje rectangular evidentemente controlada por estructuras disyuntivas.

4. Planicie estructural baja denudativa. Es el carst de expresión superficial con puntos de absorción de formas exocársticas que incluye al microrelieve de lapiáz, depresiones someras, grietas y dolinas corrosivas. Dominio de la erosión superficial areal y la disolución. Hay una ausencia prácticamente total de lineamientos, salvo los asociados a la margen externa del cráter sepultado de Chicxulub.

5. Planicie estructural baja fitoestable. A diferencia de la planicie estructural baja denudativa con la cual guarda muchas semejanzas morfo genéticas, ésta se encuentra, en términos evolutivos, en etapa de pedogénesis y fitoestabilidad. Esto debido a las condiciones climáticas (clima cálido subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos) sin variaciones extremas en la temperatura (por arriba de los 18° promedio) y con humedad relativa alta permanente (>80%), lo que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia y el rápido restablecimiento de las áreas perturbadas hacia selvas secundarias. Se presentan como unidades aisladas con mayores tiempos de evolución cárstica (madurez).

6. Planicie estructural ondulada con disolución y denudación. Se caracteriza por una alta densidad de formas cársticas (más de 100 por km²) principalmente cenotes profundos. La conformación ondulada del terreno tiene que ver con la disgregación de dolinas en diferentes etapas de desarrollo y su coincidencia con una alta densidad de fracturas. Presenta altitudes promedio menores de 50 msnm.

7. Planicie estructural ondulada denudativa de transición entre lomeríos y planicies. A diferencia de la planicie denudativa baja, ésta se encuentra por debajo de los 50 msnm. El terreno ondulado está asociado a lomeríos aislados de transición entre lomeríos bajos y planicies bajas.

8. Planicie estructural escalonada. Es un relieve complejo donde se conjuga la expresión topográfica de morfoestructuras en terrazas estructurales afectadas por disolución. Se presentan hasta 4 escarpes bajos, menores de 70 m sucesivos del continente hacia el mar, modelados por disolución. En la base de los escarpes tectónico-erosivos donde se facilita la disolución por fracturas se forman localmente dolinas y uvalas que tienden a permanecer inundadas.

9. Planicie palustre de petenes chicos. Es una planicie similar a la anterior donde los Petenes pueden tener diámetros incluso de decenas de metros. Se encuentran Petenes con áreas promedio de 35 ha o menos. Estos petenes son principalmente de manglar y están probablemente sujetos a condiciones extremas de disponibilidad de agua y concentraciones salinas.

10. Planicies residuales acumulativas susceptibles de inundación. Planicies semicóncavas u hondonadas amplias limitadas por elevaciones calcáreas. Su origen está vinculado a los ciclos de la actividad disolutiva y erosiva. Se identifican sobre un relieve negativo de fondo plano con extensos depósitos deluviales y eluviales, bajo los cuales puede haber cavidades con circulación vertical y horizontal o en donde se dispone el nivel base de un horizonte impermeable. Cuando la planicie acumulativa es cubierta por extensos depósitos de terra rossa (arcillas y residuales no solubles de la caliza), pueden llegar a azolvar el nivel superficial, deteniéndose el desarrollo de tales formas e incluso formando cuerpos de agua debido a la impermeabilidad generada.

Esta expresión representa una etapa avanzada de la carstificación de forma aislada y dispersa, y puede existir una fisonomía de peñas ruiformes como testigos o remanentes de erosión de fases anteriores. Tienen un drenaje superficial deficiente y en su sistema hidrológico se incluyen aguadas, planicies de inundación semipermanente y de inundación estacional. Regionalmente son conocidos como “Bajos inundables”.

11. Planicies residuales acumulativas susceptibles de inundación controladas estructuralmente. A diferencia del paisaje anterior estas no están limitadas por lomeríos sino controladas por morfoalineamientos que originan depresiones alargada irregulares orientadas sensiblemente en dirección norte-sur.

12. Planicie palustre costera de inundación marina con hundimiento. Esta planicie es “*sui generis*” en su geodinámica. Presenta evidencias de hundimiento limitado por lineamientos o debilidades estructurales, donde se concentra la erosión. Se encuentra relacionada tectónicamente a la región del Caribe en la interacción de la micro placa tectónica de Cuba y la placa tectónica del Caribe.

13. Planicies altas denudativas > de 200 msnm con lomeríos aislados. Son las planicies más altas de la Península. Son denominadas también mesas o mesetas para distinguirlas del resto de las planicies. Se refiere a la morfología de estructura tabular concordante (mesetas, mesas, cuevas y terrazas).

Son terrenos elevados y llanos, usualmente de estructura monoclinal ligeramente inclinada. Su génesis es de tipo acumulativo sedimentario de depósitos en cuencas u hondonadas y posteriormente son afectados por una fase de actividad tectónica que propicia cambios en los niveles de base y un relieve mesiforme con diferentes llanuras preexistentes, que ha sido elevada por movimientos tectónicos o bien exhumadas por denudación planar y/o lineal.

La escasa pendiente favorece la acción de los procesos de denudación planar o en manto, sin embargo, en los flancos de las mesas domina la disección (erosión), a costa de ir reduciendo el área de la superficie tabular; desde los bordes y/o en las superficies de transición. En general se combinan procesos de denudativo-erosivos. En algunos sectores, la superficie del relieve adquiere un arreglo de cúpulas multiconvexas aisladas.

Sistema de distribución azonal

Este sistema se refiere más bien a un patrón de distribución espacial distintivo que no abarca grandes extensiones reconocibles por su morfogénesis o su expresión morfológica o que es repetible por analogía sin tener necesariamente el mismo origen o dinámica. Algunos paisajes tienen una expresión espacial de conjunto agrupando elementos puntuales del paisaje con fines cartográficos.

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

Su representación cartográfica es en conjuntos de dolinas inundadas o cenotes, claramente identificables.

15. Dolinas agrupadas y en proceso de formación de uvalas. Debido a que las dolinas entraron en franca etapa de juventud, tienden a unirse formando uvalas que tenderán con el tiempo a convertirse en poljes, si no hay una interrupción del ciclo.

***16. Lomeríos altos > de 200 msnm disectados por torrentes.** Debido a la predominancia de la circulación subsuperficial y subterránea del agua en esta zona, los lomeríos presentan disección por desagües activos temporales o torrentes (“torrenteras” como son conocidos regionalmente). Para la amplitud o energía del relieve en la Península, en esta zona (200-300 m) la profundidad de la disección es considerable. Sobre los fondos de los desagües se establecen a manera de vegetación riparia, selvas medianas subperennifolias. Presencia de cavidades vadosas. En su origen la morfología original forma parte de la misma morfoestructura mesiforme.

7.2 SUBSISTEMA FÍSICO-NATURAL

El subsistema natural o medio físico se refiere al territorio y sus servicios, comprendiendo elementos, procesos y condiciones del entorno natural. Su diagnóstico busca entender cómo funciona, sus problemas y potencialidades. Este diagnóstico debe abarcar características ambientales, formas de uso de recursos naturales, degradación, valor de conservación, potencialidad para actividades humanas, fragilidad y enfoque de cuenca. También debe considerar peligros, amenazas y el estado legal del suelo que puede influir en su uso y aprovechamiento. Este enfoque aborda integralmente el medio físico, permitiendo comprender su dinámica y cómo influye en el desarrollo y bienestar de las poblaciones.

7.2.1 SISTEMA FISIOGRÁFICO

Como primer elemento que debe de ser considerado en todo tipo de estudios ecológicos y de ordenamiento territorial es el llamado componente o sistema fisiográfico, ya que es la base en donde se sustentan el resto de los componentes que integran el medio físico, como son la topografía, el relieve, los suelos, la vegetación, el medio hídrico (cuerpos de agua y ríos, tanto superficiales como subterráneos), entre otros. Este sistema fisiográfico se encuentra regido por la geología y el clima a nivel regional. La distribución geográfica de ambos, permite establecer una extensa geodiversidad y biodiversidad con una firma o sello distintivo dependiendo la latitud y altitud a escala global.

Es de esta forma que la fisiografía se considera el primer nivel de análisis a escala regional que debe de ser considerado en todo tipo de estudio geo ecológico.

El siguiente nivel lo integran los subsistemas fisiográficos, que son unidades menores en escala espacial y que se encuentran contenidas dentro de los sistemas fisiográficos.

Cabe aclarar que tradicionalmente se denominaba al primer y segundo nivel fisiográficos como “Provincias Fisiográficas”. Sin embargo, para el presente estudio, es pertinente utilizar el término “sistema”, ya que se encuentra mejor fundamentado en los términos ecológicos y geográficos, los cuales son el sustento de dicho trabajo.

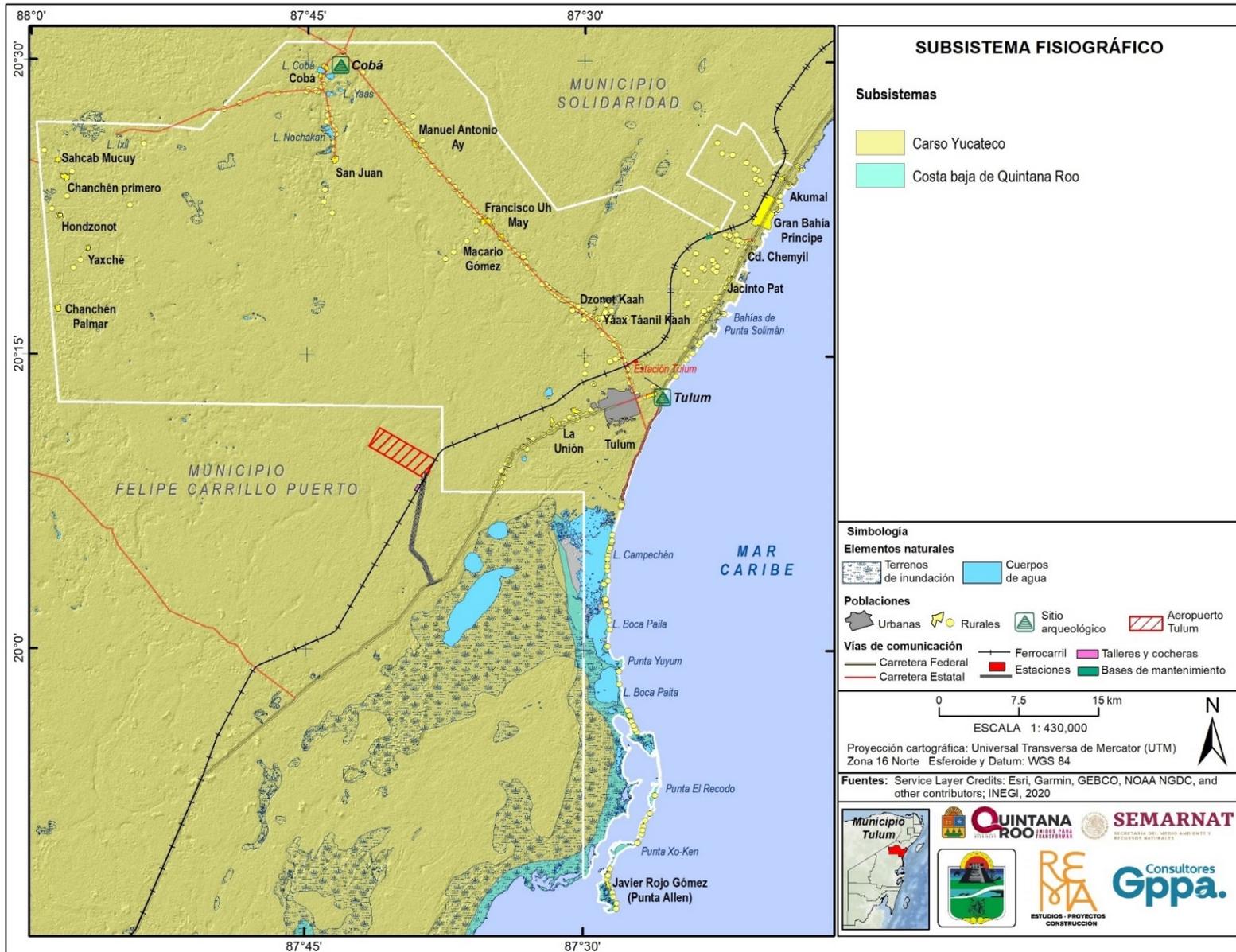
De acuerdo al Estudio Hidrológico (INEGI, 2002), el estado de Quintana Roo queda ubicado en esta provincia, misma que a su vez se divide en tres subprovincias:

- Carso y Lomeríos de Campeche.
- Carso Yucateco.
- Costa Baja de Quintana Roo.

El municipio de Tulum pertenece a la subprovincia Carso Yucateco, que es la que cubre la mayor extensión de superficie de la entidad. Desde el punto de vista geomorfológico es una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones.

Esta subprovincia se distingue por su topografía kárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (localmente denominadas cenotes) y en algunas de las cuales se asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, generalmente es una llanura con piso rocoso segmentado y salino con presencia de playas y duna costera (Pozo, et al., 2011).

Mapa 3: Contexto fisiográfico del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



7.2.1.1 TOPOGRAFÍA

Las características topográficas que conforman al municipio se encuentran representadas con base en la información digital elaborada por el INEGI, 2022.

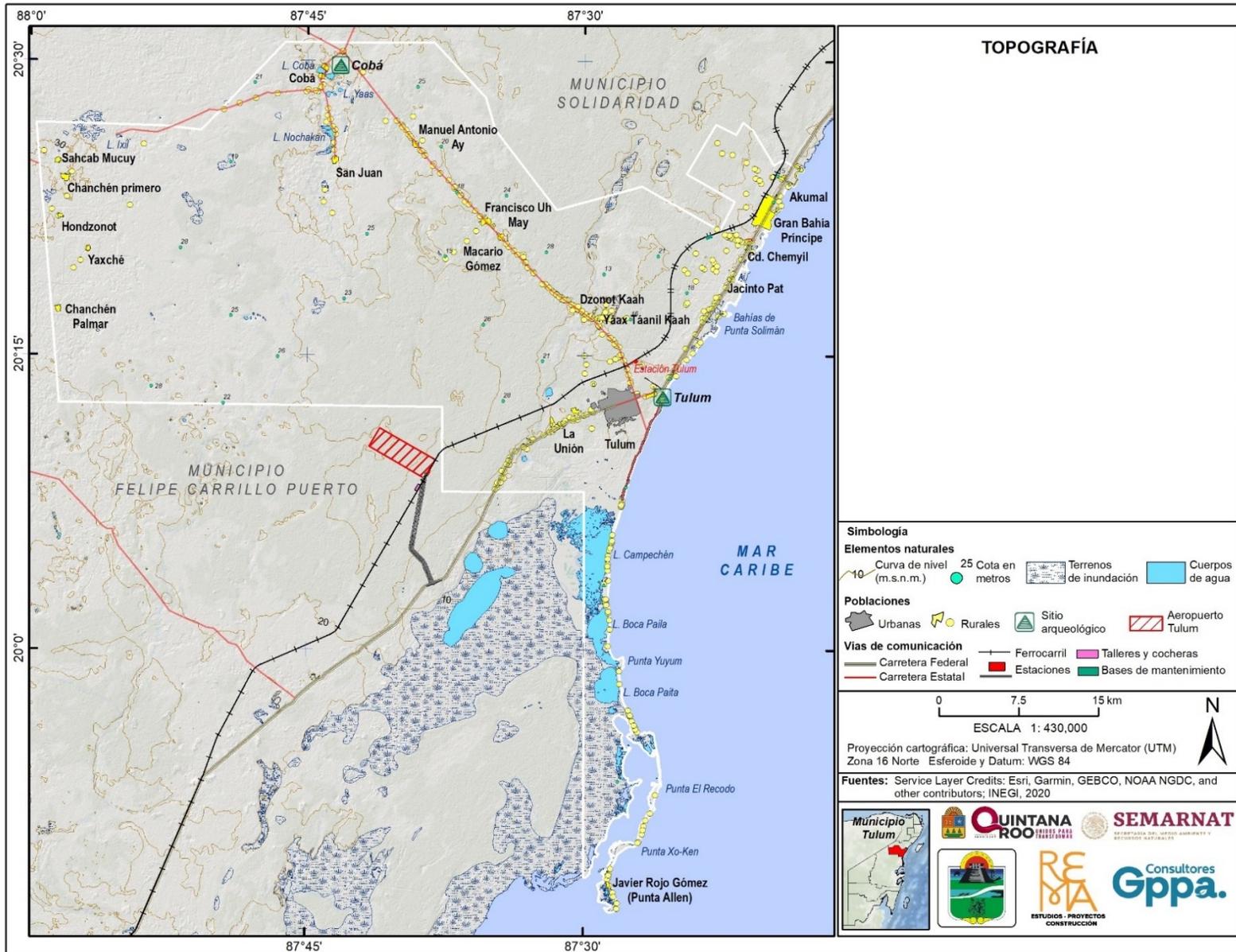
Con base en las curvas de nivel que se encuentran en intervalos de 10 metros, se puede tener una idea aproximada de la topografía.

Una delimitación de los rasgos topográficos que permiten tener una idea más cercana de la configuración del relieve es el llamado mapa de topoformas, elaborado por el INEGI. En este, destacan los siguientes elementos: Las llanuras rocosas, la llanura de depósito lacustre y las playas rocosa y la de barra inundable, siendo la llanura rocosa y la llanura de transición las que más superficie cubren del territorio del municipio.

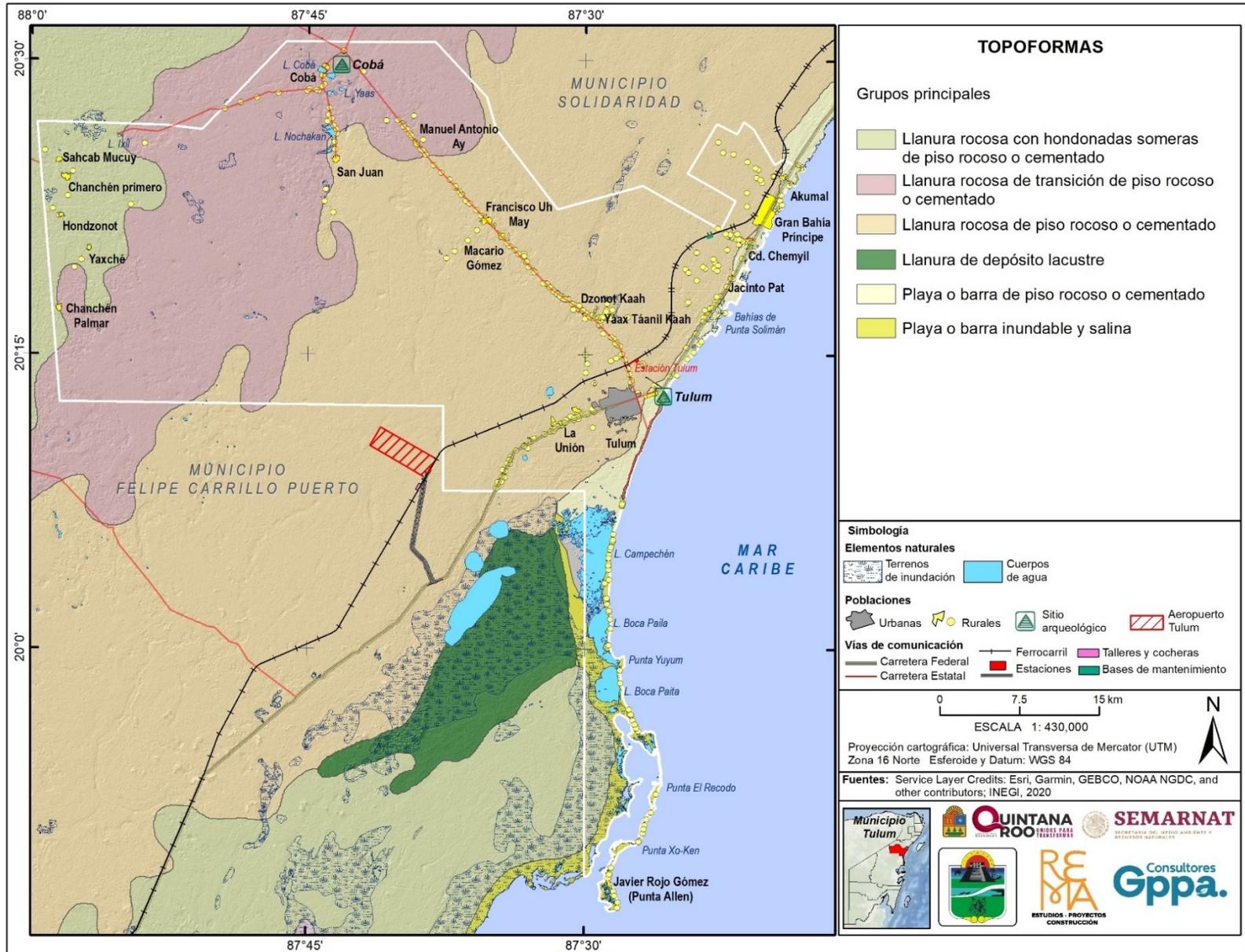
Los sistemas de topoformas corresponden al mayor nivel de desagregación de la descripción fisiográfica y morfológica que tiene el INEGI, es el mínimo elemento mediante el cual se establecen las condiciones del relieve para una zona específica.

La llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado se caracteriza porque las partes bajas se encuentran generalmente inundadas que llegan a formar lagos. Las hondonadas se encuentran cubiertas por suelos de color rojizo y en ocasiones de color oscuro que pueden ser clasificados en diferentes unidades de suelos que en la región se conocen con diferentes denominaciones: “Kancab, Chac luum, Box luum, etc.”, y que corresponden a Luvisoles, Cabisoles y Leptosoles, los lomeríos presentan suelos poco profundos identificados como Leptosoles. La llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado constituye una serie de elementos fisiográficos de conformación plana. La llanura rocosa de piso rocoso o cementado, en cuanto a su expresión fisiográfica corresponde a una penillanura de roca caliza con poco desarrollo de suelos. La playa o barra de piso rocoso o cementado, se trata de formaciones calcáreas en donde predominan suelos de tipo Leptosoles asociados con Solonchaks de textura media, menos desarrollados. La playa o barra inundable y salina, la constituyen suelos arenosos, producto de la desintegración de la roca caliza y restos de conchas acarreadas y acumuladas por el oleaje, corresponde a suelos tipo regosol, estas zonas se inundan dejando en algunos de los casos lagunas marginales.

Mapa 4: Topografía del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



Mapa 5: Topoformas (INEGI) del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



HIPSOMETRÍA

Ambos mapas, tanto el topográfico como el de topofomas, solo permiten una idea a nivel regional de los rasgos del relieve. Por tal motivo se elaboró un mapa de hipsometría derivado del modelo digital de terreno (MDT), con base en un levantamiento de radar efectuado por los Estados Unidos (imagen de radar), con una resolución de 30 metros por pixel, lo cual permite tener un nivel de detalle óptimo al momento de interpretar los atributos que conforman al relieve.

A través de un rango en color designado por convenciones cartográficas, se establecen intervalos dependiendo la altitud del terreno sobre el nivel del mar. El efecto visual de este producto, permite señalar las porciones bajas, intermedias y altas de cualquier territorio.

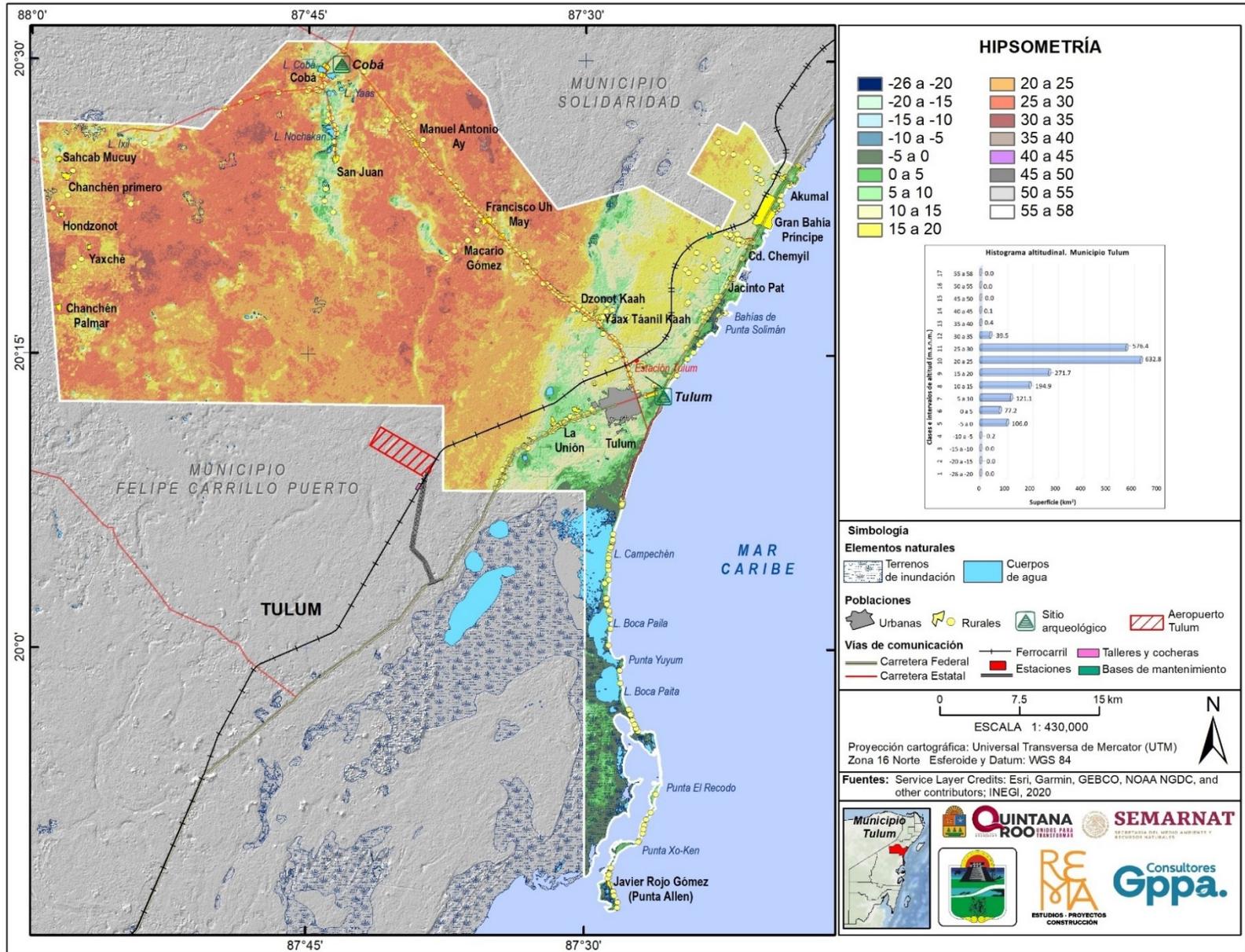
Los valores en los intervalos son elegidos a criterio, con base en los objetivos que demande el tipo de estudio. Para este trabajo se designaron intervalos cada 5 metros. Posteriormente se obtuvo la superficie en km² entre cada intervalo, generando con ello una gráfica de distribución o también llamado histograma altitudinal, el cual permite conocer cuál es la superficie dominante del relieve en función de su altitud.

Con este producto, se puede apreciar con mucho más detalle la configuración del relieve que conforma al municipio.

Destacan elevaciones de más de 50 metros en la porción centro norte y oeste del municipio, las cuales corresponden a una serie de planicies estructurales elevadas, en contraste con las porciones bajas ubicadas en las depresiones topográficas regionales de Cobá y la que corre de forma paralela a la zona costera con elevaciones de apenas 5 metros en promedio.

En la porción sur destaca las zonas de menor altitud, por debajo de los 5 metros en las bahías de Sian Ka'an.

Mapa 6:Hipsometría del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



7.2.1.2 GEOLOGÍA

CONTEXTO REGIONAL

Otro de los elementos del medio físico que resulta de vital importancia en estos estudios, es la geología, tanto en su contexto regional, como a nivel local.

México cuenta con varias fuentes de información geológica, entre las que destacan la de INEGI (años 80s) y la del Servicio Geológico Mexicano, (SGM, 2000) ambas a una escala regional de 1:250,000. Para la región del municipio de Tulum, no se cuenta con una cartografía a mayor detalle.

Desde el punto de vista estratigráfico, el municipio se encuentra dentro de la provincia geológica Plataforma de Yucatán, compuesta por un paquete de rocas carbonatadas, de edades que oscilan desde el Cretácico hasta el Reciente. La unidad más antigua que se encuentra expuesta en la región corresponde a la Formación Carrillo Puerto (TmplCz-Cq), la cual se encuentra constituida por una secuencia de rocas calizas y boundstone (coquina) de edad Mioceno-Plioceno que se distribuye en prácticamente toda la región. Se presentan afloramientos en Chemax, Chan Cenote, San Pedro Chemax, X-Can, Ignacio Zaragoza, Leona Vicario, Coba, Chumpón y Tulum.

Cubriendo a esta unidad se desarrollaron depósitos cuaternarios de areniscas poco consolidadas, constituidas principalmente por fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita de edad Pleistocénica (Qpt (?) Ar), que se observan en la porción oriental de la región en afloramientos aislados paralelos a la zona costera. Se presentan de igual forma, depósitos lacustres (Qhola), constituidos por arcillas, lodo calcáreo, arena y limo de color negro con un alto contenido de materia orgánica que se observan principalmente en los alrededores de pequeños cuerpos de agua de la zona arqueológica de Cobá y Punta Laguna.

Por otra parte, depósitos palustres (Qhopa), formados por limos y arcillas mezclados con materia orgánica, se observan en áreas aisladas a todo lo largo de la zona costera. Los depósitos del litoral (Qholi), están constituidos por arena blanca compuesta principalmente de fragmentos angulosos a subangulosos de ostras, bivalvos y gasterópodos a todo lo largo de la franja costera de la región.

Todas estas unidades que conforman la provincia geológica Plataforma de Yucatán, se encuentran prácticamente sin mostrar deformación, sin embargo, es posible observar en algunos afloramientos, ligeras ondulaciones. Con ayuda de sensores remotos (imágenes de satélite, ortofotos, MDT e imágenes de radar), es posible detectar algunos lineamientos estructurales, y que fueron interpretados como posibles fallas normales con dirección NE-SW, posiblemente formados como consecuencia de movimientos tectónicos de tipo distensivos, dando origen a un sistema regional denominado Depresión Ignacio Zaragoza-Chumpón.

Cerca de la ciudad Playa del Carmen, Puerto Morelos y Tulum, se encuentran varias plantas procesadoras de minerales industriales productoras de agregados pétreos entre los que dominan la grava y arena principalmente, y que son destinados a la industria de la construcción, así como para relleno de caminos y carreteras.

Las características geológicas de la región se expresan en el siguiente mapa.

Los estudios de índole geomorfológico, permiten conocer el origen, evolución, modelado y distribución de las formas de este tipo de relieve.

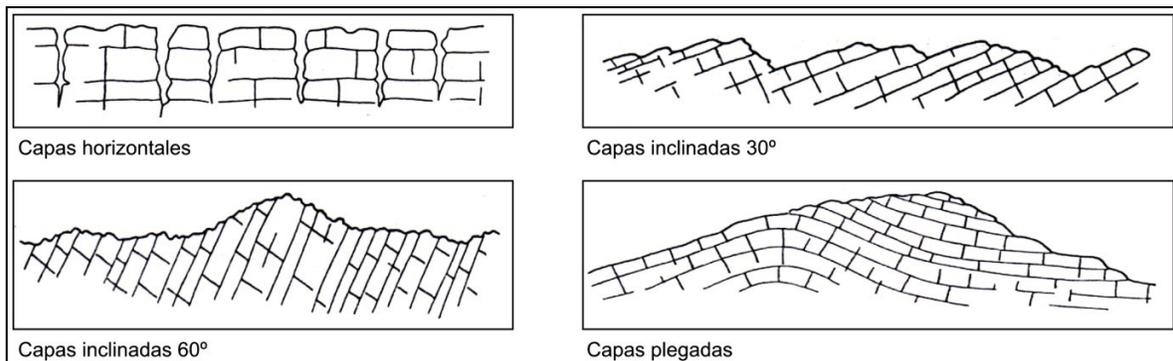
A continuación, se enlistan las condiciones para que se forme el relieve kárstico:

- Presencia de roca soluble, rocas calcáreas de origen sedimentario marino.
- Disposición o arreglo tabular de las capas o estratos de las rocas calizas.
- Presencia de una alta densidad de diaclasas, fracturas y fallas en el sustrato rocoso.
- Abundancia de agua prácticamente todo el año. Importancia de los flujos hídricos subterráneos.
- Clima que propicie la disolución de las rocas calcáreas, preferentemente climas templados, así como cálidos subhúmedos o cálidos-húmedos.
- La constante predominancia del proceso de denudación y disolución de las rocas calcáreas.

Se encuentra en primer lugar el sustrato rocoso de origen calcáreo, el cual presenta principalmente una disposición en la estructura de sus capas o estratos de forma tabular y la cual varía de manera más localizada en diferentes sectores.

Por otra parte, el grado de fracturamiento de las rocas traducido en diferentes densidades, es decir, lugares con mayor o menor presencia de diaclasas, fracturas y fallas, provoca que el grado de disolución de las rocas se manifieste de forma desigual.

Figura 2: Disposición de las capas o estratos de rocas calcáreas y su influencia en el grado de disolución de las mismas.



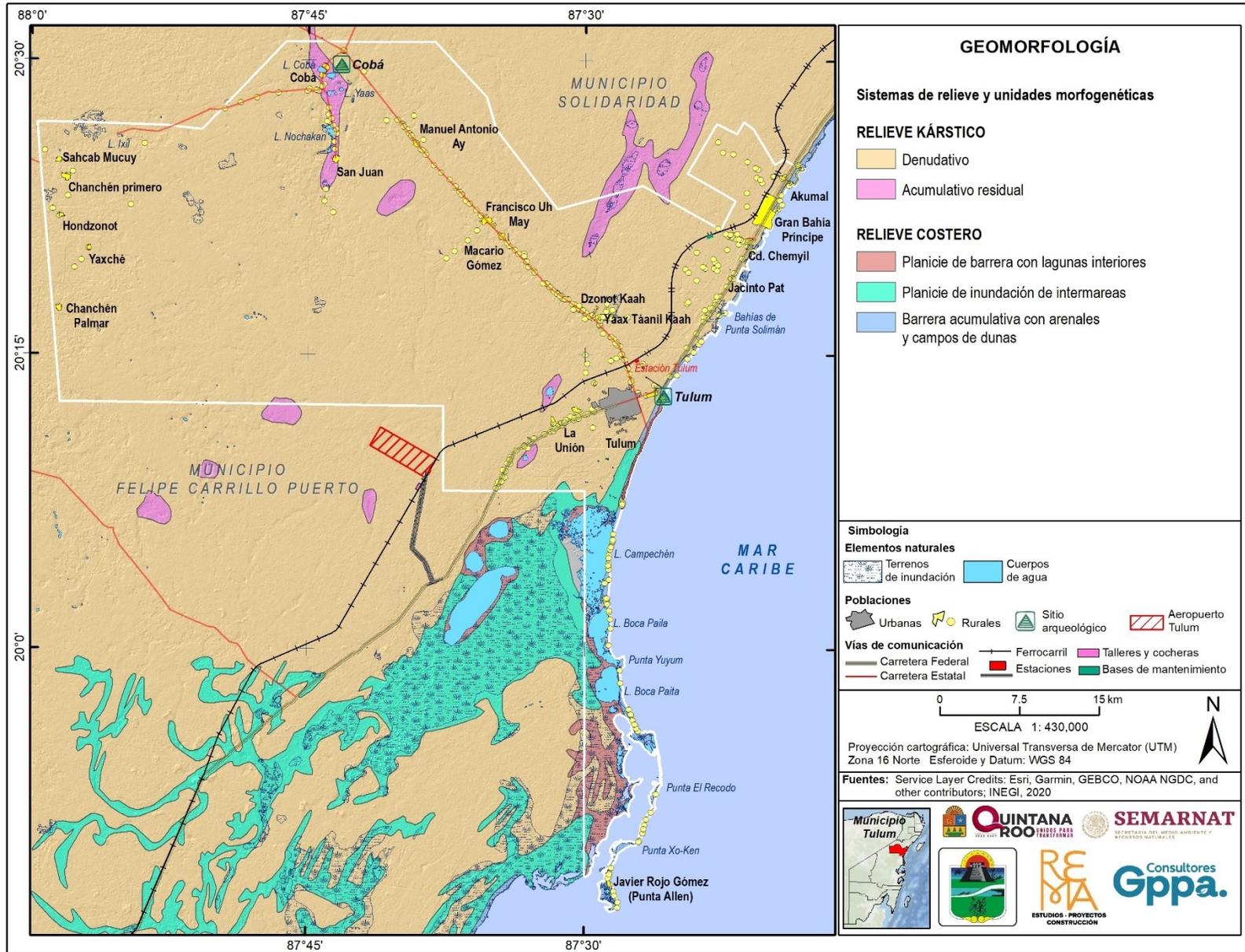
Fuente: Pedraza G., J. de. (1996).

7.2.1.3 GEOMORFOLOGÍA

CONTEXTO REGIONAL

De igual manera en el contexto regional, se muestra la geomorfología en donde se sitúa el municipio de Tulum. Esta información deriva de un estudio realizado por Ortiz, 2000, que muestra a nivel nacional y a una escala de 1:250,000 las principales unidades morfogénicas que conforman al relieve.

Mapa 8: Geomorfología regional (unidades morfogénicas) del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



UNIDADES MORFOGENÉTICAS

En la definición de las diferentes categorías de sistemas se incluye el análisis combinado del enfoque morfoestructural, es decir el origen y dinámica de un determinado estilo geológico o estructural y los procesos morfogenéticos que modelan el relieve a través de la influencia del clima, originando las formas del relieve actual. Las unidades morfogenéticas identificadas para el Estado de Quintana Roo son: el litoral, kárstico-tectónico y los de distribución azonal que representan elementos puntuales, lineales, de borde o franja y areales, originados por la disolución de dolinas, los efectos de las mareas y la tectónica.

En el siguiente nivel jerárquico se ubican los llamados paisajes geomorfológicos.

La característica distintiva está dada por la homogeneidad, es decir por la pertenencia de un conjunto de geoformas en un mismo tipo de relieve. Se incorpora la expresión del relieve como resultado de las características del modelado morfoclimático y de la regularidad del arreglo de la red hidrográfica, ambos son los factores diferenciadores que contrastan los distintos paisajes dentro del sistema terrestre.

El reconocimiento y la identificación se organiza también en función de los niveles hipsométricos y distintas condiciones ambientales determinadas por los varios niveles topográficos de las planicies estructurales que existen en la Península de Yucatán. Se toma en cuenta el tipo y origen de las pendientes, la geometría de los contornos y los perfiles de ladera.

GEOMORFOLOGÍA DETALLADA.

Derivado de las características y atributos que proporcionan los mapas de la topografía y geología, y complementado con el mapa hipsométrico, se deriva un análisis de mayor detalle que permite un análisis geomorfológico más preciso.

Este producto permite romper con una idea errónea y generalizada de que el relieve de la península de Yucatán y por ende del municipio es totalmente plano. Por el contrario, el relieve debe de ser comprendido como un sistema de estructuras de relieve kárstico, derivado de la disolución, la denudación y erosión de la roca superficial, dando como resultado formas de relieve elevadas en su topografía (montículos y torres), así como depresiones (dolinas, cenotes, uvalas, poldjés), todas éstas de diversos tamaños y formas, que pueden ir desde los centímetros hasta los cientos de metros.

Esta diversidad de relieve, permite a su vez una diversidad de la vegetación y la fauna, en una serie de ecotonos y corredores biológicos.

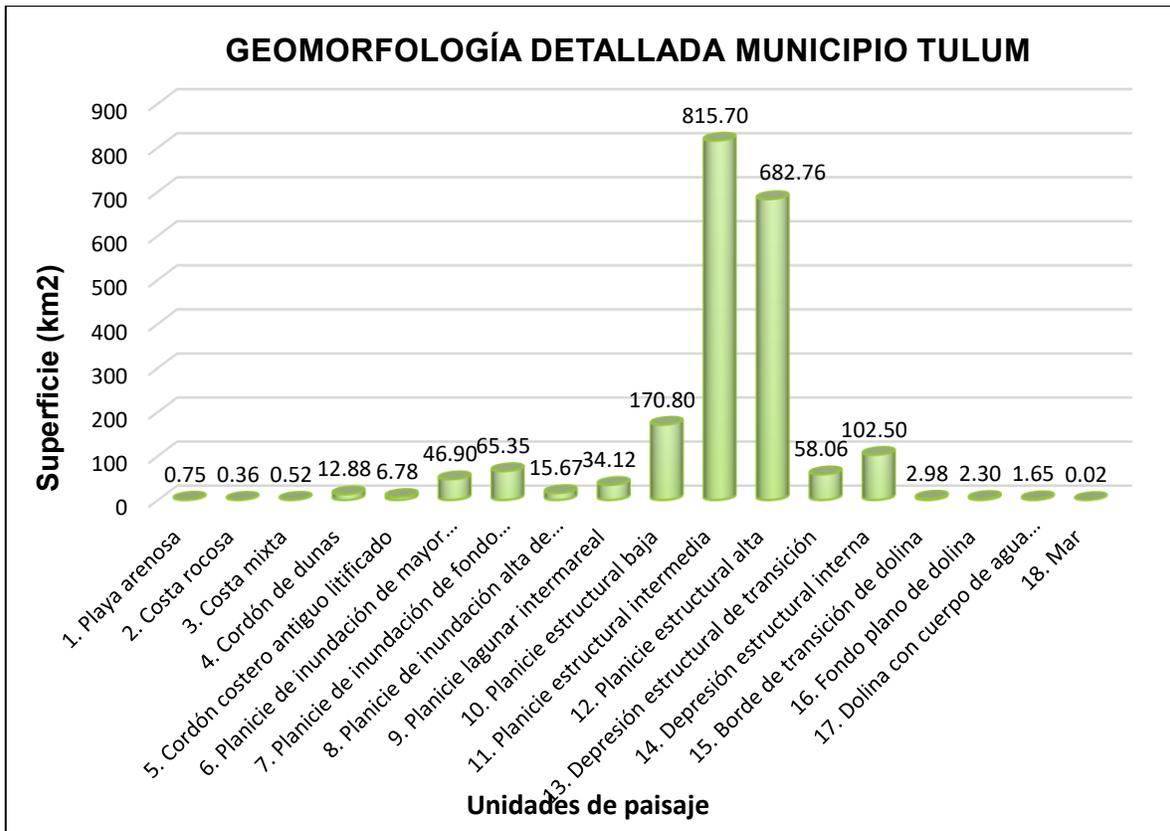
Esta simbiosis relieve-ecosistemas se ve fortalecida por el microclima de las diversas zonas que se extienden por el municipio.

Como resultado, se presentan 17 Unidades de paisaje geomorfológico. La superficie que cubre cada una de estas unidades de paisaje geomorfológico se muestran en la siguiente tabla y gráfica

Tabla 7: Unidades de Paisaje y superficie que ocupan dentro del territorio.

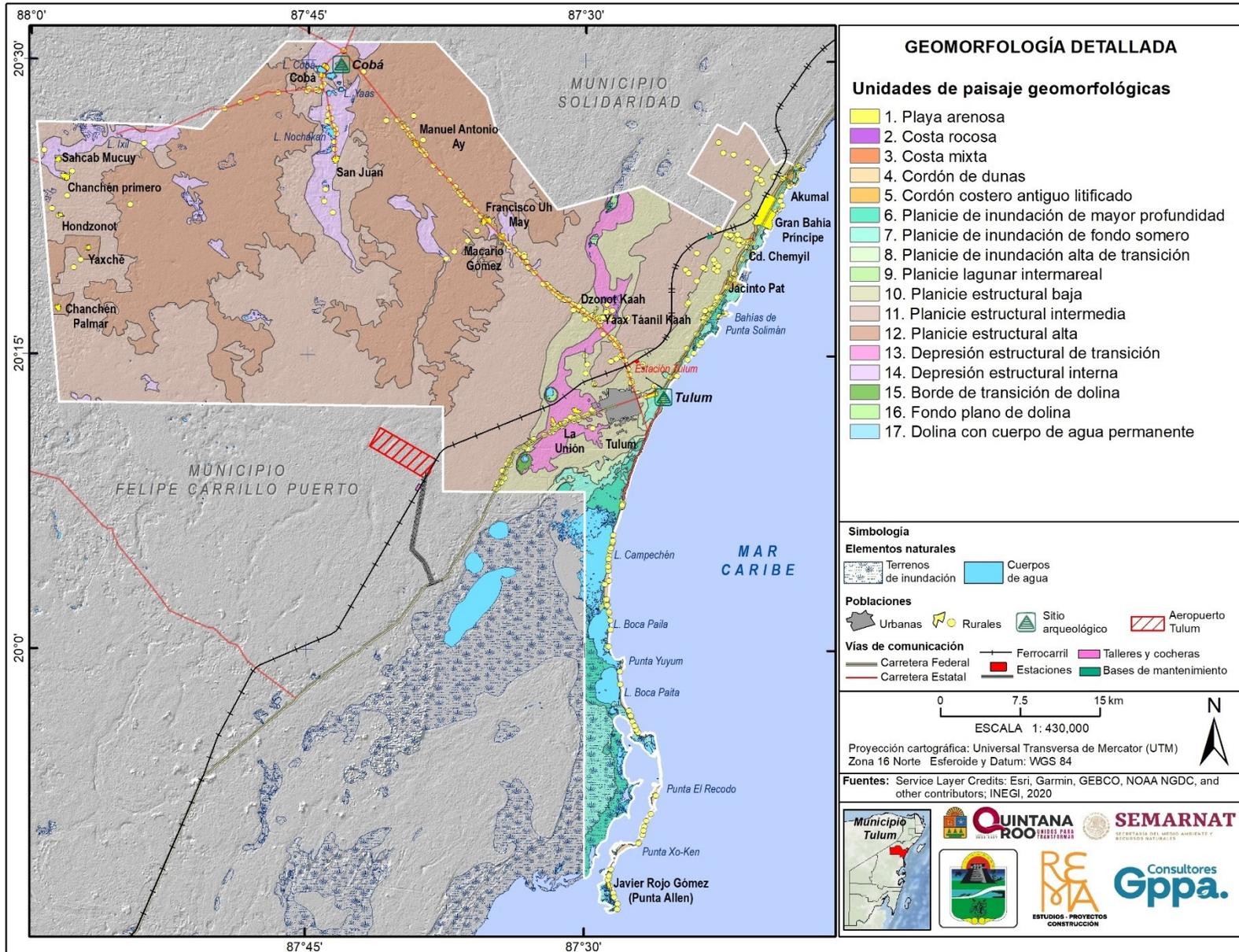
| Unidad geomorfológica | Superficie (km ²) |
|--|-------------------------------|
| 1. Playa arenosa | 0.75 |
| 2. Costa rocosa | 0.36 |
| 3. Costa mixta | 0.52 |
| 4. Cordón de dunas | 12.88 |
| 5. Cordón costero antiguo litificado | 6.78 |
| 6. Planicie de inundación de mayor profundidad | 46.90 |
| 7. Planicie de inundación de fondo somero | 65.35 |
| 8. Planicie de inundación alta de transición | 15.67 |
| 9. Planicie lagunar intermareal | 34.12 |
| 10. Planicie estructural baja | 170.80 |
| 11. Planicie estructural intermedia | 815.70 |
| 12. Planicie estructural alta | 682.76 |
| 13. Depresión estructural de transición | 58.06 |
| 14. Depresión estructural interna | 102.50 |
| 15. Borde de transición de dolina | 2.98 |
| 16. Fondo plano de dolina | 2.30 |
| 17. Dolina con cuerpo de agua permanente | 1.65 |
| 18. Mar | 0.02 |
| Total | 2,020.10 |

Figura 3: Distribución de las Unidades geomorfológicas en el Territorio de Tulum.



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 9: Geomorfología detallada del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



0

A continuación, se describen a detalle cada una de las unidades del geomorfológicas presenten en el territorio de Tulum.

Descripción de las unidades.

El sistema litoral se encuentra conformado por las siguientes unidades geomorfológicas:

1. Playa arenosa

Producto del acarreo de sedimentos y restos calcáreos y arenosos tanto del continente como del flujo de la deriva litoral, este tipo de relieve se extiende a todo lo largo desde la zona arqueológica de Tulum, hasta la porción sur en la llamada Punta Allen. El acarreo sedimentario a todo lo largo de la costa ha permitido la formación de flechas litorales y barras arenosas. La primera es un fragmento de barra o cordón litoral unido a porciones del continente, y modelado por las corrientes litorales dominantes.

La segunda es una barra litoral que se ha estabilizado o bien un cordón o cordones litorales alineados separados del continente por bocas o canales, incluyendo canales artificiales. Pueden ser también biogénicas, coralina y/o con fragmentos de conchas de material consolidado o cementado (coquina), emerge con los niveles de marea baja y forma plataformas de abrasión en la rompiente.

2. Costa rocosa

Exhibe una estructura tabular con echados ligeramente inclinados hacia el mar con relieve esencialmente llano. En estos sistemas la hidrodinámica costera del oleaje, las mareas y la deriva litoral son factores morfogenéticos dominantes. En sectores como la zona arqueológica de Tulum, se presentan caída de rocas debido al impacto del oleaje sobre el estrato rocoso, dando lugar al retroceso del litoral.

3. Costa mixta

Entre la costa rocosa, se intercala en algunas ocasiones las costas arenosas, dando origen a pequeñas bahías. Las entrantes de dichas bahías semejan una media luna o un medio círculo, lo que sugiere su probable origen kárstico y que ha sido modelado por el oleaje.

4. Cordón de dunas

Se trata de la barra costera más actual en términos de edad geológica (holoceno), y funge como una protección natural ante el embate de tormentas y huracanes provenientes del mar. Se encuentra bordeando todo el litoral desde Akumal hasta Punta Allen. La cubierta vegetal en algunos sectores le brinda una estabilidad ante la erosión eólica y de las tormentas en eventos extraordinarios. En otros tramos, puede presentar fragmentación en su estructura debido a la pérdida de la vegetación.

5. Cordón costero antiguo litificado

Producto de la retirada del mar en diferentes períodos geológicos, este elemento constituye el último vestigio de un antiguo frente costero. Los sedimentos que los conforman son de origen terrígeno y carbonatados o predominantemente carbonatados, en algunos casos. La composición proporcional de los sedimentos denota la importancia relativa de las influencias continental (frente de avance deltaico y redistribución de los sedimentos en barras dispuestas a los flancos de las desembocaduras. Cuando los sedimentos confluyen en el mar las corrientes litorales se encargan de distribuirlos en una alternancia de camellones alargados y pequeñas hondonadas o depresiones ordenadas sucesivamente a diferentes ritmos de avance hacia el mar. Con el paso del tiempo geológico, estos depósitos han sido litificados y cementados, proporcionándole una estructura rígida y sólida.

Esta estructura se extiende desde la costa de Akumal, hasta las inmediaciones de la parte arqueológica de Tulum, hasta desaparecer completamente. Su papel es de servir de límite natural entre las planicies de inundación y la planicie estructural.

6. Planicie de inundación de mayor profundidad

Este sector se encuentra distribuido a lo largo de la zona de contacto con la duna costera la cual la protege, y dándole al mismo tiempo la condición de estar inundada permanentemente y que corresponde en la mayoría de las veces con las zonas de ubicación del manglar. Es por tal motivo que resalta la importancia ecológica de estos lugares.

7. Planicie de inundación de fondo somero

En un nivel ligeramente superior se encuentra esta unidad, la cual es susceptible de sufrir constantes elevaciones del nivel de inundación en lluvias estacionales y con tormentas de intensidad menor. En algunos sectores, se presentan afectaciones a las vías de comunicación y a zonas con población. La carretera 307, cruza por algunos sectores de esta planicie.

8. Planicie de inundación de transición

La zona de influencia de esta planicie se encuentra entre los 5 metros y más elevada sobre el nivel del mar, pudiendo llegar hasta los 10 metros de manera muy localizada en algunos sectores como es el caso en las inmediaciones de la ciudad de Tulum. Esta planicie sufre de inundaciones en eventos muy extraordinarios, pero que sin embargo pueden llegar a afectar a las vialidades y algunas infraestructuras.

9. Planicie lagunar intermareal.

Su ubicación se encuentra referida al sector sur del municipio y corresponde a la zona de reserva de Sian Ka'an. Su influencia a diferencia del resto de las planicies, es dominada por el proceso intermareal de entrante del mar hacia los cuerpos lagunares. Sin embargo, el descenso del nivel del mar por tiempos prolongados provoca una fuerte evaporación dando lugar a la formación de blanquiales, y costras de sal.

El sistema continental se encuentra constituido por el relieve kárstico dominante en toda la región de la península de Yucatán, debido a la actividad de la disolución de las aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles tales como caliza, yeso y sal. Típicamente el karst se desarrolla en zonas húmedas sobre superficies de estructura tabular y/o subhorizontal, de plataformas, terrazas estructurales y mesas. Este sistema es el más representativo de la península y se le ha denominado kárstico-tectónico por la estrecha relación entre la actividad neotectónica (desde al oligoceno hace 37 millones de años) y los patrones de disolución que dan origen al modelado cárstico. El relieve en su conjunto es considerado del tipo karst de mesa por la predominancia de estructuras tabulares monoclinales y se organiza en una serie de planicies estructurales a diferentes niveles altitudinales.

10. Planicie estructural baja.

Está conformada por el relieve kárstico de expresión superficial con puntos de absorción de formas exocársticas que incluye al microrelieve de lapiáz, depresiones someras, grietas y dolinas corrosivas. Dominio de la erosión superficial areal y la disolución de la roca

11. Planicie estructural intermedia

Se trata de un relieve complejo donde se conjuga la expresión topográfica de morfoestructuras en terrazas estructurales afectadas por disolución. Se presentan varios escarpes en diferentes niveles, sucesivos del continente hacia el mar, modelados por disolución. En la base de los escarpes tectónico-erosivos se dan las condiciones que facilitan la disolución por fracturas. Se forman localmente dolinas y úvalas que tienden a permanecer inundadas en algunos sectores.

12. Planicie estructural alta

Son terrenos elevados y llanos, usualmente de estructura monoclinal ligeramente inclinada. Su génesis es de tipo acumulativo sedimentario de depósitos en cuencas u hondonadas y posteriormente son afectados por una fase de actividad tectónica que propicia cambios en los niveles de base y un relieve mesiforme que ha sido elevada por movimientos tectónicos o bien exhumadas por denudación planar y/o lineal. La escasa pendiente favorece la acción de los procesos de denudación planar o de despliegue en manto, sin embargo, en los flancos de las mesas domina la disección (erosión), a costa de ir reduciendo el área de la superficie tabular; desde los bordes y/o en las superficies de transición. En general se combinan procesos de denudativo-erosivos.

13. Depresión estructural de transición

Se conforma de una estructura alargada de trazo sinuoso y con una orientación generalizada del NE al SW. Se encuentra por debajo de la planicie estructural baja y representa una transición entre las formas del relieve dentro de la porción continental continente en relación del relieve y unidades geomorfológicas del sistema costero.

Destaca el hecho de que en a lo largo de su trazo, se han desarrollado una serie de dolinas, cenotes, y otras formas kársticas de gran tamaño, desde los 500 a los 1200 metros de longitud.

14. Depresión estructural interna

Esta depresión se encuentra localizada en la porción más interna del municipio de Tulum, desde el sector norte y con dirección sur-sureste. En el extremo norte en la colindancia del municipio se ubica la zona arqueológica de Cobá, destacando este hecho, al presentarse inundaciones de temporada y en eventos extraordinarios. Es también denominada una zona inserta en la planicie estructural intermedia, y por ende de transición.

Finalmente, destacan formas del relieve que por sus características conforman un pequeño sistema o subsistema de diversidad florística diferente a las inmediaciones que lo bordean, formando hacia el interior, ecotonos. Se distingue porque no abarca grandes extensiones y más bien se encuentran de forma dispersa y localizada sobre el territorio.

Las dolinas son circulares o subcirculares vistas en planta, de diámetros que varían entre unos pocos metros hasta uno o más kilómetros. Sus bordes pueden ser verticales o inclinados.

15. Borde de transición de dolina.

La mayoría son originadas por disolución en diferentes estilos, desde las originadas en superficie propiamente por disolución hasta las de colapso por disolución subterránea. Son la representación más típica del relieve kárstico en superficie, en fases de karsticidad reciente y de juventud.

16. Fondo plano de dolina

Las dolinas presentan en la mayoría de las veces un fondo plano el cual permite la acumulación de sedimentos y residuos de suelos, arenas, arcillas y elementos diversos, producto de los procesos de intemperismo y denudación que le dan forma al mismo relieve. Estos productos residuales forman una sucesión de capas que permiten incluso la acumulación de agua,

17. Dolina con cuerpo de agua remanente.

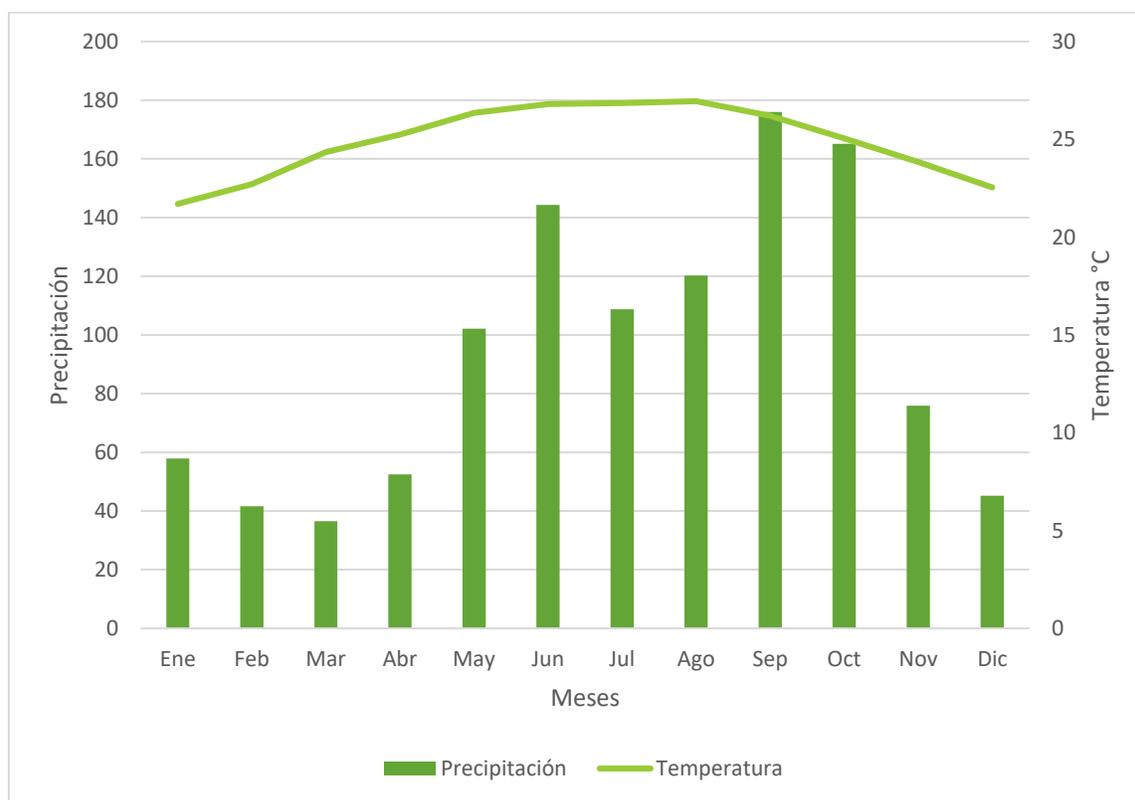
7.2.1.4 CLIMA

Con base en el Servicio Meteorológico Nacional y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se muestran los datos de temperatura, precipitación y el clima, con base en (García, E, 1964), y que resulta dominante en la región central del estado de Quintana Roo, y que influye directamente en el municipio de Tulum.

Con base en los registros meteorológicos, de algunas estaciones climatológicas, se muestra una temperatura media anual de 24.85°C, la cual se obtuvo como un promedio de dos diferentes estaciones meteorológicas (Tulum, clave 23025 y Cobá, clave 23012). Los datos muestran una precipitación de 1,126.2 mm, tanto la temperatura como la precipitación corresponden al periodo comprendido entre 1981 al 2010.

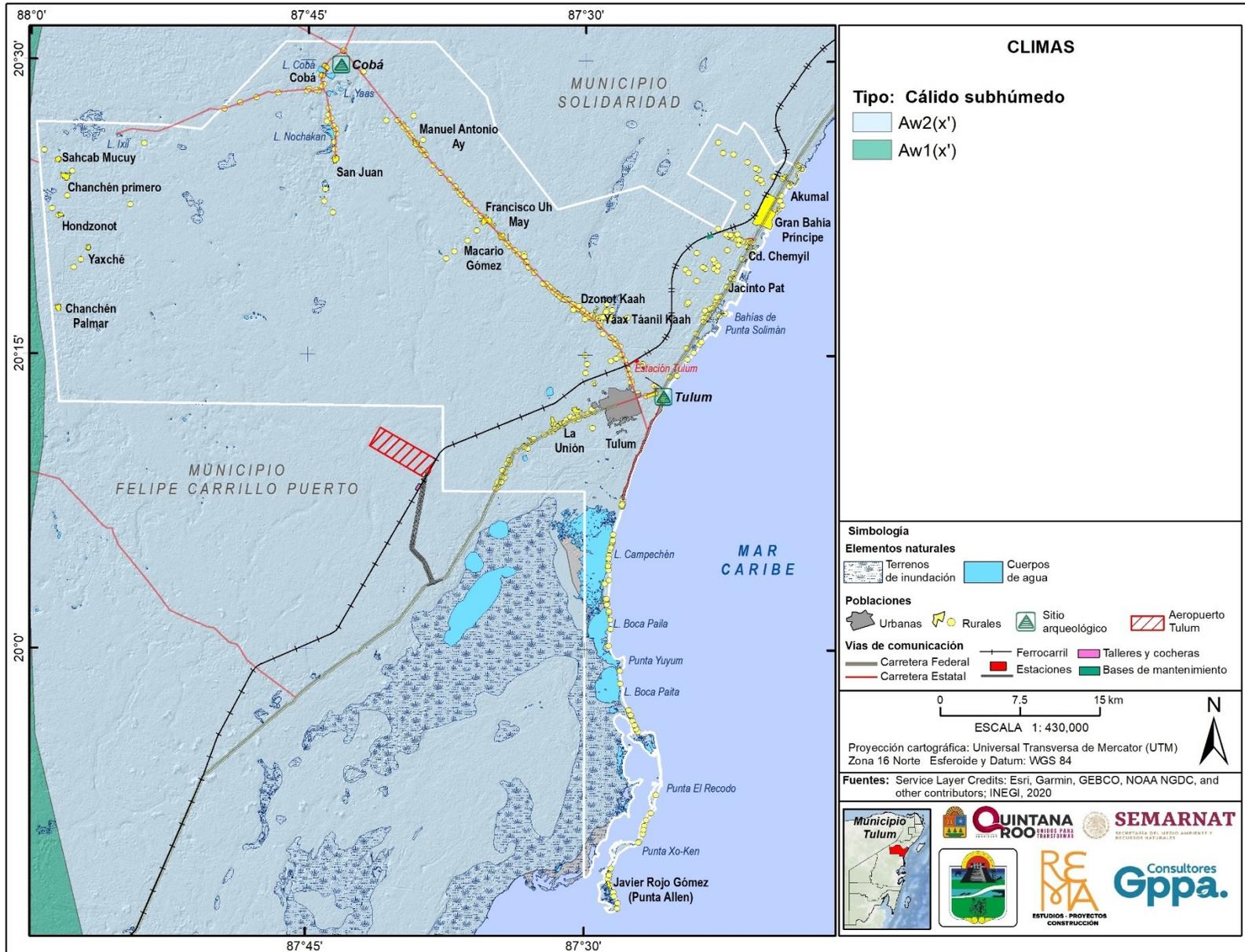
La unidad climática de acuerdo a los datos del INEGI, el clima del municipio de Tulum es cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw2 (x').

Figura 4: Temperatura media y precipitación, promedios mensuales.



Fuente: Elaboración propia con información tomada de las estaciones climatológicas 23025-Tulum y 23012 Cobá.

Mapa 10: Clima del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



Otros factores que son importantes, son las depresiones tropicales y los ciclones, que se manifiestan durante los meses de junio a octubre, ya que la península se halla cerca de 4 regiones matriciales de huracanes: El Golfo de Tehuantepec, la Sonda de Campeche, el Caribe Oriental y la Región Atlántica, aunque los ciclones con vientos entre 150 a 300 km/h que más le afectan vienen principalmente de las 2 últimas regiones. La mayor parte entran por la costa oriental de Quintana Roo, de allí que es en el estado donde llegan con mayor fuerza y poder destructivo, y salen por las costas de Yucatán y Campeche.

Entre los huracanes más recordados están "Janet" (1955), "Carmen" (1974), "Hallie" (1966), "Dorothy" (1970), "Eloise" (1975), "Gilberto" (1988) y "Ópalo" y "Roxane" en 1995.

7.2.1.5 HIDROLOGÍA Y SUBCUENCAS

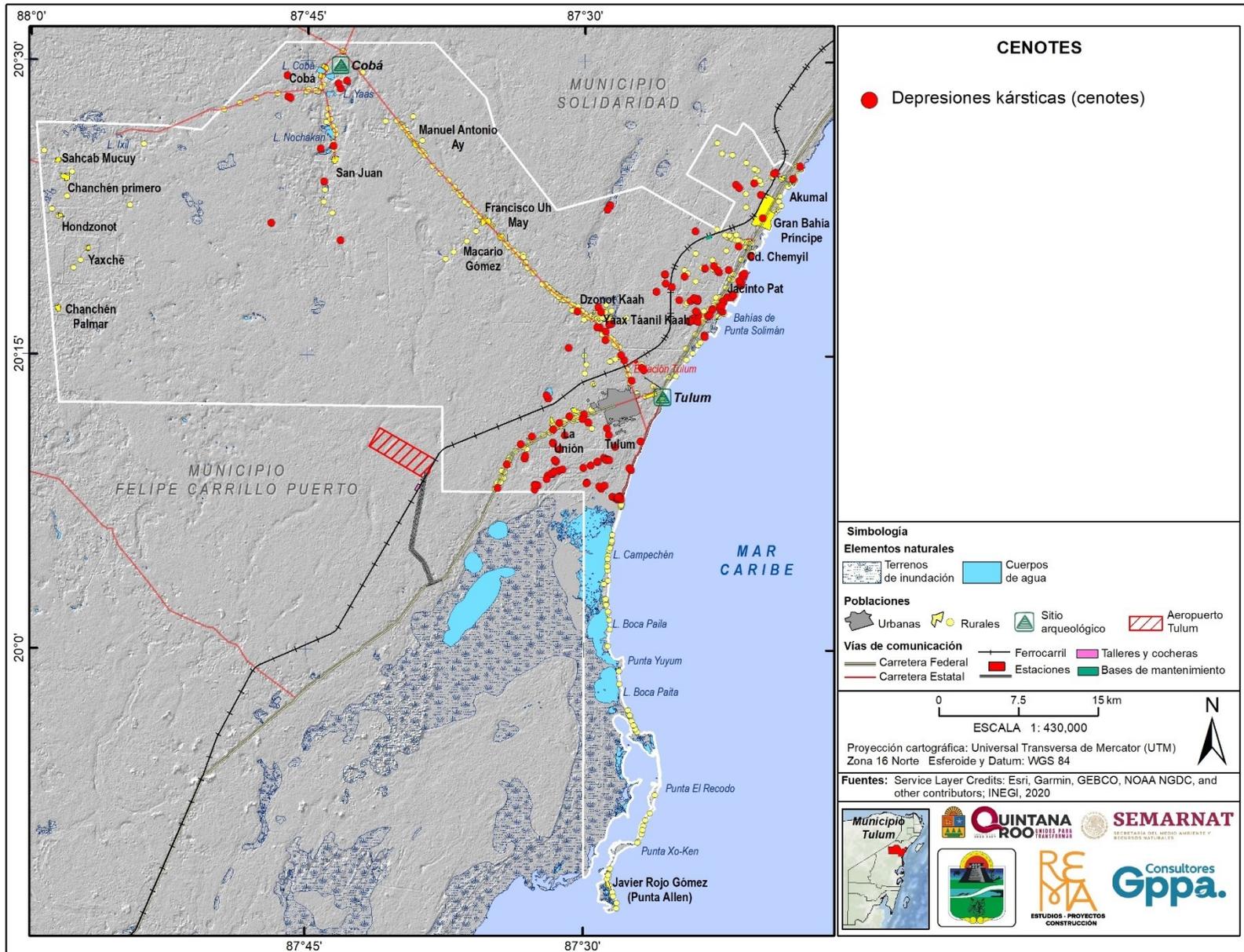
Debido a las características fisiográficas y geológicas de la región, no se presentan ríos superficiales importantes y, solamente destacan en la superficie del terreno diversos cuerpos de agua los cuales se encuentran confinados en estructuras semicirculares y circulares de origen kárstico, los cuales reciben el nombre local de cenotes. Algunos de los más importantes son:

- El Gran Cenote, con una profundidad de hasta 10 metros, localizado a 3.5 km de la ciudad de Tulum, sobre la carretera que conducen a la zona arqueológica de Cobá;
- el cenote La Calavera, con una configuración de rocas en el fondo que asemeja al de un cráneo humano;
- el Cenote Car Wash con una extensión de 50 metros y una profundidad de hasta 3 metros, el cual sirve de conexión con varios parajes subacuáticos, y el cual ha sido utilizado como parador turístico;
- el Cenote Cristal por la claridad de su agua y,
- el Cenote Zazil-Ha el cual fue descubierto hace aproximadamente 30 años y ha sufrido hasta nuestros días, diversos cambios para activarlo como un complejo ecoturístico. Con una profundidad de hasta 3 metros, conecta con una caverna la cual llega a una cámara conocida como Las Lagrimas

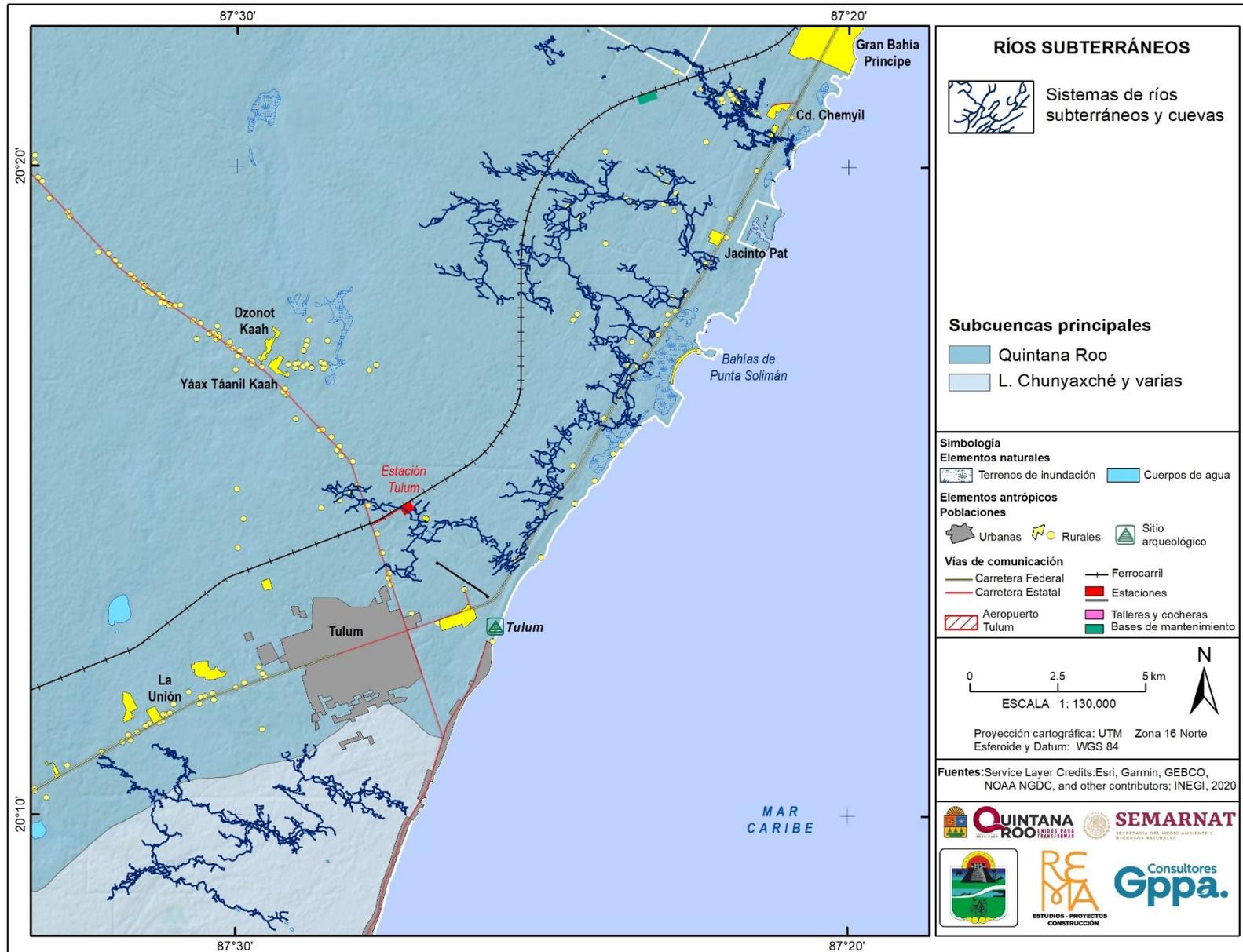
Estos son solamente algunos ejemplos de la diversidad de depresiones de origen kárstico que caracterizan a la región.

Sin embargo, el verdadero potencial por su riqueza hídrica, lo representa el sistema de cavernas por las cuales fluyen los ríos subterráneos provenientes del continente y que en la mayoría de los casos desembocan al mar, a través de las múltiples cavidades subterráneas, como es el caso de los sistemas de cavernas denominados Sacactun ubicado entre la población de Akumal y la zona arqueológica de Tulum y el sistema Oxbelha, ubicado en las inmediaciones de la Ciudad de Tulum y llegando a extenderse hacia el continente por cerca de 20 km.

Mapa 11: Cenotes del municipio de Tulum.



Mapa 12: Hidrogeología del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



A continuación, se retoman los estudios realizados y validados en la versión del POEL 2018 sobre el componente Agua (Caracterización Ambiental).

7.2.1.5.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS

Por lo general, el término “cuenca hidrográfica” se refiere a la definición geográfica de la misma y se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la “cuenca hidrológica” se suele entender como una unidad para la gestión que se realiza dentro de la cuenca hidrográfica e incluye las aguas subterráneas (acuíferos). Sin embargo, la Ley de Aguas Nacionales utiliza “cuenca hidrológica” con el mismo sentido que otras fuentes atribuyen a “cuenca hidrográfica” que es el término correcto.

Las cuencas dependiendo de sus características, disposición y espacio geográfico pueden ser de dos tipos:

- a. Cuenca hidrográfica: Contienen los escurrimientos de agua que conducen hacia un punto de acumulación terminal.
- b. Cuenca hidrográfica abierta: Cuando el punto de acumulación terminal en el mar; de no terminar en el mar, se trata de una cuenca cerrada.

En ese sentido podemos dividir la hidrología estatal en superficial como cuencas hidrológicas y la subterránea en zonas geohidrológicas.

7.2.1.5.1.1 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El Estado de Quintana Roo se ubica dentro de dos Regiones Hidrológicas: la RH-32 Yucatán Norte (Yucatán) que ocupa el 31.77 % del territorio estatal y la RH-33 Yucatán Este (Quintana Roo) que abarca el 68.23 % de la superficie estatal. A su vez estas regiones hidrológicas se dividen en cuencas hidrológicas, de las cuales la entidad está sobre cuatro de ellas:

- La RH-32, la cual alberga a las Cuencas 32A Quintana Roo (31 % de la superficie estatal); la Cuenca 32B Yucatán (0.77% de la superficie del Estado).
- La RH-33 en la cual se distinguen las cuencas la 33A Bahía de Chetumal y otras que ocupa el 34.76 % del territorio estatal y la 33B Cuencas Cerradas con el 33.47 %. De la superficie del Estado.

El municipio Tulum está ocupado por las cuencas hidrológicas Quintana Roo y Cuencas Cerradas B; la primera se ubica al Norte del Estado y abarca la mayor parte de la superficie municipal con 91.27 %, mientras que la segunda se ubica al Suroeste de la entidad y abarca el 8.73 % del municipio.

La cuenca Quintana Roo además de la superficie continental que ocupa, abarca las Islas de Cozumel, Mujeres y Contoy, ocupando en conjunto el 31 % del territorio estatal. La temperatura media anual en ella es de 26 °C, con una precipitación que va de 800 mm al Norte, a más de 1,500 mm al Sureste, con un rango de escurrimiento del 0 al 5 % que abarca prácticamente toda su superficie a excepción de las franjas costeras, que tienen 5 al 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos. Dentro del municipio Tulum esta cuenca cuenta con cuatro microcuencas, Coba, Tulum, Ciudad Chemuyil y Tihosuco, que se distribuyen al Noroeste, Centro, Este, y Oeste del territorio municipal, respectivamente.

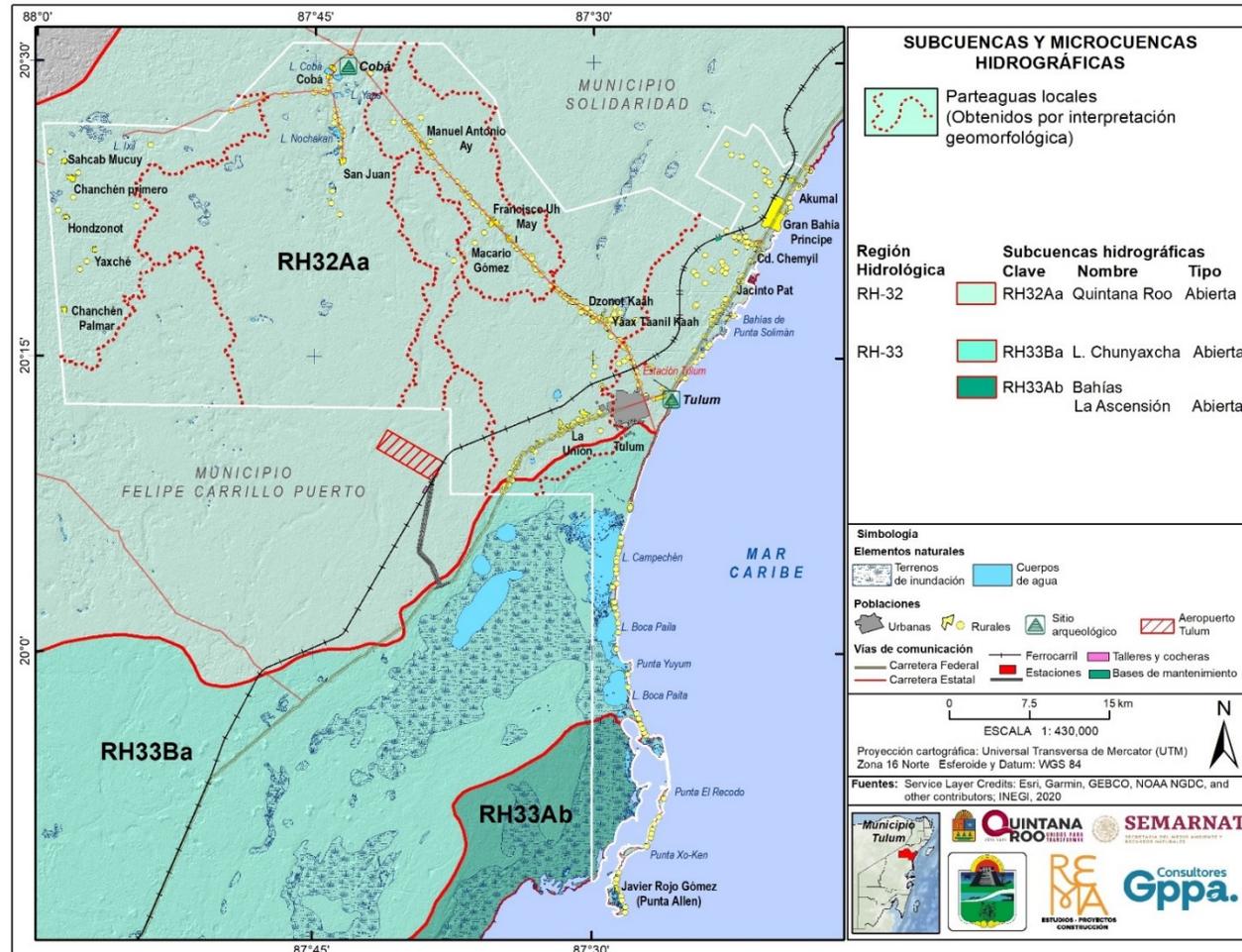
Como en la mayor parte de la península, en el municipio de Tulum no existen corrientes superficiales ni cuerpos de agua de importancia, debido a las características de alta infiltración del terreno y al escaso relieve que presenta; existiendo sólo pequeñas lagunas como las de Coba, La Unión, en el territorio municipal, así como lagunas litorales como Conil, Chackmochuck y Nichupté, estas últimas en municipios vecinos.

Por su parte la cuenca 33B Cuencas Cerradas B, ocupa el 33.47 % de Quintana Roo; la temperatura media anual es de 26 °C con una ligera variación en cuanto a rangos de precipitación, que va de 1,000 mm al Oeste, hasta 1,500 mm al Noroeste y un escurrimiento superficial de 0 al 5 %, aunque se pueden encontrar unidades con rango de escurrimiento de 5 al 10 %; en ella se localizan dos microcuencas dentro de Tulum, Javier Rojo Gómez y Chumpón, ubicadas al Sur del municipio.

No existen corrientes superficiales, pero abundan las lagunas y lagunetas como la de Chunyaxché, Campechén en el municipio, Chinchancanab, Paytoro y Nohá en municipios vecinos, así como los cuerpos lagunares en la porción Sureste y Suroeste del municipio como son las lagunas: Coba, Verde y Nochacam, las cuales se forman por escurrimientos pluviales que quedan atrapados por el sedimento impermeable, permitiendo a los sitios que reciben lluvia la posibilidad de contribuir a las zonas de recarga; confirmando así al territorio municipal la posibilidad de convertirse en un gran acuífero.

Otros cuerpos de agua que se presentan y son de origen pluvial e intermitentes, son los Akalchés, como se les denomina localmente, los cuales se forman en suaves depresiones topográficas con sedimentos finos impermeables, hacia donde fluye el agua producto de la precipitación. La permanencia y temporalidad de estos cuerpos de agua dependen de factores climáticos como la temperatura, evaporación y precipitación pluvial.

Mapa 13: Subcuencas y microcuencas hidrográficas.



En la imagen se observa la región hidrológica RH32 a la cual pertenece el municipio Tulum. La mayor parte de la superficie del territorio municipal se ubica en la cuenca Quintana Roo y sólo una pequeña porción al Noreste siguiendo hasta Punta Allen están dentro de Cuencas Cerradas A. Fuente: Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado).

De acuerdo con lo ya mencionado, las características geográficas presentes en el municipio de Tulum, así como a la evapotranspiración, infiltración del agua en el subsuelo; no se encuentran escurrimientos superficiales de importancia y los que existen son cuerpos de agua superficiales de régimen transitorio, bajo caudal, de muy corto recorrido que desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas o cenotes; algunas son efímeras y la mayoría se localizan hacia el Oriente, es decir en la zona costera como es el caso del río subterráneo que desemboca en la Caleta de Tankah, o la laguna del Ejido Pino Suárez, que es permanente debido a que en ellas aflora el manto freático.

El flujo hidrológico subterráneo, de acuerdo a la reglamentación del acuífero del Estado de Quintana Roo se haya distribuido en cuatro zonas geohidrológicas propuestas, denominadas Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Planicie Interior y Costas Bajas, además de la isla de Cozumel. El municipio de Tulum se localiza dentro de tres de estas zonas las cuales se describen a continuación:

- Planicie Interior, que abarca los municipios José María Morelos, Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad, Tulum, Lázaro Cárdenas, Benito Juárez e Isla Mujeres, con una extensión que equivale a 40.84 % del Estado.
- Cuencas Escalonadas se encuentra al Sureste del Estado, abarca desde el Norte de la Bahía del Espíritu Santo hasta los límites con Belice, engloba una superficie que representa 14.97% de la superficie del Estado. Colinda al norte con la Planicie Interior, al Este con el Mar Caribe y la zona Costas Bajas, al sur con Belice y con las Costas Bajas y al Oeste con la zona Cerros y Valles. En ella se encuentran los municipios de Othón P. Blanco, Felipe Carrillo Puerto y Solidaridad.
- Costas Bajas se ubica en los alrededores de las Bahías de Chetumal, Espíritu Santo y Ascensión, también comprende las áreas de playa que va desde Playa del Carmen hasta Cancún y de las costas Norte del Estado, colinda al sur del mismo con las cuencas escalonadas y al Norte con la Planicie Interior. Cubre el 26.81% de la superficie del Estado.

Como se ha referido, las cuencas a su vez están formadas por micro cuencas, y el municipio de Tulum está conformado por seis de estas. Las cuales se describen a continuación:

- i. Microcuenca Tihosuco: Ubicada en las coordenadas UTM X = 404,583.269; Y= 2, 238, 737.617. Dicha microcuenca pertenece a la Región Hidrológica Yucatán Este dentro de la Cuenca Hidrológica Quintana Roo; Subcuenca Hidrológica Mérida 2. No presenta cuerpos de agua perene y tiene un coeficiente de escurrimiento del 0 a 5%.

Presenta áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.

- ii. Microcuenca Tulum: Localizada en las coordenadas UTM X= 429, 247.026; Y= 2, 242, 460.448. Dentro de la Región Hidrológica Yucatán Este; Cuenca Hidrológica Quintana Roo, Subcuenca Hidrológica Mérida 2 Presenta cuerpos de agua perene con coeficientes de escurrimiento de 0 a 5% y 10 a 20%. Presenta áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.
- iii. Microcuenca Chumpon: Esta microcuenca se encuentra ubicada en las coordenadas UTM X= 440,803.314; Y= 2, 228, 112.036. de la Región Hidrológica Yucatán Este y forma parte de la Cuenca Hidrológica conocida como “Cuencas Cerradas B” y de la subcuenca hidrológica “Chunyaxche - Santa Amalia. Parte de esta microcuenca se halla en parte del territorio que ocupa la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an. Presenta cuerpos de agua perene con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, 10 a 20% y 20 a 30%. Esta microcuenca en particular presenta material consolidado con posibilidades bajas (rocas metamórficas, sedimentarias y extrusivas que por su origen, escaso fracturamiento y baja porosidad limitan en alto grado la circulación del agua), áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.

- iv. Microcuenca Ciudad Chemuyil. Se ubica en la Región Hidrológica Yucatán del Este y pertenece a la Cuenca Hidrológica de Quintana Roo y a la Subcuenca Hidrológica Mérida 2 en las coordenadas UTM X= 458,058.169 Y= 2, 247, 036.024. Presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%. Presenta áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.
- v. Microcuenca Rojo Gómez: Al igual que la microcuenca de Chumpon, esta microcuenca ocupa casi la mitad del territorio de la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Sus coordenadas UTM son X= 451, 469, 802, Y= 2, 198, 903.524, y forma parte de la Región Hidrológica Yucatán Este; Cuenca Hidrológica "Cuencas Cerradas B" y de la Subcuenca Hidrológica Vigía Chico. Con un coeficiente de escurrimiento de 5 a 10%. Presenta áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.
- vi. Microcuenca Coba: Se encuentra dentro de la Región Hídrica Yucatán Este; Cuenca Hidrológica de Quintana Roo y Subcuenca Hidrológica Mérida 2. Con coordenadas UTM. X= 410,012.398; Y= 2, 250, 526.582. Con presencia de cuerpos de agua perene cuyo coeficiente de escurrimiento es de 0 a 5%. Presenta áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables).

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) define a la zona ubicada entre Tulum y Coba como la Región Hidrológica Prioritaria número 107, al ser la que mayor aporte de agua dulce tiene hacia el mar, en virtud de la gran cantidad de ríos subterráneos y cenotes existentes.

7.2.1.5.1.2 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Debido a sus características kársticas y la naturaleza de su flujo, el acuífero de la zona de estudio se considera de tipo libre y a pesar de la complejidad que implica una descripción profunda del sistema subterráneo, se sabe de manera general que el flujo de agua corre hacia la costa con dirección preferente al este con un gasto medio instantáneo de 0.273 m³/s por cada kilómetro de línea de costa (CONAGUAFIUADY, 2006), aunque como se mencionó en el párrafo anterior, no se ha definido totalmente ni a detalle su dinámica.

Una idea de la importancia del sistema kárstico del Municipio se refleja en los datos manifestados por Hausman (2009), quien reporta una red de 177 km de longitud para el sistema de cuevas Ox Bel Ha, el cual es reconocido como el sistema más largo del mundo (Gulden, 2009). Debido a que este sistema está aún en exploración, tanto su longitud como amplitud de distribución puede incrementarse. En este sistema de cuevas es posible entrar en un cenote ubicado a nueve kilómetros de la costa y viajar a través de las cuevas subterráneas hasta alcanzar la zona marina. Otro dato relevante consiste en el hecho de que 13 de los 20 sistemas de cuevas más largos del mundo, se encuentran en Quintana Roo, cerca de Tulum (Gulden, 2009).

Este componente natural, representan un recurso natural potencialmente aprovechado por el sector turístico. Así, el buceo, entre otras actividades recreativas como nado libre, snorkel, contemplación, se constituyen como una actividad turística en la zona. Por otra parte, es pertinente destacar, que los prestadores de este tipo de servicios han contribuido significativamente en el conocimiento de los sistemas subterráneos, por su condición de usuario frecuente, que desde hace años han ido aportando datos y descubriendo nuevos ramales. De hecho, diversos investigadores que han probado metodologías y herramientas tecnológicas que arrojen datos de calidad para los sistemas kársticos, han utilizado el trabajo de mapeo realizado por los buzos de la zona para determinar la fiabilidad de sus pruebas.

A lo largo del proceso de desarrollo de metodologías que permitan la identificación y delimitación de sistemas kársticos, sus características, dirección del flujo, magnitud de las corrientes, velocidad, calidad del agua, entre otros, o durante la realización de estudios puntuales, los investigadores involucrados han obtenido algunos datos que permiten hacer algunas inferencias; por ejemplo, se tienen los datos referentes a la relación de valores de resistividad del karst respecto a su ubicación con el manto freático.

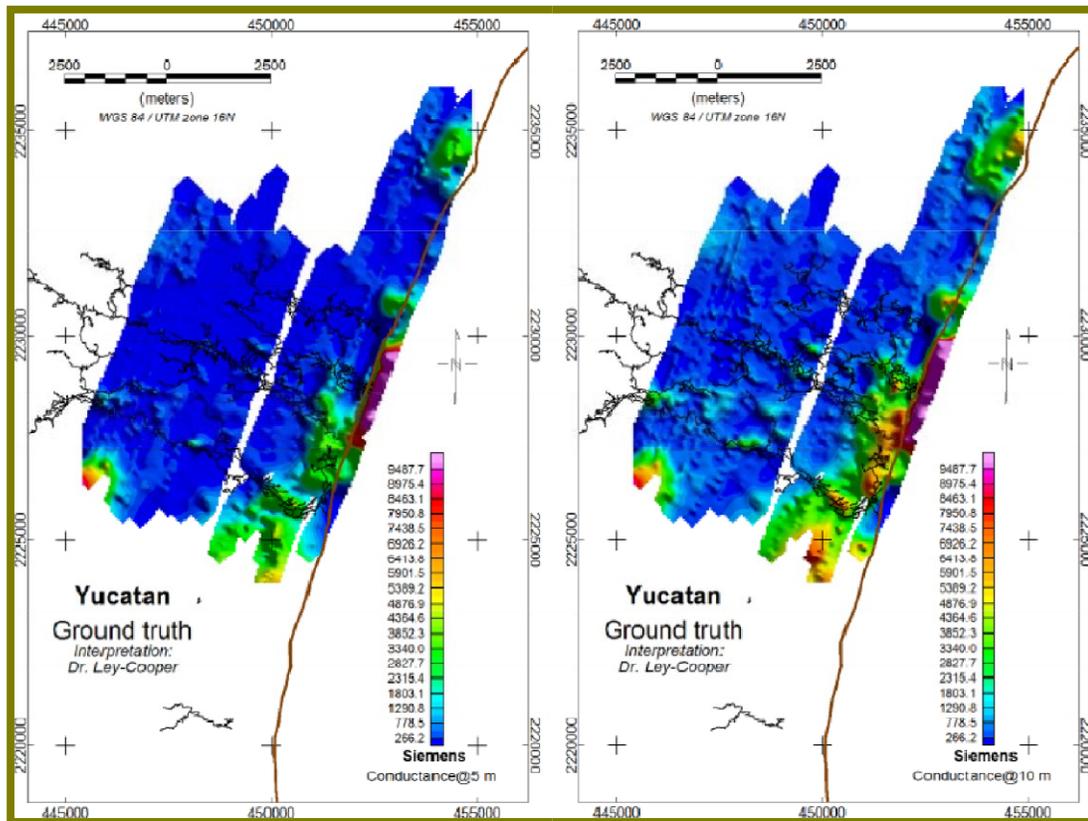
Así, por encima de la capa freática, las fracturas y los agujeros están, en su mayoría, llenos de aire, lo que representa una capa de resistividad relativamente alta superior (250-1000 ohmm), a continuación, las fracturas se llenan tanto de agua salobre (3-5 ohmm) o solución salina (0,2 ohmm). Estos valores están relacionados con la presencia y proporción de contenido de sales en el agua. En tanto que la resistividad eléctrica de la matriz de roca caliza saturada se determinó que varía entre 50 y 300 ohmm (dependiendo de la porosidad real), por encima de la haloclina, y por debajo de 4 a 15 ohmm. Esta condición se registró en el Cenote denominado Bomba, ubicado al Norte de Tulum, a 4 o 5 km de distancia. Pese a que se trata de datos puntuales, podrían inferirse situaciones similares en otros puntos, sin dejar de estar sujetos a verificación.

Otros estudios, se refieren a la calidad del agua subterránea en la zona de Tulum, a través de los cuales se determinó que los registros de nitratos en altas concentraciones tienden a centralizarse en zonas donde es probable la contaminación directa desde la superficie, casos como pozos cercanos a parcelas de cultivo o destinadas al cuidado o producción de animales para consumo humano.

Por otra parte, Ley-Cooper (citado por Gondwe, 2010) describe el comportamiento del acuífero con respecto a la conductividad eléctrica a diversas profundidades; lo cual ha permitido modelar la distribución de la haloclina y hacer inferencias sobre el comportamiento de la intrusión salina.

En la figura se muestran las capas que modelan la distribución de la conductividad a una profundidad de 5 y 10 metros, en la primera capa (5 metros) se puede observar que los valores más altos de conductividad (>8,400 Siemens) se encuentran en una región que corresponde a una franja de mar de aproximadamente 2.5 kilómetros, ubicada a partir de donde se encuentra el arco de entrada a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Asimismo, es posible apreciar en esta misma capa, que las zonas con valores de conductividad entre 2,500 y 8,200 Siemens se encuentran asociadas a regiones inundables cercanas a las lagunas costeras y con presencia de manglar, esto último se manifiesta sobre todo en la región inundable cercana a la zona arqueológica de Tulum. Con respecto a la capa que representa el modelo de distribución de la conductividad a una profundidad de 10 metros, es posible observar un patrón semejante al encontrado en el modelo de distribución de conductividad anterior, sin embargo, zonas que presentan valores de conductividad entre 2,500 y 8,200 a 5 metros de profundidad aumentan a un rango de 3,500 a 9,000 Siemens e incluso es posible observar valores de conductividad altos en determinadas porciones de algunos de los sistemas de ríos subterráneos.

Figura 5: Modelos de representación de la conductividad a 5 y 10 metros de profundidad.

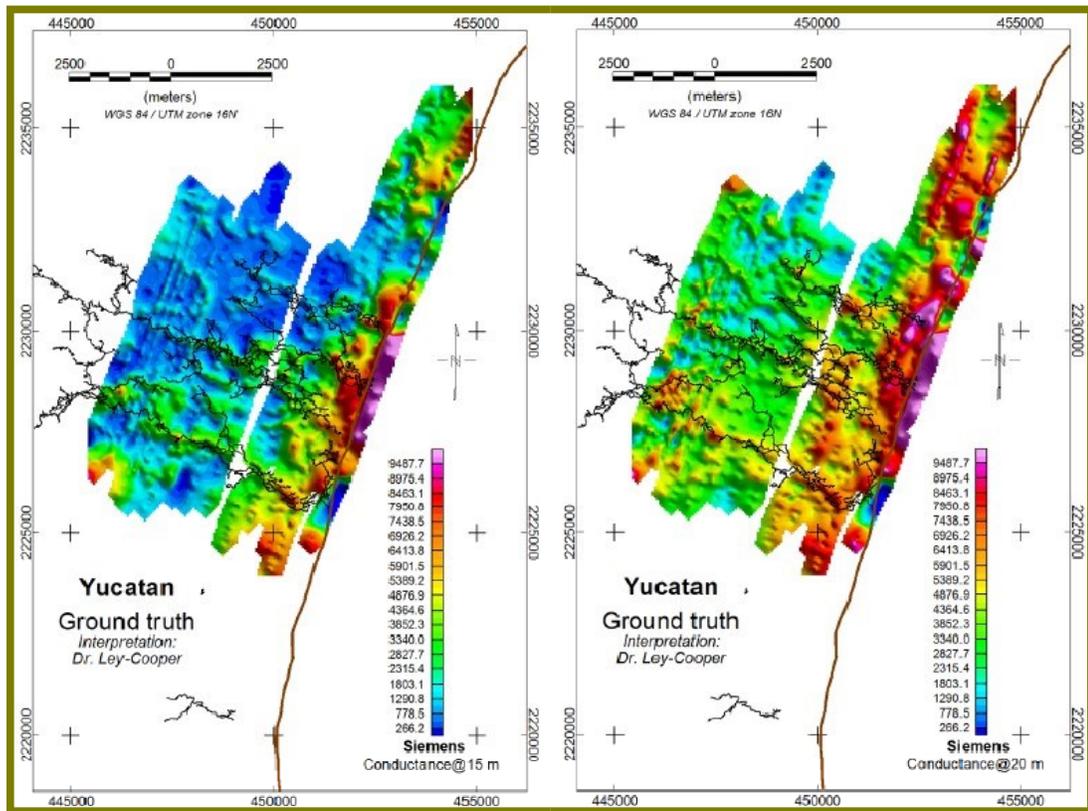


En la imagen se observa la variación de la conductividad a diferentes profundidades, con lo cual es posible inferir la extensión de la haloclina obtenido de Ley-Cooper citado por Gondwe, 2010.

Fuente: Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado).

Los resultados de la inversión realizada para 15 y 20 metros de profundidad muestran que la conductividad es mayor que en las capas anteriormente descritas, manifestándose un claro aumento en zonas que no se encuentran asociadas a los sistemas de ríos subterráneos e incluso figuran valores por encima de los 9,000 siemens en zonas con relativa lejanía a la línea de costa. En el modelo de representación de conductividad a 20 metros de profundidad (derecha en la siguiente figura) es posible observar que existen franjas paralelas a la línea de costa que poseen valores de conductividad de superiores a 8,000 siemens, dejando al descubierto la heterogeneidad del flujo de agua salada a través del acuífero.

Figura 6: Modelos de representación de la conductividad a 15 y 20 metros de profundidad.



En la imagen se observa la variación de la conductividad a diferentes profundidades, con lo cual es posible inferir la extensión de la haloclina. Obtenido de Ley-Cooper citado por Gondwe, 2010. Fuente: Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado).

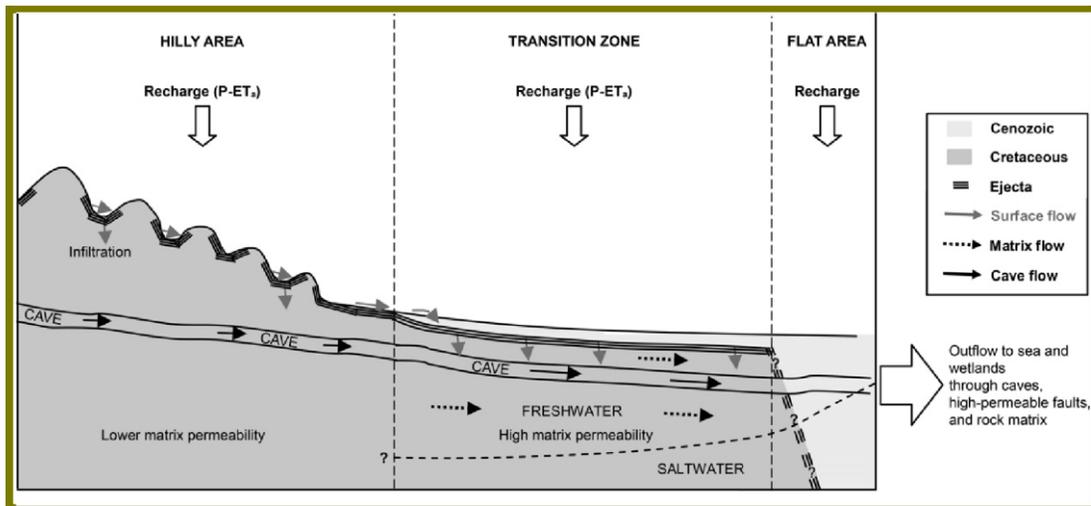
Se han documentado diversas propuestas para proteger los sistemas de cuevas, donde se consideró como criterio la presencia de conductos adyacentes a los ríos subterráneos, así se determinó una franja de 50 m a cada lado de tales sistemas. Este criterio, entre otros, fue propuesto por Milanović (2004), Con este mismo, Guillaum Charvet, realizó su trabajo de tesis donde describió el acuífero de la zona Norte de Quintana Roo para delimitar zonas de protección del área de pozos de captación que surten agua a Cancún. Así como los estudios de R. Supper, (2008) enfocado a desarrollar un modelo hidrológico del acuífero kárstico en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an para intervenir en la toma de decisiones respecto a los horizontes de desarrollo del Programa de Desarrollo Urbano de Tulum, y con base a datos confiables del sistema kárstico, determinar zonas de amortiguamiento de los sistemas subterráneos existentes dentro del ámbito de aplicación de dicho PDU.

Por su parte, Gondwe (2010), quien realizó estudios en la zona ocupada por la Reserva de Sian Ka'an, indica que los datos del nivel del agua subterránea y geoquímica en dicha zona, mostraron una división hidrogeológica clara, que involucra la topografía y la edad de los sedimentos expuestos en la superficie del suelo. Así, las áreas más elevadas, conformadas por sedimentos del cretácico, presentan menor permeabilidad hidráulica, mientras que la zona de transición y la zona plana del terreno, compuestas por sedimentos más jóvenes, tienen alta permeabilidad. Otro dato derivado de este estudio señala que la zona de transición y la zona plana, porción costera, se ve influida por intrusión salina, mientras que en las áreas elevadas no se ha tenido registro de dicho fenómeno. Destaca la presencia de una capa continua identificada en las porciones elevadas de la zona, así como en la zona de transición, entre dichas áreas y las zonas planas. Se trata de una capa superficial de baja resistencia casi continua en toda la región. Se anticipa que esta capa haya sido producida en el cretácico, como resultado del material expulsado por el impacto del meteorito Chicxulub. Sin embargo, podría tratarse de una capa de material arcilloso que no había sido identificada. La distribución de esta capa "anómala" referida y su efecto en el proceso de recarga y flujo del agua se presenta en la siguiente figura.

A la luz de los resultados de la aplicación de dicho modelo se anticipa que la capa de arcillas superficial sea la responsable de la formación de acuíferos locales y cuerpos de agua superficial efímeros que se presentan en la zona. La zona elevada, montañosa cercana a Valladolid, en el vecino estado de Yucatán, presentó mayor recarga que el área de transición y el área plana. Cerca de la costa, la evapotranspiración promedio supera la precipitación anual.

El modelo conceptual desarrollado por el autor contribuye al conocimiento de la hidrogeología de la región, en particular de la zona de la Reserva de Sian Ka'an, y sugiere que la metodología aplicada para llegar a esa propuesta, podría ser útil también para otras cuencas kársticas de la zona.

Figura 7: Modelo conceptual de recarga y descarga de agua subterránea que considera una capa de material arcilloso.



El croquis muestra un perfil de la zona costera donde se distinguen tres niveles de elevación; zona de transición y área plana. Se indica, con línea gruesa, la capa de material arcilloso, cuyo origen se supone corresponde a material expulsado por el impacto del meteorito Chicxulub. La pertinencia de mostrar la imagen se debe a que ilustra las zonas con alta y baja permeabilidad, influenciadas por la presencia de la capa arcillosa referida. Obtenido de B.R.N. Gondwe et al/ Journal of Hydrology 389 (2010) 1-17. Copia del artículo referido fue proporcionada por Amigos de Sian Ka'an, A.C

Fuente: Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado).

Tal situación se suponía previamente (Beddows, 2006), en el caso de las zonas costeras donde se presentan puntos (caletas o pozos submarinos) de fuerte descarga de agua. Cada uno de estos sitios de descarga se asocia a una zona de captación, que nutre el afluyente que descarga y se puede relacionar con la distancia existente entre la zona de captación y el punto de descarga. Por ejemplo, Xel ha (o Casa Cenote, Punta Soliman, Dos palmas, entre otros) donde se podría suponer que hay una distancia de 4 a 10 km desde la costa hacia la zona de captación. Sin embargo, esto no quiere decir que se pueda determinar o poner límites a la zona de captación a dicha distancia. Más bien, hace alusión a la superficie necesaria para generar un volumen de descarga significativo, como el que presenta Xel-ha, pero se desconoce el origen del agua. Hipotéticamente, se puede suponer que la superficie de captación se extienda hacia el Norte, hacia Chichen Itzá.

Es pertinente mencionar que en el estudio realizado por la Dra. Patricia Beddows en la franja costera ubicada en el denominado Sistema de Ox Bel Ha, el cual se extiende desde las Playas de Tulum hasta 9 Km al interior del continente, permitió plantear los siguientes enunciados:

- i. El drenaje subterráneo se realiza por medio de redes organizadas de conductos de disolución a través del cual fluye del 94 al 99% del agua pluvial almacenada en la roca matriz.
- ii. Existe una alta interconectividad y densidad de las redes de conductos de disolución del orden de 4.3 km/m² en el Sistema de Ox Bel Ha y, a una distancia de a 8-9 km de la costa la densidad de dichos conductos se reduce a 1.8 km/km²
- iii. La influencia de las mareas en dichos sistemas se ha comprobado y corresponde a 39% de su amplitud a 5 km de distancia del mar y los flujos hidrológicos que se han registrado van de 0.5 a 2.5 km/día.
- iv. La dirección de los flujos de agua salina hacia adentro del continente está controlada por los cambios de baja frecuencia (semanales, mensuales) del nivel del mar.
- v. Los ciclos anuales del acuífero no tienen relación con las épocas de lluvia y secas.
- vi. El agua dulce y el agua salina somera fluyen hacia la costa, mientras que una contracorriente de agua salina entra al acuífero a una gran profundidad fluyendo hacia el interior de la Península.

Tal información permite visualizar la vulnerabilidad del manto acuífero, y unidades subyacentes, a la contaminación debido a que el agua residual que se genera en centros turísticos y urbanos a lo largo de la Riviera Maya es descargada en pozos profundos de 60 m o más. Pese a que no se ha comprobado, se presupone que existe la posibilidad de que dichas descargas suban y se mezclen con los flujos rápidos de agua salina debajo de la zona de mezcla; en pleamar las aguas residuales pueden ser transportadas en los pozos de captación de agua potable ubicados a unos cuantos kilómetros de la costa mientras que durante la bajamar son rápidamente descargadas a lo largo de la costa a través de los conductos.

7.2.1.5.1.3 LOCALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN LAS CUENCAS

Algunas de las actividades que se llevan dentro de la cuenca y hacen usos de los recursos hídricos de Quintana Roo -y por lo tanto, el municipio de Tulum son: el abastecimiento de agua potable y domesticas a través de la explotación de pozos y norias, en menor grado las relacionadas con la agricultura con técnicas tradicionales ; así como al espeleobuceo el cual se permite para fines turísticos y científicos, siempre y cuando se acredite la experiencia requerida y se cuente con los permisos correspondientes.

Para fines del buceo en cavernas, se permite la instalación de infraestructura de bajo impacto, que apoye las actividades turísticas, para investigación, así como las necesarias para el manejo y administración del área. Es pertinente destacar que el aprovechamiento turístico que se hace, permite también obtener información de los sistemas utilizados, tal es caso de las investigaciones realizadas por el Centro Investigador del Sistema Acuífero de Quintana Roo (CINDAQ A. C.) en el Sistema Ox Bel Ha en el año 2003, donde la exploración permitió trazar 15 kilómetros más de corredores de cuevas totalmente sumergidas, que se sumaron a los ya 134, 000 km conocidos; así como se identificaron también 10 nuevos cenotes que corresponden al sistema antes mencionado. El Sistema de Ox Bel Ha ha sido explorado y tipografiado en los últimos 30 años.

Actividades recreativas, contemplativas, snorkel, nado y buceo se realizan en los cenotes conocidos como “Casa cenote” (ubicado a 11 km de Tulum), Cristal (4.5 km al sur de Tulum), Gran cenote (4 km de la carretera Tulum-Coba, el cual forma parte del sistema Sac Aktum); así como en el parque Xel-Ha (ubicado a 12 km de Tulum).

7.2.1.5.1.4 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECARGA

Una región hidrológica se identifica y se caracteriza por estar compuesta por varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similares. La agrupación de las cuencas se basa principalmente en rasgos orográficos e hidrográficos, de tal manera que cada región hidrológica se distingue por su tipo de relieve y escurrimientos, presentando características similares en su drenaje.

Como se ha mencionado una cuenca hidrográfica es la unidad territorial en la cual se tiene un sistema hídrico que interactúa con los recursos naturales y las actividades humanas. La cual, se considera por muchas razones como la alternativa para evaluar los recursos hídricos y sus efectos consecuencias con los recursos suelo y bosque. Su principal herramienta de análisis es el ciclo hidrológico, ya que su alteración depende de las actividades humanas, principalmente el uso de la tierra, la utilización de los recursos naturales y la construcción de infraestructura en la cuenca. Es importante mencionar que la cuenca está compuesta por una parte alta, media y baja; siendo la parte alta la que recibe el agua, la cual desciende hasta llegar a almacenarse en la parte baja o continuar el escurrimiento a otros cuerpos de agua.

Los procesos de recarga de agua subterránea, de acuerdo a lo anteriormente descrito, se agrupan en tres: 1) directa: agua agregada a un reservorio subterráneo, por el efecto directo de la percolación vertical de la precipitación a través de la zona no saturada, 2) indirecta: percolación del agua superficial a través de los estratos hasta alimentar el nivel freático y, 3) Local: recarga del agua subterránea resultado de flujo subálveo en ausencia de canales bien definidos.

Una característica importante de las zonas de recargas son aquellos lugares donde el nivel topográfico corta el manto freático, formando ojos de agua, lagunas, manantiales y caños o canales de escorrentía de las marismas. De hecho, la superficie del Parque Nacional Tulum mantiene parte importante del Sistema Hidrológico conocido como Sac Actun.

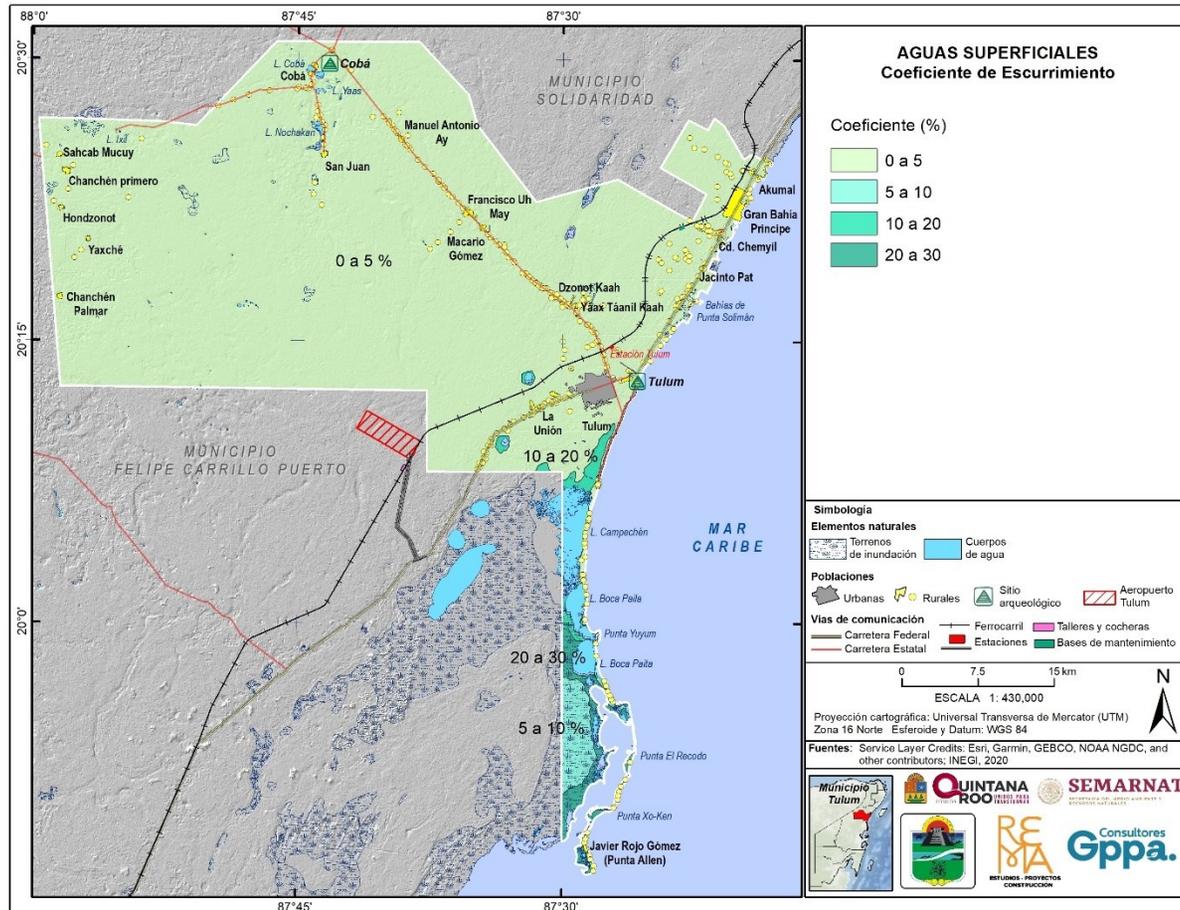
La permeabilidad de las rocas que constituyen estas zonas es alta, dando lugar a la formación de un acuífero libre, con niveles estáticos someros (de 0.5 a 20 m); dirección flujo norestes-sureste hacia el litoral; con una condición de subexplotado con un tipo de recarga del orden de 199 Mm³/año; una extracción total de 23 Mm³/año, que se realiza con 35 aprovechamientos, pozos y norias, para satisfacer las necesidades de agua potable y domésticas y en menor grado las de la agricultura; por lo que se tiene una disposición potencial de 176 Mm³/año.

De acuerdo con la CONAGUA (2001), la principal forma de recarga del acuífero se presenta a través de la precipitación pluvial, donde el agua precipitada infiltra a través del terreno hasta llegar al acuífero. Las geoformas que funcionan como medios de absorción e infiltración recargando al sistema acuífero son los cenotes, las dolinas, las fracturas y las fallas.

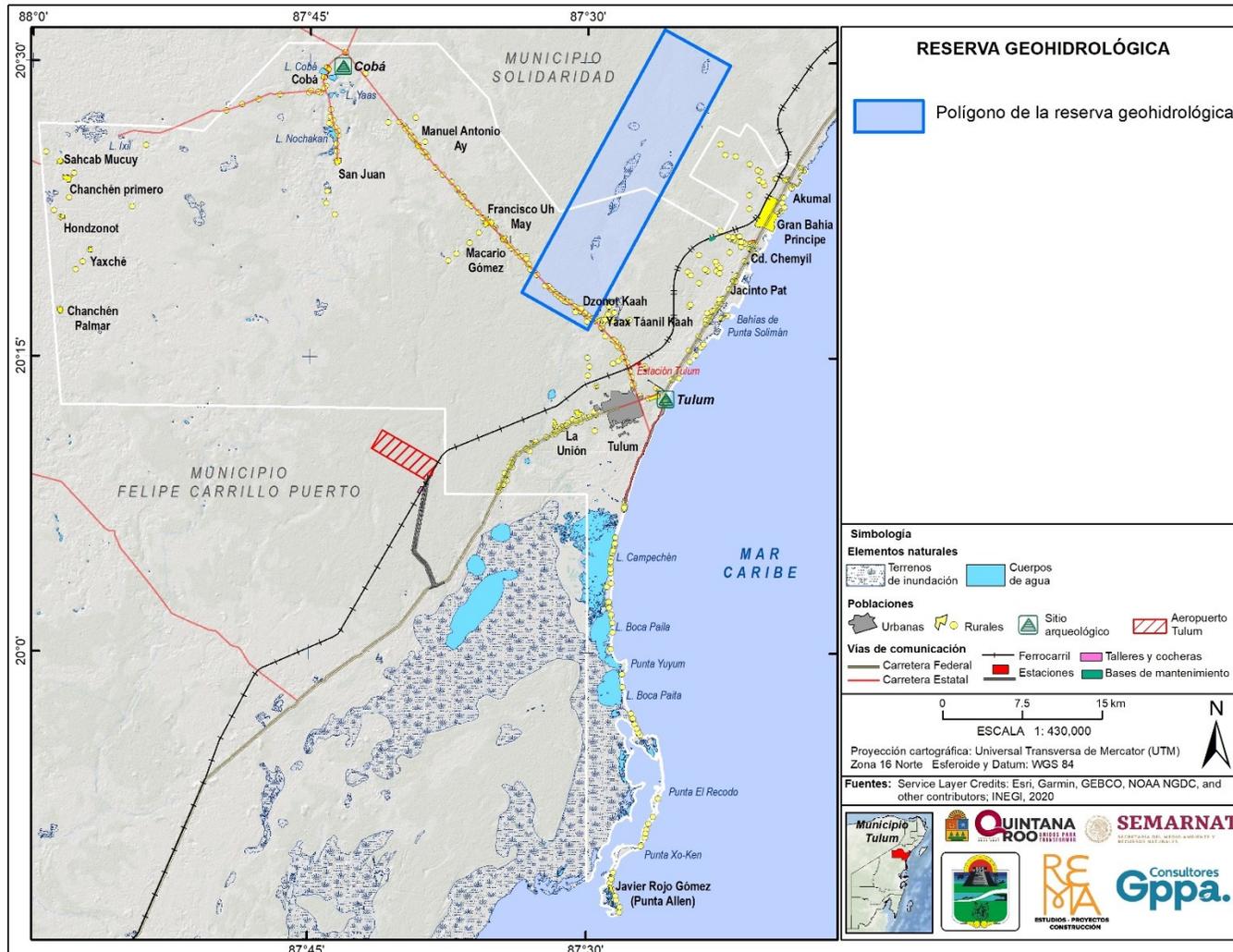
Otra forma de recarga del acuífero que no se puede despreciar es la aportación de agua a través de los flujos subterráneos. En la zona de estudio también se tienen pozos de absorción, donde los hoteles y las industrias suelen descargar aguas residuales tratadas al acuífero (recargándolo), aunque a una profundidad donde el agua es de mala calidad (agua salada). Por lo general estas profundidades se encuentran entre los 80 y 100 m de profundidad por debajo del nivel del terreno.

Cabe mencionar que diversas dependencias estatales como la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) han generado proyecciones de zonas de reserva básicas para garantizar la captación y abastecimiento de agua potable en la Riviera Maya. Dicha reserva comprende una superficie de 196 km². En el mapa 16 se presenta el polígono que delimita la zona de reserva hidrológica propuesta por CAPA y la porción que ocupa en el municipio de Tulum.

Mapa 14: Distribución de los coeficientes de escurrimiento dentro del territorio.

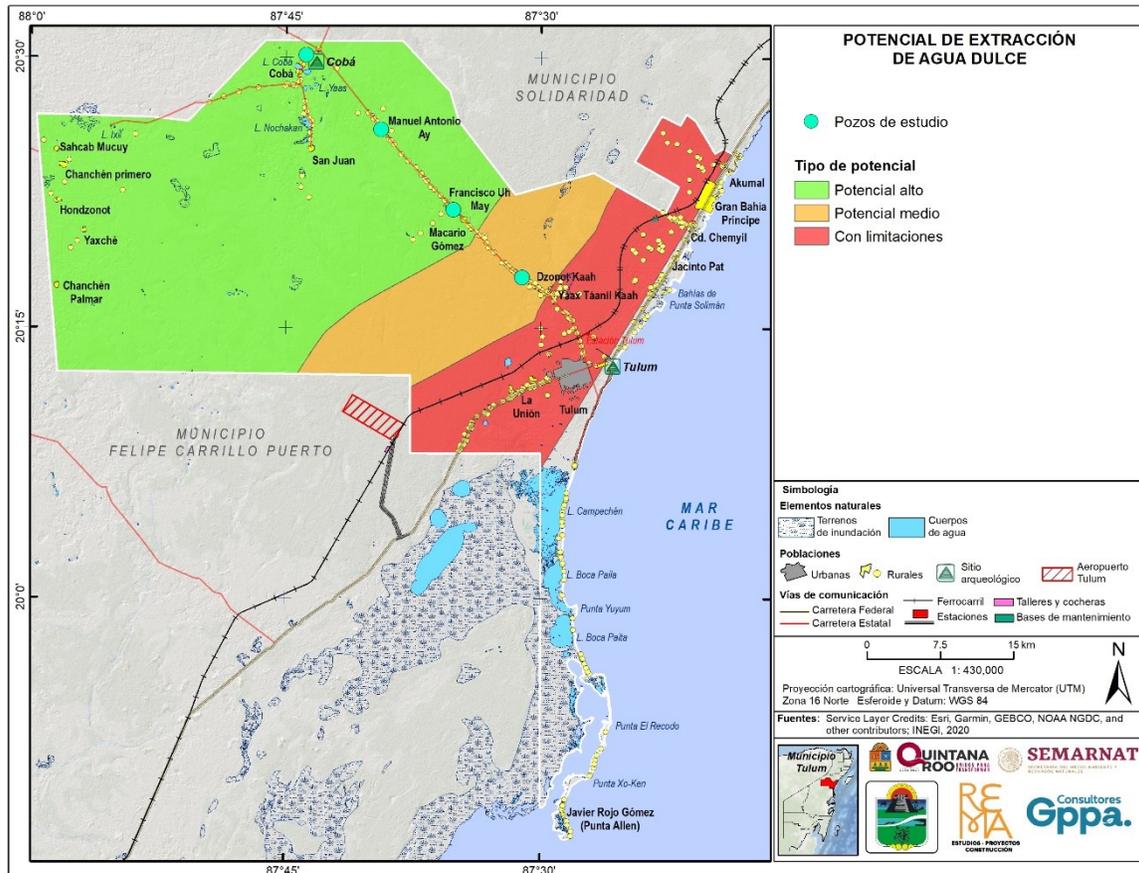


Mapa 15: Mapa de la Reserva Geohidrológica de la Riviera Maya.



Por otro lado, mediante el estudio Reactivación de la Red Piezométrica en el Acuífero Península de Yucatán (tramo Coba - Tulum en la Región Costera del Norte del Estado de Quintana Roo), realizado por Asesoría, Consultoría y Administración, S.A. de C.V. para la CONAGUA, definió zonas con potencial de extracción de agua dulce, para fines de abastecimiento de agua potable para el área de estudio, las cuales se presentan en el siguiente mapa.

Mapa 16. Zonificación definida de acuerdo al potencial de extracción de agua dulce.



Fuente: Elaboración propia, con información tomada de CONAGUA, Reactivación de la Red Piezométrica en el Acuífero Península de Yucatán (tramo Coba - Tulum en la Región Costera del Norte del Estado de Quintana Roo).

El estudio concluye con los siguientes puntos:

- Las extracciones entre los a 20 km de la línea de costa, deben limitarse a caudales bajos y ser diseñados con base en estudios técnicos y pruebas de bombeo que demuestre que, para el caudal requerido, no se alterarán las condiciones de calidad del agua en el acuífero por ascenso de la interface salina.

- Posterior a los 20 km de la costa, se dispone de espesores importantes de agua dulce, por lo que es más factible el emplazamiento de pozos en esta zona; sin embargo, también es necesario que el diseño de esta infraestructura (baterías de pozos), se construya considerando la ejecución de los estudios adecuados que permitan determinar las limitaciones y potencialidad de explotación del medio para no alterar sus condiciones.
- Deben considerarse zonas de protección de amortiguamiento a la contaminación en las zonas de los nuevos campos de pozos de abastecimiento de agua potable.
- El emplazamiento de las nuevas fuentes de agua potable, se propone ubiquen a no menos de 10 km de la costa y preferentemente después de los 20 km de esta.

7.2.1.5.2 FRACTURA DE HOLBOX COMO ZONA DE ALTA PERMEABILIDAD

En toda la Península de Yucatán se encuentran cuatro estructuras geológicas de importancia: la Sierrita de Ticul en la parte central oeste, el Rio Hondo en la parte este, los Anillos de Cenotes en el noroeste y la fractura de Holbox en la parte noreste (Charvet, 2009).

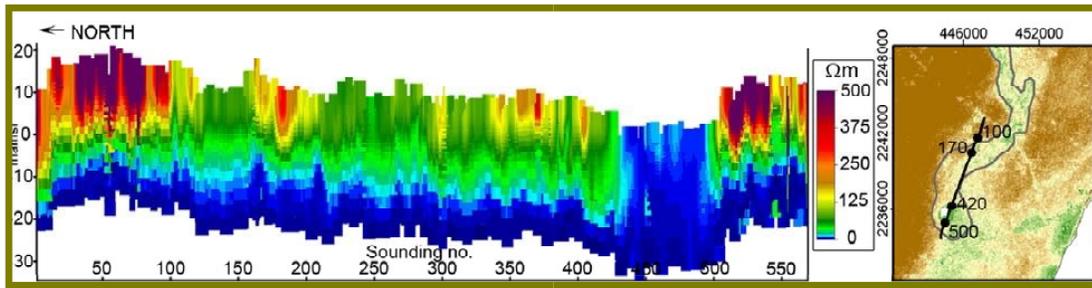
La Fractura de Holbox es un rasgo tectónico con una anchura media de 30 kilómetros y de aproximadamente 100 kilómetros de longitud, está compuesta por grandes y alargadas estructuras de fondo plano que corren en paralelo con la línea de costa este de la Península y donde comúnmente se encuentra vegetación de sabana, la cual hace posible que la fractura de Holbox pueda ser claramente identificada a través de imágenes Landsat, debido a la diferenciación que existe entre la vegetación de sabana y la selva circundante (Tulaczik, et al., 1993 en Charvet 2009). Gondwe et al., (2010) menciona que el extremo final sureste de la fractura no ha sido bien determinado, aunque es probable que se llegue a interceptar con el Rio Hondo.

Se han llevado a cabo estudios en la región de Sian Ka'an mediante métodos geofísicos indirectos, tal es el caso del estudio realizado por Gondwe (2010), el cual se basa en la medición electromagnética aérea que genera información indirecta de las propiedades hidrogeológicas del subsuelo, específicamente de la conductividad eléctrica o resistencia del medio subsuperficial. Lo cual es analizado a través de la Ley de Archie, una relación petrofísica comúnmente usada para medir la conductividad o resistividad de la formación porosa y la conductividad o resistividad del líquido intersticial. De modo tal que el objetivo de dicho estudio fue localizar las áreas con mayor permeabilidad y flujo de agua subterránea y a través de los resultados de la medición electromagnética generar un modelo hidrológico de la zona de captación de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Cabe mencionar que las mediciones electromagnéticas aéreas llevadas a cabo para el estudio en comento, fueron enfocadas a regiones previamente identificadas como zonas con alta probabilidad de permeabilidad, esto a través de la delineación de estructuras por inspección visual en imágenes de satélite en infrarrojo cercano. Los resultados de obtenidos de las mediciones electromagnéticas aéreas sobre una zona que forma parte de la fractura de Holbox muestran una alta intensidad en la señal en comparación con el macizo calizo circundante.

Los análisis de capas muestran que la resistencia o resistividad del agua dulce en la zona de la fractura de Holbox es de 50 Ωm , mientras que las áreas fuera de dicha zona presentan una resistividad mayor a 130 Ωm . Aplicando la Ley de Archie y asumiendo una resistividad del agua dulce entre 4 y 10 Ωm (Beddows, 2004 en Gondwe, 2010) se tiene que la diferencia de resistividad en la fractura de Holbox corresponde a una zona con alta porosidad, ya que con una resistencia de 4 Ωm la porosidad de la zona de Holbox puede ser alrededor de 0.35, mientras que el macizo calizo puede ser menor a 0.25. Por otra parte, con una resistencia de 10 Ωm la porosidad de la zona de Holbox puede ser de 0.55 mientras que el macizo calizo puede ser menor de 0.4. Por inferencia, la estructura en la zona de Holbox es probable que sea una zona de mayor permeabilidad al flujo del agua.

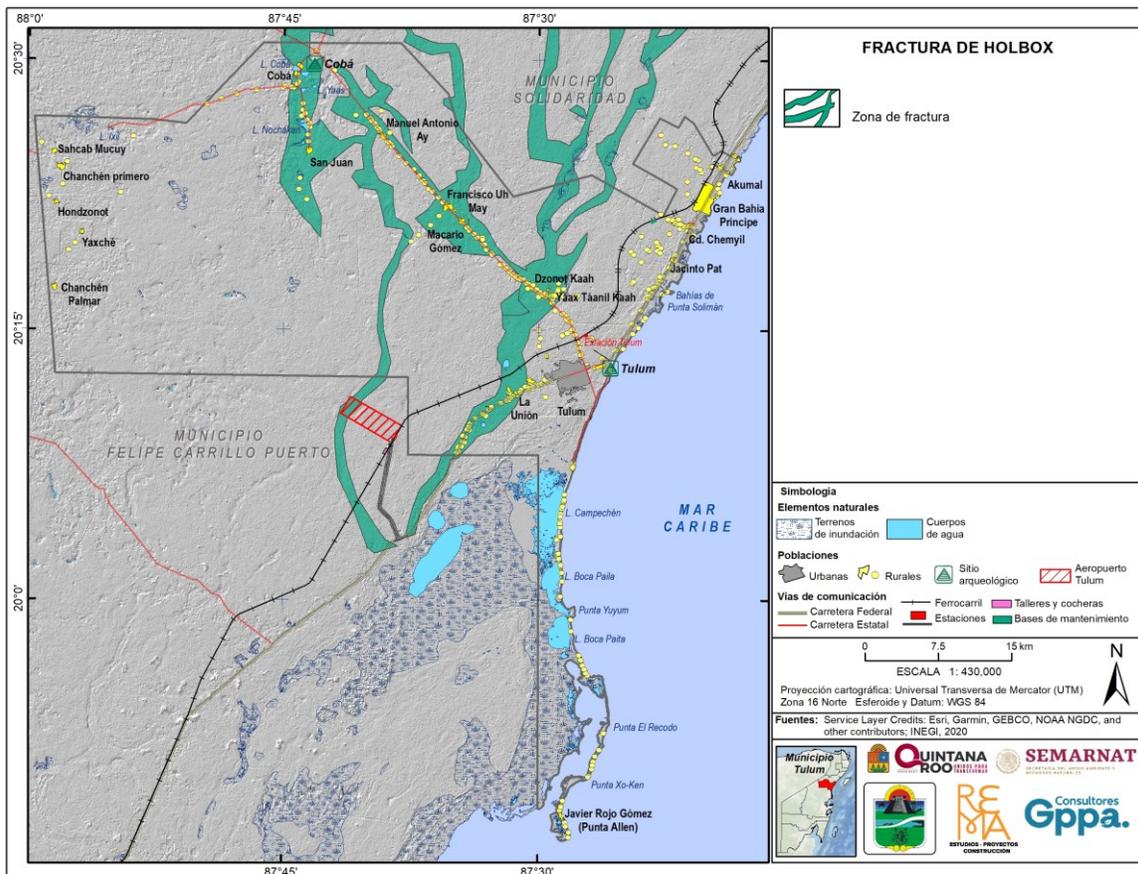
Morales (2007) define parte de la fractura de Holbox en un mapa, el cual se muestra en la Mapa 17: , aunque en su trabajo no se señala el método de limitación de dicha estructura geológica.

Figura 8: Resultado de la inversión de perfiles sobre una zona de la fractura de Holbox.



El sondeo que abarca de 170 a 500 se encuentra dentro de la delimitación de la zona de Holbox y aparece con mayor conductividad (menor resistencia) que los alrededores. El sondeo que abarca de 420-500 es un cuerpo de agua abierto (Laguna La Unión). El sondeo 100-170 probablemente representa un campo irrigado. El mapa de localización se muestra a la derecha. Obtenido de B. R. N. Gondwe, 2010. Fuente: Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado).

Mapa 17: Fractura de Holbox.



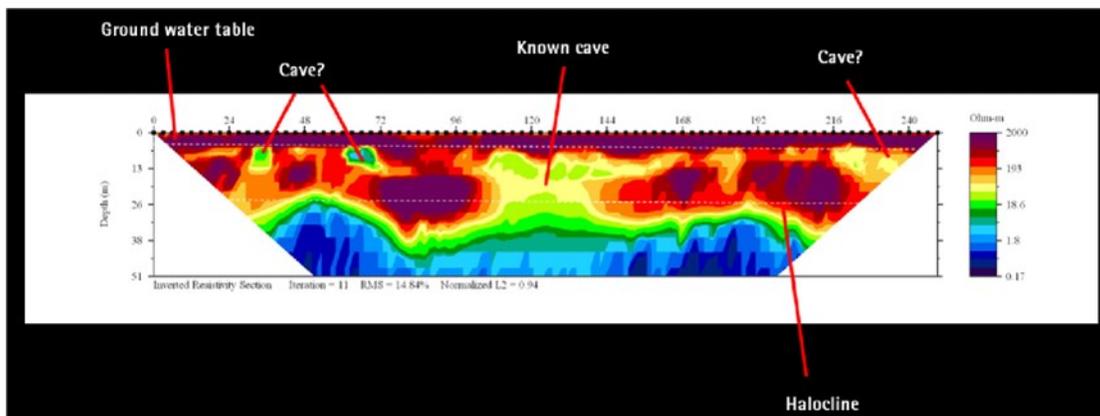
Fuente: Información proporcionada por el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, 2023.

7.2.1.5.3 SISTEMAS DE CUEVAS INUNDADAS, IMPORTANCIA Y CONSIDERACIONES

Como se ha mencionado en los párrafos anteriores en el territorio del municipio Tulum se han detectado extensos sistemas de cuevas inundadas, las cuales además de constituir los canales por los que fluye de manera preferente el acuífero hacia el mar, representan además el ecosistema único de un ensamble faunístico exclusivo de la Península de Yucatán, mismo que en la actualidad se encuentra en riesgo por el desarrollo de actividades subacuáticas sin control alguno. Los sistemas de cuevas representan en ocasiones limitantes estructurales para el desarrollo ya que reducen la estabilidad del sustrato sobre el cual se realiza el desplante de determinadas estructuras, además de que son sitios extremadamente vulnerables a la contaminación ambiental derivado del flujo de sus aguas (Supper, et al, 2009), las fuentes de contaminación más comunes son derrames de aguas residuales, otros contaminantes y por la inadecuada disposición de residuos sólidos.

Existen diversos estudios en los que se han realizado levantamientos con sensores para la medición de resistividad de la roca y estudios geoelectricos de campo en los que se han obtenido imágenes que develan la compleja estructura del sistema de cuevas inundadas, así como las características del acuífero de la zona cercana a Tulum.

Figura 9: Estructura del Karst.



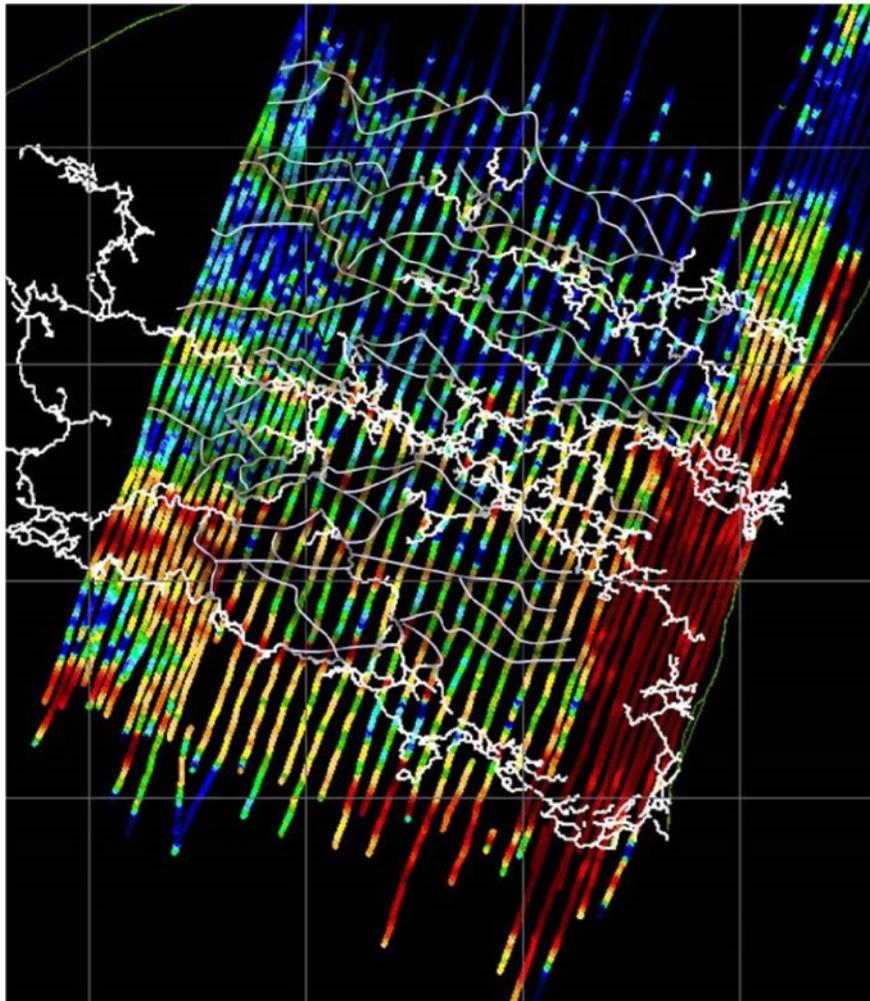
En la imagen se muestran las características subterráneas del terreno en donde se evidencia la presencia de un sistema de cuevas y la profundidad de la halocline. La imagen se obtuvo de la inversión de los datos geoelectricos (Configuración Schlumberger-Wenner) en el perfil de terreno denominado la Bomba, con el empleo del proceso EarthImager smooth inversion, starting model: average apparent resistivity Obtenido de. Supper, et al. 2009 Fuente: Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado).

Así mismo se han llevado a cabo estudios detallados de una porción al Sur de Tulum, en donde existe una extensa red de cuevas inundadas, mismas que con un estudio geofísico aéreo ha revelado la existencia de una gran cantidad de cuevas aún no exploradas, lo que evidencia la complejidad del territorio ocupado por estos

sistemas, lo que debe ser considerado en la planeación futura de los usos en estas zonas. En la figura se muestran los resultados de la exploración realizada por Supper, et. al. 2009.

Entre los sistemas de ríos subterráneos o sistemas de cuevas inundadas destacan el de Sistema de Ox Bel Ha con 172.3 km. De longitud, Sac Actun con una longitud de 156.4 Km., Dos ojos 62.2 km.; estos tres ríos subterráneos son los más grandes de México y los dos primeros son el 8° y 9° a nivel internacional, así como los sistemas Yax chen y Mayan Blue.

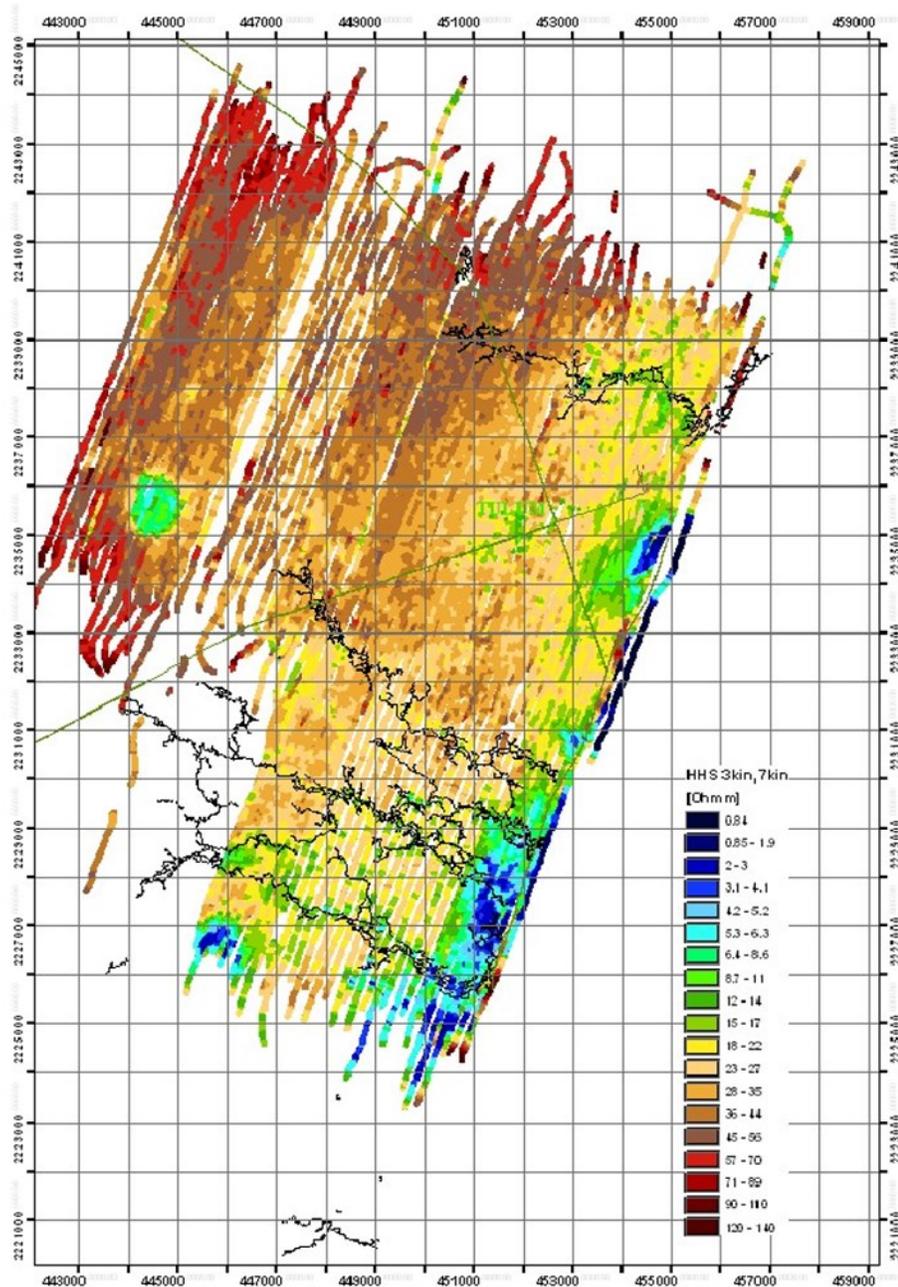
Figura 10: Resultados del muestreo a 7,200 hz.



Se muestran los resultados de las líneas de vuelo después de una corrección latitudinal gruesa y con un perfil de color en el que se resaltan las áreas de alta y baja amplitud. Las líneas blancas muestran las cuevas conocidas y las líneas en color gris representan nuevas ramificaciones. Obtenido de Supper, et al, 2009. Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado).

Para la zona de Tulum el mismo autor, realizó muestreos adicionales en 2007 y 2008 los que se sumaron a los realizados en 2006 y completaron el análisis de una extensa zona de la zona costera.

Figura 11: Resultados del muestreo utilizando frecuencias de 3,200 y 7,200 hz.

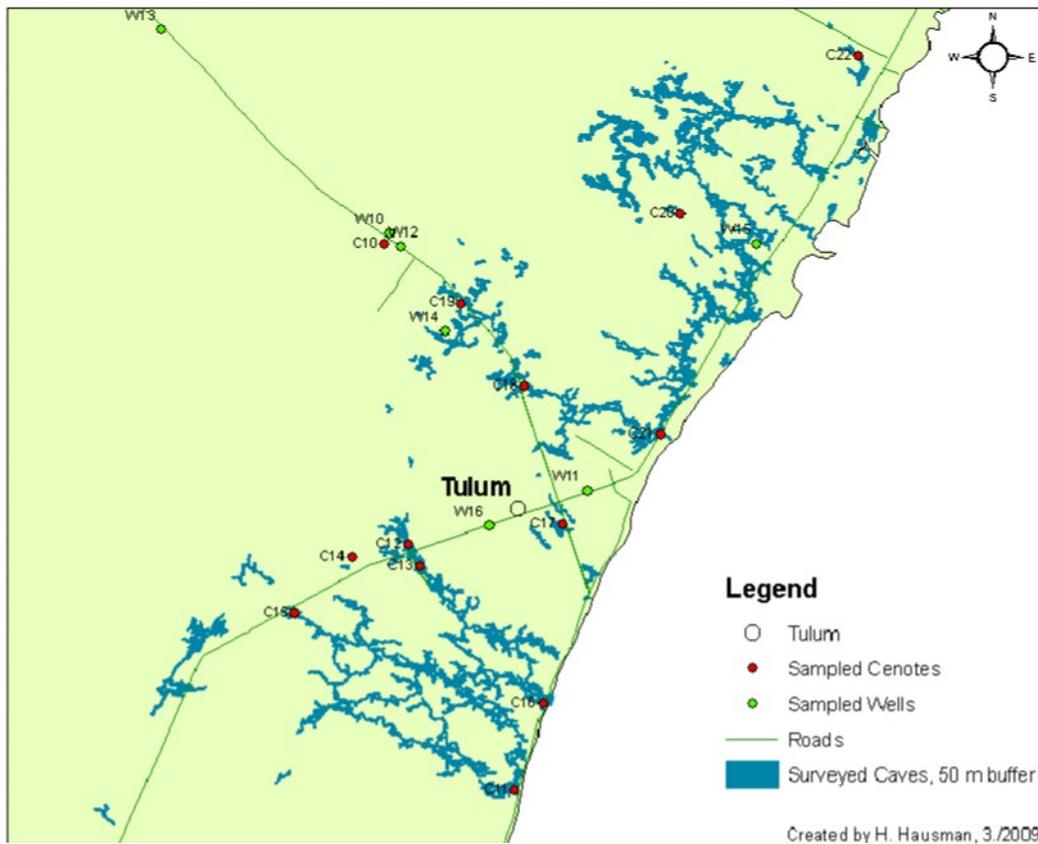


Inversión homogénea a medio espacio (resistividad [Ohm m]) sobre la interpretación de los muestreos se dibujaron los sistemas de cuevas conocidos, mostrando una estrecha correlación con los resultados obtenidos. Obtenido de Supper, et al. 2009. Fuente: Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado). Caracterización Ambiental, POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado).

De igual manera, entre 2009 y 2012, Bordignon, Pocobelli y Reato complementaron la exploración del sistema de cuevas Xunaan Ha, considerado el quinto sistema de cuevas más grande en el estado, el cual alimenta a 36 cenotes y que desemboca dentro de las bahías de X'cachelito e X'cachelito.

Otras fuentes de información manifiestan también la compleja estructura del sistema de cuevas inundadas, lo que hace evidente la vulnerabilidad de la zona ante las posibilidades de un desarrollo futuro sobre estas estructuras.

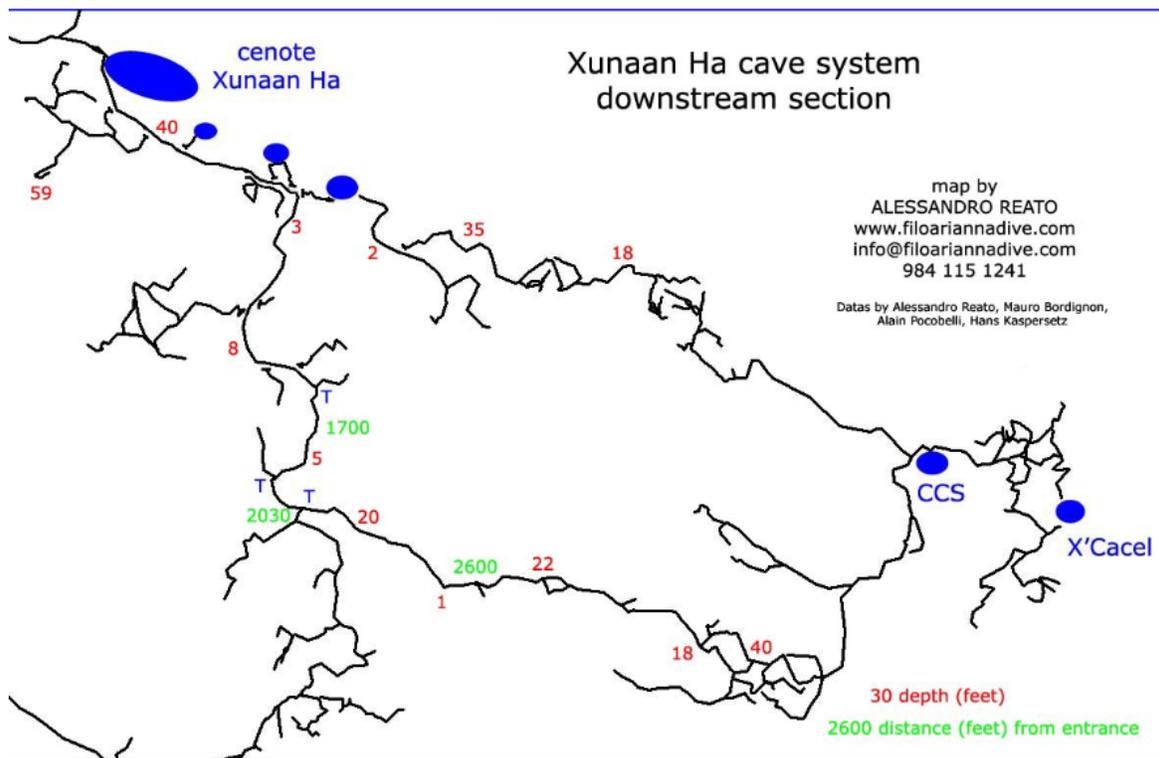
Figura 12: Sistemas de cuevas inundadas exploradas.



Como se puede apreciar en la imagen el profuso conjunto de cuevas inundadas en la zona cercana a la ciudad de Tulum requiere de una especial atención en el proceso de planeación de los usos en el territorio

Fuente: Hausman, 2009.

Figura 13: Sistema de cuevas Xunaan Ha.



Fuente: Reato et al, 2010 citado por Pérez, 2013.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por las investigaciones realizadas en la zona a lo largo de los años, se considera que los sistemas de cuevas requieren de una particular atención en el desarrollo futuro del municipio de Tulum, por lo que se deberán tener en consideración una serie de medidas para evitar la afectación de los mismos por el uso de ellos en actividades turísticas y en la planeación de los diversos usos del territorio que se regulará con este Programa de Ordenamiento Ecológico Local.

7.2.1.6 SUELOS

En el estado de Quintana Roo, predominan los suelos denominados redzinas rojas, con algunos sectores aislados de litosoles y regosoles. En el norte se presenta una franja de aridisoles. 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. Los suelos en Sian Ka´an son generalmente más pobres que los del resto de la Península; son también más jóvenes y poco evolucionados, pedregosos, someros, fácilmente degradables y con potencial forestal. Dentro de la clasificación de FAO (1974), dichos suelos corresponden a los tipos litoral y rendzina. El subsuelo está íntegramente formado por calizas blancas, arenosas, llamadas saskab, no mineralizadas, y que debido al intemperismo se endurecen y forman placas duras en la superficie conocidas como lajas. La formación de un horizonte arcilloso es común en suelos antiguos, horizonte que aflora cuando la intemperie destruye la capa de suelo negro, dando lugar a los suelos rojos de los tipos Chac-luum o K´ankab.

En el municipio de Tulum predominante los suelos tipo Litosol (Leptosol). Las otras unidades edáficas que se registran son: Gleysol, Regosol, Rendzina y Solonchak. Los Litosoles comprenden suelos muy delgados sobre roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina. Son extremadamente pedregosos y son considerados un recurso potencial como terrenos forestales. La erosión es la mayor amenaza en las superficies de estos suelos. Los Leptosoles en pendientes de colinas son generalmente más fértiles que sus homólogos en terrenos llanos. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles pueden causar sequía incluso en ambientes húmedos.

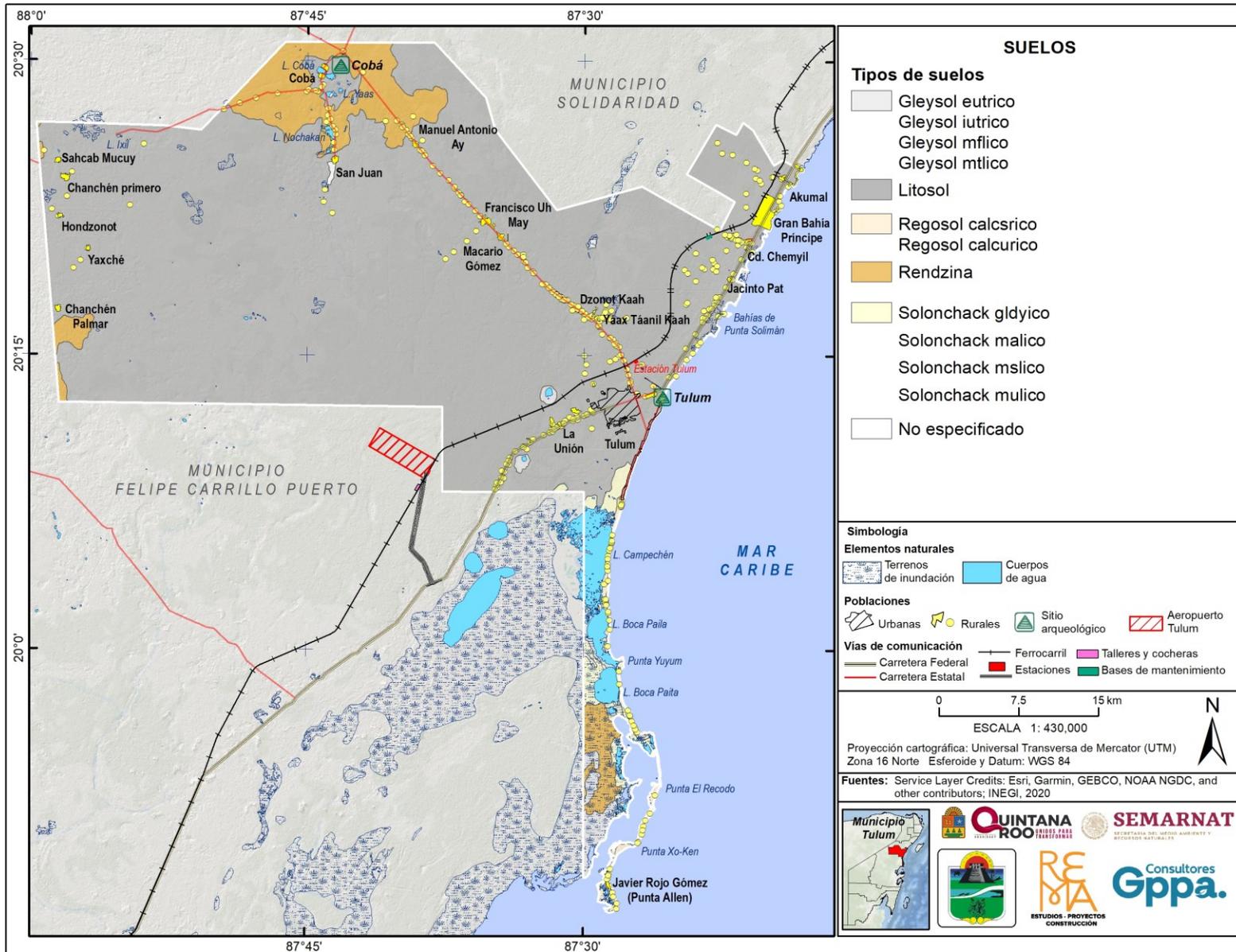
Los suelos tipo Rendzinas se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente son suelos arcillosos y poco profundos - por debajo de los 25 cm - pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten.

Los suelos tipo Solonchaks presentan una alta concentración de sales solubles en algún momento del año. En zonas bajas con nivel freático superficial, la acumulación de sal es más intensa en la superficie del suelo. Estos suelos se encuentran esencialmente en regiones costeras.

Los Gleysoles representan suelos con clara evidencia de influencia de agua subterránea. Se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año. El material parental comprende principalmente sedimentos fluviales, marinos y lacustres. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos que al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. El principal obstáculo para su utilización es la necesidad de instalar un sistema de drenaje para bajar el manto freático.

Los Regosoles son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos, tampoco arenosos, ni con materiales flúvicos. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de su corta edad y/o una formación del suelo muy lenta. En general son claros o pobres en materia orgánica. Su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Mapa 18: Suelos que conforman el municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



7.2.1.7 VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO

Uno de los componentes de mayor relevancia en los estudios de índole ecológico y de ordenamiento territorial es la cobertura vegetal y los usos del suelo que se llevan a cabo.

Pozo, et al. (2011), en la publicación “Riqueza Biológica de Quintana Roo”, apartado de vegetación, señala que en Quintana Roo, existen al menos 12 tipos de vegetación cuya distribución está determinada por el clima. Estos son: 1) Selva alta subperennifolia, 2) selva mediana subperennifolia, 3) selva mediana subcaducifolia, 4) selva baja espinosa subperennifolia, 5) selva baja subcaducifolia, 6) selva baja caducifolia, 7) palmar, 8) manglar, 9) sabana, 10) vegetación de dunas costeras, 11) petén y 12) tular (Pozo, et al., 2011).

De acuerdo a Secretaría de Ecología y Medio Ambiente y la Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable (2021), a nivel municipal, Tulum registra seis tipos de vegetación que, considerando su extensión corresponden con: selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, manglar, sabana y vegetación de duna costera.

A continuación, se describen los tipos de vegetación presentes en el municipio de Tulum.

- a) Selva mediana subperennifolia. Constituida primordialmente por dos estratos arbóreos entre 15-25 m de altura, las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y medio, también posee gran cantidad de epífitas y bejucos. Entre las especies arbóreas que generalmente dominan esta comunidad están: *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum ssp. alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri*, *Cenostigma gaumeri*, *Terminalia buceras*, *Alseis yucatanensis* y *Pachira aquatica*.
- b) Selva baja subcaducifolia. Parecida a la selva baja caducifolia, pero los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad en el suelo. Las especies características son: *Metopium brownei*, *Lysiloma latisiliquum*, *Beucarnea piabilis*, *Bursera simaruba*, *Coccoloba barbadensis*, *Mimosa bahamensis*, *Piscidia piscipula*, *Senegalia gaumeri*, *Gliricidia sepium* y *Cascabela gaumeri*.

- c) Manglar. Constituida básicamente por elementos arbóreos de cinco a veinticinco metros de altura. Encontramos algunas epífitas y trepadoras, como, *Brassavola nodosa*, *Selenicereus testudo*, *Schomburgkia tibicinis*, *Aechmea bracteata*, *Echites yucatanenses*, *Rhabdadenia biflora*. En general esta comunidad está caracterizada por su poca diversidad, la humedad y temperatura son altas, el terreno está periódicamente a permanentemente inundado en aguas saladas a salobres (factor limitante para el desarrollo de otras especies). Los suelos presentan gran cantidad de materia orgánica. Las especies dominantes en esta comunidad son: *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*. Su distribución es costera, pero también se le encuentra en inundaciones salobres interiores.
- d) Sabana. Se desarrolla sobre terrenos planos y poco inundados, suelos profundos y arcillosos que se inundan durante la temporada de lluvias y se endurecen en época de sequías. La sabana es una marisma que tiene periodos de secas y pastos altos con algunos ejemplares arbóreos bajos. Esta comunidad se caracteriza por la dominancia de varias especies de pastizales como: *Andropogon bicornis*, *Paspalum pectinatum*, *Andropogon altus*, *Imperata sp.*, *Panicum maximun* y algunas ciperáceas como *Cyperus sp.* y *Dichromena ciliata*. Además de otros. Las especies arbóreas son: *Crescentia cujete*, *Byrsonima crassifolia*, *Coccoloba barbadensis* y *Sabal yapa*.
- e) Vegetación de dunas costeras. Comunidad compuesta principalmente por formas de vida arbustivas y herbáceas erectas y postradas, expuestas a fuertes vientos, elevada salinidad e insolación. Presente en suelos arenosos, rocosos o cascajosos, con poca materia orgánica. Al igual que el resto de las asociaciones, su composición florística varía marcadamente, dependiendo del sitio donde se distribuye. Es posible distinguir entre dichas composiciones diferentes, a las siguientes: *Ambrosia hispida*, *Opuntia stricta*, *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea*, *Tephrosia cinérea*, *Sophora tomentosa*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Suriana marítima*, *Coccoloba uvifera*, *Thrinax radiata*, *Hymenocallis litoralis*, *Caesalpinia bonduc*, *Rachicallis americana*, *Erithalis fructiosa*, *Ernodea littoralis*, *Salicornia bigelovii*, *Batis marítima*, *Vallesia antillana*, *Capparis incana*, *Enriquebeltrania crenatifolia*, etc.

Para la actualización de la cartografía de uso de suelo y vegetación se tomó como base la Serie VII de Usos de Suelo y Vegetación de INEGI (elaborado durante el periodo 2017-2021), así como la capa de distribución de los manglares elaborada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Posteriormente, esta información fue corroborada y rectificada mediante la revisión de imagen satelital de Google Earth. Adicionalmente se consideró la información generada sobre la distribución de manglares para el POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado), destino de asentamientos humanos registrado para los ejidos, información compartida por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano y el análisis sobre alteración antrópica llevado a cabo para este proceso.

A continuación, se describe las categorías de uso de suelo y vegetación identificadas.

- i. Selva mediana subperennifolia. Representa el tipo de vegetación con mayor distribución en la superficie municipal, la que muestra diferentes estados sucesionales. Los macizos forestales de selva mediana subperennifolia con mayor estado de conservación, se puede observar en diferentes puntos en el centro del municipio de Tulum, así como al noreste de las localidades de Manuel Antonio Ay, Francisco Uh May, Macario Gómez y la ciudad de Tulum, al este de la localidad Chanchen Primero, al sur de la localidad Chanchen Palmar y al noroeste de Akumal.
- ii. Selva baja subcaducifolia. Tipo de vegetación que se localiza en puntos específicos de la zona costera en el municipio de Tulum, entre Akumal y las Bahías de Punta Soliman.
- iii. Selva baja espinosa subperennifolia. Comunidad vegetal que se encuentra al interior de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.
- iv. Manglar. Formación vegetal que se encuentra en la costa del territorio municipal. Superficies grandes pueden ser observadas en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Parque Nacional Tulum y al noreste de la ciudad de Tulum en las Bahías de Punta Soliman.
- v. Tular. Comunidad vegetal en puntos específicos del territorio municipal, asociada principalmente a cuerpos de agua superficial o zonas inundables.
- vi. Vegetación de duna costera.
- vii. Agricultura de temporal anual. Se encuentra representada por áreas agrícolas que no cuentan con infraestructura para riego de los cultivos y estos dependen completamente de la precipitación. Estas áreas, se puede observar principalmente al oeste de municipio de Tulum, cercano a las localidades de Sahcab Mucuy, Chanchen primero, Hondzonot, Yaxché, Chanchen Palamar. También se observa aledaño a las localidades de San Juan y Dzonoth Kaah.

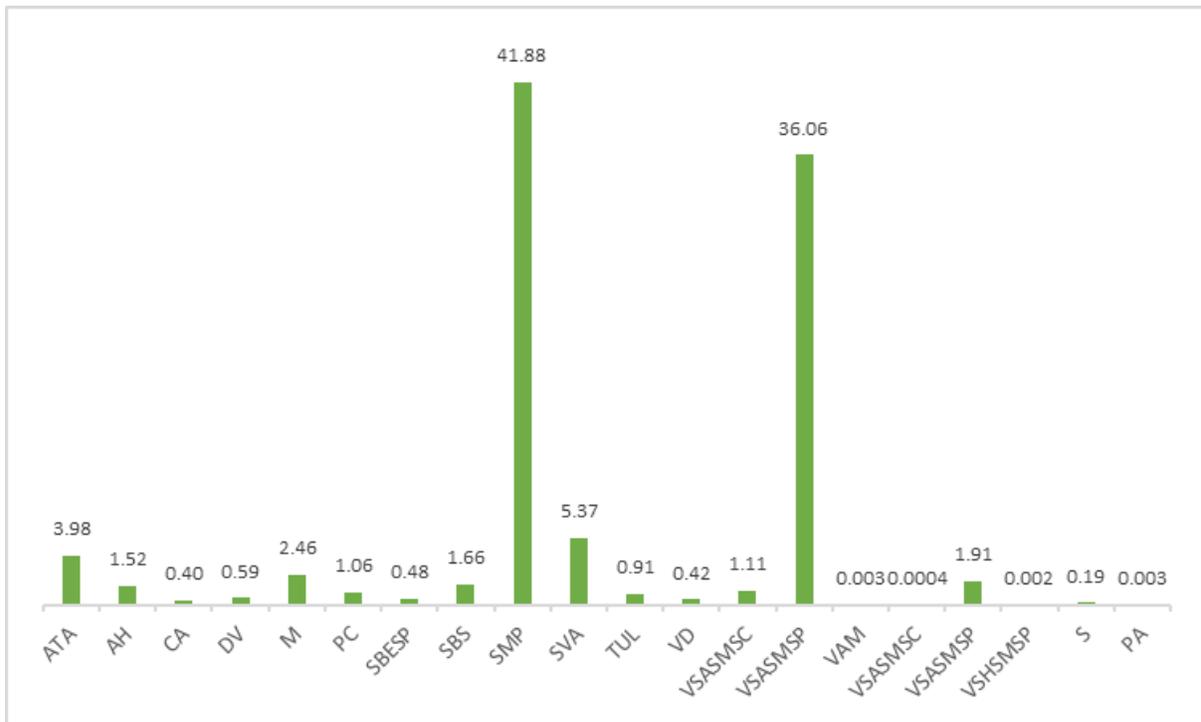
- viii. Pastizal cultivado. Se consideraron a aquellas áreas en donde la vegetación original fue perturbada y degradada formándose extensas áreas de pastos, utilizadas para la actividad ganadera. En Tulum, se pueden observar parches dispersos de estas áreas, distribuidas a lo largo del territorio municipal, las que no cubren superficies considerablemente amplias.
- ix. Desprovisto de vegetación. Siendo aquellas áreas en las que se observan modificaciones hechas para favorecer la actividad antrópica, incluyen carreteras, brechas y caminos que están fuera de las áreas urbanas.
- x. Sin vegetación aparente. Siendo aquellas áreas sin corteza vegetal fuera de las áreas urbanas, algunas de ellas, es probable que se destinarán para asentamientos humanos por los rasgos que presentan como la segmentación del terreno para lotificación.
- xi. Asentamientos humanos. En esta categoría se encuentran representados los asentamientos humanos con características de urbanización y carentes de estas condiciones.
- xii. Cuerpo de agua superficial.

En la siguiente tabla y gráfica, se presentan las superficies por uso de suelo y vegetación definidos y su representación en porcentaje por tipo.

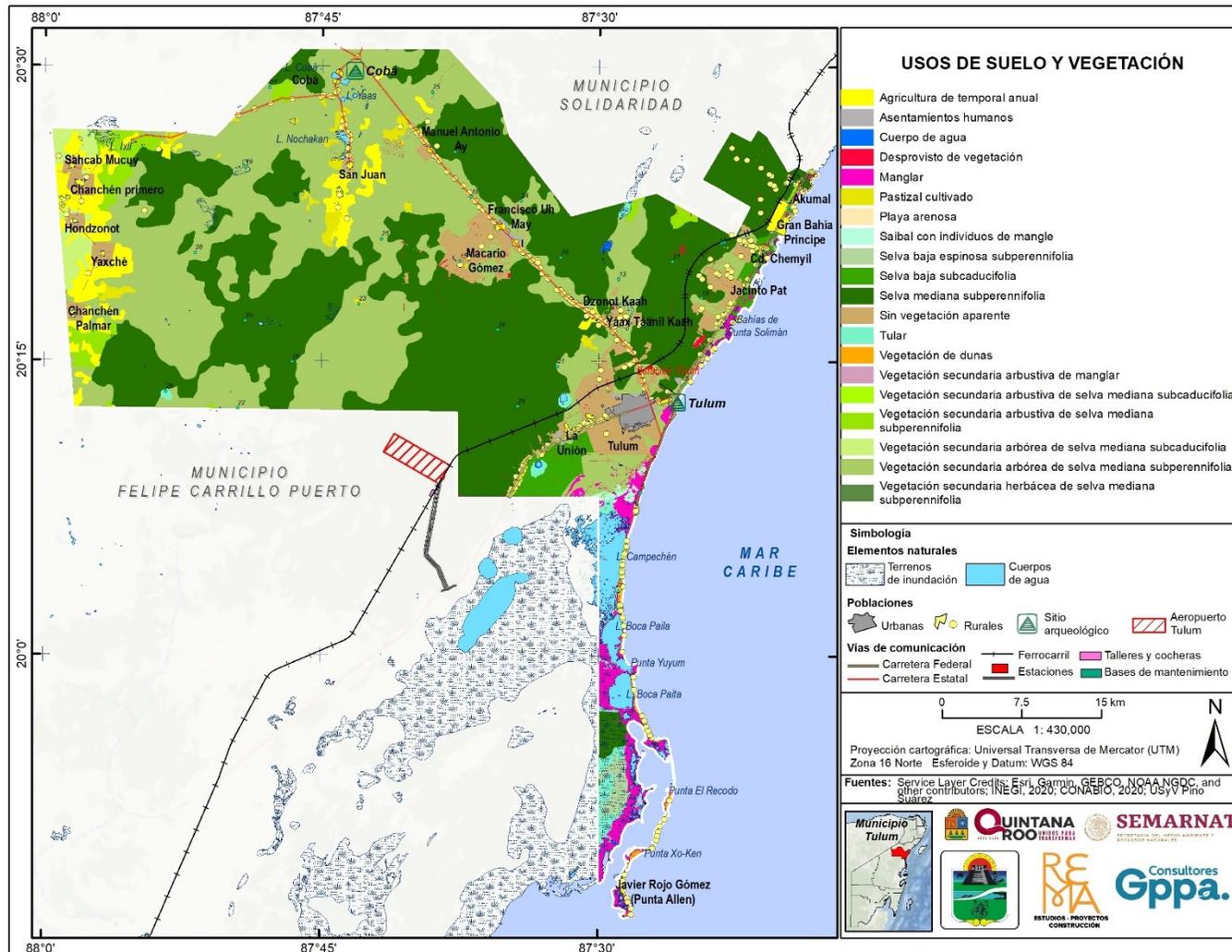
Tabla 8: Superficies por usos de suelo y vegetación.

| Uso de suelo y tipos de vegetación | Clave | Superficie (ha) |
|--|---------|------------------|
| Agricultura de temporal anual | ATA | 7888.70 |
| Asentamientos humanos | AH | 3013.34 |
| Cuerpo de agua | CA | 796.25 |
| Desprovisto de vegetación | DV | 1175.84 |
| Manglar | M | 4882.64 |
| Pastizal cultivado | PC | 2096.05 |
| Selva baja espinosa subperennifolia | SBESP | 945.96 |
| Selva baja subcaducifolia | SBS | 3298.31 |
| Selva mediana subperennifolia | SMP | 83106.87 |
| Sin vegetación aparente | SVA | 10660.62 |
| Tular | TUL | 1807.46 |
| Vegetación de dunas | VD | 835.01 |
| Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia | VSASMSC | 2209.44 |
| Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia | VSASMSP | 71554.80 |
| Vegetación secundaria arbustiva de manglar | VAM | 6.43 |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia | VSASMSC | 0.83 |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia | VSASMSP | 3787.38 |
| Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subperennifolia | VSHSMSP | 3.47 |
| Saibal con individuos de mangle | S | 371.29 |
| Playa arenosa | PA | 6.15 |
| Total | | 198446.84 |

Figura 14: Porcentaje ocupado por cada uso de suelo y vegetación.



Mapa 19: Vegetación y uso del suelo del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



En los diversos ecosistemas y tipos de vegetación presenten en el municipio de Tulum, se cuenta con el registro de 902 especies de flora nativa. En la siguiente tabla, se presentan las 17 especies que se registran en alguna categoría de protección de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Cuatro de estas especies están sujetas a protección especial y trece amenazadas.

Tabla 9: Relación de especies de flora incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que se distribuyen en el municipio de Tulum. A = Amenazada; Pr = Sujeta a protección especial.

| Nombre científico | Nombre común | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------|
| <i>Astronium graveolens</i> | Amargoso | A |
| <i>Avicennia germinans</i> | Mangle prieto | A |
| <i>Beaucarnea pliabilis</i> | Despeinada | A |
| <i>Coccothrinax readii</i> | Palma nakás | A |
| <i>Conocarpus erectus</i> | Mangle Botoncillo | A |
| <i>Cedrela odorata</i> | Cedro | Pr |
| <i>Gossypium hirsutum</i> | Algodón mexicano | Pr |
| <i>Hamelia rovirosae</i> | Sanalotodo | Pr |
| <i>Handroanthus chrysanthus</i> | Roble amarillo | A |
| <i>Laguncularia racemosa</i> | Mangle blanco | A |
| <i>Pseudophoenix sargentii</i> | Palma kuká | A |
| <i>Rhizophora mangle</i> | Mangle colorado | A |
| <i>Sideroxylon capiri</i> | Tempisque | A |
| <i>Thrinax radiata</i> | Guano de costa | A |
| <i>Tillandsia elongata</i> | Tillandsia alargada | A |
| <i>Vanilla planifolia</i> | Vainilla | Pr |
| <i>Zinnia elegans</i> | Mal de ojo | A |

Fuente: CONABIO. Enciclovida. Recuperado el 12 de septiembre de 2023 de <https://enciclovida.mx>.

De las 176 especies clasificadas como endémicas para el estado de Quintana Roo, el municipio de Tulum registra 58. Cabe señalar que el nivel de endemismo para la mayoría de estas especies, de acuerdo a literatura, se da a nivel región península de Yucatán. En la siguiente tabla, se presenta el listado de las especies clasificadas con este estatus.

Tabla 10: Relación de especies de flora endémica que se distribuyen en el municipio de Tulum.

| Nombre científico | Nombre común |
|-------------------------------|-----------------------|
| <i>Acalypha gaumeri</i> | Chili kok |
| <i>Acalypha seleriana</i> | Ch'ilibtux |
| <i>Angelonia parviflora</i> | Boca de vieja |
| <i>Ayenia abutilifolia</i> | Piix t'oon |
| <i>Ayenia fasciculata</i> | Ch'ilib tuux |
| <i>Bakeridesia yucatanana</i> | |
| <i>Beaucarnea pliabilis</i> | Ts'iipil / Despeinada |
| <i>Bonellia flammea</i> | Chak sik'iin |
| <i>Byrsonima bucidifolia</i> | Sakpa' |
| <i>Centrosema schottii</i> | Bu'ul ch'o' |
| <i>Centrosema unifoliatum</i> | |

| Nombre científico | Nombre común |
|--|------------------------|
| <i>Coccoloba humboldtii</i> | Tocó prieto |
| <i>Coccoloba liebmannii</i> | Uva silvestre |
| <i>Coccoloba ortizii</i> | |
| <i>Coccothrinax readii</i> | Palma nakás |
| <i>Coulteria platyloba</i> | Palo colorado |
| <i>Croton arboreus</i> | Pak che' |
| <i>Croton chichenensis</i> | Éck baalam |
| <i>Croton icche</i> | lik che' |
| <i>Croton peraeruginosus</i> | Xikin ch' omak |
| <i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> | Ch'iin took' |
| <i>Eremosis oolepis</i> | Taman-bub |
| <i>Erythroxylum bequaertii</i> | Kankasche' |
| <i>Euphorbia gaumeri</i> | Sak-its |
| <i>Furcraea cahum</i> | Kahum-ki |
| <i>Galphimia paniculata</i> | |
| <i>Gouinia papillosa</i> | |
| <i>Harpalyce arborescens</i> | Palo de Brasil |
| <i>Justicia cobensis</i> | |
| <i>Kallstroemia rosei</i> | Verdolaguilla |
| <i>Lonchocarpus parviflorus</i> | Chaperno |
| <i>Lonchocarpus yucatanensis</i> | Xu'ul de montaña |
| <i>Mariosousa dolichostachya</i> | Yaax piich |
| <i>Matelea crassifolia</i> | Mejen k'ek'en |
| <i>Matelea stenosepala</i> | |
| <i>Mimosa affinis</i> | Dormilona |
| <i>Monnina ciliolata</i> | Tintorea |
| <i>Neea fagifolia</i> | Chakte' |
| <i>Neomillspaughia emarginata</i> | Sak itsa' |
| <i>Opuntia cochenillifera</i> | Nopal de la cochinilla |
| <i>Opuntia inaperta</i> | Nopal zacam |
| <i>Physalis (Physalodendron) campechiana</i> | Tomatillo |
| <i>Platymiscium yucatanum</i> | Bejuco prieto |
| <i>Quadrella quintanarooensis</i> | |
| <i>Randia longiloba</i> | Xkaax |
| <i>Randia truncata</i> | Crucetillo |
| <i>Rhynchosia yucatanensis</i> | |
| <i>Samyda yucatanensis</i> | Jazmincillo |
| <i>Sarcomphalus yucatanensis</i> | Uayum |
| <i>Senna villosa</i> | Sal-ché |
| <i>Serjania yucatanensis</i> | Ch'een peek |
| <i>Solanum houstonii</i> | Mala mujer |
| <i>Sporobolus atrovirens</i> | Pasto |
| <i>Stenandrium nanum</i> | |
| <i>Syringantha coulteri</i> | Syringantha coulteri |
| <i>Thouinia paucidentata</i> | Kan'chunup |
| <i>Tournefortia umbellata</i> | |
| <i>Wimmeria obtusifolia</i> | Amché |

Fuente: CONABIO. Enciclovida. Recuperado el 12 de septiembre de 2023 de <https://enciclovida.mx>.

En Tulum y en general en el estado de Quintana Roo, el uso de la flora es muy común, siendo utilizado como alimento, para la elaboración de artesanías, como combustible, para uso medicinal, entre otros.

Para el territorio municipal, se identifican 254 especies que son utilizadas para el aprovechamiento maderable. En la siguiente tabla se presentan la estimación de especies de acuerdo al uso que la población realiza de estas.

Tabla 11: Estimación de especies de acuerdo a su uso.

| Uso | No. de especies |
|---------------------|-----------------|
| Artesanía | 20 |
| Combustible | 262 |
| Consumo humano | 116 |
| Industrial | 11 |
| Maderable | 254 |
| Manejo de plagas | 2 |
| Materiales | 173 |
| Medicinal | 315 |
| Ornamental | 180 |
| Sociales/religiosos | 35 |

Fuente: CONABIO. Enciclovida. Recuperado el 12 de septiembre de 2023 de <https://enciclovida.mx>.

Entre las especies que se utilizan como alimento destacan el chicozapote (*Manilkara zapota*), el siricote (*Cordia dodecandra*), la guaya (*Talisia olivaeformis*), el caimito (*Cryosophyllum mexicanum*), entre otros, de los que se aprovecha su fruto, de la misma manera del ramón blanco (*Brosimum alicastrum*), se utiliza su semilla como complemento del maíz.

Entre las plantas que se tienen un uso medicinal destaca el chacah (*Bursera simaruba*) que se utiliza para tratar la quemadura por chechem, la riñonina (*Ipomoea pes-caprae*) para enfermedades del riñón, el ramón (*Brosimum alicastrum*) es utilizado para el asma, la pata de vaca (*Bahaina divaricata*) es utilizada para la diarrea, el siricote (*Cordia sebestena*) para el dolor de estómago, entre otras.

Los bejucos son ampliamente utilizados para cestas tejidas para uso familiar se utilizan principalmente para cosechar y transportar maíz, otros granos y hortalizas desde las parcelas. También en las comunidades de la Zona Maya se utilizan largos tramos de bejuco para atar los largueros a los postes y entre sí.

Por otra parte, en la mayoría de las comunidades se obtiene leña para generar energía para la cocción de alimentos, la cual recogen de zonas cercanas a sus parcelas, entre las especies utilizadas como leña se encuentran el caracolillo (*Sideroxylon gaumeri*), el cedro (*Cedrela odorata*) la ceiba (*Ceiba pentandra*), el chacah rojo (*Bursera simaruba*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), entre otros (POEL Tulum, 2018, aprobado no publicado).

7.2.1.7.1 GRADO DE ALTERACIÓN ANTRÓPICA

Tal y como fue indicado en el cuerpo de este apartado uno de los insumos utilizados para la actualización de la cartografía de uso de suelo y vegetación fue el análisis de la alteración antrópica que registra el municipio, de acuerdo a lo anterior, a continuación, se presenta el proceso que se siguió y los resultados obtenidos.

El mapa de alteración antrópica muestra los diferentes sectores y lugares que han sufrido una alteración al ecosistema debido a la presencia o actividad humana, la cual se manifiesta de maneras e intensidades diferentes, desde la presencia de vías de comunicación que abarcan las carreteras pavimentadas o caminos de terracería, hasta la actual obra de construcción del llamado Tren Maya.

Relacionados a estas vías de comunicación se encuentran los terrenos que han sido deforestados para el uso de suelo relacionado a las obras del Tren Maya, así como caminos anexos y alternos. Muchos de estos terrenos son utilizados para la extracción de la roca que es utilizada para obras de construcción relacionada al tren.

También considera los centros de población como la ciudad de Tulum hasta los poblados rurales y las zonas de influencia debidas a las actividades agrícolas y ganaderas.

Con base en la imagen de satélite basada en la plataforma de Google Earth, 2023, se interpretó de manera visual, todos aquellos rasgos o elementos del paisaje, que presentan algún grado de alteración al ecosistema, para tal efecto, se utilizaron cinco niveles de calificación para medir el grado de alteración, que van de Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy baja, abarcando desde los colores rojo, naranja, amarillo verde claro y verde fuerte, respectivamente.

Los elementos que se consideraron con un grado de alteración muy alta se encuentran la ciudad de Tulum y zonas periféricas a la misma, las zonas habitacionales en las diferentes poblaciones dentro del municipio, los lugares que han sido completamente deforestados al nivel de fragmentar el sustrato rocoso y dejar al descubierto el manto freático, la zona de construcción del Tren Maya y los terrenos relacionados a la misma, entre otros.

Las zonas de alteración alta son aquellas que ya han sido utilizadas para un uso de suelo de construcción ya sea habitacional o industrial, así como los caminos pavimentados principalmente y brechas en donde el tráfico de vehículos es constante.

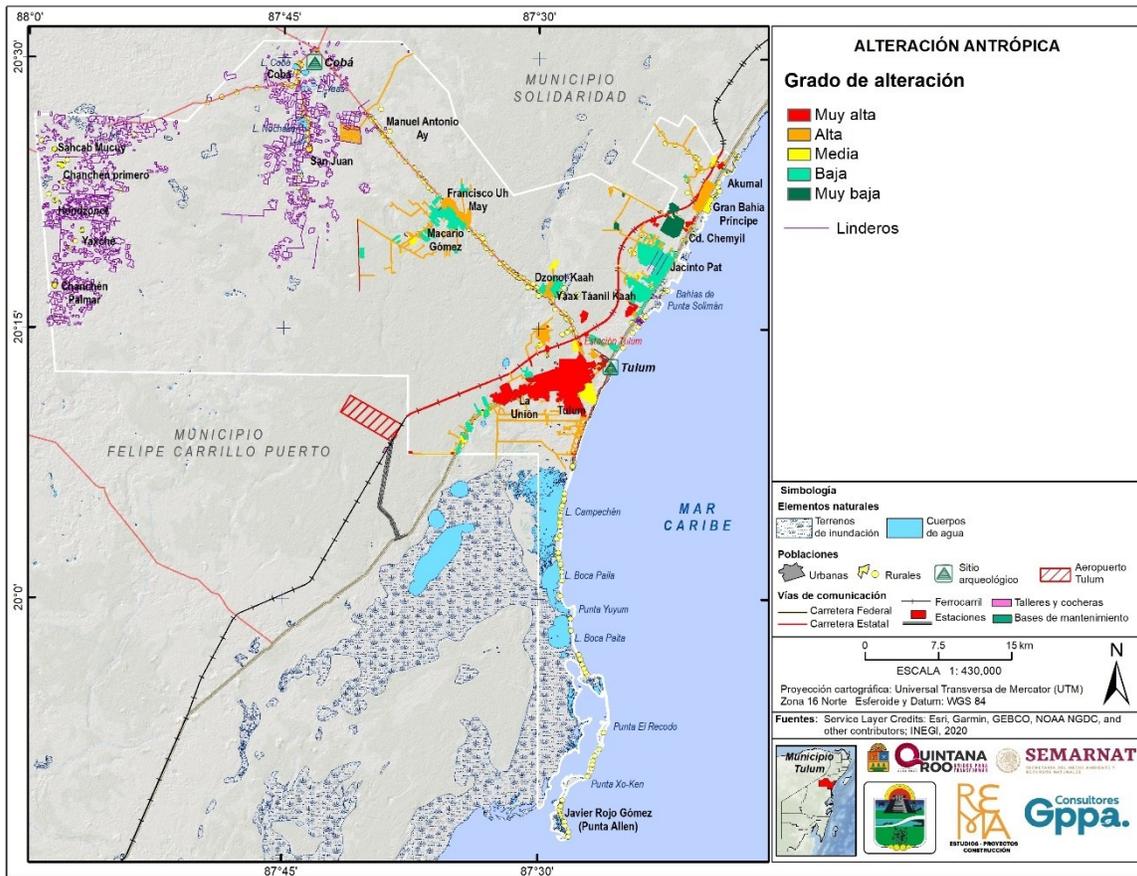
Las zonas de alteración media responden a los terrenos que se encuentran en una fase de transición entre la construcción debido a su cambio de uso del suelo y las zonas que todavía presentan elementos originales del paisaje, representados en los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos o de manera menor dos de los tres estratos y que pueden ser destinados a ser recuperados en algún lugar.

Las zonas correspondientes a la alteración baja, son aquellos terrenos que muestran un nivel de fragmentación bajo en la presencia de su densidad, es decir, se presentan pocos caminos (veredas y brechas), que conectan el tránsito menor de vehículos y pobladores, hacia dichos terrenos. La presencia de la vegetación y fauna todavía es importante y por tal motivo es de ser considerados estos terrenos de revisión para su preservación.

Finalmente, los sitios con un grado de alteración muy baja, son aquellos en donde se presentan veredas, linderos y/o predios que han alterado al ecosistema en muy bajo nivel y que con medidas de bajo costo pueden ser recuperados en poco tiempo.

Es de suma importancia este insumo como un recurso histórico, porque refleja un momento (año 2023), en el que se presenta este nivel de alteración al ecosistema debida a la expansión de los terrenos construidos, y que representa una unidad de medida para poder evaluar a futuro, si dichos sectores van a ser preservados o por el contrario, mostrarán el aumento en el grado de alteración por la acción antrópica.

Mapa 20: Grado de alteración antrópica.



7.2.1.8 FAUNA

Se han realizado diversos estudios para documentar la fauna de Quintana Roo, mucho de los cuales están enfocados a grupos faunísticos particulares. Entre estos destacan los trabajos publicados por Paynter (1955) acerca de las aves, Lee (2000) que tratan sobre la herpetofauna y Gil, et al (1994) sobre tortugas marinas; Jones y Lawlor (1965), Jones, et al., (1976), Jones, et al (1973a,1978b), Birney et al., (1974) sobre los mamíferos. Uno de los trabajos más completos, que tratan de la biodiversidad de Quintana Roo, es el realizado por Pozo et al., (2011). En esta publicación se hace mención a los diferentes grupos de vertebrados terrestres que componen la diversidad faunística del estado, así como de los ecosistemas en el cual habitan.

Algunas investigaciones se han enfocado al estudio de vertebrados terrestres particulares. Estos estudios se han derivado de las problemáticas ambientales que acaecen sobre las poblaciones de las especies. También resaltan los estudios realizados por el Instituto de Ecología (1985a, 1985b, 1986) acerca del impacto

ambiental de diferentes obras turísticas y de explotación de minerales. Otros estudios se han enfocado a estudiar a las aves, por ejemplo, aquellos trabajos realizados por Berlanga et al, (2015), Lopez-Ornat y Greenberd (1990), López-González (1991), Lynch et al., (1989) y MacKinnon (2005, 2013). De los mamíferos, se ha estudiado principalmente ecología de los monos, y se conocen los estudios de Rico-Gray (1989) y Watts y Rico-Gray (1987). También se han publicado nuevos registros de mamíferos para Quintana Roo (Sánchez-Herrera et al., 1986).

Para el estado de Quintana Roo, las aves son el grupo de organismos más abundantes, Pozo, et al. (2011) menciona un registro de 483 especies, entre residentes y migratorias, dicho número representa casi el 43% de las especies registradas en México. También indica que, el registro de anfibios es estimado en 22 especies, el de reptiles en 106 especies, el de peces dulce acuícolas en 89 especies y el de mamíferos en 114 especies. El número de mamíferos terrestres reportadas para Quintana Roo representan más del 90% de las especies registradas en la península de Yucatán y 23.5% de México.

Los registros más recientes sobre la fauna silvestre, para el municipio de Tulum, son los contenidos en el Estudio Previo Justificativo para la declaratoria del área natural protegida “Área de Protección de Flora y Fauna Jaguar” (APFF Jaguar). La publicación indica un registro de 15 especies de peces dulceacuícolas, 15 especies de anfibios, 51 especies de reptiles, 246 especies de aves y 35 especies de mamíferos.

La actualización de la caracterización de la fauna presente en la municipalidad de Tulum, se realizó con la información documental que se encuentra disponible para la zona, siendo uno de los principales insumos la encontrada en el acervo histórico de registros de especies que la CONABIO conserva en su portal de Enciclovida. Asimismo, se tomó en consideración la información generada para la justificación de declaratoria del APFF Jaguar y la contenida en el documento del POEL Tulum 2018 (aprobado no publicado). A continuación, se presenta la información conseguida.

a) Peces dulceacuícolas

El registro de peces dulceacuícolas, para el municipio de Tulum, se estima en 51 especies, de las cuales tres se encuentran en alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y corresponden con el juil descolorido (*Rhamdia guatemalensis*), el topote de vela (*Poecilia velífera*) y la dama blanca ciega (*Typhlias pearsei*), siendo esta última también clasificada como especie endémica. Igualmente se identifican dos especies exóticas, la tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*) y la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tabla 12: Lista de peces dulceacuícolas presentes en el municipio de Tulum. P = En peligro de extinción; A = amenazada; Pr = Sujeta a protección especial; *= Endémica.

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| <i>Ablennes hians</i> | Agujón sable | |
| <i>Albula vulpes</i> | Macabí | |
| <i>Anchoa hepsetus</i> | Anchoa legítima | |
| <i>Anguilla rostrata</i> | Anguila americana | |
| <i>Archosargus probatocephalus</i> | Sargo chopá | |
| <i>Astyanax aeneus</i> | Sardinita de Pénjamo | |
| <i>Astyanax bacalarensis</i> | Sardinita de Bacalar | |
| <i>Atherinomorus stipes</i> | Tinicalo cabezón | |
| <i>Bathygobius soporator</i> | Mapo aguado | |
| <i>Belonesox belizanus</i> | Picudito | |
| <i>Centropomus undecimalis</i> | Robalo blanco | |
| <i>Cribroheros robertsoni</i> | Mojarra hondureña | |
| <i>Ctenogobius boleosoma</i> | Madrejuile | |
| <i>Cyprinodon artifrons</i> | Bolín petota | |
| <i>Dormitator maculatus</i> | Naca | |
| <i>Eleotris perniger</i> | Guavina espinosa | |
| <i>Eleotris pisonis</i> | Guavina espinosa | |
| <i>Eucinostomus gula</i> | Mojarra española | |
| <i>Eugerres plumieri</i> | Mojarra rayada | |
| <i>Gambusia sexradiata</i> | Guayacón del sureste | |
| <i>Gambusia yucatanana</i> | Guayacón yucateco | |
| <i>Garmanella pulchra</i> | Cachorrito de Progreso | |
| <i>Gerres cinereus</i> | Mojarra trompetera | |
| <i>Gobiomorus dormitor</i> | Guavina bocón | |
| <i>Harengula jaguana</i> | Sardina escamuda | |
| <i>Lophogobius cyprinooides</i> | Gobio gallo | |
| <i>Lutjanus griseus</i> | Pargo mulato | |
| <i>Mayaheros urophthalmus</i> | Mojarra del sureste | |
| <i>Megalops atlanticus</i> | Sábalo | |
| <i>Membras martinica</i> | Pejerrey rasposo | |
| <i>Mugil cephalus</i> | Lisa rayada | |
| <i>Mugil curema</i> | Lebrancha | |
| <i>Oreochromis mossambicus</i> | Tilapia de Mozambique | |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | Tilapia del Nilo | |
| <i>Parachromis friedrichsthalii</i> | Mojarra de San Juan | |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| <i>Petenia splendida</i> | Tenguayaca | |
| <i>Poecilia mexicana</i> | Topote del Atlántico | |
| <i>Poecilia orri</i> | Topote de manglar | |
| <i>Poecilia velifera</i> | Topote de vela | A |
| <i>Pseudoxiphophorus bimaculatus</i> | Guatopote manchado | |
| <i>Rhamdia guatemalensis</i> | Juil descolorido | Pr |
| <i>Rhonciscus croco</i> | Burro croco | |
| <i>Rocio octofasciata</i> | Cíclido de ocho bandas | |
| <i>Sphoeroides testudineus</i> | Botete sapo | |
| <i>Strongylura marina</i> | Agujón verde | |
| <i>Syngnathus scovelli</i> | Pez pipa del Golfo | |
| <i>Thorichthys meeki</i> | Mojarra boca de fuego | |
| <i>Trichromis salvini</i> | Guapote tricolor | |
| <i>Trinectes inscriptus*</i> | Scrawled Sole | |
| <i>Typhlias pearsei</i> | Dama blanca ciega | P |
| <i>Vieja melanurus</i> | Mojarra paleta | |

b) Anfibios

En el municipio de Tulum se registran 23 especies, de las cuales ocho se encuentran sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y corresponden con sapo boca angosta elegante (*Gastrophryne elegans*), salamandra lengua de hongo rojiza (*Bolitoglossa rufescens*), salamandra lengua de hongo yucateca (*Bolitoglossa yucatanana*), rana leopardo (*Lithobates berlandieri*), rana de Brown (*Lithobates brownorum*), la rana de rayas blancas (*Lithobates pustulosus*) y la rana cabeza pala (*Tripurion petasatus*). Destaca la rana ladrona (*Craugastor yucatanensis*) por ser endémica de la península de Yucatán.

Tabla 13: Lista de anfibios presentes en el municipio de Tulum. Pr = Sujeta a protección especial; * = Endémica.

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| <i>Agalychnis taylori</i> | Rana de árbol de ojos rojos | |
| <i>Bolitoglossa rufescens</i> | Salamandra lengua de hongo rojiza | Pr |
| <i>Bolitoglossa yucatanana</i> | Salamandra lengua de hongo yucateca | Pr |
| <i>Craugastor yucatanensis</i> | Rana ladrona yucateca* | Pr |
| <i>Dendropsophus microcephalus</i> | Rana de árbol amarilla | |
| <i>Gastrophryne elegans</i> | Sapo boca angosta elegante | Pr |
| <i>Hypopachus variolosus</i> | Rana manglera | |
| <i>Incilius valliceps</i> | Sapo costero | |
| <i>Leptodactylus melanonotus</i> | Rana del sabinal | |
| <i>Lithobates berlandieri</i> | Rana leopardo | Pr |
| <i>Lithobates brownorum</i> | Rana de Brown | Pr |
| <i>Lithobates pipiens</i> | Rana leopardo nortea | |
| <i>Lithobates pustulosus</i> | Rana de rayas blancas | Pr |
| <i>Lithobates vaillanti</i> | Rana de Vaillant | |
| <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo común | |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <i>Rhinella marina</i> | Sapo gigante | |
| <i>Scinax staufferi</i> | Rana arborícola trompuda | |
| <i>Smilisca baudinii</i> | Rana arborícola mexicana | |
| <i>Tlalocohyla loquax</i> | Rana arborícola loquax | |
| <i>Tlalocohyla picta</i> | Rana de árbol pintada | |
| <i>Trachycephalus typhonius</i> | Rana arborícola lechosa | |
| <i>Trachycephalus vermiculatus</i> | Rana arborícola vermiculada | |
| <i>Triprion petasatus</i> | Rana cabeza de pala | Pr |

c) Reptiles

En el caso de los reptiles, se registran 76 especies, de las cuales 33 se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010. Destacan, por encontrarse en la clasificación de en peligro de extinción las especies de tortugas marinas: Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*). También se registran seis especies como endémicas, siendo la culebra ratonera (*Pseudelaphe phaescens*), la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) y la nauyaca nariz de cerdo yucateca (*Porthidium yucatanicum*), especies que también se encuentran sujetas a protección especial.

Tabla 14: Lista de reptiles presentes en el municipio de Tulum. P = En peligro de extinción; A = amenazada; Pr = Sujeta a protección especial; *= Endémica.

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---|----------------------------------|-----------------------|
| <i>Agkistrodon bilineatus</i> | Cantil enjaquimado | Pr |
| <i>Anolis lemurinus</i> | Abaniquillo centroamericano | |
| <i>Anolis rodriguezii</i> | Abaniquillo de Rodríguez | |
| <i>Anolis sagrei</i> | Abaniquillo pardo del Caribe | |
| <i>Anolis sericeus</i> | Abaniquillo de Cuming | |
| <i>Anolis tropidonotus</i> | Abaniquillo escamoso mayor | |
| <i>Anolis ustus</i> | Abaniquillo de Yucatán | |
| <i>Aspidoscelis angusticeps</i> | Huico yucateco | |
| <i>Aspidoscelis maslini</i> | Huico de la península de Yucatán | A |
| <i>Basiliscus vittatus</i> | Toloque | |
| <i>Boa constrictor</i> | Mazacuata | A |
| <i>Bothrops asper</i> | Cuatro narices | |
| <i>Caretta caretta</i> | Tortuga caguama | P |
| <i>Chelonia mydas</i> | Tortuga verde | P |
| <i>Coleonyx elegans</i> | Geco yucateco de bandas | A |
| <i>Coniophanes bipunctatus</i> | Culebra dos puntos | |
| <i>Coniophanes imperialis</i> | Culebra rayas negras | |
| <i>Coniophanes meridanus</i> | Culebra sin rayas peninsular* | |
| <i>Coniophanes schmidtii</i> | Culebra rayada yucateca | |
| <i>Conopsis lineatus</i> | Culebra guardacaminos hermosa | |
| <i>Crocodylus acutus</i> | Cocodrilo de Río | Pr |
| <i>Crotalus durissus subsp. tzabcan</i> | Cascabel yucateca | Pr |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|------------------------------------|--|---------------------------|
| <i>Corytophanes hernandesii</i> | Toloque de montaña | Pr |
| <i>Ctenosaura similis</i> | Iguana negra de cola espinosa | A |
| <i>Dipsas brevifacies</i> | Culebra caracolera chata | Pr |
| <i>Drymarchon melanurus</i> | Arroyera | |
| <i>Drymobius margaritiferus</i> | Corredora elegante | |
| <i>Eretmochelys imbricata</i> | Tortuga carey | P |
| <i>Ficimia publia</i> | Culebra naricilla manchada | |
| <i>Geophis sanniolus</i> | Culebra caracolera pigmea | |
| <i>Geophis sartorii</i> | Coralillo falso | |
| <i>Hemidactylus frenatus</i> | Besucona | |
| <i>Holcosus gaigeae</i> | | |
| <i>Holcosus undulatus</i> | Lagartija arcoiris* | |
| <i>Iguana iguana</i> | Iguana verde | Pr |
| <i>Imantodes cenchoa</i> | Culebra cordelilla chata | Pr |
| <i>Imantodes tenuissimus</i> | Culebra cordelilla yucateca | Pr |
| <i>Kinosternon creaseri</i> | Tortuga de pantano yucateca* | |
| <i>Kinosternon scorpioides</i> | Tortuga pecho quebrado escorpión | Pr |
| <i>Kinosternon leucostomum</i> | Tortuga pecho quebrado labios blancos | Pr |
| <i>Laemanctus serratus</i> | Toloque coronado | Pr |
| <i>Lampropeltis abnorma</i> | Falsa coralillo real centroamericana | |
| <i>Lampropeltis triangulum</i> | Coral falsa estranguladora | A |
| <i>Leptodeira frenata</i> | Culebra ojo de gato de selva | |
| <i>Leptophis ahaetulla</i> | Ranera perico | A |
| <i>Leptophis mexicanus</i> | Culebra perico mexicana | A |
| <i>Mastigodryas melanolomus</i> | Corredora panza rosada | |
| <i>Mesoscincus schwartzei</i> | Eslizón yucateco | |
| <i>Micrurus diastema</i> | Serpiente coralillo del sureste | Pr |
| <i>Ninia sebae</i> | Coralillo falso | |
| <i>Oxybelis fulgidus</i> | Bejuquilla verde | |
| <i>Phyllodactylus tuberculatus</i> | Geco panza amarilla | |
| <i>Pliocercus elapoides</i> | Culebra imita coral común | A |
| <i>Porthidium yucatanicum</i> | Nauyaca nariz de cerdo yucateca* | Pr |
| <i>Pseudelaphe phaescens</i> | Culebra ratonera yucateca* | Pr |
| <i>Scaphiodontophis annulatus</i> | Coralillo falso | |
| <i>Sceloporus chrysostictus</i> | Lagartija espinosa de puntos amarillos | |
| <i>Sceloporus cozumelae</i> | Lagartija espinosa de Cozumel* | Pr |
| <i>Sceloporus lundelli</i> | Lagartija escamosa de Lundell | |
| <i>Sceloporus variabilis</i> | Lagartija escamosa panza rosada | |
| <i>Senticolis triaspis</i> | Culebra oliva | |
| <i>Sibon nebulatus</i> | Caracolera nebulosa | |
| <i>Spilotes pullatus</i> | Culebra ratonera amarilla | |
| <i>Sphaerodactylus glaucus g</i> | Geco enano collajero | Pr |
| <i>Stenorrhina freminvillei</i> | Culebra alacranera de sangre | |
| <i>Symphimus mayae</i> | Culebra labios blancos maya | Pr |
| <i>Tantilla cuniculator</i> | Culebrita de collar de Petén | Pr |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---|----------------------------------|-----------------------|
| <i>Tantilla moesta</i> | Culebra ciempiés de panza negra | |
| <i>Tantillita canula</i> | Culebra ciempiés yucateca | |
| <i>Thamnophis marcianus</i> | Sochuate | A |
| <i>Thamnophis proximus</i> | Culebra acuática centroamericana | A |
| <i>Thecadactylus rapicauda</i> | Geco cola de nabo | Pr |
| <i>Trachemys ornata</i> | Jicotea occidental | |
| <i>Trachemys scripta</i> | Jicotea | |
| <i>Trachemys scripta subsp. elegans</i> | Tortuga gravada | Pr |
| <i>Trachemys venusta</i> | Tortuga de Guadalupe | |

d) Aves

En el municipio de Tulum se registran 415 especies de aves, de las cuales 87 están categorizadas en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Destacan por encontrarse en la categoría de en peligro de extinción el pato real (*Cairina moschata*), el chorlo chiflador (*Charadrius melodus*), la garza rojiza (*Egretta rufescens*), la cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*), el mosquero real (*Onychorhynchus coronatus*), el loro cabeza oscura (*Pyrilla haemototis*), el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), el águila albinegra (*Spizaetus melanoleucus*), el águila elegante (*Spizaetus ornatus*) y el águila tirana (*Spizaetus tyrannus*). También se registran seis especies exóticas - invasoras, que corresponden con la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), la paloma doméstica (*Columba livia*), el capuchino tricolor asiático (*Lonchura malacca*), el capuchino pecho escamoso (*Lonchura punctulata*), la paloma turca de collar (*Streptopelia decaocho*) y el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*).

Tabla 15: Lista de aves presentes en el municipio de Tulum. P = En peligro de extinción; A = amenazada; Pr = Sujeta a protección especial.

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| <i>Accipiter bicolor</i> | Gavilán bicolor | A |
| <i>Accipiter striatus</i> | Gavilán Pecho Canela | Pr |
| <i>Actitis macularius</i> | Playero alzacolita | |
| <i>Agamia agami</i> | Garza agami | Pr |
| <i>Agelaius phoeniceus</i> | Tordo sargento | |
| <i>Amazilia rutila</i> | Colibrí Canelo | |
| <i>Amazilia tzacatl</i> | Colibrí Cola Canela | |
| <i>Amazilia yucatanensis</i> | Colibrí Vientre Canelo | |
| <i>Amazona albifrons</i> | Loro frente blanca | Pr |
| <i>Amazona autumnalis</i> | Loro Cachetes Amarillos | A |
| <i>Amazona xantholora</i> | Loro yucateco | A |
| <i>Amblycercus holosericeus</i> | Cacique pico claro | |
| <i>Ammodramus savannarum</i> | Gorrión chapulín | |
| <i>Anas acuta</i> | Pato golondrino | |
| <i>Anhinga anhinga</i> | Aninga americana | |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <i>Anous stolidus</i> | Charrán Café | |
| <i>Anser rossii</i> | Ganso de Ross | |
| <i>Anthracothorax prevostii</i> | Colibrí garganta negra | |
| <i>Antrostomus badius</i> | Tapacaminos Yucateco | |
| <i>Aramides albiventris</i> | Rascón nuca canela | |
| <i>Aramides axillaris</i> | Rascón Cuello Canela | A |
| <i>Aramus guarauna</i> | Carrao | A |
| <i>Archilochus colubris</i> | Colibrí garganta rubí | |
| <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | |
| <i>Ardea herodias</i> | Garza morena | |
| <i>Arenaria interpres</i> | Vuelvepiedras Rojizo | |
| <i>Arremonops chloronotus</i> | Rascador dorso verde | |
| <i>Arremonops rufivirgatus</i> | Rascador oliváceo | |
| <i>Attila spadiceus</i> | Mosquero Atila | |
| <i>Aythya affinis</i> | Pato Boludo Menor | |
| <i>Aythya americana</i> | Pato Cabeza Roja | |
| <i>Aythya collaris</i> | Pato pico anillado | |
| <i>Basileuterus culicivorus</i> | Chipe Cejas Negras | |
| <i>Bombycilla cedrorum</i> | Chinito | |
| <i>Botaurus lentiginosus</i> | Avetoro norteño | A |
| <i>Botaurus pinnatus</i> | Avetoro neotropical | A |
| <i>Bubo virginianus</i> | Búho cornudo | |
| <i>Bubulcus ibis</i> | Garza Ganadera | |
| <i>Bucephala albeola</i> | Pato monja | |
| <i>Busarellus nigricollis</i> | Aguililla canela | Pr |
| <i>Buteo albonotatus</i> | Aguililla aura | Pr |
| <i>Buteo brachyurus</i> | Aguililla cola corta | |
| <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | |
| <i>Buteo plagiatus</i> | Aguililla gris | |
| <i>Buteogallus anthracinus</i> | Aguililla Negra Menor | Pr |
| <i>Buteogallus urubitinga</i> | Aguililla Negra Mayor | Pr |
| <i>Butorides virescens</i> | Garcita Verde | |
| <i>Cairina moschata</i> | Pato real | P |
| <i>Calcarius lapponicus</i> | Escribano ártico | |
| <i>Calidris alba</i> | Playero blanco | |
| <i>Calidris alpina</i> | Playero dorso rojo | |
| <i>Calidris canutus</i> | Playero Rojo | |
| <i>Calidris fuscicollis</i> | Playero rabadilla blanca | |
| <i>Calidris himantopus</i> | Playero zancón | |
| <i>Calidris mauri</i> | Playero Occidental | A |
| <i>Calidris melanotos</i> | Playero Pectoral | |
| <i>Calidris minutilla</i> | Playero Diminuto | |
| <i>Calidris pusilla</i> | Playero semipalmeado | |
| <i>Calonectris diomedea</i> | Pardela de Cory | |
| <i>Campephilus guatemalensis</i> | Carpintero Pico Plateado | Pr |
| <i>Camptostoma imberbe</i> | Mosquerito Chillón | |
| <i>Cardellina canadensis</i> | Chipe de collar | |
| <i>Cardellina pusilla</i> | Chipe corona negra | |
| <i>Cardinalis cardinalis</i> | Cardenal rojo | |
| <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | |
| <i>Cathartes burrovianus</i> | Zopilote sabanero | Pr |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Catharus fuscescens</i> | Zorzal Canelo | |
| <i>Catharus minimus</i> | Zorzal cara gris | |
| <i>Catharus ustulatus</i> | Zorzal de Anteojos | |
| <i>Celeus castaneus</i> | Carpintero castaño | Pr |
| <i>Ceratopipra mentalis</i> | Saltarín Cabeza Roja | |
| <i>Chaetura pelagica</i> | Vencejo de Chimenea | |
| <i>Chaetura vauxi</i> | Vencejo de Vaux | |
| <i>Charadrius melodus</i> | Chorlo chiflador | P |
| <i>Charadrius nivosus</i> | Chorlo nevado | A |
| <i>Charadrius semipalmatus</i> | Chorlo semipalmeado | |
| <i>Charadrius vociferus</i> | Chorlo tildío | |
| <i>Charadrius wilsonia</i> | Chorlo de pico grueso | |
| <i>Chlidonias niger</i> | Charrán negro | |
| <i>Chlorestes candida</i> | Colibrí cándido | |
| <i>Chloroceryle aenea</i> | Martín pescador enano | |
| <i>Chloroceryle amazona</i> | Martín pescador amazónico | |
| <i>Chloroceryle americana</i> | Martín pescador verde | |
| <i>Chlorophanes spiza</i> | Mielero verde | |
| <i>Chondestes grammacus</i> | Gorrión arlequín | |
| <i>Chondrohierax uncinatus</i> | Gavilán Pico de Gancho | Pr |
| <i>Chordeiles acutipennis</i> | Chotacabras menor | |
| <i>Chordeiles minor</i> | Chotacabras zumbón | |
| <i>Circus hudsonius</i> | Gavilán rastrero | |
| <i>Claravis pretiosa</i> | Tórtola azul | |
| <i>Coccyzus americanus</i> | Cuclillo pico amarillo | |
| <i>Coccyzus minor</i> | Cuclillo manglero | |
| <i>Cochlearius cochlearius</i> | Garza cucharón | |
| <i>Coereba flaveola</i> | Reinita mielera | |
| <i>Colaptes rubiginosus</i> | Carpintero Olivo | |
| <i>Colinus nigrogularis</i> | Codorniz yucateca | |
| <i>Columba livia</i> | Paloma Doméstica | |
| <i>Columbina minuta</i> | Tortolita Pecho Liso | |
| <i>Columbina passerina</i> | Tortolita Pico Rojo | |
| <i>Columbina talpacoti</i> | Tortolita Canela | |
| <i>Contopus cinereus</i> | Papamosca tropical | |
| <i>Contopus virens</i> | Papamoscas del Este | |
| <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote común | |
| <i>Crax rubra</i> | Pavón Grande | A |
| <i>Crotophaga ani</i> | Garrapatero pico liso | |
| <i>Crotophaga sulcirostris</i> | Garrapatero pijuy | |
| <i>Crypturellus cinnamomeus</i> | Tinamú canelo | Pr |
| <i>Cyanerpes cyaneus</i> | Mielero Patas Rojas | |
| <i>Cyanocompsa parcellina</i> | Colorín azulnegro | |
| <i>Cyanocorax yncas</i> | Chara verde | |
| <i>Cyanocorax yucatanicus</i> | Chara yucateca | |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> | Vireón Cejas Canela | |
| <i>Cyananthus canivetii</i> | Esmeralda tijereta | |
| <i>Dactylortyx thoracicus</i> | Codorniz silbadora | Pr |
| <i>Dendrocincla anabatina</i> | Trepatroncos sepia | Pr |
| <i>Dendrocincla homochroa</i> | Trepatroncos Canelo | |
| <i>Dendrocolaptes sanctithomae</i> | Trepatroncos barrado | Pr |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| <i>Dendrocygna autumnalis</i> | Pijije Alas Blancas | |
| <i>Dives dives</i> | Tordo cantor | |
| <i>Dolichonyx oryzivorus</i> | Tordo arrocero | |
| <i>Dromococcyx phasianellus</i> | Cuclillo faisán | |
| <i>Dryobates fumigatus</i> | Carpintero café | |
| <i>Dryobates scalaris</i> | Carpintero mexicano | |
| <i>Dryocopus lineatus</i> | Carpintero lineado | |
| <i>Dumetella carolinensis</i> | Mauñador gris | |
| <i>Egretta caerulea</i> | Garceta Azul | |
| <i>Egretta rufescens</i> | Garza Rojiza | P |
| <i>Egretta thula</i> | Garza dedos dorados | |
| <i>Egretta tricolor</i> | Garza Tricolor | |
| <i>Elaenia flavogaster</i> | Mosquero Elaenia Copetón | |
| <i>Elaenia martinica</i> | Mosquero Elenia Caribeño | |
| <i>Elanoides forficatus</i> | Milano tijereta | Pr |
| <i>Elanus leucurus</i> | Milano cola blanca | |
| <i>Empidonax flaviventris</i> | Papamoscas Vientre Amarillo | |
| <i>Empidonax minimus</i> | Papamoscas Chico | |
| <i>Eucometis penicillata</i> | Tangara Cabeza Gris | Pr |
| <i>Eudocimus albus</i> | Ibis Blanco | |
| <i>Eumomota superciliosa</i> | Momoto Cejas Azules | |
| <i>Euphonia affinis</i> | Eufonia garganta negra | |
| <i>Euphonia gouldi</i> | Eufonia olivácea | Pr |
| <i>Euphonia hirundinacea</i> | Eufonia garganta amarilla | |
| <i>Eupsittula nana</i> | Perico pecho sucio | Pr |
| <i>Falco columbarius</i> | Halcón esmerejón | |
| <i>Falco peregrinus</i> | Halcón Peregrino | Pr |
| <i>Falco rufigularis</i> | Halcón murcielaguero | |
| <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo americano | |
| <i>Florisuga mellivora</i> | Colibrí Capucha Azul | |
| <i>Formicarius moniliger</i> | Hormiguero Cholino Maya | |
| <i>Fregata magnificens</i> | Fragata Tijereta | |
| <i>Fulica americana</i> | Gallareta americana | |
| <i>Galbula ruficauda</i> | Jacamar Cola Canela | A |
| <i>Gallinago delicata</i> | Agachona Norteamericana | |
| <i>Gallinula galeata</i> | Gallineta Frente Roja | |
| <i>Gelochelidon nilotica</i> | Charrán pico grueso | |
| <i>Geococcyx velox</i> | Correcaminos tropical | |
| <i>Geothlypis formosa</i> | Chipe patilludo | |
| <i>Geothlypis poliocephala</i> | Mascarita pico grueso | |
| <i>Geothlypis trichas</i> | Mascarita común | |
| <i>Geotrygon montana</i> | Paloma Canela | |
| <i>Geranoaetus albicaudatus</i> | Aguililla cola blanca | Pr |
| <i>Geranospiza caerulescens</i> | Gavilán zancón | A |
| <i>Glauclidium brasilianum</i> | Tecolote bajo | |
| <i>Granatellus sallaei</i> | Granatelo yucateco | |
| <i>Habia fuscicauda</i> | Piranga Hormiguera Garganta Roja | |
| <i>Habia rubica</i> | Piranga Hormiguera Corona Roja | |
| <i>Haematopus palliatus</i> | Ostrero Americano | |
| <i>Hapalocrex flaviventer</i> | Polluela pecho amarillo | Pr |
| <i>Harpagus bidentatus</i> | Gavilán bidentado | Pr |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| <i>Helmitheros vermivorum</i> | Chipe gusanero | |
| <i>Henicorhina leucosticta</i> | Saltapared Pecho Blanco | |
| <i>Herpetotheres cachinnans</i> | Halcón guaco | |
| <i>Himantopus mexicanus</i> | Monjita Americana | |
| <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | |
| <i>Hydroprogne caspia</i> | Charrán del Caspio | |
| <i>Hylocichla mustelina</i> | Zorzal Moteado | |
| <i>Hylomanes momotula</i> | Momoto enano | A |
| <i>Icteria virens</i> | Chipe Grande | |
| <i>Icterus auratus</i> | Calandria Dorso Naranja | |
| <i>Icterus chrysater</i> | Calandria Dorso Amarillo | |
| <i>Icterus cucullatus</i> | Calandria Dorso Negro Menor | |
| <i>Icterus galbula</i> | Calandria de Baltimore | |
| <i>Icterus gularis</i> | Calandria Dorso Negro Mayor | |
| <i>Icterus mesomelas</i> | Calandria Cola Amarilla | |
| <i>Icterus prothemelas</i> | Calandria Caperuza Negra | |
| <i>Icterus spurius</i> | Calandria Castaña | |
| <i>Ixobrychus exilis</i> | Avetoro Menor | Pr |
| <i>Jabiru mycteria</i> | Cigüeña jabirú | P |
| <i>Jacana spinosa</i> | Jacana norteña | |
| <i>Larus argentatus</i> | Gaviota Plateada | |
| <i>Larus delawarensis</i> | Gaviota pico anillado | |
| <i>Larus fuscus</i> | Gaviota Sombría | |
| <i>Laterallus ruber</i> | Polluela Canela | |
| <i>Legatus leucophaius</i> | Papamoscas Rayado Chico | |
| <i>Leiothlypis peregrina</i> | Chipe peregrino | |
| <i>Leptodon cayanensis</i> | Gavilán cabeza gris | Pr |
| <i>Leptopogon amaurocephalus</i> | Mosquerito Gorra Café | |
| <i>Leptotila jamaicensis</i> | Paloma caribeña | |
| <i>Leptotila plumbeiceps</i> | Paloma Cabeza Gris | |
| <i>Leptotila verreauxi</i> | Paloma arroyera | |
| <i>Leucophaeus atricilla</i> | Gaviota reidora | |
| <i>Leucophaeus pipixcan</i> | Gaviota de Franklin | |
| <i>Limnodromus griseus</i> | Costurero pico corto | |
| <i>Limnothlypis swainsonii</i> | Chipe corona café | Pr |
| <i>Limosa fedoa</i> | Picopando canelo | A |
| <i>Lonchura malacca</i> | Capuchino tricolor asiático | |
| <i>Lonchura punctulata</i> | Capuchino Pecho Escamoso | |
| <i>Malacoptila panamensis</i> | Buco barbón | A |
| <i>Manacus candei</i> | Saltarín Cuello Blanco | Pr |
| <i>Mareca americana</i> | Pato chalcuán | |
| <i>Megaceryle alcyon</i> | Martín pescador norteño | |
| <i>Megaceryle torquata</i> | Martín pescador de collar | |
| <i>Megarynchus pitangua</i> | Luis pico grueso | |
| <i>Megascops guatemalae</i> | Tecolote Sapo | |
| <i>Melanerpes aurifrons</i> | Carpintero cheje | |
| <i>Melanerpes pygmaeus</i> | Carpintero yucateco | |
| <i>Melanoptila glabrirostris</i> | Mauñador negro | Pr |
| <i>Meleagris ocellata</i> | Pavo o guajolote ocelado | A |
| <i>Melospiza lincolni</i> | Corrión de Lincoln | |
| <i>Mergus serrator</i> | Mergo copetón | |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| <i>Micrastur ruficollis</i> | Halcón Selvático Barrado | Pr |
| <i>Micrastur semitorquatus</i> | Halcón Selvático de Collar | Pr |
| <i>Mimus gilvus</i> | Centzontle tropical | |
| <i>Mionectes oleagineus</i> | Mosquerito Ocre | |
| <i>Mniotilta varia</i> | Chipe trepador | |
| <i>Molothrus aeneus</i> | Tordo Ojos Rojos | |
| <i>Molothrus oryzivorus</i> | Tordo gigante | |
| <i>Momotus lessonii</i> | Momoto Corona Negra | |
| <i>Mycteria americana</i> | Cigüeña americana | Pr |
| <i>Myiarchus crinitus</i> | Papamoscas viajero | |
| <i>Myiarchus tuberculifer</i> | Papamoscas triste | |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i> | Papamoscas Gritón | |
| <i>Myiarchus yucatanensis</i> | Papamoscas yucateco | |
| <i>Myiobius sulphureipygius</i> | Mosquerito Rabadilla Amarilla | |
| <i>Myiodynastes luteiventris</i> | Papamoscas Rayado Común | |
| <i>Myiodynastes maculatus</i> | Papamoscas Rayado Cheje | |
| <i>Myiopagis viridicata</i> | Mosquerito Verdoso | |
| <i>Myiozetetes similis</i> | Luisito Común | |
| <i>Nannopterum auritum</i> | Cormorán orejudo | |
| <i>Nannopterum brasilianum</i> | Cormorán Neotropical | |
| <i>Notharchus hyperrhynchus</i> | Buco de collar | A |
| <i>Numenius americanus</i> | Zarapito pico largo | |
| <i>Numenius phaeopus</i> | Zarapito Trínador | |
| <i>Nyctanassa violacea</i> | Garza Nocturna Corona Clara | |
| <i>Nyctibius jamaicensis</i> | Pájaro Estaca Norteño | |
| <i>Nycticorax nycticorax</i> | Garza Nocturna Corona Negra | |
| <i>Nyctidromus albicollis</i> | Chotacabras pauraque | |
| <i>Nyctiphrynus yucatanicus</i> | Tapacaminos Huil | |
| <i>Odontophorus guttatus</i> | Codorniz bolonchaco | Pr |
| <i>Oncostoma cinereigulare</i> | Mosquerito Pico Curvo | |
| <i>Onychoprion anaethetus</i> | Charrán embridado | |
| <i>Onychoprion fuscatus</i> | Charrán Albinegro | |
| <i>Onychorhynchus coronatus</i> | Mosquero real | P |
| <i>Ortalis vetula</i> | Chachalaca Oriental | |
| <i>Pachyramphus aglaiae</i> | Cabezón Degollado | |
| <i>Pachyramphus major</i> | Cabezón Mexicano | |
| <i>Pachysylvia decurtata</i> | Vireocillo Cabeza Gris | Pr |
| <i>Pampa curvipennis</i> | Fandanguero mexicano | |
| <i>Pandion haliaetus</i> | Águila Pescadora | |
| <i>Pardirallus maculatus</i> | Rascón pinto | |
| <i>Parkesia motacilla</i> | Chipe arroyero | |
| <i>Parkesia noveboracensis</i> | Chipe charquero | |
| <i>Passerculus sandwichensis</i> | Gorrión sabanero | |
| <i>Passerina caerulea</i> | Picogordo azul | |
| <i>Passerina ciris</i> | Colorín sietecolores | Pr |
| <i>Passerina cyanea</i> | Colorín azul | |
| <i>Patagioenas cayennensis</i> | Paloma colorada | |
| <i>Patagioenas flavirostris</i> | Paloma morada | |
| <i>Patagioenas leucocephala</i> | Paloma corona blanca | A |
| <i>Patagioenas nigrirostris</i> | Paloma triste | Pr |
| <i>Patagioenas speciosa</i> | Paloma escamosa | Pr |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| <i>Pelecanus erythrorhynchos</i> | Pelícano Blanco Americano | |
| <i>Pelecanus occidentalis</i> | Pelícano café | |
| <i>Penelope purpurascens</i> | Pava cojolita | A |
| <i>Petrochelidon fulva</i> | Golondrina pueblera | |
| <i>Petrochelidon pyrrhonota</i> | Golondrina risquera | |
| <i>Phaethon lepturus</i> | Rabijunco cola blanca | |
| <i>Phaethornis striigularis</i> | Colibrí Ermitaño Enano | Pr |
| <i>Pheucticus ludovicianus</i> | Picogordo Degollado | |
| <i>Pheugopedius maculipectus</i> | Saltapared Moteado | |
| <i>Phoenicopterus ruber</i> | Flamenco americano | A |
| <i>Piaya cayana</i> | Cuclillo Canelo | |
| <i>Pionus senilis</i> | Loro corona blanca | A |
| <i>Piranga ludoviciana</i> | Piranga capucha roja | |
| <i>Piranga olivacea</i> | Piranga escarlata | |
| <i>Piranga roseogularis</i> | Piranga Yucateca | |
| <i>Piranga rubra</i> | Piranga roja | |
| <i>Pitangus sulphuratus</i> | Bienteveo Común | |
| <i>Platalea ajaja</i> | Espátula rosada | |
| <i>Platyrinchus canrominus</i> | Mosquerito Pico Chato | Pr |
| <i>Plegadis falcinellus</i> | Ibis cara oscura | |
| <i>Pluvialis dominica</i> | Chorlo Dorado Americano | |
| <i>Pluvialis squatarola</i> | Chorlo Gris | |
| <i>Podilymbus podiceps</i> | Zambullidor pico grueso | |
| <i>Poecilotriccus sylvia</i> | Mosquerito Espatulilla Gris | |
| <i>Polioptila bilineata</i> | Perlita cejiancha | Pr |
| <i>Polioptila caerulea</i> | Perlita Azulgrís | |
| <i>Porphyrio martinicus</i> | Gallineta morada | |
| <i>Porzana carolina</i> | Polluela Sora | |
| <i>Progne chalybea</i> | Golondrina Pecho Gris | |
| <i>Progne subis</i> | Golondrina azulnegra | |
| <i>Protonotaria citrea</i> | Chipe dorado | |
| <i>Psarocolius montezuma</i> | Oropéndola de Moctezuma | Pr |
| <i>Psilorhinus morio</i> | Chara Pea | |
| <i>Pteroglossus torquatus</i> | Tucancillo collarejo | Pr |
| <i>Pyrilia haematotis</i> | Loro cabeza oscura | P |
| <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Mosquero cardenal | |
| <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate mexicano | |
| <i>Rallus crepitans</i> | Rascón Costero del Atlántico | A |
| <i>Ramphastos sulfuratus</i> | Tucán pico canoa | A |
| <i>Ramphocaenus melanurus</i> | Saltón Picudo | |
| <i>Recurvirostra americana</i> | Avoceta americana | |
| <i>Rhynchocyclus brevirostris</i> | Mosquerito Pico Plano | |
| <i>Riparia riparia</i> | Golondrina ribereña | |
| <i>Rostrhamus sociabilis</i> | Gavilán caracolero | Pr |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | Aguililla caminera | |
| <i>Rynchops niger</i> | Rayador americano | |
| <i>Saltator atriceps</i> | Saltador Cabeza Negra | |
| <i>Saltator coerulescens</i> | Saltador Chucho | |
| <i>Saltator maximus</i> | Saltador Garganta Ocre | |
| <i>Sarcoramphus papa</i> | Zopilote rey | P |
| <i>Sayornis phoebe</i> | Papamoscas fibí | |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| <i>Schiffornis veraepacis</i> | Flautín Cabezón Mesoamericano | |
| <i>Seiurus aurocapilla</i> | Chipe suelero | |
| <i>Setophaga americana</i> | Chipe Pecho Manchado | |
| <i>Setophaga caerulea</i> | Chipe azulnegro | |
| <i>Setophaga castanea</i> | Chipe castaño | |
| <i>Setophaga cerulea</i> | Chipe Celeste | |
| <i>Setophaga citrina</i> | Chipe encapuchado | |
| <i>Setophaga coronata</i> | Chipe rabadilla amarilla | |
| <i>Setophaga discolor</i> | Chipe de pradera | |
| <i>Setophaga dominica</i> | Chipe garganta amarilla | |
| <i>Setophaga fusca</i> | Chipe garganta naranja | |
| <i>Setophaga magnolia</i> | Chipe de Magnolias | |
| <i>Setophaga palmarum</i> | Chipe playero | |
| <i>Setophaga pensylvanica</i> | Chipe Flancos Castaños | |
| <i>Setophaga petechia</i> | Chipe amarillo | |
| <i>Setophaga ruticilla</i> | Pavito Migratorio | |
| <i>Setophaga striata</i> | Chipe Cabeza Negra | |
| <i>Setophaga tigrina</i> | Chipe atigrado | |
| <i>Setophaga virens</i> | Chipe dorso verde | |
| <i>Sittasomus griseicapillus</i> | Trepatroncos Cabeza Gris | |
| <i>Spatula discors</i> | Cerceta Alas Azules | |
| <i>Sphyrapicus varius</i> | Carpintero Moteado | |
| <i>Spinus psaltria</i> | Jilguerito Dominicano | |
| <i>Spiza americana</i> | Arrocero americano | |
| <i>Spizaetus melanoleucus</i> | Águila Albinegra | P |
| <i>Spizaetus ornatus</i> | Águila elegante | P |
| <i>Spizaetus tyrannus</i> | Águila tirana | P |
| <i>Spizella passerina</i> | Gorrión Cejas Blancas | |
| <i>Sporophila morelleti</i> | Semillero de collar | |
| <i>Stelgidopteryx serripennis</i> | Golondrina Alas Aserradas | |
| <i>Stercorarius pomarinus</i> | Salteador Robusto | |
| <i>Sterna dougallii</i> | Charrán Rosado | A |
| <i>Sterna forsteri</i> | Charrán de Forster | |
| <i>Sterna hirundo</i> | Charrán Común | |
| <i>Sternula antillarum</i> | Charrán mínimo | Pr |
| <i>Streptopelia decaocto</i> | Paloma turca de collar | |
| <i>Strix nigrolineata</i> | Búho blanquinegro | A |
| <i>Strix virgata</i> | Búho café | |
| <i>Sturnus vulgaris</i> | Estornino pinto | |
| <i>Sula dactylatra</i> | Bobo enmascarado | |
| <i>Sula leucogaster</i> | Bobo café | |
| <i>Sula sula</i> | Bobo Patas Rojas | A |
| <i>Synallaxis erythrothorax</i> | Hormiguero Pepito | |
| <i>Tachybaptus dominicus</i> | Zambullidor menor | Pr |
| <i>Tachycineta albilinea</i> | Golondrina manglera | |
| <i>Tachycineta bicolor</i> | Golondrina bicolor | |
| <i>Tapera naevia</i> | Cuclillo rayado | |
| <i>Thalasseus maximus</i> | Charrán Real | |
| <i>Thalasseus sandvicensis</i> | Charrán de Sandwich | |
| <i>Thamnophilus doliatus</i> | Batará barrado | |
| <i>Thraupis abbas</i> | Tangara Alas Amarillas | |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| <i>Thraupis episcopus</i> | Tangara azulgrís | |
| <i>Thryothorus ludovicianus</i> | Saltapared de Carolina | |
| <i>Tiaris olivaceus</i> | Semillero oliváceo | |
| <i>Tigrisoma mexicanum</i> | Garza tigre mexicana | Pr |
| <i>Tityra inquisitor</i> | Titira pico negro | |
| <i>Tityra semifasciata</i> | Titira Puerquito | |
| <i>Todirostrum cinereum</i> | Mosquerito Espatulilla Común | |
| <i>Tolmomyias sulphureus</i> | Mosquerito Ojos Blancos | |
| <i>Tringa flavipes</i> | Patamarilla menor | |
| <i>Tringa melanoleuca</i> | Patamarilla mayor | |
| <i>Tringa semipalmata</i> | Playero pihuiuí | |
| <i>Tringa solitaria</i> | Playero Solitario | |
| <i>Troglodytes aedon</i> | Saltapared Común | |
| <i>Trogon caligatus</i> | Coa Violácea Norteña | |
| <i>Trogon collaris</i> | Coa de Collar | Pr |
| <i>Trogon massena</i> | Coa Cola Oscura | A |
| <i>Trogon melanocephalus</i> | Coa Cabeza Negra | |
| <i>Tunchiornis ochraceiceps</i> | Vireocillo Corona Canela | Pr |
| <i>Turdus grayi</i> | Mirlo Café | |
| <i>Tyrannus couchii</i> | Tirano Cuir | |
| <i>Tyrannus dominicensis</i> | Tirano gris | |
| <i>Tyrannus forficatus</i> | Tirano tijereta rosado | |
| <i>Tyrannus melancholicus</i> | Tirano Pirirí | |
| <i>Tyrannus savana</i> | Tirano Tijereta Gris | |
| <i>Tyrannus tyrannus</i> | Tirano dorso negro | |
| <i>Uropsila leucogastra</i> | Saltapared Vientre Blanco | |
| <i>Vermivora chrysoptera</i> | Chipe Alas Amarillas | |
| <i>Vermivora cyanoptera</i> | Chipe Alas Azules | |
| <i>Vireo bellii</i> | Vireo de Bell | |
| <i>Vireo flavifrons</i> | Vireo Garganta Amarilla | |
| <i>Vireo flavoviridis</i> | Vireo verdeamarillo | |
| <i>Vireo griseus</i> | Vireo Ojos Blancos | |
| <i>Vireo magister</i> | Vireo yucateco | |
| <i>Vireo olivaceus</i> | Vireo Ojos Rojos | |
| <i>Vireo pallens</i> | Vireo manglero | Pr |
| <i>Vireo philadelphicus</i> | Vireo de Filadelfia | |
| <i>Vireo solitarius</i> | Vireo anteojillo | |
| <i>Volatinia jacarina</i> | Semillero brincador | |
| <i>Xenops minutus</i> | Picolezna Común | Pr |
| <i>Xiphorhynchus flavigaster</i> | Trepatroncos bigotudo | |
| <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma Alas Blancas | |
| <i>Zenaida aurita</i> | Huilota Caribeña | Pr |
| <i>Zenaida macroura</i> | Huilota común | |

e) Mamíferos

Para los mamíferos, el registro es estimado en 70 especies, de las cuales 13 se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Destacan por encontrarse en la categoría de en peligro de extinción el viejo de monte (*Eira barbara*), los félidos jaguar (*Panthera onca*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*Leopardus weidii*) y los primates mono aullador negro (*Alouatta villosa*) y mono araña centroamericano (*Ateles geoffroyi*). También se registran cuatro especies endémicas que corresponden con la rata arrocera de orejas oscuras (*Handleyomys melanotis*), el ratón de abazones (*Heteromys gaumeri*), el temazate pardo de Yucatán (*Mazama pandora*) y el ratón yucateco (*Peromyscus yucatanicus*). Igualmente se mencionan tres especies exóticas invasoras, el gato doméstico (*Felis catus*), el ratón casero euroasiático (*Mus musculus*) y el jabalí europeo (*Sus scrofa*).

Tabla 16: Lista de mamíferos presentes en el municipio de Tulum. P = En peligro de extinción; A = amenazada; *= Endémica.

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|-----------------------------------|--|-----------------------|
| <i>Alouatta villosa</i> | Mono aullador negro | P |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | Murciélago frutero | |
| <i>Artibeus lituratus</i> | Murciélago frugívoro gigante | |
| <i>Ateles geoffroyi</i> | Mono araña centroamericano | P |
| <i>Caluromys derbianus</i> | Tlacuache dorado | A |
| <i>Carollia perspicillata</i> | Murciélago cola corta de Sebas | |
| <i>Carollia sowelli</i> | Murciélago frugívoro de cola corta | |
| <i>Centurio senex</i> | Murciélago cara arrugada | |
| <i>Coendou mexicanus</i> | Puercoespín tropical | A |
| <i>Conepatus semistriatus</i> | Zorillo de espalda blanca | |
| <i>Cuniculus paca</i> | Agutí | |
| <i>Dasyprocta punctata</i> | Guaqueque | |
| <i>Dasytus novemcinctus</i> | Armadillo nueve bandas | |
| <i>Dermanura phaeotis</i> | Murciélago frugívoro | |
| <i>Desmodus rotundus</i> | Murciélago vampiro | |
| <i>Dicotyles tajacu</i> | Pecarí de collar | |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache | |
| <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | |
| <i>Diphylla ecaudata</i> | Murciélago vampiro | |
| <i>Eira barbara</i> | Viejo de monte | P |
| <i>Eptesicus furinalis</i> | Murciélago moreno argentino | |
| <i>Felis catus</i> | Gato doméstico | |
| <i>Glossophaga leachii</i> | Murciélago gris de lengua larga | |
| <i>Glossophaga soricina</i> | Murciélago lengüetón | |
| <i>Handleyomys melanotis</i> | Rata arrocera de orejas oscuras* | |
| <i>Herpailurus yagouaroundi</i> | Jaguarundi | A |
| <i>Heterogeomys hispidus</i> | Tuza crespa | |
| <i>Heteromys gaumeri</i> | Ratón de abazones* | |
| <i>Lamproncycteris brachyotis</i> | Murciélago orejón de garganta amarilla | A |

| Nombre científico | Nombre común principal | NOM-059- SEMARNAT-2010 |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| <i>Leopardus pardalis</i> | Ocelote | P |
| <i>Leopardus weidii</i> | Tigrillo | P |
| <i>Lonchorhina aurita</i> | Murciélago nariz de espada | A |
| <i>Mazama americana</i> | Temazate | |
| <i>Mazama pandora</i> | Temazate pardo de Yucatán* | |
| <i>Mephitis macroura</i> | Zorrillo | |
| <i>Micronycteris schmidtorum</i> | Murciélago orejón centroamericano | A |
| <i>Mimon cozumelae</i> | Murciélago lanza de Cozumel | A |
| <i>Molossus rufus</i> | Moloso cola gruesa grande | |
| <i>Mus musculus</i> | Ratón casero eurasiático | |
| <i>Myotis keaysi</i> | Murciélago piernas peludas | |
| <i>Nasua narica</i> | Coatí | |
| <i>Natalus mexicanus</i> | Murciélago orejas de embudo | |
| <i>Natalus stramineus</i> | Murciélago mexicano oreja de embudo | |
| <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca | |
| <i>Oligoryzomys fulvescens</i> | Rata arrocera pigmea | |
| <i>Oryzomys palustris</i> | Rata arrocera de pantano | |
| <i>Otodylomys phyllotis</i> | Rata trepadora orejas grandes | |
| <i>Panthera onca</i> | Jguar, balam (maya) | P |
| <i>Pecari tajacu</i> | Pecarí de collar | |
| <i>Peromyscus leucopus</i> | Ratón de campo | |
| <i>Peromyscus yucatanicus</i> | Ratón yucateco | |
| <i>Peropteryx macrotis</i> | Murciélago perro menor | |
| <i>Philander opossum</i> | Tlacuache cuatro ojos | |
| <i>Procyon lotor</i> | Mapache | |
| <i>Pteronotus mesoamericanus</i> | Murciélago bigoturdo mesoamericano | |
| <i>Reithrodontomys gracilis</i> | Ratón cosechero delgado | |
| <i>Rhogeessa aeneus</i> | Murciélago amarillo yucateco | |
| <i>Rhogeessa tumida</i> | Murciélago amarillo ala negra | |
| <i>Saccopteryx bilineata</i> | Murciélago rayado mayor | |
| <i>Sciurus deppei</i> | Ardilla tropical | |
| <i>Sciurus yucatanensis</i> | Ardilla yucateca | |
| <i>Sigmodon hispidus</i> | Rata algodónera crespa | |
| <i>Sigmodon toltecus</i> | Rata algodónera | |
| <i>Spilogale angustifrons</i> | Zorrillo manchado | |
| <i>Sturnira parvidens</i> | Murciélago de charretras menor | |
| <i>Sus scrofa</i> | Jabaí europeo | |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo | |
| <i>Tamandua mexicana</i> | Oso hormiguero | |
| <i>Tayassu pecari</i> | Jabalí de labios blancos | |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | |

7.2.1.9 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN

La región conformada por el municipio y los sectores que lo circundan, se encuentran influenciados por una serie de áreas que han sido denominadas como “Áreas Protegidas”, así como los llamados “Sitios Prioritarios para la Conservación”.

Este apartado es de suma importancia al momento de evaluar con el resto de las capas de información tanto del subsistema natural como del subsistema socio-demográfico y económico.

Esta información marcará la pauta para establecer los sitios de sinergias y conflictos, pero, sobre todo, para guiar las políticas y recomendaciones a seguir con base en los lineamientos establecidos para el POEL.

En el territorio se identifican las siguientes Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter Federal, en el Diagnóstico se describen con mayor detalle cada una de estas ANP.

a. Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 07 de diciembre de 2016, el Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera, se localiza en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5,754,055-36-31.60 hectáreas.

b. Parque Nacional Tulum

El 23 de abril de 1981, mediante un decreto presidencial divulgado en el Diario Oficial de la Federación, se designó una extensión de terreno de 6,643,213.00 m² como Parque Nacional Tulum. Esta zona abarca un tramo a lo largo de la costa que se extiende desde el norte del asentamiento de Tulum hasta la región conocida como Casa Cenote. Limita al este con la Zona Federal Marítimo Terrestre y al oeste con la Carretera Federal 307.

c. Área de Protección de Flora y Fauna del Jaguar

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de julio de 2022, el DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna, la región conocida como Jaguar, en el Municipio de Tulum en el Estado de Quintana Roo; establece que un total de 2,249-71-04.30 ha son destinadas a esta ANP.

Por decreto, la zonificación de esta área de protección se conforma de dos polígonos generales que en su conjunto conforman el ANP, la zona núcleo con una superficie total de 1,967-04-04.13 ha y la zona de amortiguamiento que comprende una superficie de 282-67-00.17 ha.

d. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an

El 20 de enero de 1986, mediante un decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación, se estableció una extensión de 528,147.66 hectáreas como la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Esta zona se encuentra ubicada al sureste del Municipio y abarca su litoral costero en el Mar Caribe.

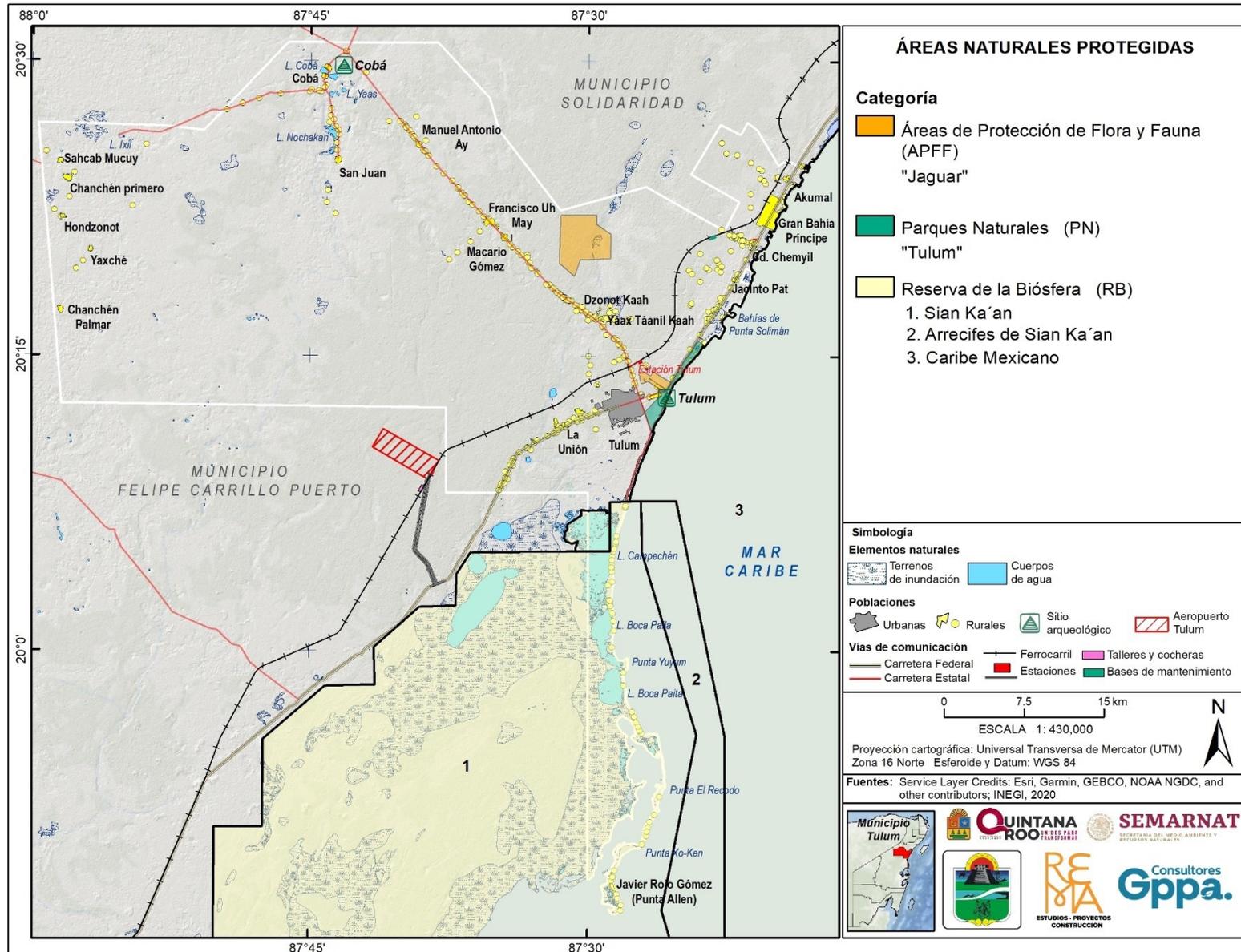
e. Reserva de la Biósfera Arrecifes de Sian Ka'an

Por decreto oficial publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de enero de 1998, se estableció como Área Natural protegida con el carácter de Reserva de la Biósfera, la región denominada Arrecifes de Sian Ka'an, ubicada en la porción costera del municipio, la cual cuenta con una superficie total de 34,927.1584 hectáreas.

f. Santuario de la Tortuga Marina Xcacel-Xcacelito

El 21 de febrero de 1998, mediante la publicación en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, se oficializó el decreto que establece la designación de la región conocida como Xcacel-Xcacelito como Área Natural Protegida, atribuyéndole la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica y reconocimiento como Santuario de la Tortuga Marina. Esta zona se encuentra ubicada en el municipio de Tulum y abarca una extensión de 362.10 hectáreas. Posteriormente, en abril del año 2000, se procedió a la promulgación del decreto que ratifica el Programa de Manejo, cuya elaboración fue llevada a cabo por la Universidad de Quintana Roo, y se efectuaron las gestiones necesarias para alcanzar su consenso y aprobación.

Mapa 21: Áreas Naturales Protegidas en la región del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



Mapa 22: Área Natural Protegida Xcabel-Xcabelito en el municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



Otro de los elementos que van asociados al tema de las ANP, son los llamados sitios prioritarios para la conservación.

En el municipio de Tulum se identifican Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México y Sitios Prioritarios Terrestres para conservación de la biodiversidad. A continuación, se muestran estos Sitios, y en el capítulo de Diagnóstico, se describen con mayor detalle cada uno de estos.

SITIOS PRIORITARIOS MARINOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En el municipio Tulum se encuentra un Sitio prioritario denominado Ríos Subterráneos y Caletas de Akumal-Tulum, con clave No. 75 y el Sitio prioritario denominado Humedales Costeros y Arrecifes de Sian Ka'an, con clave No. 76.

SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Dentro del municipio Tulum se identifican 4 Áreas de Prioridad Alta (SA) que en conjunto abarcan una extensión de 227.25 km². Estos sitios están situados en la región Este y Sureste de los límites municipales, a lo largo de la línea de costa, y comprenden parte de las localidades de Akumal, Chemuyil, Tankah tres, Tankah cuatro, Boca Paila, el ejido de Jacinto Pat y la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Estos lugares se destacan por su biodiversidad excepcional y su importancia como zonas de alimentación, refugio, reproducción, anidación, desarrollo y crecimiento para una amplia variedad de especies, incluyendo tortugas marinas y aves migratorias de alcance global.

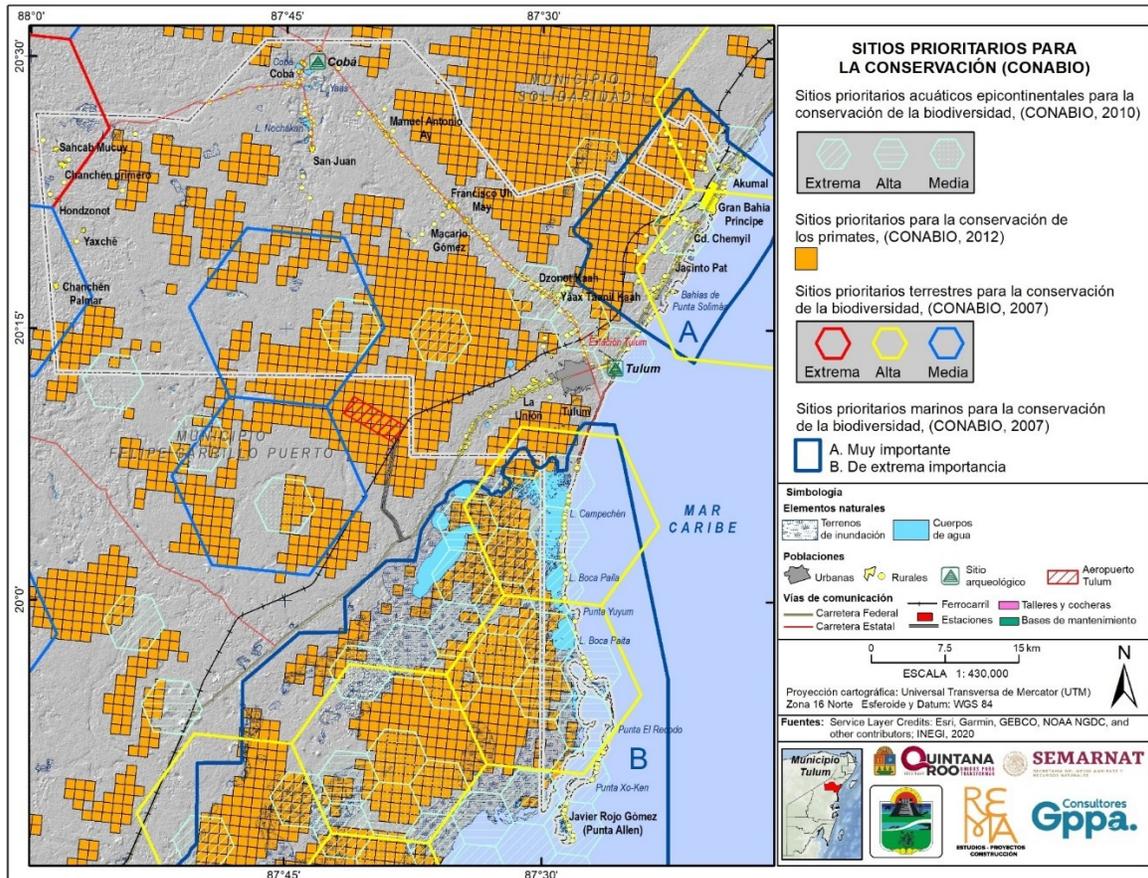
Adicionalmente, se identifican 2 sitios catalogados como Sitios de Prioridad Media (SM). El primero de ellos abarca una superficie de 225.91 km² y se ubica mayormente en el interior del municipio Tulum. Este sitio está localizado en la parte Sur-Central del municipio, ocupando principalmente terrenos nacionales. Por su parte, el segundo sitio se encuentra en la región Suroeste del municipio, ocupando una extensión de 34.22 km² dentro de los ejidos de Chanchen Palmar y Yaxché.

Finalmente, se destaca la presencia de un Sitio de Prioridad Extrema (SE) que abarca una superficie de 43.70 km² dentro del territorio del municipio Tulum. Este sitio se encuentra situado en la región Noroeste, abarcando áreas cercanas a las localidades de Sahcab Mucuy, Chanchen Palmar y el ejido de San Silverio.

OTROS SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En el municipio también se registran superficies identificadas como sitios prioritarios acuáticos epicontinentales y para la conservación de los primates mexicanos. De los primeros son once los que se encuentran con prioridad extrema, cuatro con prioridad alta y cuatro con prioridad media y en su mayoría se concentran en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RB Sian Ka'an). Para los segundos una buena superficie del municipio se registra con esta categoría, concentrándose estas áreas principalmente en el centro de Tulum y de igual manera en la RB Sian Ka'an.

Mapa 23: Sitios prioritarios para su conservación en la región del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.

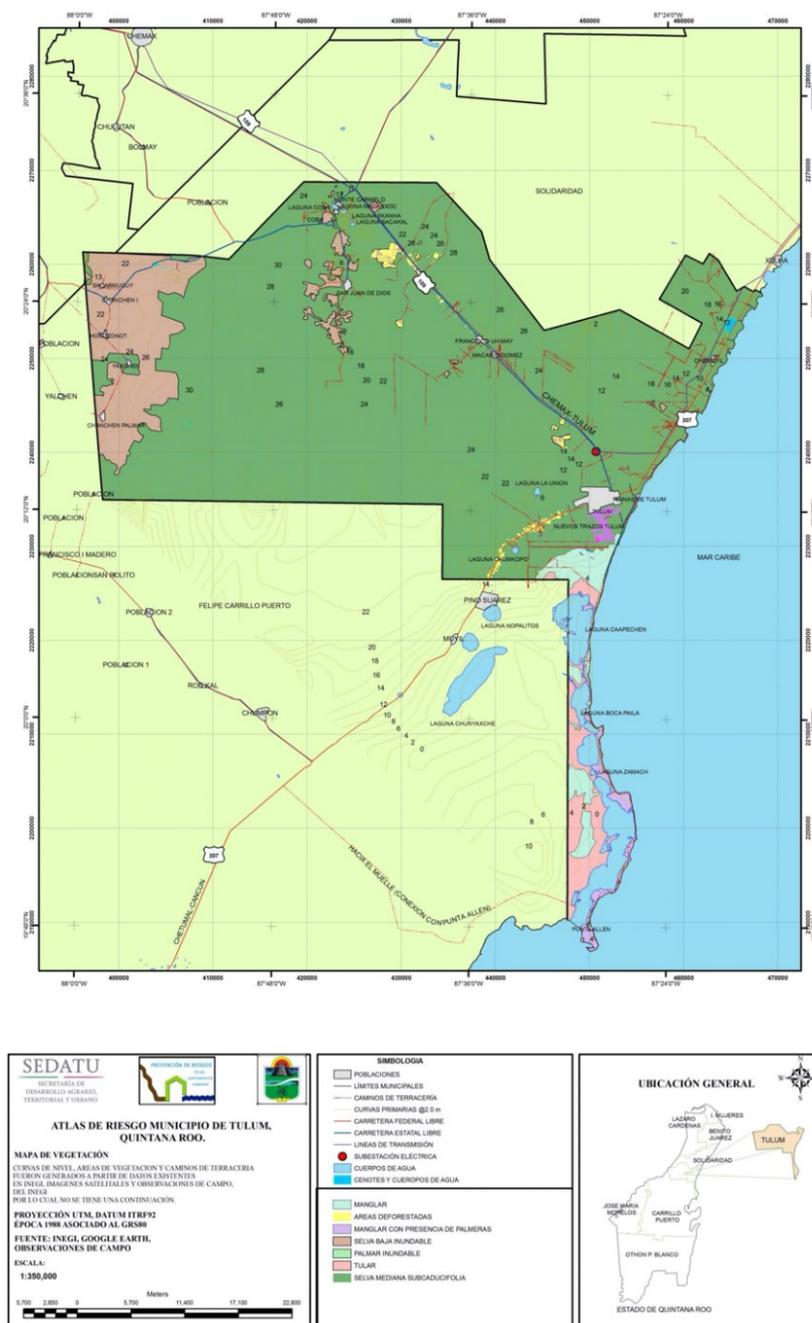


7.2.2 SERVICIOS ECOSISTEMÁTICOS

7.2.2.1 DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN FORESTAL

La deforestación en el municipio se concentra en la cabecera municipal. En el Atlas de Riesgos se denota que en los poblados de Sacabmucuy, Chanchen I, Hondzonot, Yaxchén, Chanchén Palmar ha aumentado la vulnerabilidad por sequía por deforestación. También, la deforestación contribuye a sequías, inundaciones repentinas y desprendimientos de tierra.

Figura 15: Mapa de vegetación Atlas de Riesgos.



En el mapa anterior del Atlas de Riesgos, anterior correspondiente a la vegetación, se observa la distribución de ésta (color verde), el amarillo representa zonas donde se carece de vegetación debido a las inundaciones que se presentan, así mismo el color en morado representan zonas de deforestación, al norte y noreste del municipio principalmente en las zonas correspondientes a Chanchen, Chanchen Palmar, Sacabmucuy, Hondzonot y San Juan, presentan zonas de cultivo. En el mismo documento se indica que el 0.59% del municipio es área deforestada.

7.2.2.2 EXTRACCIÓN ILEGAL DE FAUNA Y FLORA

La extracción ilegal de fauna y flora en el municipio de Tulum es una preocupación constante que amenaza la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas locales. Esta actividad ilícita se ha convertido en un problema persistente debido a la falta de presencia policial y de inspectores de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), lo que favorece la actividad furtiva en la zona limítrofe entre Quintana Roo y Campeche.

En el caso de la fauna, las especies en riesgo de extinción son blanco de la extracción ilegal. Aves como loros, tucanes y monos son sustraídas de su entorno natural y luego ofertadas en el mercado negro. Además, se han reportado casos de captura y tráfico de iguanas, lémures y monos ardilla, ejemplares que son exhibidos con fines comerciales y que no reciben el trato adecuado ni cuentan con la documentación legal necesaria para su posesión.

El tráfico ilegal de especies exóticas y maderas preciosas también ha sido identificado como un problema en la zona. Maderas exóticas como la caoba, el ciricote, el zapotillo y el cedro son afectadas por taladores furtivos que ingresan al territorio desde países vecinos. Estos taladores suelen utilizar documentación migratoria apócrifa y transportar los troncos a través de ríos para su posterior industrialización.

La gravedad de esta situación es alarmante, ya que después del tráfico de drogas y la trata de personas, el comercio ilegal de especies protegidas es la tercera actividad delictiva más lucrativa a nivel mundial. A pesar de los esfuerzos por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y otras autoridades, la extracción ilegal de fauna y flora sigue representando un riesgo significativo para la vida silvestre y los ecosistemas en el municipio de Tulum.

En respuesta a esta problemática, se han realizado operativos de vigilancia para combatir el tráfico ilegal de flora y fauna. Durante estos operativos, se han asegurado ejemplares de especies en peligro, como iguanas verdes, lémures cola anillada y monos ardilla, que estaban siendo exhibidos con fines comerciales y sin la documentación legal correspondiente.

7.2.2.3 EROSIÓN Y DEGRADACIÓN DE SUELOS

El escenario geográfico de Tulum es propicio para el desarrollo de la erosión kárstica, sobre todo en su superficie municipal. Como se ha observado en secciones anteriores, la geología se caracteriza por la presencia de rocas calcáreas dispuestas en estratos casi horizontales, cubiertas por vegetación, y en conjunto con las condiciones climáticas, crean un ambiente adecuado para la disolución de las rocas, dando lugar a una superficie irregular típica de relieves calcáreos.

A pesar de que las condiciones climáticas en Tulum no son tan extremas como las requeridas para los procesos kársticos, con temperaturas medias anuales de 25.45 °C y precipitaciones medias anuales de 1,223.35 mm, otros factores influyen en el desarrollo de la erosión kárstica. La intensa irradiación solar durante la mayor parte del año fractura la roca caliza en un proceso conocido como clastación, debilitando la superficie y creando pequeñas simas y formas de lapiaz por escorrentía. Esta combinación de factores da como resultado una topografía rugosa en el terreno.

Esta rugosidad juega un papel crucial durante las lluvias, ya que, en conjunto con la topografía casi plana, facilita la infiltración del agua hacia el subsuelo. Esto conduce a la formación de cavidades horizontales que aumentan gradualmente su tamaño hasta que la gravedad provoca hundimientos circulares en la superficie. Estos hundimientos se desarrollan a medida que la tensión genera fracturas en la superficie del terreno, que finalmente colapsa.

Actualmente, la intensificación de estos procesos kársticos se atribuye a dos causas relacionadas con la actividad humana: la deforestación de la selva y el crecimiento de asentamientos humanos. Vale la pena mencionar un posible proceso adicional, aunque su validez carece de información precisa: el manejo del agua en cenotes y cavernas. Dado que la formación de estas características morfológicas ocurre a profundidades donde se encuentra el nivel de aguas freáticas, la alteración del agua podría aumentar la presencia de áreas de colapso en el interior del continente. En la zona costera, esto podría resultar en la salinización del agua debido a la intrusión de aguas marinas, creando condiciones propicias para este fenómeno. Este proceso es particularmente notable en Xel-ha, donde se puede observar no solo la evolución costera debido a procesos continentales y marinos, sino también la influencia de procesos kársticos avanzados que caracterizan la costa occidental de la Península de Yucatán.

7.2.2.4 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN CUENCAS Y ACUÍFEROS

La península de Yucatán, debido a su extensa plataforma de piedra caliza, presenta un complejo sistema hidrológico. Este sistema se caracteriza principalmente por la abundancia de ríos subterráneos y cenotes que han sido formados a lo largo de cientos de miles de años. Estos fenómenos son resultado de la deposición de carbonato de calcio proveniente de arrecifes antiguos y de la acción de la lluvia mezclada con dióxido de carbono, creando un ácido débil en solución. Este ácido actuó sobre la plataforma caliza durante las eras glaciares, disolviéndola y creando cuencas. Con el fin de la última era glacial, hace unos 18,000 años, el deshielo de los casquetes polares elevó el nivel del mar, inundando estas cuencas y formando sistemas inundados (2006. El sistema hidrológico de Quintana Roo. Memorias. P 12).

En el Estado de Quintana Roo, debido a sus características geohidrológicas, gran parte del municipio de Tulum se encuentra en una unidad geohidrológica conformada por material consolidado que puede actuar como un acuífero. Sin embargo, existen áreas con condiciones diferentes en la franja costera, donde se alternan áreas de material consolidado con posibilidades bajas y áreas de material no consolidado, también con posibilidades bajas. Estas áreas corresponden a humedales.

En Tulum, las áreas de alta permeabilidad permiten que gran parte del agua pluvial se infiltre en capas más profundas, formando corrientes subterráneas que se manifiestan a través de cenotes, lagunas y aguadas. En zonas con terrenos impermeables, se generan llanuras de inundación que permanecen temporal o permanentemente anegadas. Estas áreas contribuyen a la recarga del acuífero, lo que otorga al municipio el potencial para funcionar como un gran acuífero (INEGI, 2002).

El acuífero en el municipio de Tulum es de tipo cárstico costero. Al igual que en otros acuíferos costeros, existe una cuña de agua salada debajo del agua dulce. Esta interfaz salina limita la profundidad de los pozos de extracción y el volumen que pueden extraer sin comprometer la calidad del agua, especialmente en la zona costera. El agua dulce se acumula principalmente por la lluvia y los volúmenes extraídos son reemplazados por agua salada mediante el proceso de intrusión salina. El nivel freático del acuífero es somero en Tulum, a una profundidad de 1 a 10 metros, con salinidades menores a 3 g/L. Las características hidráulicas son muy diversas debido a la naturaleza cárstica del acuífero, que se manifiesta en la presencia de cenotes, cavernas y ríos subterráneos, como el Sistema de Ox Bel Ha (172.3 km), el Sac Actun (156.4 km) y el Dos Ojos (62.2 km). Estos tres ríos subterráneos son los más grandes de México y el octavo y noveno más grandes a nivel internacional.

De acuerdo con INEGI y el Gobierno del Estado de Quintana Roo (2002), la parte costera norte del municipio de Tulum forma parte de la zona de explotación 23-02 Cancún-Tulum. Esta zona cubre la franja costera de Cancún a Tulum, incluyendo partes de los municipios de Solidaridad y Benito Juárez. La superficie de explotación abarca 244.3 km², aproximadamente el 0.62% del Estado de Quintana Roo. La recarga estimada es de 199 Mm³/año, mientras que la extracción total es de 23 Mm³/año a través de 35 aprovechamientos mediante pozos y norias. Se trata de un acuífero libre, con niveles estáticos someros de 0.5 a 20 metros, fluyendo en dirección noroeste-sureste hacia la costa y con riesgo de intrusión salina. En esta zona, la calidad del agua generalmente es tolerable, con un contenido total de sólidos disueltos superior a 1,500 mg/l y una predominancia de agua sódica-clorurada.

El abastecimiento de agua en la cuenca se realiza a través de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) para las zonas urbanas y áreas cercanas. Sin embargo, en la zona hotelera costera, el suministro se realiza mediante pipas y, en ocasiones, mediante la extracción de pozos y cenotes cercanos. El agua se utiliza principalmente para satisfacer necesidades domésticas (denominadas uso popular por CAPA), representando el 82.20% del total. El resto se destina a usos comerciales, hoteleros y servicios en general, incluyendo el consumo por parte de dependencias gubernamentales y el municipio.

En cuanto a la situación que guarda el acuífero 3105 Península de Yucatán, del cual forma parte el municipio de Tulum, la CONAGUA (2023)² ha establecido la siguiente condición según estudios técnicos de disponibilidad media anual en cuencas y acuíferos:

- Recarga total: 14,931.80 hm³/año
- Descarga natural comprometida: 7,686.80 hm³/año
- Volumen de extracción de aguas subterráneas: 5,185.37 hm³/año
- Disponibilidad media anual positiva: 2,059.63 hm³/año
- Disponibilidad media anual negativa (déficit): 0 hm³/año.

7.2.2.5 CONTAMINACIÓN DE AGUA, SUELOS Y ATMÓSFERA

Las sustancias contaminantes más peligrosas para la flora y la fauna son las que se degradan lentamente y tienden a acumularse en el ambiente y en los animales que no pueden excretarlos. Una de las fuentes más importantes de contaminantes es por el uso

² Diario Oficial de la Federación. 09 de noviembre de 2023. ACUERDO por el cual se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican.

de fertilizantes en los campos de cultivo, que después son lavados por la lluvia y arrastrados hacia los ríos, lagos o cuencas.

En el municipio de Tulum, Quintana Roo, se ha identificado una serie de problemas que impactan directamente en el acuífero y que tienen consecuencias en el medio marino. Estos problemas abarcan diversos aspectos, entre los que destacan la ausencia de un sistema adecuado de recolección y tratamiento de aguas residuales, la disposición inapropiada de estas aguas, cambios en el uso del suelo, pérdida de cobertura forestal, fuentes de recarga urbana, insuficiencia en la gestión de residuos sólidos (rellenos sanitarios), falta de control y planificación en el desarrollo de granjas porcícolas y avícolas, uso incontrolado de fertilizantes y pesticidas, y la contaminación de los acuíferos por agua salina debido a la sobreexplotación.

Estas problemáticas afectan de manera particular a las aguas subterráneas y a los cenotes presentes en Tulum, que son recursos naturales altamente sensibles. Las corrientes subterráneas transportan el agua desde distancias considerables, pasando bajo campos de cultivo y áreas pobladas, lo que significa que podrían contener contaminantes originados en estas zonas.

En antecedentes previos, el estudio geohidrológico del Norte de Quintana Roo, financiado por los Fondos Mixtos (CONACYT-Gobierno del Estado de Quintana Roo) bajo el proyecto QROO-2005-C01-1917750, muestra registros fisicoquímicos y químicos de la calidad del agua en sistemas superficiales y subterráneos. Para el sistema de cavernas Yaxchen, se encontraron variaciones en el pH entre 7.3 y 7.6, salinidad de 8 a 10 ppt, y una concentración de 6-16 colonias de coliformes fecales por cada 100 ml de agua (no apta para consumo). La concentración de amonio (NH_4^+) osciló entre 0 y 0.24 mg/l, dentro de rangos bajos indicativos de ambientes bien oxigenados. El fósforo total se situó entre 0.008 y 0.112 mg/l, limitándose a niveles de agua no contaminada. En términos de turbidez, el sistema mostró valores bajos, con un rango de 0 a 7.3 FAU.

En análisis realizados por Navarro-Mendoza (1988) en cenotes como Zacate, Golondrinas, Catedrales, Cristal, Mayan Blue, Ojo de Agua, Gigantes, Salvaje y Viejo, se registraron temperaturas de agua de 25 a 28.5 °C, salinidad de 2 a 42%, concentración de oxígeno disuelto de 2.32 a 4.54 mg/l, transparencia de 5.6 a 8.93 m y pH de 6.8 a 6.9.

De la Lanza-Espino et al. (2006) proporcionaron datos más recientes para el cenote Calavera, ubicado cerca del límite municipal de Tulum. Los valores de oxígeno disuelto variaron de 3.92 a 4.75 mg/l, DBO de 0.9 a 2.6 mg/l, DQO de 1.56 a 17 mg/l, PO₄ 3- de 13.9 a 23.87 mg/l, NH₄⁺ de 0 a 5 mg/l, NO₃⁻ de 12.14 a 39.29 mg/l y Nitrógeno Total de 14.43 mg/l. Se encontró una alta concentración de contaminantes orgánicos, con valores de coliformes totales de 55 a 1500 NMP/100 ml, coliformes fecales de 73 a 10111 NMP/100 ml y enterococos de 0 a 600 NMP/100 ml. Estos datos representan valores mínimos y máximos de un análisis anual (2004-2005).

Información más reciente de calidad del agua en Tulum fue recopilada por Hausman H. (2009) en 20 sitios, incluyendo resultados de concentraciones de nitratos en cada lugar. Las diferencias de concentración de nitratos superaron los 14 mg/l entre pozos y cenotes. Las concentraciones más altas se hallaron cerca de zonas de actividad humana, particularmente en áreas con agricultura o crianza de animales.

En el análisis de cloruros (ppm) en agua subterránea recolectada en pozos y cenotes alrededor de Tulum, se observó una amplia variabilidad, desde aguas muy salinas en cenotes costeros hasta concentraciones bajas en aquellos más alejados del mar.

En cuanto a la concentración de amonio (NH₄), Matthes Lars (2008) reportó valores muy altos de 30 a 72 mg/l en el cenote de Chemuyil y Tulum. Aunque son niveles elevados, estos datos corresponden a profundidades significativas y condiciones de aguas subterráneas en reducción.

Este mismo autor mencionó la influencia del mar en la zona costera del municipio, señalando la existencia de una entrada geogénica de influencia marina en el acuífero, la cual es natural y no se deriva de la actividad humana. No obstante, el bombeo excesivo de agua subterránea en la zona costera podría afectar el movimiento ascendente de la zona de transición, resultando en un cambio en la calidad del agua con alta salinidad y contenido de sodio. Esto podría considerarse como un indicador de instrucción salina, siempre que se tenga un valor de referencia inicial en el sitio de medición y considerando la influencia natural del mar.

Por otro lado, la Comisión Nacional del Agua, a través de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, lleva a cabo el monitoreo de los principales cuerpos de agua del país. La red está constituida por cuerpos de agua lóticos, lénticos, costeros y subterráneos e incluye la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, de acuerdo al tipo de agua. Los datos con los que se cuenta comprenden un periodo de 2012 a 2022. Para el municipio de Tulum se cuenta con puntos de monitoreo establecidos en la costa y a nivel subterráneo y ofrecen una visión de la condición en la que el recurso agua se encuentra a nivel municipal. En las siguientes tablas se presentan los detalles relacionados con estos puntos de monitoreo.

Tabla 17. Sitios de monitoreo de calidad del agua costera.

| Sitio | Tipo | Subtipo | Longitud | Latitud | Semáforo | Contaminante |
|---|------------------------|------------|------------|-----------|----------|-----------------------------------|
| Pozo 5 del Sistema de Agua Potable de Tulum | Acuífero (continental) | Pozo | -87.491570 | 20.261400 | Amarillo | Conductividad y dureza total alta |
| Pozo 6 del Sistema de Agua Potable de Tulum | Acuífero (continental) | Pozo | -87.494394 | 20.258889 | Amarillo | Conductividad y dureza total alta |
| Akumal 1 | Costero (humedal) | Bahía | -87.31212 | 20.39471 | Verde | No aplica |
| Akumal 2 Beach Resort (hotel) | Costero | Océano-mar | -87.31480 | 20.39230 | Verde | No aplica |
| Bahía Principe 3 | Costero | Bahía | -87.33263 | 20.35697 | Verde | No aplica |
| Bahía Principe 1 | Costero | Bahía | -87.33213 | 20.36425 | Verde | No aplica |
| Playa Tortuguera Xcaxelito | Costero (humedal) | Bahía | -87.35120 | 20.33268 | Verde | No aplica |
| Tortuguera 1 | Costero (humedal) | Océano-mar | -87.34758 | 20.33854 | Verde | No aplica |
| Sian Ka'an 6 | Costero (humedal) | Océano-mar | -87.48151 | 20.00745 | Verde | No aplica |
| Sian Ka'an 5 | Costero (humedal) | Océano-mar | -87.47675 | 20.00361 | Verde | No aplica |
| Sian Ka'an 3 | Costero (humedal) | Océano-mar | -87.48130 | 19.80390 | Verde | No aplica |
| Playa Maya | Costero | Océano-mar | -87.43167 | 20.20256 | Verde | No aplica |
| Tulum 1 | Costero | Océano-mar | -87.42851 | 20.20828 | Verde | No aplica |
| Tulum 2 | Costero | Océano-mar | -87.42709 | 20.21595 | Verde | No aplica |

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA, recuperada de: <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/>.

Nota: El semáforo indica el nivel de contaminación de acuerdo a los contaminantes presentes. Los valores posibles son: Verde, amarillo y rojo.

7.2.2.6 GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo de los Residuos sólidos urbanos (RSU) domiciliarios es responsabilidad del municipio.

En la alcaldía de Tulum, se utilizan tres camiones de ocho toneladas para abarcar las zonas domiciliaria, comercial y turística, así como las comunidades rurales. La frecuencia de recolección es diaria en Tulum, mientras que en lugares como Akumal, Coba, Macario Gómez, Francisco Uh May, Manuel Antonio y Puerto Venturas es dos veces por semana, y en Chemuyil es tres veces por semana. Además, es importante mencionar que los parques de Xcaret y Xel-Ha cuentan con composteras.

En cuanto a la disposición final de los residuos, se utilizan 20 sitios en el Estado, pero solamente uno de ellos (Celda Emergente de Benito Juárez e Isla Mujeres) cumple parcialmente con la normatividad vigente (NOM-083-SEMARNAT-2003). Los otros 19 sitios se manejan como tiraderos controlados o a cielo abierto.

En el municipio, la generación de residuos sólidos urbanos es de 141.8 toneladas por día. El servicio de aseo urbano incluye barrido, recolección y disposición final. El barrido manual se realiza diariamente en la cabecera municipal por 45 personas. Cada barrendero recoge en promedio 45 kg de residuos barridos y se les proporciona las herramientas necesarias. En 2006, se implementó un exitoso programa de barrido con mujeres de la tercera edad.

La recolección se lleva a cabo con 12 vehículos, con caja compactadora trasera. En total, 77 trabajadores se encargan de la recolección en tres turnos. Dos rutas de recolección cubren la parte poniente los lunes, miércoles y viernes, y la parte oriente en los días restantes, exceptuando el domingo.

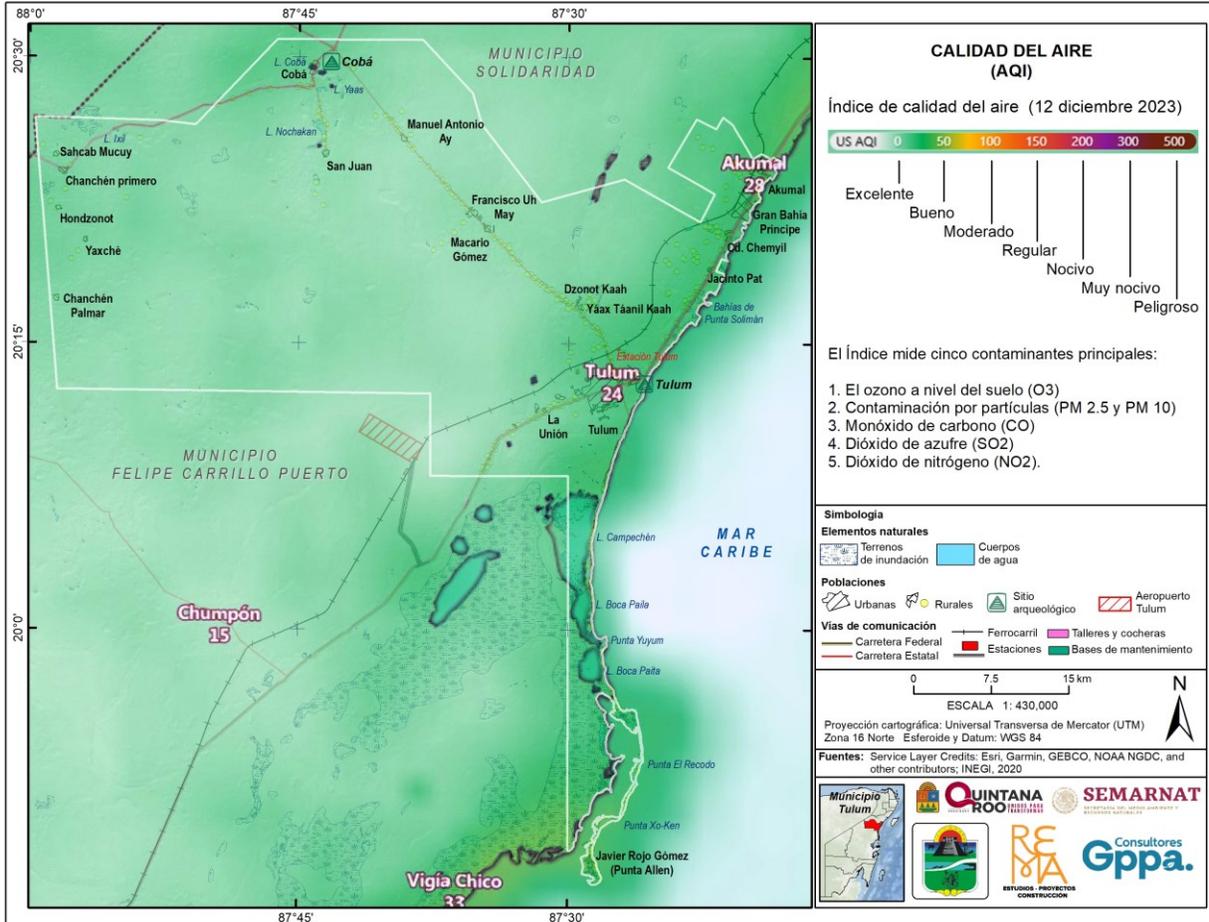
Aunque no existe un sistema formal de separación de residuos, los trabajadores que vigilan el sitio realizan una segregación informal de hierro y aluminio. Además, en la cabecera municipal se realiza "El Reciclatón", una actividad mensual que promueve el reciclaje en la comunidad. Aunque aún no hay Centros de Acopio Municipal, se tienen planes para desarrollar proyectos de reciclaje en el futuro.

7.2.3 CAMBIO CLIMÁTICO

7.2.3.1 CALIDAD DEL AIRE E INVENTARIO DE EMISIONES

La calidad del aire en el municipio es buena y presenta poco o ningún riesgo para la salud.

Figura 16: Mapa de calidad de aire Tulum.



De acuerdo con el inventario del Plan de Acción Climática de Tulum, el cambio de uso de suelo es la mayor fuente de emisiones municipales con un 54.93%. Seguido por el consumo comercial eléctrico (16%); el uso de automóviles (8%); el consumo residencial eléctrico (6%) y el uso de camiones y camionetas para carga (4%).

Figura 17: Emisiones totales por sector y principales subsectores.

| Emisiones totales por sector y principales subsectores (378,253 tCO ₂ e) | | |
|--|--------------------------------------|--------|
| Energía estacionaria 112,437 tCO ₂ e 30% | Consumo comercial eléctrico | 16.38% |
| | Consumo residencial eléctrico | 5.89% |
| | Consumo industrial eléctrico | 2.89% |
| | Consumo residencial de combustibles | 2.61% |
| | Consumo comercial de combustibles | 0.60% |
| | Consumo institucional eléctrico | 0.53% |
| | Consumo industrial de combustibles | 0.51% |
| | Consumo agropecuario de combustibles | 0.32% |
| Transporte 48,243 tCO ₂ e 13% | Automóviles | 7.93% |
| | Camiones y camionetas para carga | 3.99% |
| | Motocicletas | 0.71% |
| | Camiones para pasajeros | 0.13% |
| | | |
| Residuos 9,787 tCO ₂ e 3% | Residuos sólidos municipales | 1.67% |
| | Quema a cielo abierto | 0.48% |
| | Aguas residuales | 0.44% |
| AFOLU 207,787 tCO ₂ e 55% | Cambio de uso de suelo | 54.93% |

Fuente: PACMUN Tulum

7.2.3.2 VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Considerando los análisis de los factores de riesgo, el área, la población afectada e infraestructura crítica, así como las características de los fenómenos se presentan los siguientes riesgos ordenados por nivel de riesgo:

1. Riesgo por pérdida de biodiversidad:

- Pérdida de cobertura vegetal y deforestación cerca de Tulum debido al crecimiento y asentamientos humanos.
- Cambios en los arrecifes debido al aumento de temperatura, sargazo y calidad del agua.
- Pérdida de resiliencia climática por degradación de arrecifes.
- Importancia de recursos naturales para el turismo.

2. Riesgo por inundación:

- Alto riesgo de inundación en la zona costera.
- Impactos socioeconómicos significativos debido a concentración de turismo y población cercana.
- Zona costera de alto riesgo abarca 51.24% del territorio municipal.

3. Riesgo por afectaciones a cuevas subterráneas:

- Fragilidad de sistemas kársticos ante aumento de aguas residuales y desechos sólidos.

4. Riesgo por hundimiento:

- Vulnerabilidad a hundimientos por la naturaleza kárstica del territorio.
- Zona costera con riesgo de hundimiento cubre 20.97% del territorio y concentra población y turismo.

5. Riesgo por ciclones tropicales:

- Alto riesgo de ciclones tropicales debido a ubicación costera.
- Zonas expuestas son arrecifes y Punta Allen.

6. Riesgo por olas de calor:

- Riesgo medio/alto por olas de calor, con temperaturas máximas extremas.

7. Riesgo por sequías:

- Nivel medio de amenaza por sequías, con varios casos registrados desde 2003.

8. Riesgo por incendios:

- Bajo riesgo por incendios, con causas antropogénicas y complejo Sian Ka'an en peligro constante.

9. Enfermedades vectoriales:

- Disminución de casos de Chikungunya y Zika.
- Riesgo futuro de brotes de Dengue requiere preparación y respuesta adecuada.

10. Impacto del sargazo en los ecosistemas:

- Reducción de la disponibilidad de oxígeno y luz en sistemas marinos costeros.
- Incremento de los niveles de sulfuro de hidrógeno, reducción de la calidad del agua y la producción de lixiviados tóxicos generados por la degradación del sargazo en playas.

A nivel regional y de acuerdo con el Programa Hídrico Regional 2021-2024³ (PHR PY), para el recurso agua y derivado del cambio climático, se esperan los siguientes riesgos: a) Disminución en la disponibilidad de agua asociada a los cambios esperados en la precipitación y la temperatura en la región; b) la salinización del acuífero asociada al aumento del nivel del mar, c) el incremento de inundaciones asociado al incremento en la intensidad de huracanes; y d) otros riesgos como el incremento de enfermedades por vectores, la contaminación por sargazo y la disminución de rendimientos agrícolas. A continuación, se describen las que fueron señaladas como los riesgos prioritarios.

Reducción de la disponibilidad de agua

La disponibilidad futura del recurso hídrico en la península de Yucatán (PY), fue señalada como el primer riesgo de mayor importancia, derivado del cambio climático. Los modelos proyectan una variabilidad en cuanto a la precipitación anual y un aumento de las temperaturas, lo cual aumenta la evapotranspiración potencial. En la siguiente tabla se presenta un resumen de diferentes modelos de clima global (GCM) de cambio climático al 2050 con respecto de la precipitación y temperatura, basados en el modelo RCP 4.5 y RCP 8.5.

Tabla 18. Resumen de escenarios GCM de cambio climático al 2050 con respecto de la precipitación y temperatura. Promedio de incertidumbre (±).

| GCM | Instituto | Período histórico | Diferencias RCP 4.5 con datos históricos | | Diferencias RCP 8.5 datos históricos | |
|------------------|---|-------------------|--|---------|--------------------------------------|--------|
| | | | T media (°C) | P (mm) | T media (°C) | P (mm) |
| GFDL_CM3 | Geophysical Fluid Dynamics Laboratory | 1961 - 2000 | 2.28 | 74.0 | 2.91 | 74.4 |
| CNRM-CM5 | Centre National de Recherches Meteorologiques | 1961 - 2000 | 1.37 | -55.3 | 1.81 | 7.5 |
| HADGEM2-ES | Met Office Hadley | 1961 - 2000 | 2.26 | -105.4 | 3.10 | -93.5 |
| MPI_ESM_LR | Max-Plank Institute | 1961 - 2000 | 1.90 | -166.2 | 2.49 | -146.1 |
| Promedio de GCMs | | | 1.95 | -63.2 | 2.58 | |
| | | | ± 0.43 | ± 102.1 | ± 0.57 | ± 99.1 |

En el PHR PY se estimó que la combinación de estos efectos tiene el potencial de generar una disminución en la recarga de los acuíferos de la PY de 48.7% al 2050. En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de cambio estimado de acuerdo a los diferentes GCM de cambio climático al 2050, basados en el modelo RCP 4.5 y RCP 8.5.

Tabla 19. Efectos del cambio climático en la recarga de aguas subterráneas en PY al 2050.

| Método ETa | GCM | Porcentaje de cambios vs. Histórico (%) | |
|------------|----------|---|---------|
| | | RCP 4.5 | RCP 8.5 |
| Conv. | GFDL_CM3 | 15.80 | 15.40 |

³ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. s.f. Programa Hídrico Regional 2021 – 2024. Región Hidrológico – Administrativa XII Península de Yucatán. Recuperado de: https://files.conagua.gob.mx/conagua/generico/PNH/PHR_2021-2024_RHA_XII_Pen%C3%ADnsula_de_Yucat%C3%A1n.pdf.

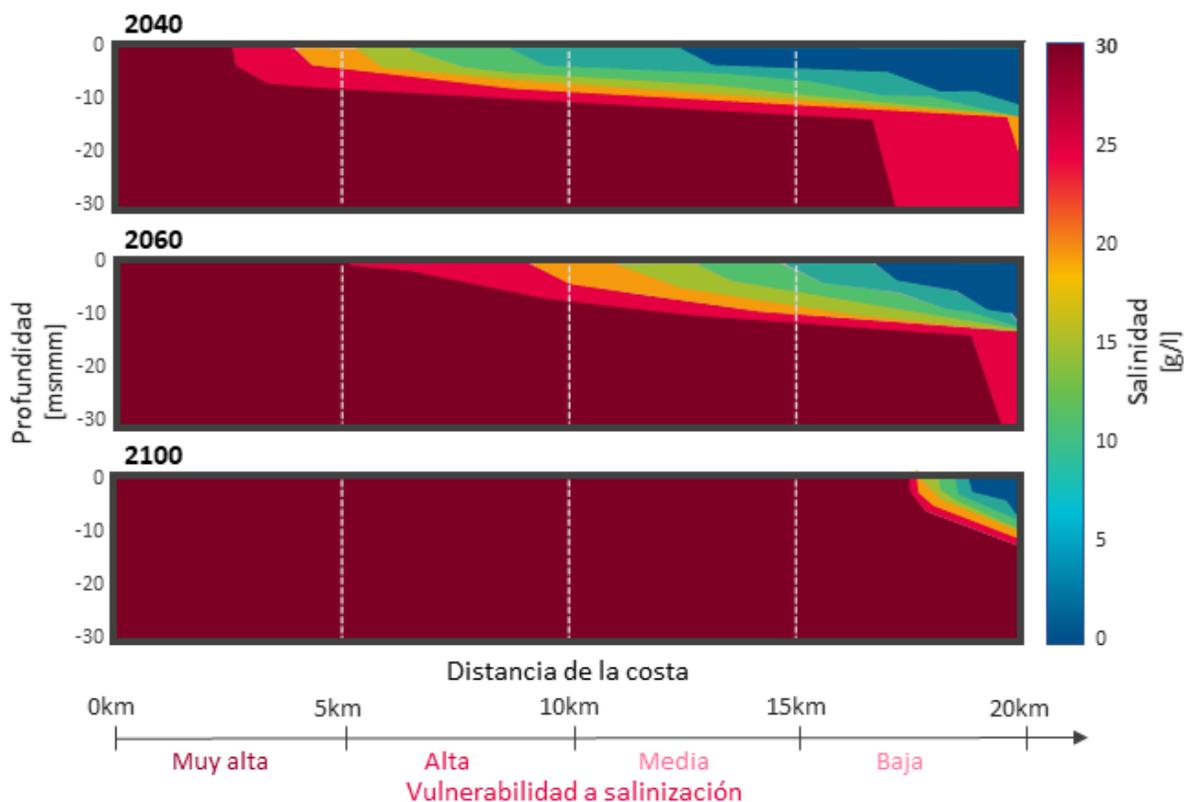
| Método ETa | GCM | Porcentaje de cambios vs. Histórico (%) | |
|------------------|------------|---|---------|
| | | RCP 4.5 | RCP 8.5 |
| A2 | CNRM-CM5 | 47.70 | 31.40 |
| | HADGEM2-ES | 72.00 | 79.70 |
| | MPI_ESM_LR | 75.10 | 76.90 |
| | GFDL_CM3 | 11.70 | 9.70 |
| | CNRM-CM5 | 42.50 | 26.50 |
| | HADGEM2-ES | 67.00 | 76.10 |
| | MPI_ESM_LR | 72.30 | 73.60 |
| Promedio general | | 50.50 | 48.70 |
| | | ± 27.20 | ± 30.00 |

El PHR PY también proyecta que la extracción del recurso hídrico aumentará conforme incrementa la población, así como la actividad agrícola, turística e industrial. De manera particular, por efectos demográficos del desarrollo del Tren Maya, al estimarse un aumento de población en la PY de 64% respecto del 2020, se espera una presión sobre la disponibilidad total del agua subterránea de 414%, para la unidad de planeación (UP) Quintana Roo Norte y de 16% para la UP Quintana Roo Centro, unidades a las que pertenece el municipio de Tulum.

Salinización del acuífero

De acuerdo al PHR PY, conforme aumente el nivel medio del mar y la intensidad de huracanes y disminuyan los niveles freáticos, esta problemática se verá intensificada. Bajo escenarios de cambio climático RCP 8.5, Canul Macario (2020), estimó que al 2060 hasta 15 km de la costa no será posible encontrar agua subterránea potable (con una salinidad inferior a 5 g/l) en algunas zonas de la PY como se muestra en la siguiente figura. Cabe señalar que este estudio únicamente fue realizado en una zona específica de la costa de la PY y no considera los cambios en los niveles freáticos asociados a la extracción excesiva o la disminución de la recarga, los cuales pueden aumentar las concentraciones de sal y también facilitar la penetración de la cuña marina, sin embargo, pueden usarse como un indicador de los riesgos futuros en otras zonas del acuífero kárstico.

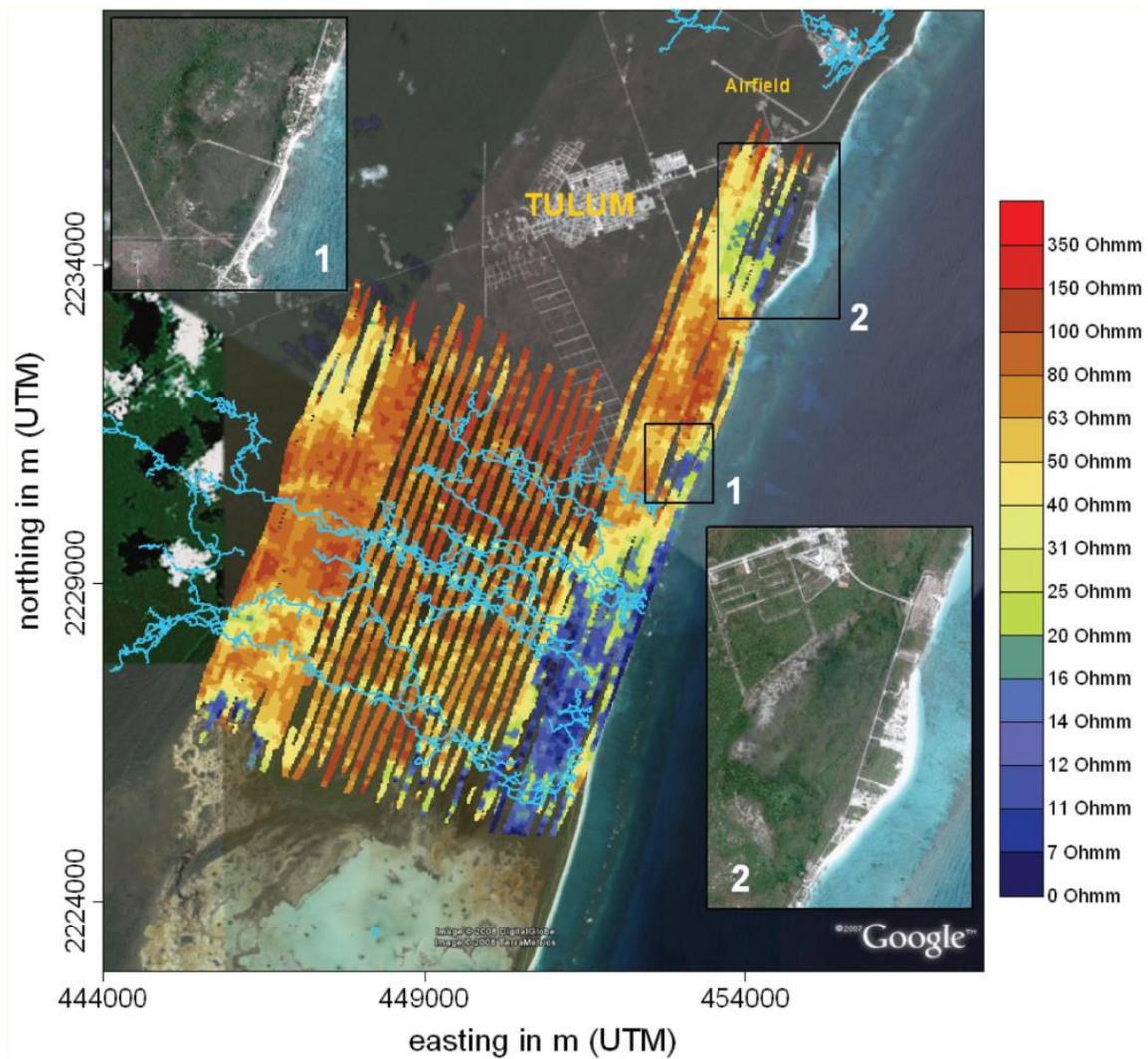
Figura 18. Mapeo del acuífero a partir de las mediciones de resistividad eléctrica por medio de un estudio aéreo electromagnético.



Fuente: PHR PY, gráfico modificado de Canul-Macario (2020).

De manera particular, para el sur de Tulum, la salinización del acuífero, ya había sido observada mediante los estudios aéreos electromagnéticos realizados por el Servicio Geológico de Austria y Amigos de Sian Ka'an, en donde en las cercanías de la costa, al este de la fractura de Holbox, las resistividades eléctricas del subsuelo son relativamente bajas por la presencia de roca saturada por agua salada (zona marcada en tonos azules en la siguiente figura). Así mismo, tierra adentro, más allá de la fractura de Holbox, las resistividades eléctricas son relativamente altas al tenerse rocas saturadas de agua dulce (zona marcada en tonos naranja en la siguiente figura, o incluso cavidades y roca secas). Las bajas resistividades eléctricas en la costa (recuadros 1 y 2 de la siguiente figura) parecen indicar fenómenos de intrusión salina en el acuífero (Supper, et al. 2009).

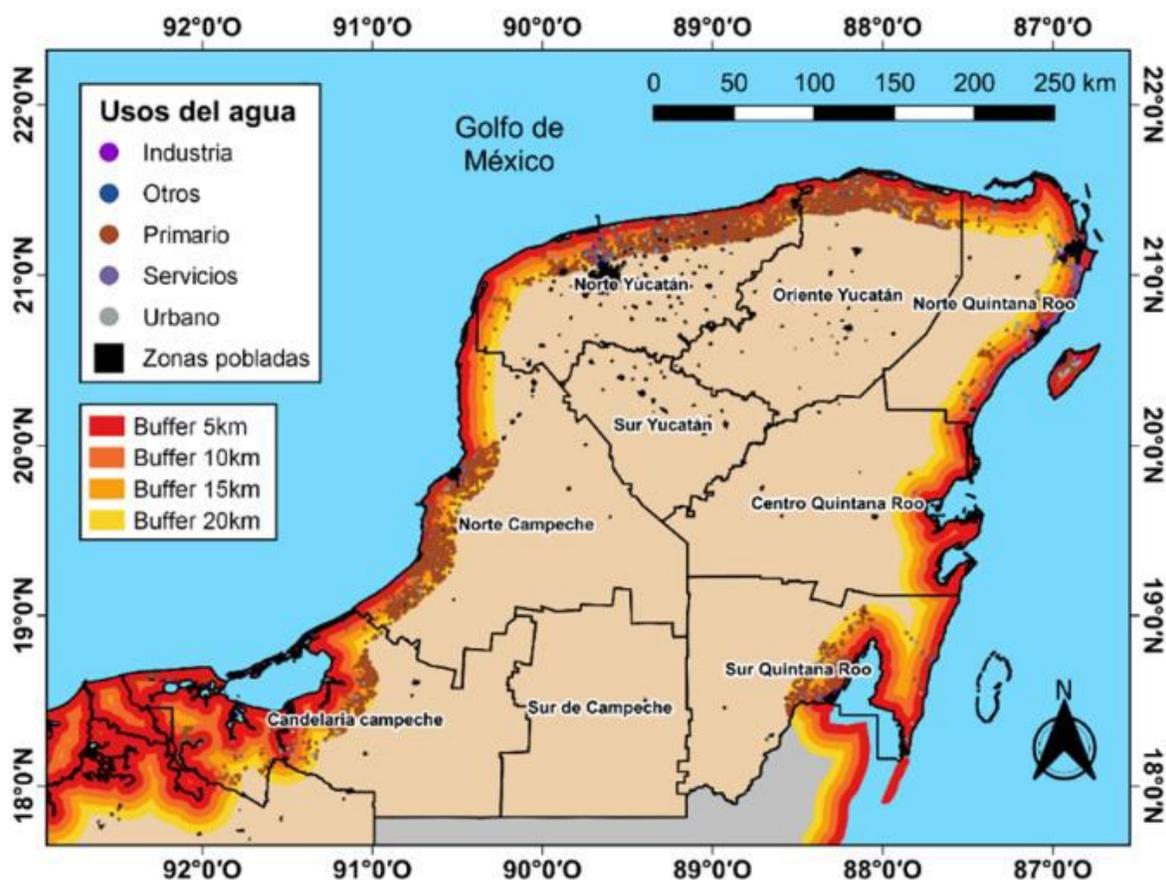
Figura 19. Mapeo del acuífero a partir de las mediciones de resistividad eléctrica por medio de un estudio aéreo electromagnético.



Fuente: PHR PY, información tomada de Supper, et al, 2009. Nota: Los tonos azules en la costa, incluyendo al Parque Nacional Tulum (recuadro 2), podrían deberse a intrusión salina.

En el siguiente plano se presenta la vulnerabilidad a salinización del acuífero en la PY al 2050, para la extracción de aguas subterráneas bajo un escenario de cambio climático RCP 8.5, de acuerdo al PHR PY.

Mapa 24. Vulnerabilidad a salinización del acuífero al 2050.



Fuente: PHR PY, plano realizado mediante estimaciones de la salinidad costera bajo RCP 8.5 de Canul-Macario (2020) y de los datos de extracción según el Registro Público de Derechos de Agua de la CONAGUA.

7.2.3.3 CAPACIDAD DE RESPUESTA AL CAMBIO CLIMÁTICO: MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

Se tienen identificados los riesgos por cambio climático para orientar políticas públicas en cuestión de mitigación y adaptación.

7.2.4 PELIGROS Y AMENAZAS NATURALES

Entre los estudios de ordenamiento ecológico y territorial figuran los temas referentes a los peligros, riesgos, vulnerabilidad y amenazas que se pueden presentar en la región a ser evaluada.

Es de suma importancia abordar estos temas, porque representan una parte fundamental en la caracterización y evaluación del potencial de un territorio, así como de conocer y tratar de mitigar las posibles afectaciones causadas por fenómenos de tipo natural o socio-natural

De acuerdo con el CENAPRED, 2000, y para el presente trabajo del POEL, se describen los peligros geológicos e hidrometeorológicos.

7.2.4.1 GEOLÓGICOS

7.2.4.1.1 SISMOS

Si bien en la Península de Yucatán se presentan sismos de muy magnitud, deben de ser considerados como un elemento potencial, y que no debe de ser descartado en un estudio de este tipo.

Para el municipio de Tulum, la actividad sísmica es casi inexistente, ya que hasta el momento los registros de sismos habían sido nulos. Sin embargo, debido a la presencia de dos eventos sísmicos reportados en los años 2002 y 2015, generaron entre los pobladores de varias comunidades del Estado de Quintana Roo y del municipio de Tulum, una experiencia que fue ante todo extraordinaria (Tabla 1).

Tabla 20: Sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional con epicentro en el Estado de Quintana Roo, entre los años 1998 y 2015.

| Fecha | Hora | Latitud | Longitud | Profundidad | Magnitud | Epicentro |
|------------|-------|---------|----------|-------------|----------|---|
| 2015-01-11 | 21:49 | 20.20 | -87.53 | 3 km | 4.2 | 67 km, al SW de Playa del Carmen |
| 2002-06-10 | 00:36 | 19.04 | -88.08 | 19 km | 4.7 | 17 km, al SE de San Andrés Quintana Roo |

Fuente: Servicio Sismológico Nacional.

Estos eventos deben de ser tomados en consideración porque pueden estar relacionados a otros procesos geológicos como la subsidencia o el movimiento tectónico regional de la Península, el cual puede mostrar actividad en diferentes velocidades del movimiento de las fallas regionales que cruzan por el territorio del estado.

7.2.4.1.2 VULCANISMO

La región no presenta actividad volcánica, ya que no se trata de una región con estas características tectónicas, Sin embargo, existen estructuras volcánicas en otras regiones del país y de la cuenca del Caribe, que pueden representar solamente una influencia menor por la posible caída de cenizas en cantidades menores o poco significativas.

Las estructuras volcánicas más importantes son El Volcán Tacaná, ubicado a más de 700 km y el volcán Chichonal a una distancia de más de 600 km.

Existen otros volcanes en las islas del Mar Caribe, actualmente activos, pero que, dada su distancia, no representan una amenaza directa.

De tal forma que solo en condiciones extraordinarias de actividad volcánica, el único peligro potencial de afectación al municipio sería bajo la presencia de polvos y cenizas volcánicas en un muy bajo nivel, por lo que de acuerdo a los parámetros establecidos dentro de las bases que rigen la formulación de criterios de evaluación y análisis, este fenómeno no debe ser considerado como generador de peligros y en consecuencia de riesgos por lo que se deberá considerar en la misma condición para la determinación de los indicadores de vulnerabilidad.

7.2.4.1.3 TSUNAMIS

Debido a que el municipio de Tulum cuenta con una costa de más de 90 kilómetros, la susceptibilidad de que esta se vea afectada por un tsunami, es muy remota debido fundamentalmente a los principios genéticos de los tsunamis, por lo que para comprender de manera adecuada esta percepción a continuación se enuncia las consideraciones teórico prácticas establecidas dentro del Atlas de Riesgos 2015 del CENAPRED.

El término tsunami es japonés; internacionalmente se usa para designar el fenómeno que en español se denomina maremoto. Es una secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un terremoto; a las costas pueden arribar con gran altura y provocar efectos destructivos: pérdida de vidas y daños materiales. La gran mayoría de los tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino.

En la gran mayoría de los casos, el movimiento inicial que provoca la generación de los tsunamis es una dislocación vertical de la corteza terrestre en el fondo del océano, ocasionada por un sismo. Otros agentes que pueden provocar tsunamis son: Las erupciones de volcanes sumergidos, impacto de meteoritos, deslizamientos submarinos y explosiones nucleares.

Para que un sismo genere un tsunami, es necesario que:

- a. El epicentro del sismo, o una parte mayoritaria de su área de ruptura, esté bajo el lecho marino a una profundidad menor a 60 km (sismo superficial).
- b. Ocurra en una zona de hundimiento de borde de placas tectónicas; es decir que la falla tenga movimiento vertical: que no sea solamente de desgarre, con movimiento lateral.
- c. En cierto lapso de tiempo el sismo libere suficiente energía, y que ésta se transmita eficientemente.

Para la región de la cuenca del Caribe, se tiene presentes sismos importantes que han generado tsunamis los cuales han impactado en las costas de la Península de Yucatán.

Un estudio realizado por investigadores del Centro Ecológico Akumal, México y de la Universidad de Boulder en Colorado, EU, (Shaw and Benson, 2014), hallaron pruebas contundentes en la costa oriental de la Península de Yucatán fue afectada por la presencia de un tsunami hace aproximadamente 1,500 años, con olas que alcanzaron algunos puntos de hasta 5 metros, con base en las evidencias de dataciones de radiocarbono sobre el terreno, en una serie de cornisas de piedra, incluso en donde se han encontrado ruinas arqueológicas de diferentes períodos.

De manera conclusiva, es un tema que no debe ser descartado en el estudio del presente POEL, y se recomienda llevar a cabo una revisión bibliográfica más detallada de la región del Caribe, para dar mayores evidencias de posibles tsunamis históricos que hayan afectado a la región.

7.2.4.1.4 INESTABILIDAD DE LADERAS

El proceso de inestabilidad de laderas se manifiesta principalmente en las zonas montañosas o lomeríos de fuerte pendiente. Sin embargo, este proceso también está presente en el borde de la zona rocosa que conforma el litoral del municipio. Se debe enfatizar en hacer una serie de muestreos de campo y registro de los sitios que muestran esta problemática. Este proceso va relacionado con el avance y retroceso del litoral, toda vez que, la costa muestra afloramientos rocosos que, al ser impactados por el oleaje, provocan la inestabilidad del frente litoral, dando origen a caída de rocas y colapsos.

Cabe aclarar que también se suma el efecto de la subsidencia que se manifiesta en diferentes sectores y a diferentes velocidades. En este sentido, debe de ser un tema a tratar, para ser abordado en los muestreos de campo, fijando puntos de posicionamiento global de precisión (GPS), y tratar de obtener medidas sobre ese desplazamiento vertical. Con estos datos, se podría generar un índice de hundimiento y/o levantamiento del litoral, así como de las zonas limítrofes al mismo.

7.2.4.1.5 HUNDIMIENTOS-SUBSIDENCIA

La región en donde se ubica el Estado de Quintana Roo, se encuentra influenciada por un sistema de fallas y fracturas regionales que se extiende desde las bahías de Holbox en el norte del estado y siguen un rumbo NE-SW paralelo a la costa, extendiéndose hasta los territorios de Belice y Guatemala.

Este sistema tectónico regional, genera una serie de movimientos diferenciales del terreno, los cuales se traducen en una serie de hundimientos y colapsos del subsuelo y por ende de la parte superficial del terreno. Mapa 1.

Se destaca en el territorio del municipio que el sistema de fallas y fracturas, dan origen al sistema de cenotes, dolinas, úvalas y poljes, y a si mismo al sistema de cavernas y depresiones subterráneas, favoreciendo la formación y crecimiento del sistema subterráneo de ríos que abarcan toda la región.

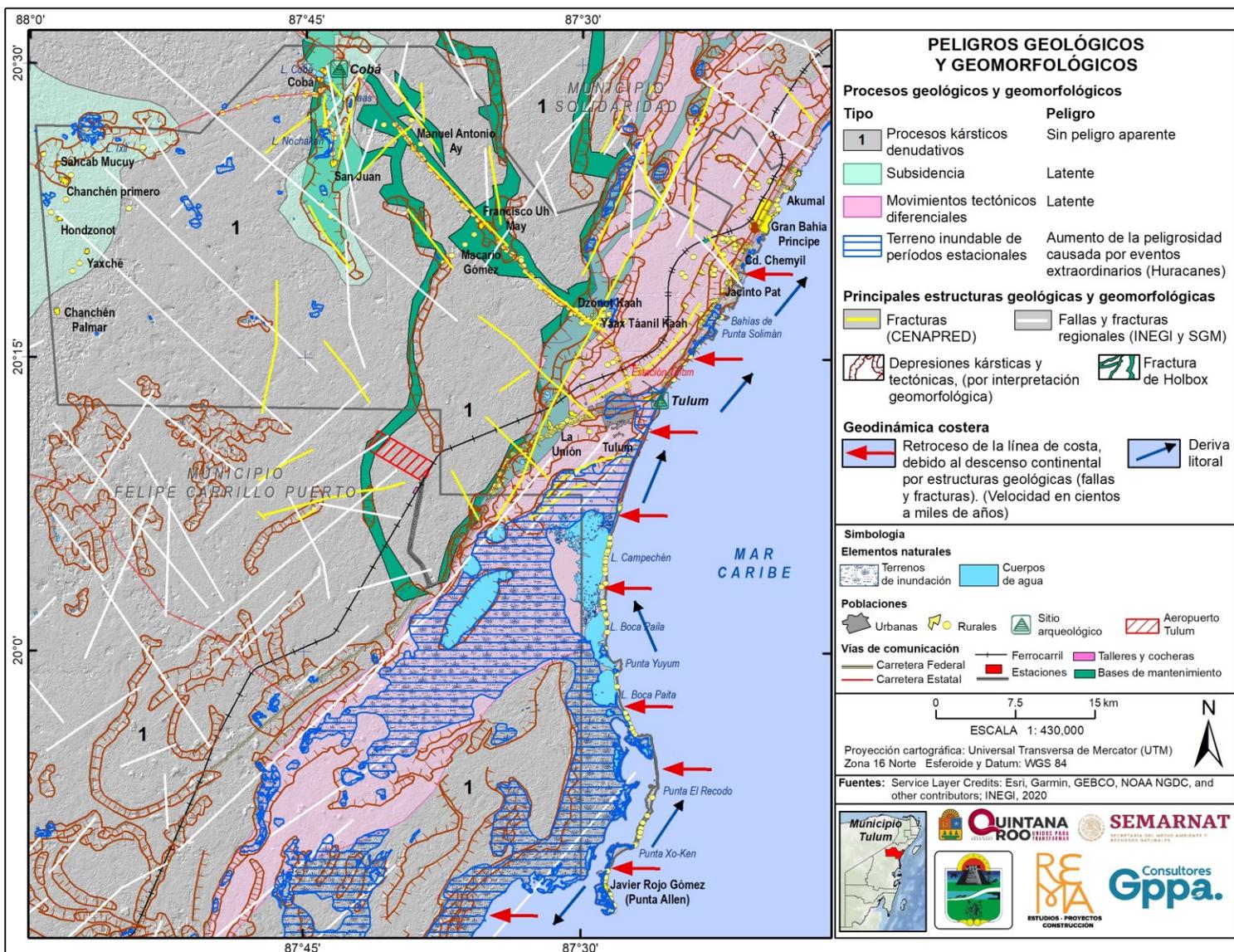
El mapa permite ver cuáles son las zonas que deben ser tomadas en consideración al momento de los estudios de mecánica de suelos, de planeación en la construcción de zonas habitacionales, hoteles, industrias y vías de comunicación. Solo se trata de una referencia a nivel regional, y para dichos estudios locales, se requiere de estudios mucho más detallados.

Otro proceso natural a ser considerado en el estudio del POEL, es la erosión y sedimentación de la zona costera. Si bien es un tema que ha sido poco referido en anteriores trabajos de riesgos, para la región resulta ser de suma importancia, ya que se encuentra relacionado con los procesos del cambio climático y el calentamiento global, a su vez relacionado con el ascenso del nivel del mar.

El proceso de avance y retroceso del litoral es una de las manifestaciones últimas que muestran esta relación entre los procesos climáticos y oceanográficos regionales, que afectan al municipio, inserto en toda la región del Caribe.

Los estudios a detalles sobre los cambios del litoral, deben de ser un tema de prioridad dentro del POEL, en sus futuras versiones y actualizaciones.

Mapa 25: Peligros geológicos y geomorfológicos en la región del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



Para el presente estudio se consideraron los procesos de los hundimientos y la subsidencia, ya que pueden representar un riesgo importante para la zona de estudio.

Los hundimientos y las subsidencias son movimientos que se caracterizan principalmente por presentar un componente de movimiento vertical, lo cual permite diferenciarlos en hundimientos o movimientos repentinos y la subsidencia. En general se pueden clasificar en:

- Hundimientos en cavidades subterráneas en rocas, con o sin expresión en la superficie.
- Hundimientos superficiales en rocas o suelos.
- Subsidencias o descensos lentos y paulatinos de la superficie del terreno.

HUNDIMIENTOS

Las cavidades subterráneas pueden ser de origen natural o antrópico y su ocurrencia depende de los siguientes factores:

- El volumen y forma de las cavidades
- El espesor de recubrimiento sobre las cavidades (o profundidad de los huecos).
- La resistencia y comportamiento mecánico de los materiales suprayacentes.

Las cavidades o cuevas naturales están asociadas a materiales de origen kárstico o rocas solubles, como son las rocas carbonatadas y evaporíticas, en donde los procesos de disolución crean huecos que, al alcanzar dimensiones considerables, generan estados de desequilibrio e inestabilidad, dando lugar a la ruptura de la bóveda o techo de la cavidad; si este es poco potente o resistente, se hundirá la superficie del terreno. Las variaciones importantes del nivel freático en terrenos kársticos pueden suscitar reajustes tensionales que provocan hundimientos.

El resultado en superficie de los hundimientos en terrenos kársticos son las dolinas (sinkholes), aunque estas también pueden generarse por disolución de las rocas en superficie de forma paulatina o por subsidencia de los suelos blandos que suelen cubrir la morfología kárstica que subyace a estos.

Los materiales evaporíticos (sales y yesos), que suelen ser mucho más blandos que los depósitos de carbonatos, presentan mayor capacidad de disolución y los movimientos de reajuste de los materiales en los huecos son continuos y paulatinos, mientras que en los materiales carbonatados los movimientos son bruscos.

Las cavidades que se forman en yesos y sales no sobrepasan profundidades superiores a los 200 metros (Durán, 1988, en González de Vallejo, 2002).

Las actividades de carácter antrópico que pueden dar lugar a hundimientos o colapsos son por lo general las actividades de explotación minera subterránea (excavación de minerales estratificados o la extracción de materiales salinos), o también las excavaciones superficiales destinadas para otros usos, como túneles de carretera y obras de ferrocarril o metro.

Un caso especial de los riesgos generados por los hundimientos son los derivados de las excavaciones en zonas urbanas, en donde el escaso espesor del material de recubrimiento suele causar colapsos o hundimientos.

SUBSIDENCIA

La subsidencia se puede definir como el asentamiento gradual o súbito (colapso) de la superficie del terreno como consecuencia de la extracción de materiales del subsuelo o por disolución de rocas solubles infrayacentes. Se puede producir por procesos naturales o inducidos por el hombre (Costa y Baker, 1981, en Gutiérrez Elorza, 2008).

La subsidencia es por lo general un proceso muy lento cuando se manifiesta a nivel regional y que con frecuencia se ve acelerado por acción de las actividades antrópicas.

Este proceso afecta a todo tipo de terrenos y especialmente a los suelos, y son debidos a cambios tensionales que son inducidos en el terreno por diversas causas naturales y/o antrópicas.

Por causas naturales:

- Descenso del nivel freático.
- Procesos lentos de disolución y lavado de materiales.
- Procesos de consolidación de suelos blandos y orgánicos.
- Procesos morfotectónicos y de sedimentación.

Por causas antrópicas:

- Minería subterránea.
- Extracción de petróleo y gas.
- Explotación intensiva de acuíferos.

El descenso del nivel freático, por períodos de sequía o por extracción de agua de los acuíferos, afectando a materiales no consolidados los cuales, al momento de sufrir la pérdida de agua, se producen cambios en el estado tensional (incrementando las tensiones efectivas al disminuir la presión intersticial), reduciendo su volumen, con descenso de la cota de superficie; son procesos lentos, pero pueden afectar a grandes extensiones.

Se presenta con frecuencia en suelos arcillosos por sobreexplotación de acuíferos arenosos intercalados. Su importancia depende del tipo de sedimentos, su espesor y magnitud del descenso del nivel freático. La velocidad del proceso puede ser de varios centímetros al año. La subsidencia supone un riesgo cuando ocurre en zonas urbanas, así como cuando ocurren inundaciones en zonas costeras, cambios del drenaje, etc.

En terrenos kársticos se presentan procesos de subsidencia por la disolución de las dolinas rellenas de arcilla o en zonas de coberturas de suelos relativamente potentes (Durán, 1988, en González de Vallejo, 2002).

A una escala más regional, la subsidencia se encuentra asociada de forma directa a procesos tectónicos y de consolidación de sedimentos arcillosos como es el caso de los deltas, en donde las tasas de material depositado suponen una carga creciente sobre el sustrato, produciéndose movimientos verticales de reajuste.

7.2.4.2 HIDROMETEOROLÓGICOS

7.2.4.2.1 CICLONES TROPICALES

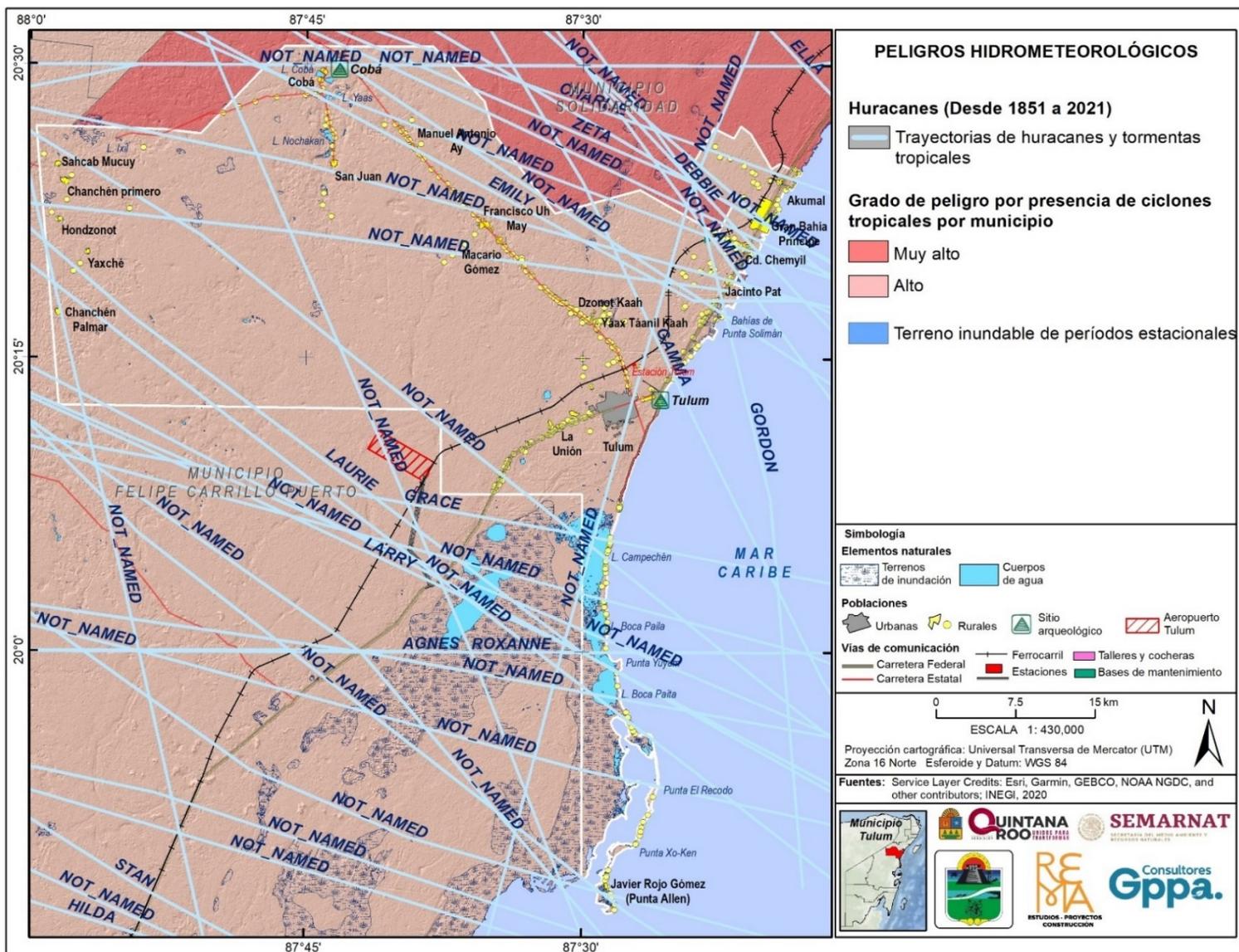
La Cuenca del Caribe es una de las regiones a nivel mundial, que se ven afectadas por el paso de los huracanes año tras año. En este estudio, se muestran únicamente, aquellos eventos que, en un periodo mayor a 100 años, han ejercido su influencia directa en la región y que actualmente pueden mostrar un incremento en su incidencia e intensidad.

Se aprecia claramente en el mapa, las zonas de mayor impacto y de mayor frecuencia en la presencia de huracanes y tormentas tropicales, afectando a prácticamente todo el Municipio. También es notorio un corredor de baja incidencia de estos fenómenos meteorológicos en la parte central en donde se ubica la ciudad de Tulum, y solamente un registro de un evento (sin nombre), tuvo lugar sobre el sector de la actual ciudad.

Estos datos son valiosos al momento de estimar las zonas de vulnerabilidad y peligro. Sin embargo, en las últimas fechas, considerando los últimos 10 años, se ha presentado un incremento en la presencia de huracanes, así como de su intensidad.

Los modelos climáticos a futuro deben de contener la mayor información posible para poder estimar las zonas potenciales a ser afectadas y en consecuencia establecer las medidas pertinentes en materia de protección civil.

Mapa 26: Peligros hidrometeorológicos en la región del municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



7.2.4.2.2 INUNDACIONES

Contrario a lo que se puede pensar del territorio del municipio de Tulum, al presentar una condición de infiltración del agua de lluvia sobre el terreno kárstico, se suscitan algunos sectores que se ven afectados por las inundaciones, cercanas a la zona costera, así como en las inmediaciones de la ciudad de Tulum, y Cobá.

Este fenómeno es debido a que en ciertos sectores la superficie del terreno se satura al momento de ocurrir lluvias extraordinarias, que impiden el libre flujo de los escurrimientos superficiales y su adecuada infiltración al subsuelo.

Por otra parte, también se presenta esta problemática en las zonas urbanas o que ya han sido pavimentadas o donde ha sido colocado cemento, lo cual imposibilita la infiltración del escurrimiento. Esto se traduce en inundaciones que provocan afectaciones a las vías de comunicación, calles, avenidas y algunos tramos carreteros, al encontrarse en las zonas que son inundables de manera natural, cercanas a zonas de humedales, por ejemplo. Ver Mapa 1.

Las medidas a recomendar es hacer un levantamiento de campo detallado de las zonas que presentan esta problemática, y tratar de emitir recomendaciones en las zonas que se inundan, de no ser habitadas o que no sufran un cambio del uso del suelo.

7.2.4.2.3 SEQUÍAS

En contraparte al fenómeno de las inundaciones, se da la ocurrencia de las sequías, producidas por los efectos climáticos regionales y meteorológicos locales.

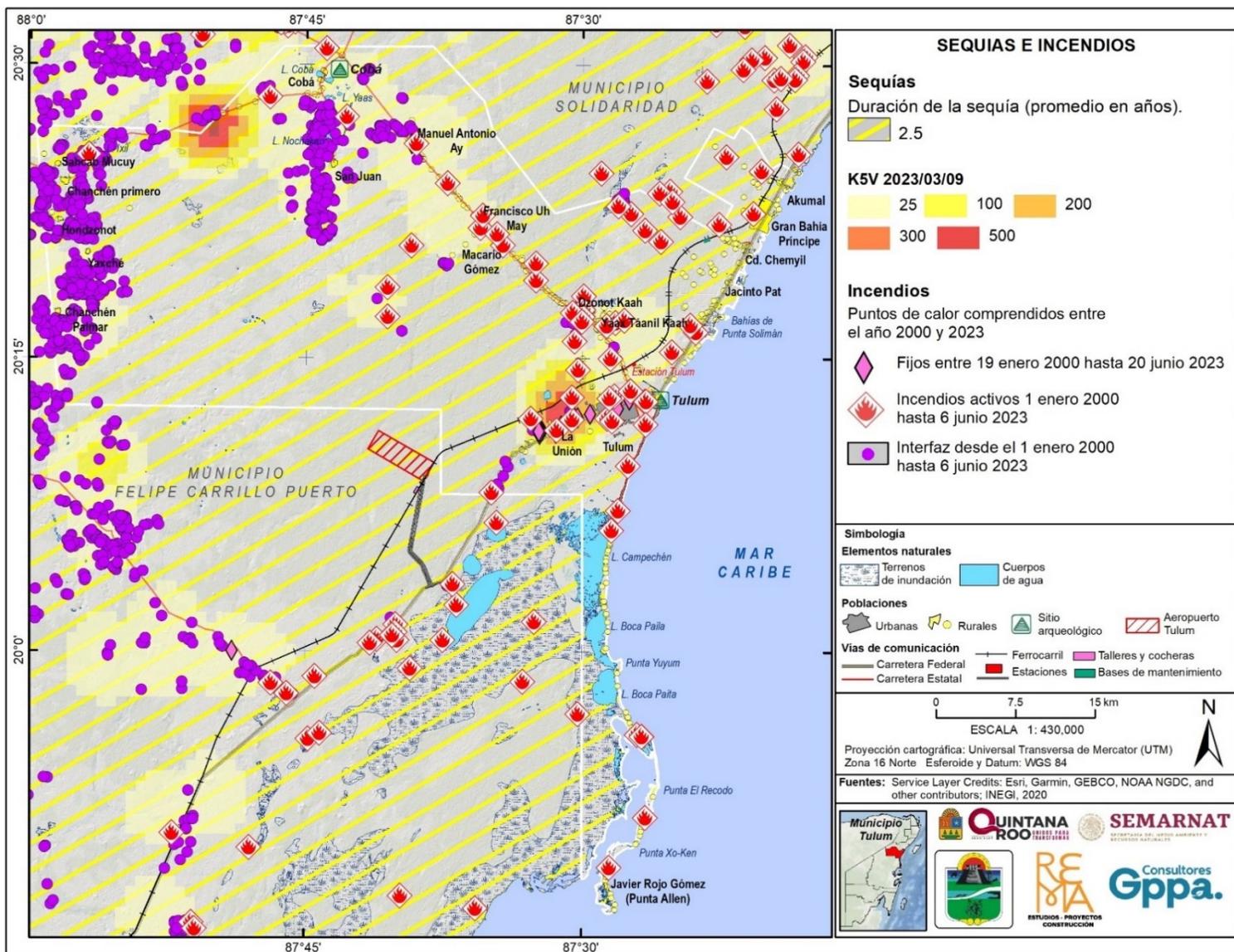
Esto genera una problemática directa que se traduce en los incendios forestales, los cuales muestran una ocurrencia significativa y que afectan a la región del municipio.

Con base en la información del CONAFOR, se muestran las zonas de presencia de incendios forestales, y la zona de influencia de la sequía que abarca todo el territorio del municipio.

Se destaca la información mostrada por el CONAFOR, porque se mantiene actualizada dentro de su portal y está disponible para el público en general. Esto representa una herramienta valiosa, para poder llevar a efecto evaluaciones y análisis que se relacionen con estudios del cambio climático, la deforestación, los cambios de uso del suelo, entre otros.

Llama la atención los núcleos o concentraciones locales de calor y la correspondencia con los incendios en lugares como la ciudad de Tulum y en las cercanías de la población y zona arqueológica de Cobá. Así mismo se aprecia un corredor de incendios a lo largo del camino que va de la población de Tulum hacia Cobá. De acuerdo a los registros del CONAFOR, esto se debe a los tiraderos de basura, a cielo abierto y en las inmediaciones de la ciudad, lo que provoca sitios potenciales a causar incendios. Estos eventos se encuentran asociados a incendios forestales y pastizales.

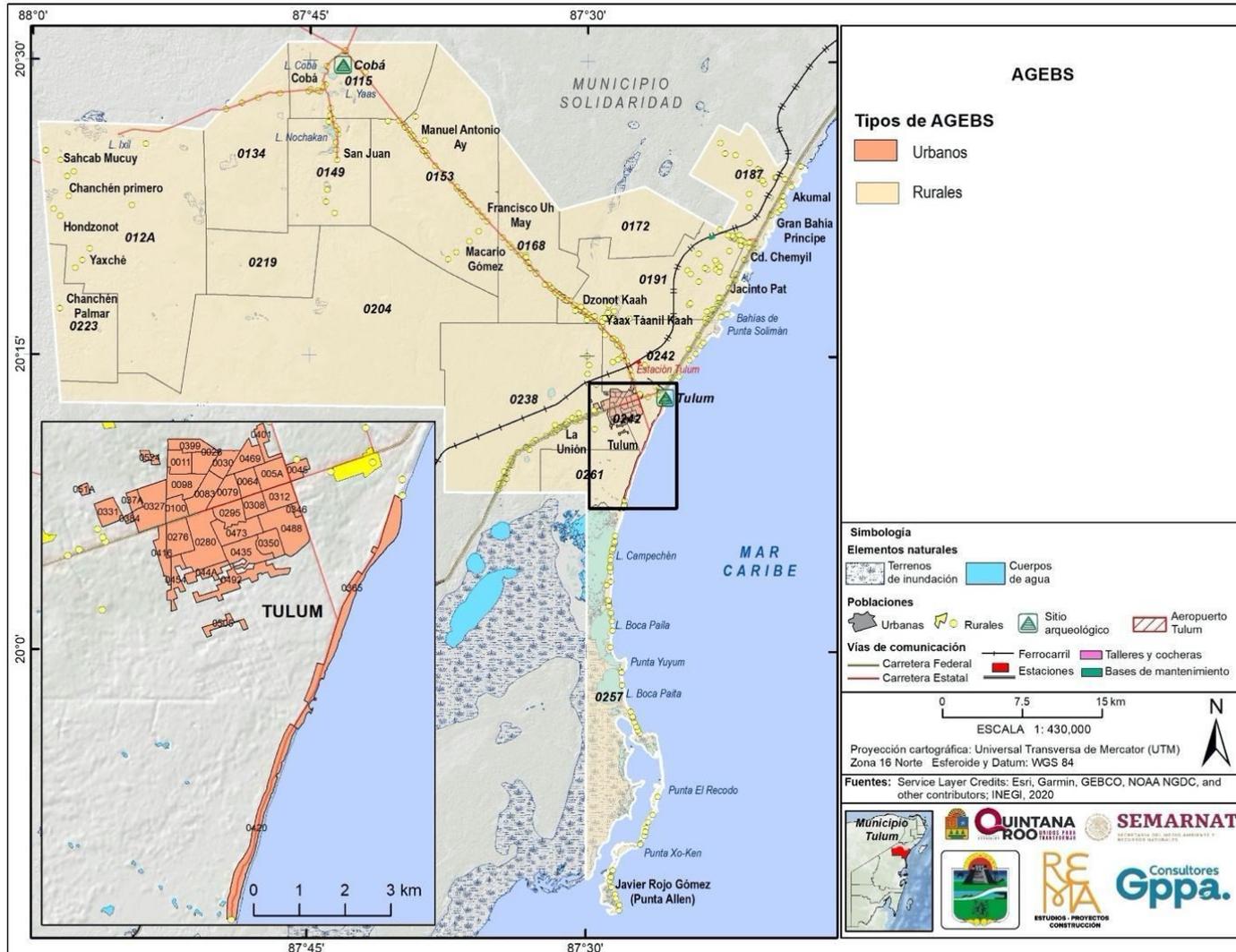
Mapa 27: Sequias y zonas de incendios forestales presentes en el municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo, México.



7.3 SUBSISTEMA SOCIO-DEMOGRÁFICO

El propósito del análisis del subsistema sociodemográfico es adquirir un conocimiento profundo de la población, evaluar su dinámica y anticipar las necesidades futuras de las personas, considerando aspectos como su agrupamiento, crecimiento y distribución geográfica. También se busca analizar los problemas y carencias sociales, la situación de las familias en términos de estructura de hogares, vivienda, empleo y acceso a servicios públicos. Todo ello con el fin de identificar las disparidades y desafíos existentes en diferentes áreas, así como las oportunidades que la región puede aprovechar.

Mapa 28: AGEBS Urbanos y rurales que conforman el municipio de Tulum, estado de Quintana Roo.



7.3.1 DEMOGRAFÍA

Los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Tulum en Quintana Roo son los de mayor crecimiento demográfico en el país. El principal motivo de este crecimiento es el flujo migratorio por la oferta de trabajo y el desarrollo económico derivado del turismo y sus servicios complementarios.

7.3.1.1 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN Y LOS HOGARES

POBLACIÓN

Según el Censo de Población y Vivienda del INEGI de 2020, el municipio de Tulum cuenta con una población de 46,721 habitantes.

La población del municipio es principalmente masculina con una edad mediana de 26 años. La mayor concentración de población se encuentra en la cabecera municipal, con 33,374 habitantes. En los últimos años, este municipio ha experimentado un rápido crecimiento demográfico, lo que llevó a su establecimiento como municipio independiente, convirtiéndose así en el noveno municipio del Estado. Actualmente, Tulum es considerado, junto con los municipios de Benito Juárez y Solidaridad, como uno de los municipios con mayor crecimiento demográfico en el país, con una tasa anual del 17%.

A continuación, se desglosan los grupos de edad por género.

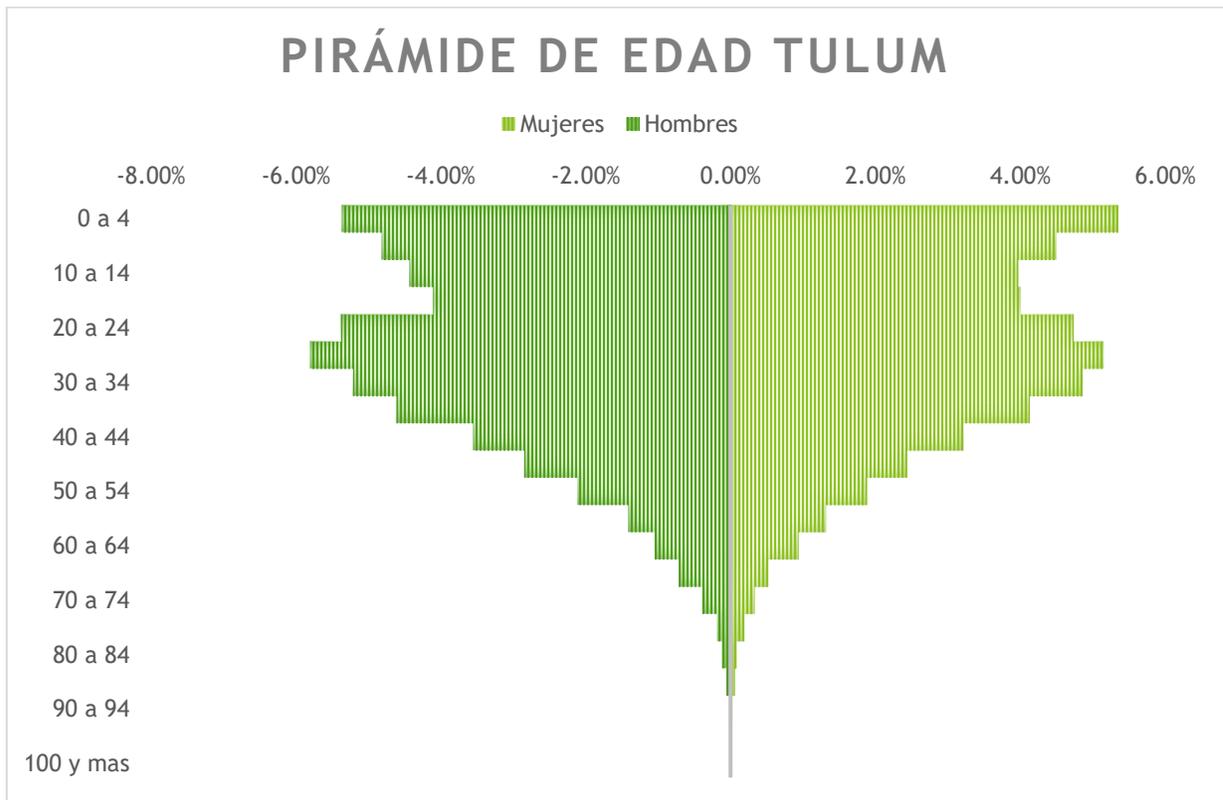
Tabla 21: Población por edad.

| AÑOS | TOTAL | FEMENINO | MASCULINO |
|---------|-------|----------|-----------|
| 0 a 4 | 5,001 | 2,498 | 2,503 |
| 5 a 9 | 4,346 | 2,100 | 2,246 |
| 10 a 14 | 3,922 | 1,854 | 2,068 |
| 15 a 19 | 3,786 | 1,870 | 1,916 |
| 20 a 24 | 4,720 | 2,211 | 2,509 |
| 25 a 29 | 5,111 | 2,405 | 2,706 |
| 30 a 34 | 4,699 | 2,269 | 2,430 |
| 35 a 39 | 4,081 | 1,929 | 2,152 |
| 40 a 44 | 3,161 | 1,504 | 1,657 |
| 45 a 49 | 2,467 | 1,138 | 1,329 |
| 50 a 54 | 1,868 | 881 | 987 |
| 55 a 59 | 1,274 | 616 | 658 |
| 60 a 64 | 929 | 439 | 490 |
| 65 a 69 | 581 | 247 | 334 |
| 70 a 74 | 342 | 157 | 185 |
| 75 a 79 | 181 | 92 | 89 |

| AÑOS | TOTAL | FEMENINO | MASCULINO |
|-----------|-------|----------|-----------|
| 80 a 84 | 101 | 44 | 57 |
| 85 a 89 | 58 | 29 | 29 |
| 90 a 94 | 23 | 14 | 9 |
| 95 a 99 | 8 | 4 | 4 |
| 100 y mas | 1 | 1 | 0 |

Fuente: INEGI Censo 2020.

Figura 20: Pirámide de edad.



Fuente: INEGI Censo 2020

Como se puede observar en la figura anterior la población del municipio es una población joven, principalmente entre 25 y 29 años de edad, con una edad mediana de 26 años tanto en hombre como en mujeres. Así mismo, también se observa una nueva ola de crecimiento de la población.

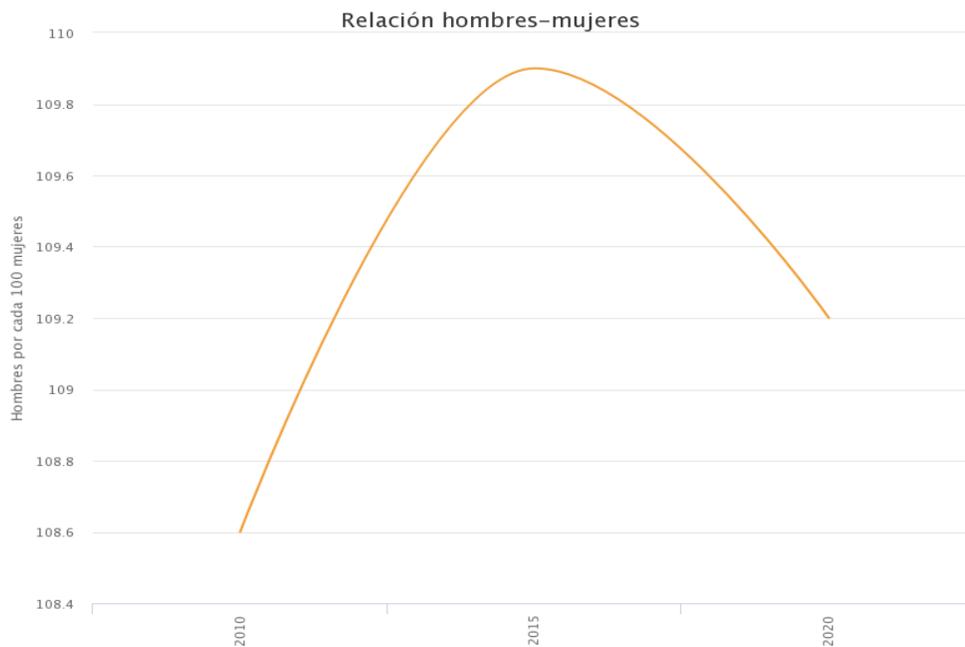
Figura 21: Proporción de hombres y mujeres (2020).



Fuente: CENSO INEGI 2020

De esta cifra la población masculina correspondió a 24,358 habitantes y la población femenina 22,302 habitantes. La proporción de hombres en relación de mujeres es mayor en el municipio que en el resto del estado, por cada 100 mujeres hay 109.22 hombres.

Figura 22: Relación Hombres-Mujeres (2010-2020).

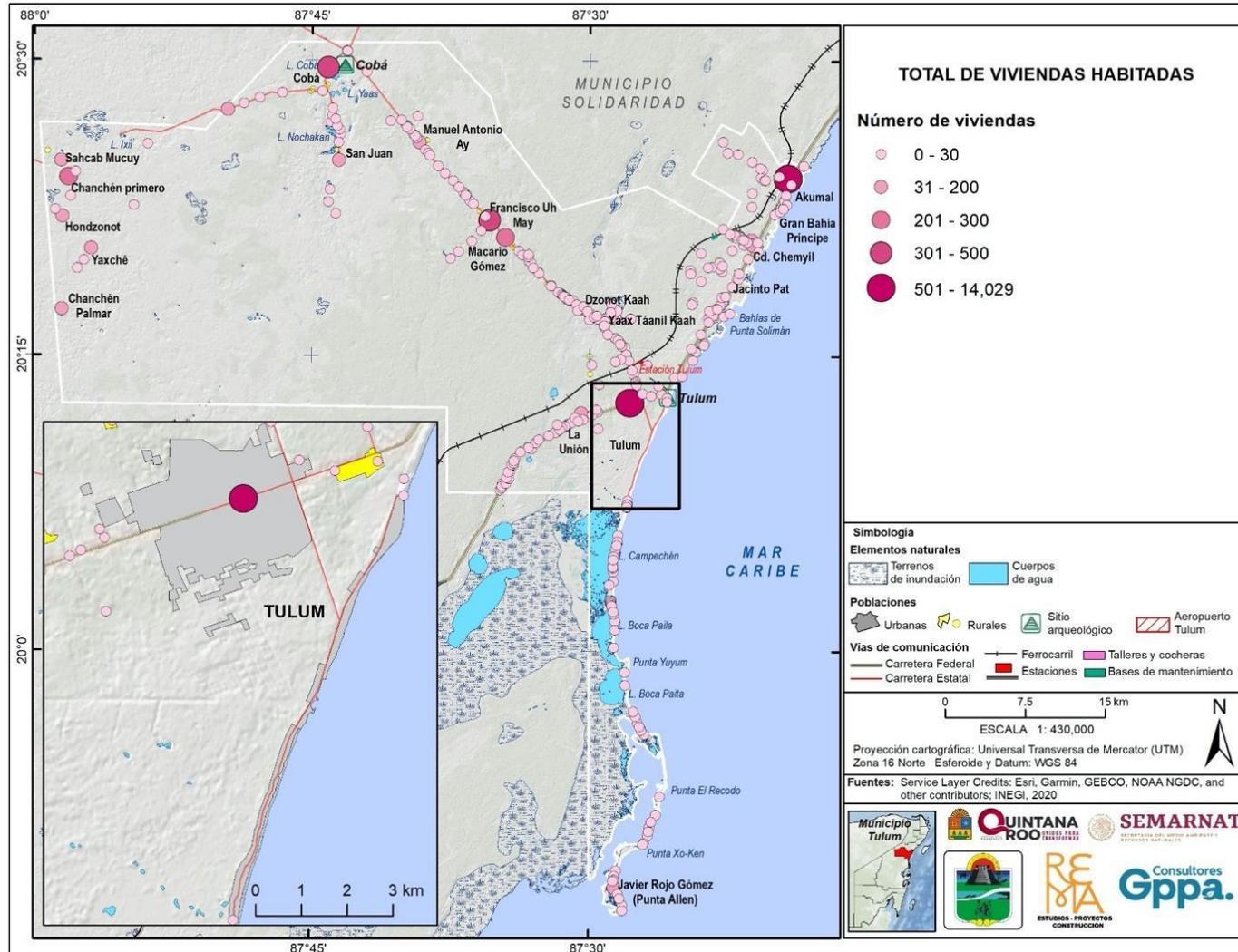


Fuente: CENSO INEGI 2020

HOGARES

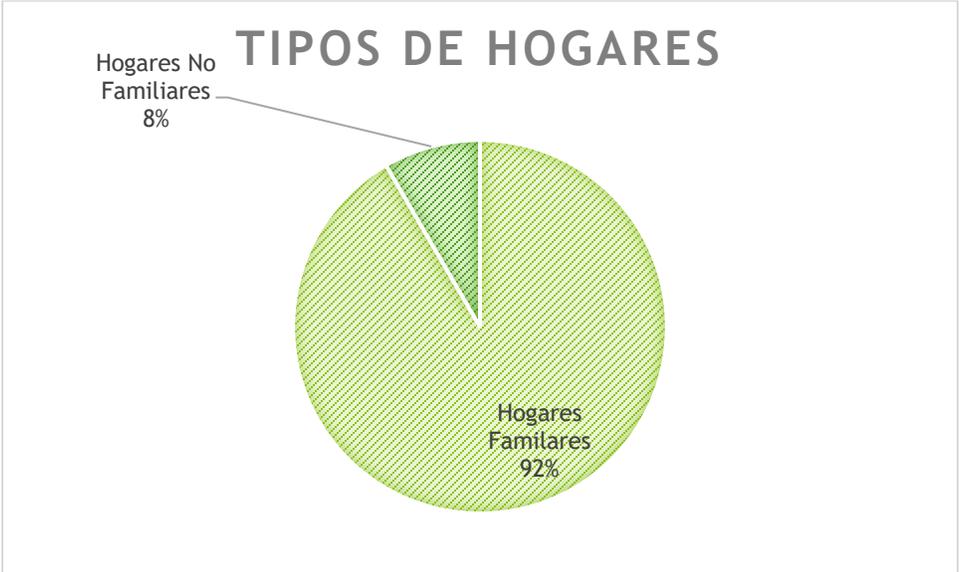
En el municipio 46,645 personas viven en 14,022 hogares. Un hogar es definido como el conjunto de personas que pueden ser o no familiares y que comparten una vivienda. En el CENSO de Población y Vivienda 2020 se clasificaron en dos tipos: hogares familiares, que son aquellos en el que al menos uno de ellos integrantes tiene parentesco con la jefa o jefe del hogar, que incluyen los hogares nucleares (conformados por padres, padre o madre e hijos, o parejas sin hijos), ampliados (hogares nucleares con más parientes), y compuestos (hogares nucleares o ampliados con al menos una persona sin parentesco); y no familiares en donde no existe este parentesco (que incluye hogares unipersonales y corresidentes).

Mapa 29: Total de viviendas habitadas en el año 2020.



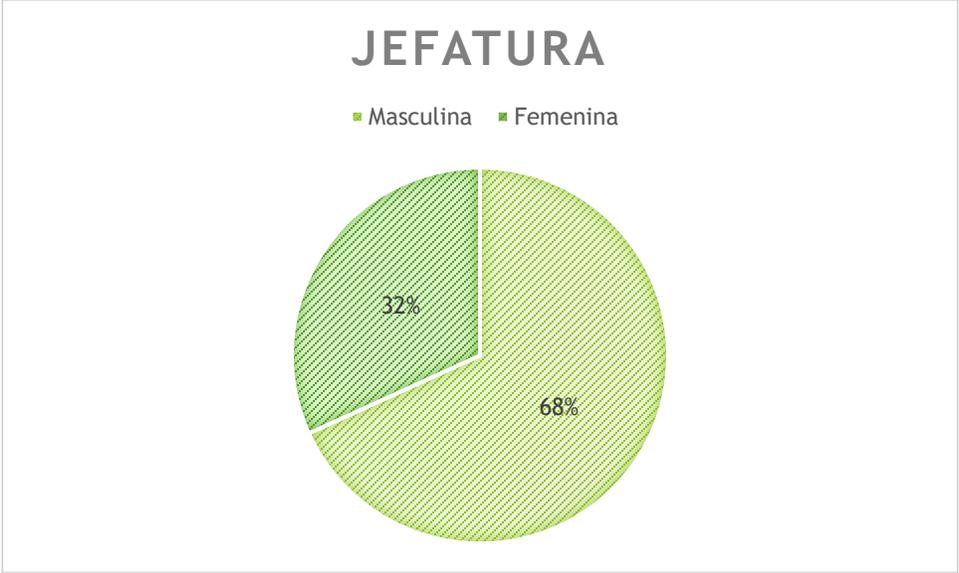
En el municipio de Tulum la mayoría de la población vive en hogares familiares (42,683 habitantes) con jefatura masculina (9,563 hogares). El tamaño promedio tanto en hogares con jefatura femenina como jefatura masculina es de 3.3 integrantes por hogar.

Figura 23: Tipos de hogares.



Fuente: CENSO INEGI 2020

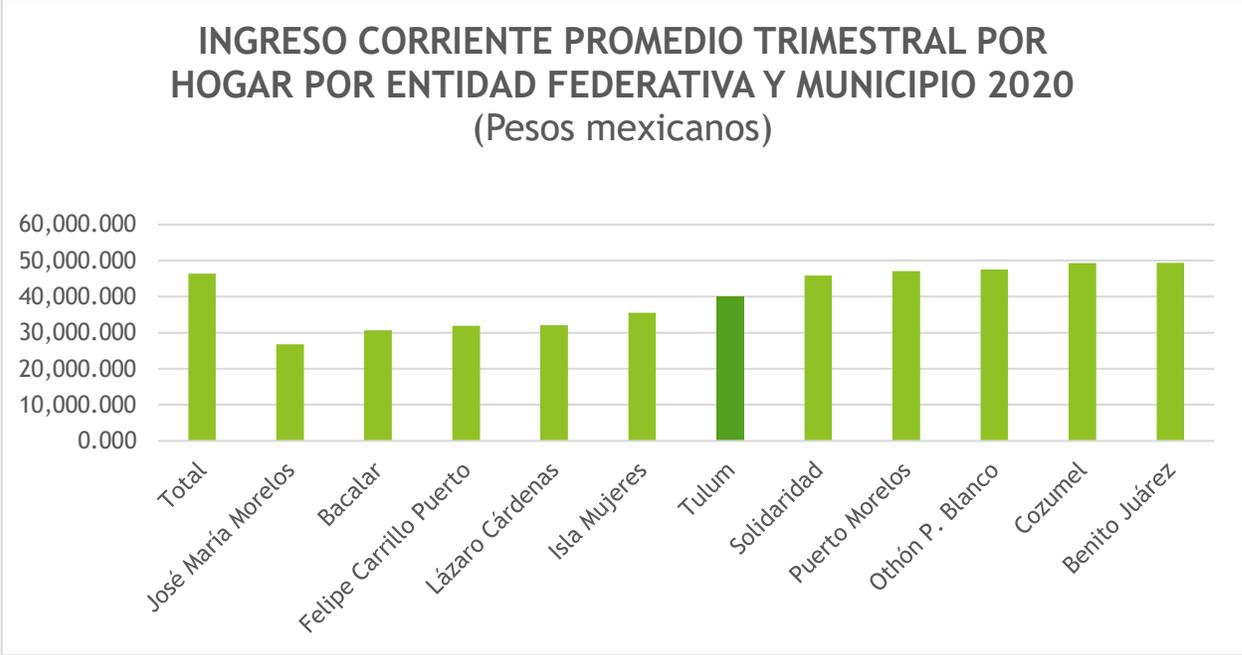
Figura 24: Jefatura.



Fuente: CENSO INEGI 2020

De acuerdo con la investigación del INEGI en relación al Ingreso Corriente para los Municipios de México (ICMM) 2020, utilizando estimaciones a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, así como variables auxiliares provenientes del Censo de Población y Vivienda 2020, se estima que en el municipio de Tulum se tiene un Ingreso Corriente Promedio Trimestral de \$40,179.10 pesos por hogar (INEGI, 2020).

Figura 25: Ingreso corriente promedio trimestral por hogar municipios Quintana Roo 2020.



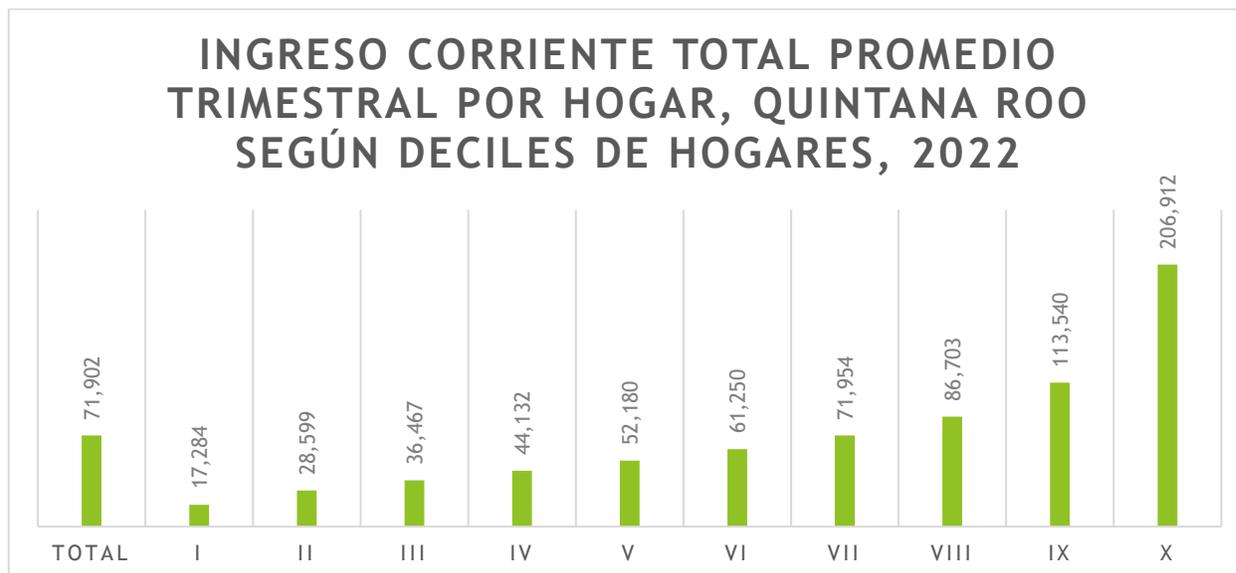
Cálculos por técnicas de estimación en áreas pequeñas, a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2020 Nueva Serie, INEGI.

El ingreso corriente promedio es una medida que permite evaluar el bienestar económico de las familias y su capacidad de cubrir sus necesidades básicas.

Al comparar el ingreso promedio de Tulum con los demás municipios de Quintana Roo, se puede obtener una idea de cómo se ubica en términos económicos en relación con otras localidades del estado.

En la figura anterior se puede observar que el municipio de Tulum se encuentra por debajo del promedio de la entidad entera, lo cual nos indica una necesidad de desarrollo del municipio que pueda proporcionar a los hogares una mayor capacidad para cubrir sus gastos, mejorar su calidad de vida y contribuir al crecimiento económico de la región.

Figura 26: Ingreso corriente total promedio trimestral por hogar, por entidad federativa según deciles de hogares, 2022.



INEGI. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. ENIGH 2020. Tabulados por entidad federativa. 2022.

En la figura anterior, se muestran los ingresos promedio de los hogares quintanarroenses, divididos en diez grupos conocidos como deciles. Cada decil agrupa al 10% de los hogares según su nivel de ingreso, desde el decil I con los ingresos más bajos, hasta el decil X con los ingresos más altos.

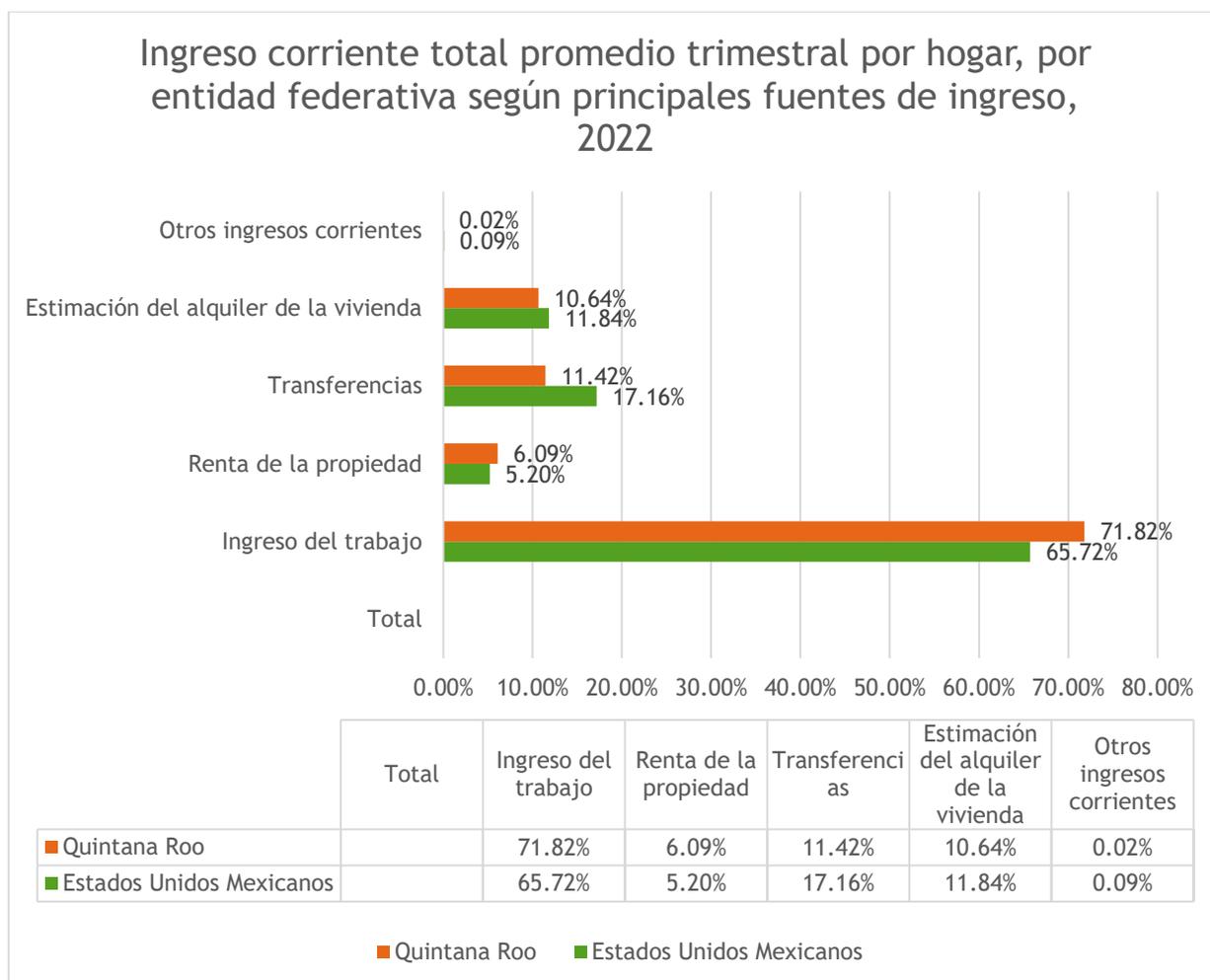
En el año 2022, el ingreso corriente promedio trimestral por hogar en Quintana Roo fue de 71,902 pesos mexicanos. Sin embargo, lo realmente relevante es la comparación entre los deciles, ya que nos brinda una visión más clara de cómo se distribuye el ingreso entre la población.

Encontramos que el decil I, que comprende a los hogares con menores ingresos, registró un promedio de 17,284 pesos trimestrales. En contraste, el decil X, donde se ubican los hogares más prósperos, tuvo un ingreso promedio considerablemente mayor, alcanzando los 206,912 pesos trimestrales.

Estos datos resaltan la desigualdad económica presente en Quintana Roo. La diferencia entre el ingreso de los hogares en los deciles más bajos y los más altos es notable y refleja la existencia de brechas socioeconómicas. A pesar de no contar con los datos desglosados a nivel municipal podemos inferir tendencias similares a este nivel.

En relación a los ingresos y el gasto, el comportamiento de los hogares es de la siguiente manera:

Figura 27: Ingreso corriente total promedio trimestral por hogar según principales fuentes de ingreso, 2022.



Notas:

Ingreso del trabajo, comprende: Remuneraciones por trabajo subordinado, Ingresos por trabajo independiente e Ingresos de otros trabajos.

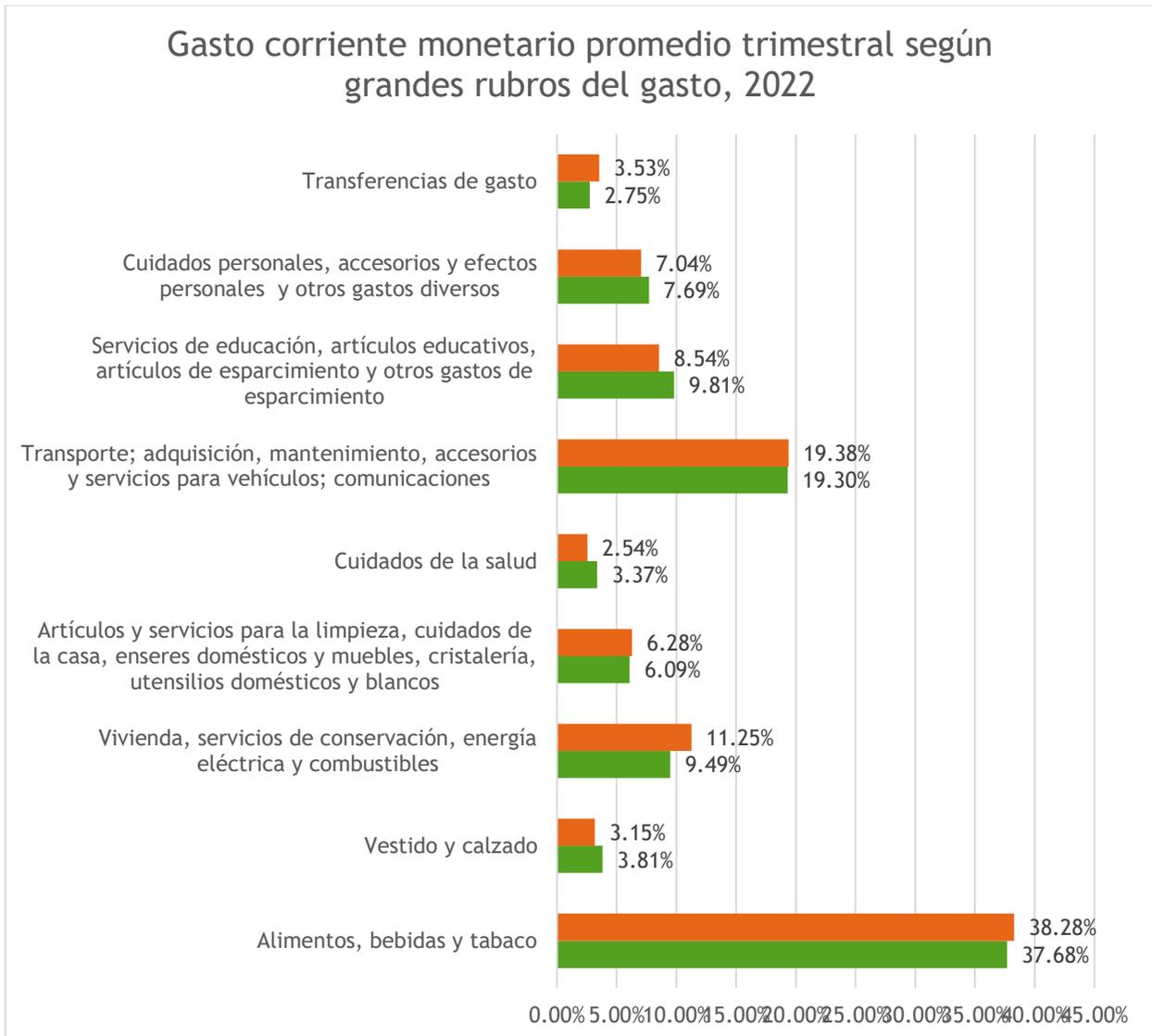
Renta de la propiedad, comprende: Ingresos provenientes de cooperativas, sociedades y empresas que funcionan como sociedades y Arrendamiento de activos tangibles y financieros.

Transferencias, comprenden: Jubilaciones, pensiones e indemnizaciones por accidente de trabajo, despido y retiro voluntario, Becas provenientes del gobierno y de instituciones, Donativos en dinero provenientes de instituciones y otros hogares, Ingresos provenientes de otros países, Beneficios provenientes de programas gubernamentales, Transferencias en especie de otros hogares y Transferencias en especie de instituciones.

Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares.

La principal fuente de ingreso para los hogares quintanarroenses es el ingreso por el trabajo, en mayor medida que en el resto del país, otras fuentes de ingreso como del alquiler de vivienda y otros ingresos corrientes juegan un papel marginal para los hogares.

Figura 28: Gasto corriente monetario promedio trimestral 2022.



Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares.

El gasto del consumidor es un indicador clave para entender el comportamiento económico y las preferencias de la población. Los porcentajes indican la proporción del gasto total dedicado a distintas categorías en cada entidad.

En el caso de Quintana Roo, la distribución del gasto es similar al nacional en algunas áreas, pero muestra algunas particularidades. Los alimentos, bebidas y tabaco representan el 38.28% del gasto, ligeramente más alto que el promedio nacional.

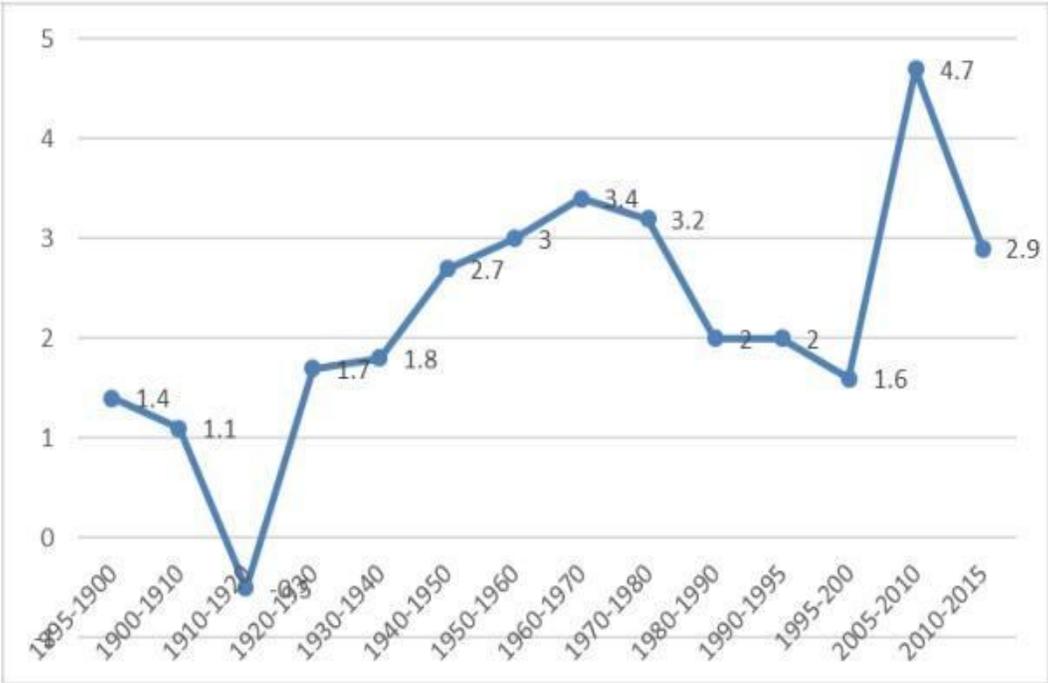
El rubro de vestido y calzado es más significativo en Quintana Roo con un 11.25%, indicando que los habitantes de este estado valoran la moda y el aspecto personal.

En ambos lugares, los cuidados de la salud son una prioridad importante, con un 19.38% en Quintana Roo.

7.3.1.2 DINÁMICA POBLACIONAL

La tasa media de crecimiento anual de la población de los Estados Unidos Mexicanos, según datos proporcionados por el INEGI arrojó porcentajes promedio de crecimiento anual de 3.4% para las décadas de 1960-1970, que es la tasa más alta registrada, la cual disminuyó paulatinamente hasta llegar finalmente a 2.96% entre 2010-2015.

Figura 29: Tasa de crecimiento media anual de la población nacional 1895-2015.



Fuente: INEGI. Censos de Población y Vivienda 1985-2000; INEGI. Conteos de Población y Vivienda 1995 y 2005, 2010, Encuesta intercensal 2015 y estimaciones a 2015 a nivel localidad.

Respecto a la tasa de crecimiento media anual por entidad federativa en las últimas décadas Quintana Roo presentó porcentajes de 5.8 entre 1990-2000, 4.7 entre 2000- 2005, de 2.96 entre el 2010-2015; con respecto a las tasas nacionales y estatales de crecimiento poblacional se observa un alta primacía en la entidad respecto a las tasas nacionales reflejando en el período de 1970 a 1980, la más alta de 9.5 que ha ido disminuyendo al 2015 con una tasa de 2.96, y sin embargo continua siendo más alta que la nacional en los períodos desde 1950 a la fecha.

El principal factor que impulsa este crecimiento demográfico es la inmigración de personas atraídas por las oportunidades de empleo y desarrollo económico generadas por el turismo, que es la principal actividad económica en la zona. Un ejemplo de esto se observa en la ciudad de Tulum, que pasó de tener 6,733 habitantes en 2000 a 14,790 en 2005, a 32,714 en 2015 y finalmente en el 2020 se registraron 33,374 habitantes. Se espera que en los próximos años la población de Tulum se duplique en comparación con la cifra actual.

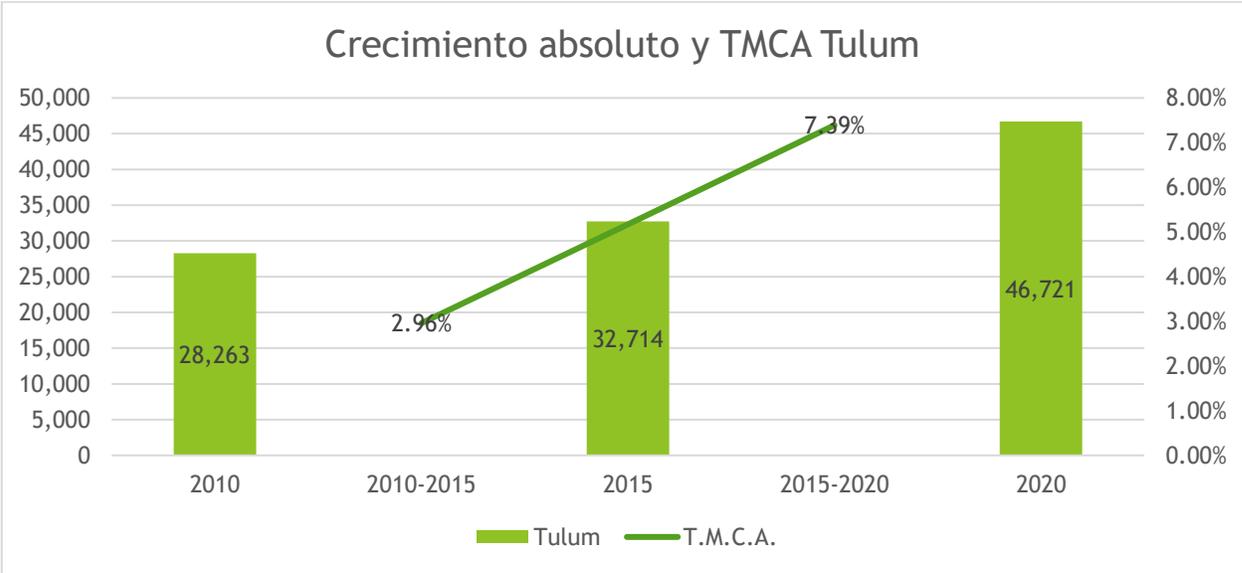
El municipio de Tulum es un centro de atracción de migrantes nacionales e internacionales dada la amplia oferta laboral del sector turístico o de servicios de apoyo al turismo, así como el crecimiento que ha tenido en los últimos años. Este crecimiento está concentrado principalmente en la ciudad de Tulum.

Tabla 22: Población municipio de Tulum (2010-2020).

| | 2010 | T.M.C.A. 2010-2015 | 2015 | T.M.C.A. 2015-2020 | 2020 |
|--------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
| Tulum | 28,263 | 2.96% | 32,714 | 7.39% | 46,721 |

Fuente: CENSO 2010 y 2020, ITER 2015

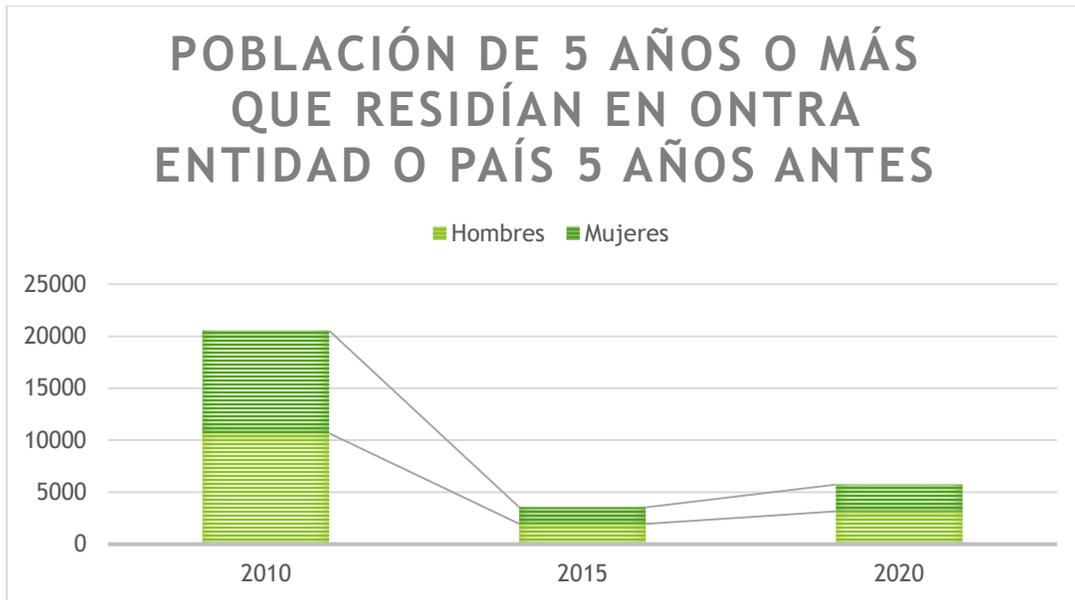
Figura 30: Crecimiento absoluto y T.M.C.A. Tulum.



Fuente: CENSO 2010 y 2020, ITER 2015

La migración ha sido uno de los principales factores que afectan la dinámica de crecimiento, de acuerdo al CENSO del 2020, el 11.55% de la población en el 2015 residían en otra entidad o país.

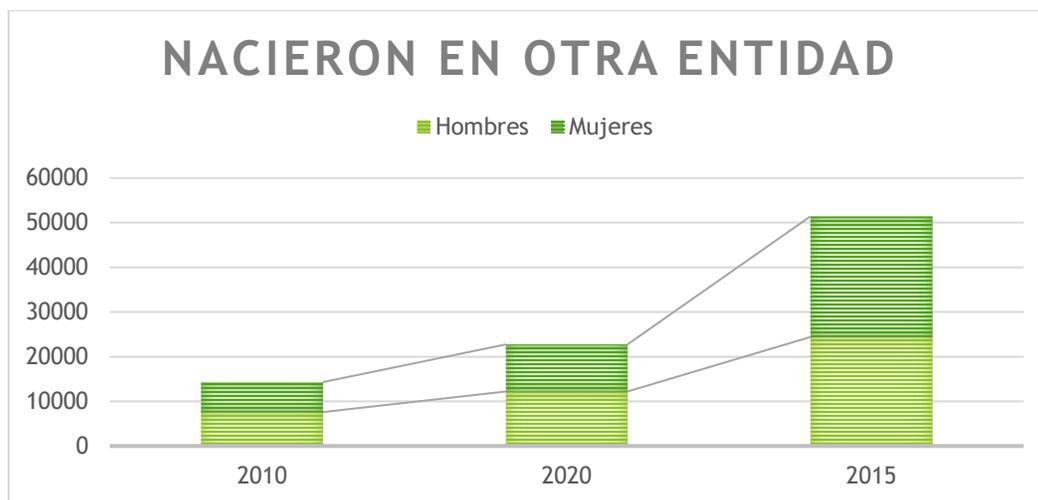
Figura 31: Migración al municipio (2020).



Fuente: ITER 2020, ITER 2015, ITER 2000. INEGI

Así mismo, podemos observar que una cantidad importante de la población nació en otra entidad o país. En la siguiente figura podemos ver los residentes de acuerdo a sexo. Es importante notar que el porcentaje de hombres es mayor que de mujeres, lo cual indica una migración reciente a la zona.

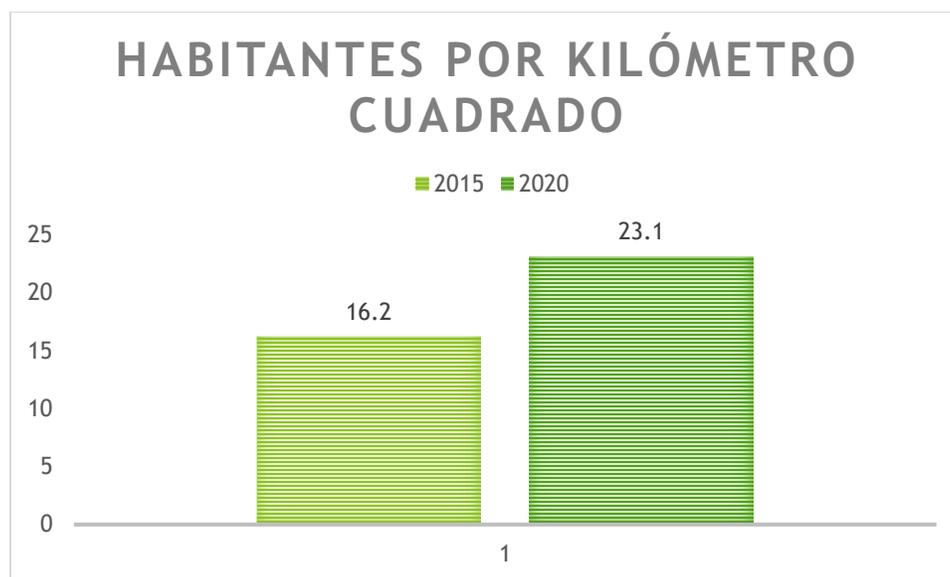
Figura 32: Población nacida en otra entidad o país según sexo.



Fuente: INEGI. ITER 2010, 2015 y 2020

La densidad de la población en el municipio es de 23.1 personas por hectárea. Se muestra un incremento en comparación a la cifra del 2015.

Figura 33: Densidad de población 2015-2020.



Fuente: ITER 2015, Censo 2020

7.3.1.3 DINÁMICA POBLACIONAL POR AGEBS

La dinámica de la población nos permite identificar la manera en cómo se estructura esta, además de que permite dar una semblanza en diferentes escalas de los patrones demográficos, que por un lado obedecen a ciertas tendencias nacionales, donde podemos también ver una correlación con más indicadores, no solo dinámicos sino económicos, los cuales van muy relacionados en la estructuración de las diversas actividades económicas, las cuales a su vez repercuten tanto en el aspecto local, como a nivel municipal.

Por otra parte, la dinámica poblacional, permite entender los diversos patrones de organización que se dan en el municipio y que también tienen una correlación a nivel estatal con respecto a las relaciones que se dan entre otros municipios, lo que permite hacer estudios donde las acciones locales permitan mejorar las estructuras tanto económicas que a su vez repercuten en el bienestar y salud de las personas, esto influye directamente en cómo se va a estructurar la dinámica poblacional y sobre todo que necesidades se deben contemplar con base en el número de habitantes, y su composición por edad y sexo.

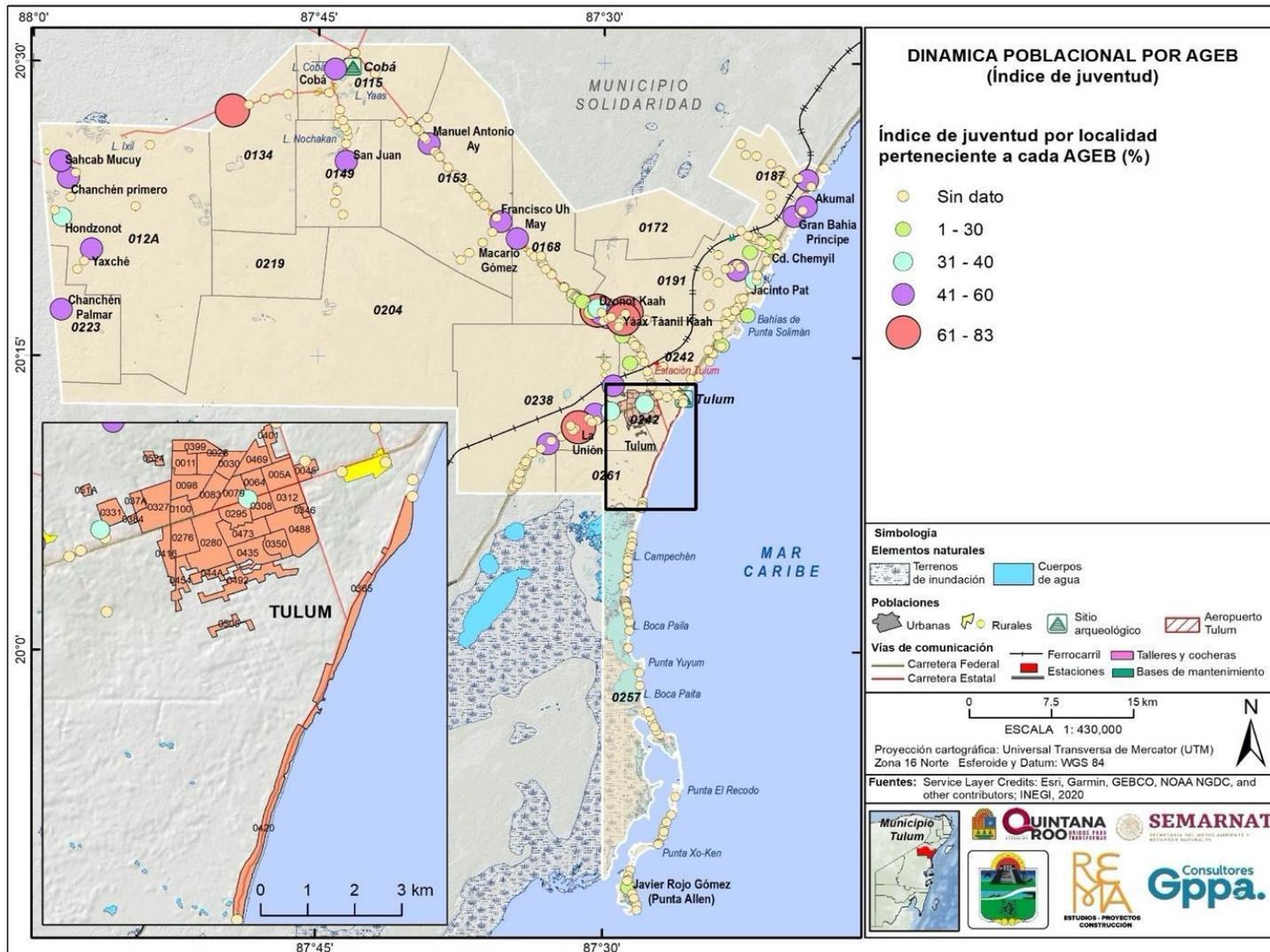
A continuación, se presentan algunos indicadores que se toman en cuenta para poder tener una mejor perspectiva de la dinámica poblacional dentro de los 52 AGEBS que conforman el municipio.

ÍNDICE DE JUVENTUD

Es el número de personas de 14 años y menos, por cada 100 personas de 15 años y más.

De los 36 AGEBS, 28 representan un índice de juventud superior a 23% y 5 AGEBS no cuentan con datos disponibles, dentro de los 28 AGEBS sobresalen especialmente dos: el AGEB 454 con el 56.25% y el AGEB 331 que cuenta con 50.6 % de población joven.

Mapa 30: Índice de juventud.

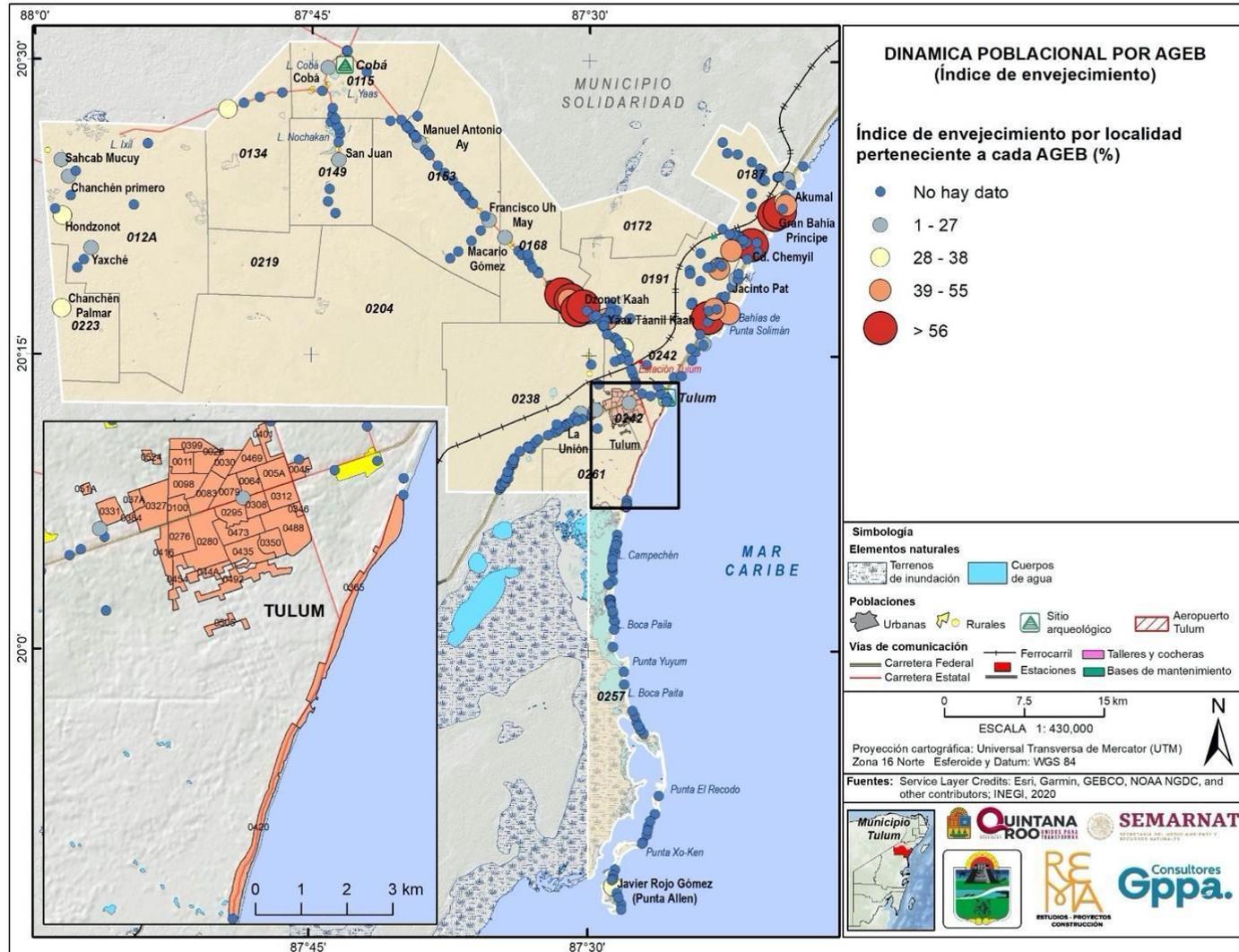


ÍNDICE DE ENVEJECIMIENTO

Es el número de personas de 60 años o más, por cada 100 personas de menos de 60 años.

En el municipio, solamente 25 AGEBS tienen un índice de envejecimiento superior al 2%, 8 AGEBS con los números 98, 350, 365, 416, 435, 044A, 454 y 492 no cuentan con datos suficientes. Los AGEBS que destacan son los números 420 y 399 con 50% y 30.77% respectivamente es decir son los AGEBS que tienen una mayor concentración de población adulta mayor. Respecto a los demás AGEB tienen un índice de envejecimiento de entre el 2% y casi 10%, además de que la observación a nivel nacional se encuentra en un proceso de envejecimiento, es decir, el incremento de un grupo de las personas mayores (60 años y más) en relación con los otros grupos de edad.

Mapa 31: Índice de envejecimiento.

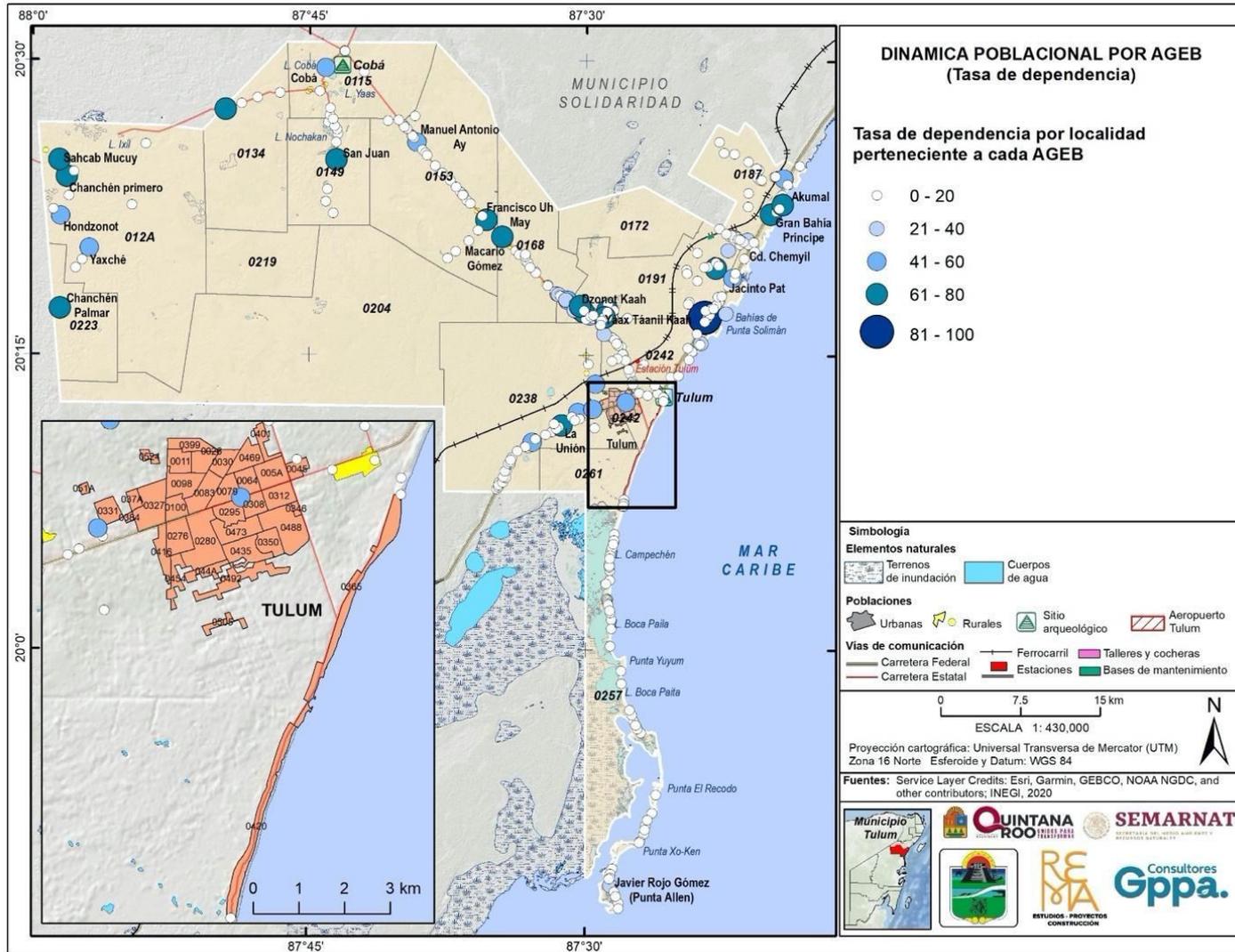


TASA DE DEPENDENCIA

Es el cociente que resulta de dividir la suma de las poblaciones de 0 a 14 años y la de 65 años y más, entre la población de 15 a 64 años de edad por 100. La tasa de dependencia indica la carga que para la población económicamente activa representa una fracción o la totalidad de la población inactiva.

De los 36 AGEBS, 28 tienen una tasa de entre el 12% y 15%, mientras que 5 AGEBS (420, 365, 435, 044A y 492) no cuentan con datos suficientes. Por lo tanto, el índice nos muestra que en Tulum 28 AGEBS tienen relativamente poca proporción existente respecto al número de jóvenes entre las personas que tienen 65 y más lo que genera una dependencia económica.

Mapa 32: Tasa de dependencia.

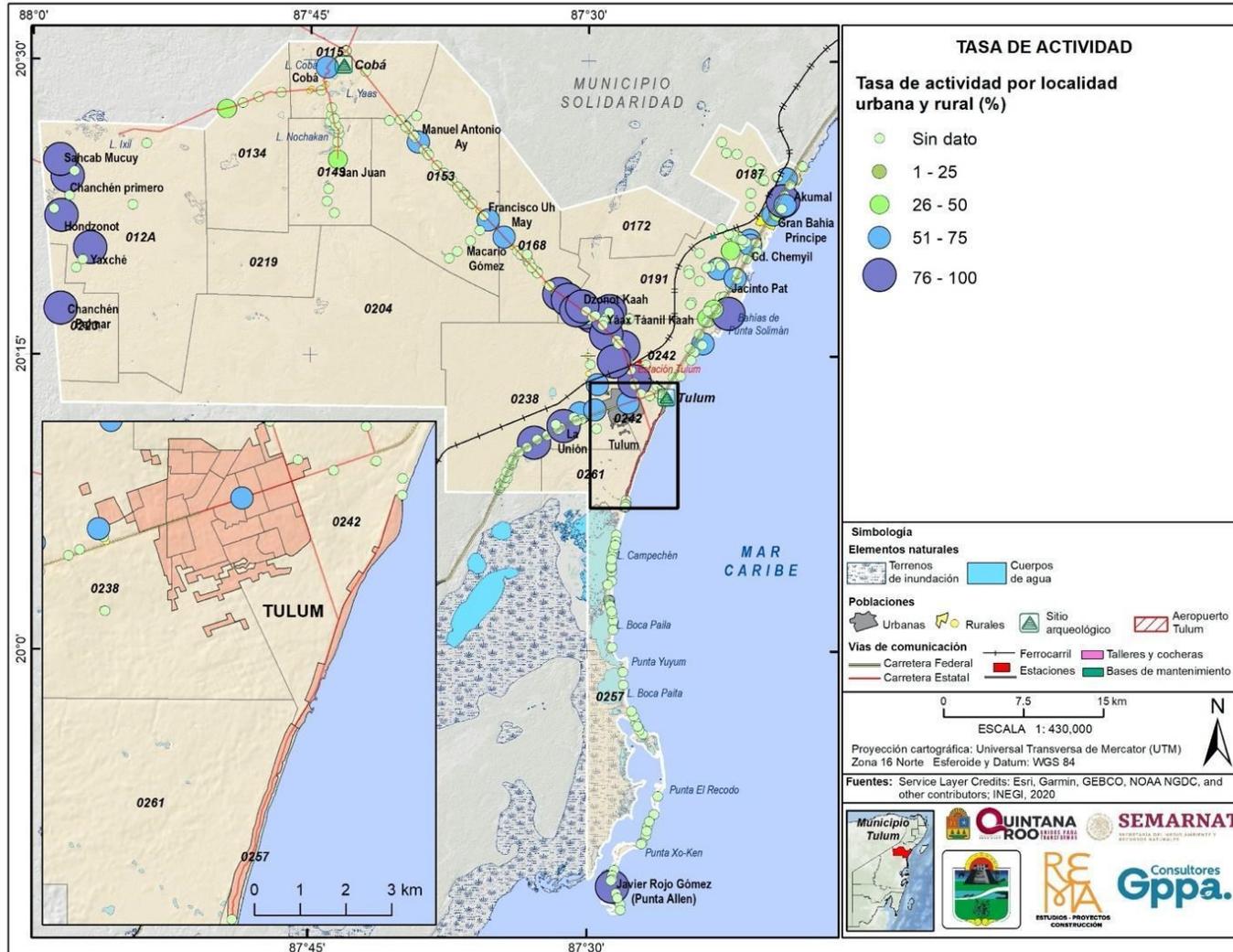


TASA DE ACTIVIDAD

Para entender la fuerza de trabajo es indispensable comprender todas las personas de uno u otro sexo, ocupadas y desocupadas, que conforman la fuerza de trabajo disponible para la producción de bienes materiales y de servicios en un periodo determinado (Celis, 1989). Este indicador permite estructurar la relación en un periodo determinado y sirve para indicar el grado de participación de hombres y mujeres en la actividad económica

De los 36 AGEBs, 29 cuentan con una tasa activa económica de entre 25.5% a 92.31% y 4 AGEB no cuentan con datos suficientes. La mayoría de los AGEB cuentan con más del 50% de la población económicamente activa; los AGEB 98 y 11 cuentan con el 40% y 25.5% respectivamente es decir que estos AGEBs cuentan con una menor población económicamente activa.

Mapa 33: Tasa de actividad.



7.3.1.4 ATRACCIÓN MIGRANTE

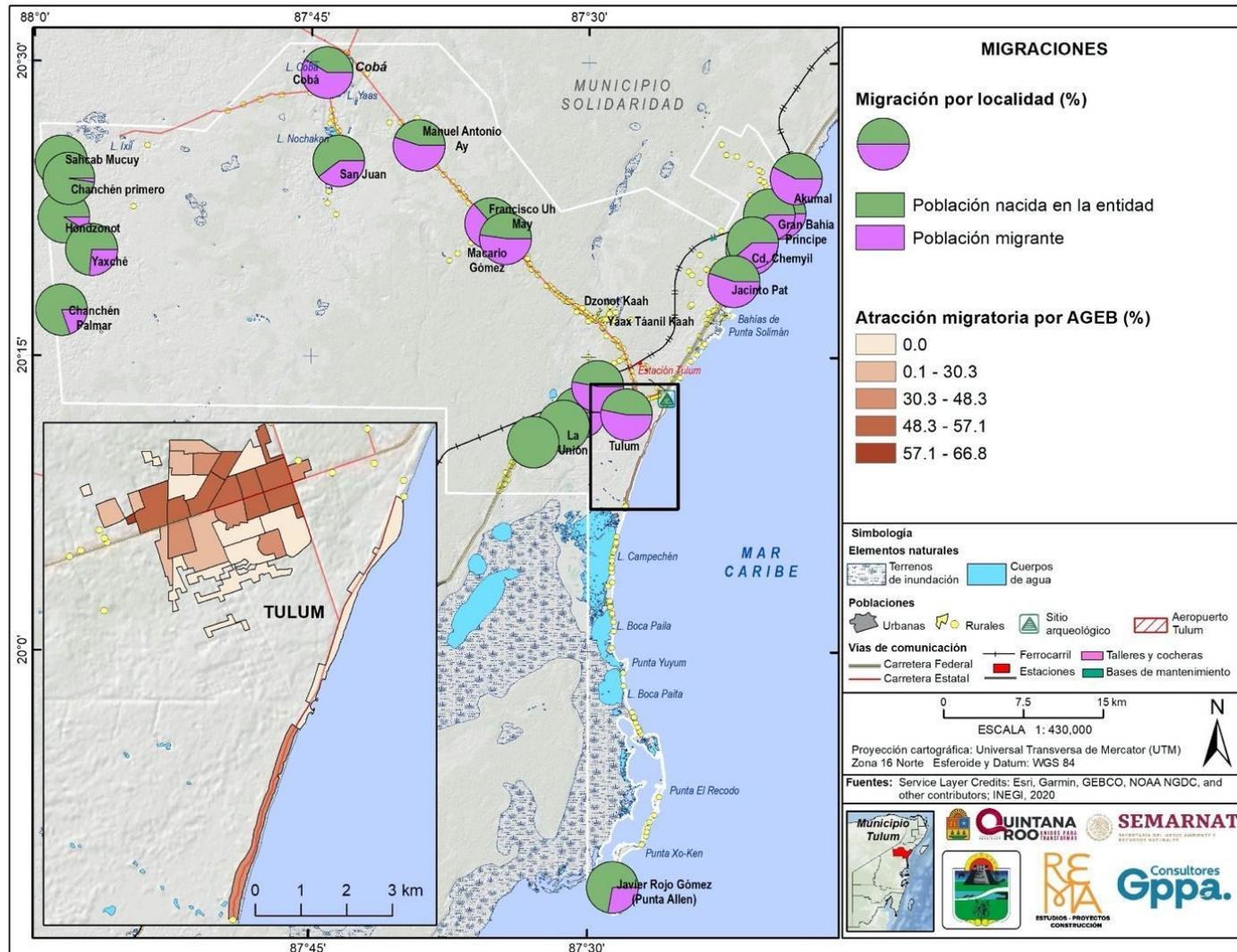
La atracción migratoria se refiere al movimiento de la población de un lugar de nacimiento y lugar de residencia que puede estar determinado por varios factores como gustos y afinidades personales, pero sobre todo por un interés en alcanzar un mejor nivel de bienestar. Conocer la atracción migrante reciente aporta datos valiosos para entender los cambios que ocurren en la población tanto sociales como económicos, este fenómeno es uno de los factores que pueden influir en la dinámica de crecimiento y la composición por edad y sexo de la población, además muestra desde un punto de vista territorial la capacidad de atracción que tiene un territorio sobre otro.

Este indicador se genera a partir de la atracción migrante reciente que comprende a la población mayor de cinco años de edad que vivían en otros lugares de residencia o que nacieron en otros países, así como los menores de cinco años que nacieron en otra entidad. Esta información, además, permite generar un cálculo de la capacidad de atracción reciente y facilita el análisis de los flujos migratorios al permitir medir la magnitud y dirección del movimiento de la población.

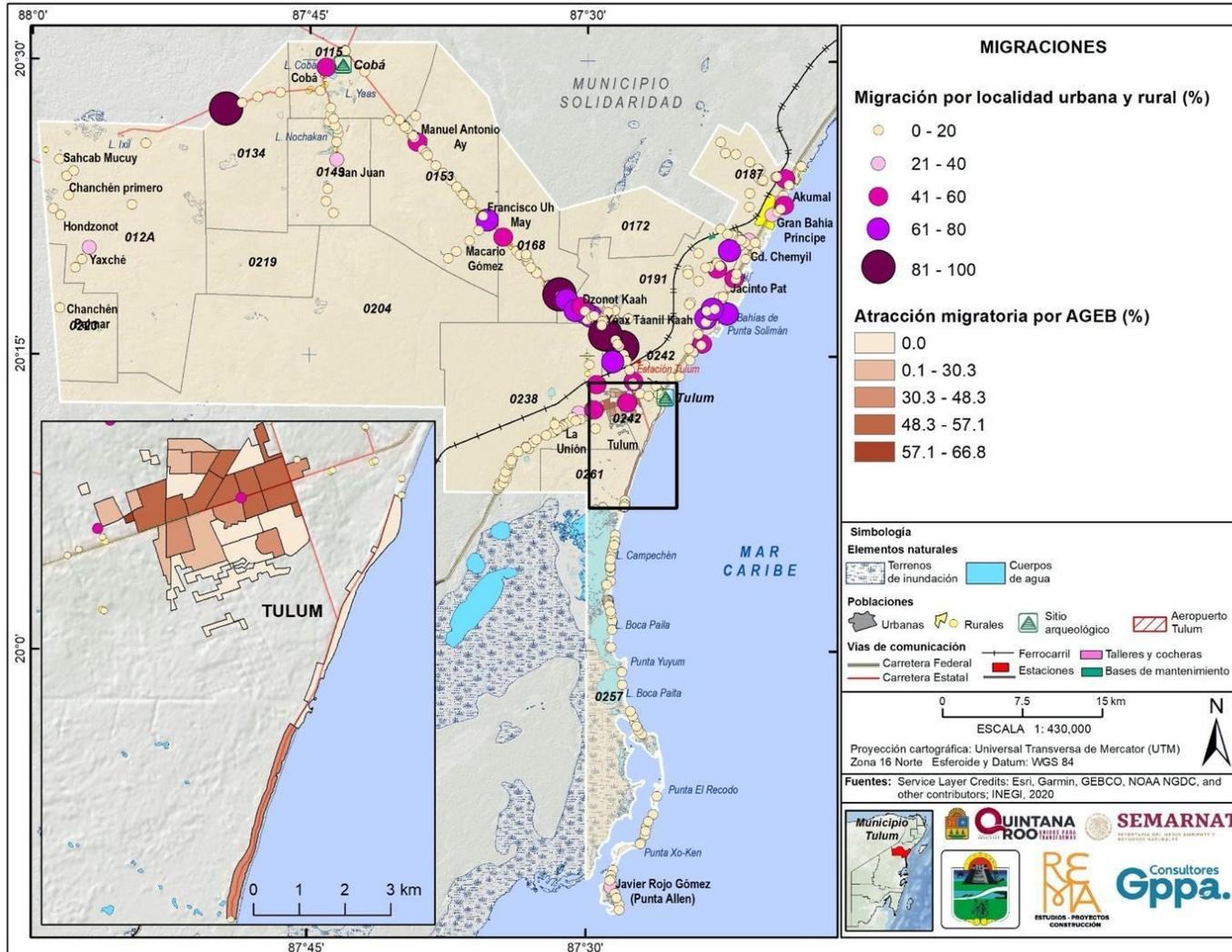
De los 36 AGEBS que conforman el municipio de Tulum, 29 cuentan con una tasa de entre 18.24% y 66.87% y 4 AGEBS no cuentan con datos suficientes. Los AGEBS 384, 473, 469, 488, 401, 64, 30, 312, 346, 308, 327, 83, 005A, 79 y 100, cuentan con una atracción migrante de entre 50% y 66.87% lo que significa que en estos AGEBS hay una importante concentración específica de la migración interna, la cual contiene dinámicas socioeconómicas y culturales, entre otras, desde los centros rurales o urbanos, con perspectivas territoriales y regionales.

Adicionalmente, se observa una divergencia significativa en las cifras, ya que el acceso a la atención médica puede variar entre el 38% y el 92% en diferentes áreas geográficas básicas (AGEB) categorizadas en cinco clases. Esta representación cuantitativa pone de relieve la necesidad de enfoques políticos y sociales que aborden de manera integral los desafíos y oportunidades que la migración presenta en Tulum, promoviendo así un desarrollo equitativo y sostenible en toda la comunidad.

Mapa 34: Atracción migrante.



Mapa 35: Atracción migrante y sus porcentajes por cada localidad urbana y rural.



En el mapa, se muestran las localidades en donde se presentan los mayores porcentajes de atracción migratoria, de acuerdo a cada localidad tanto urbana como rural.

7.3.2 DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA POBLACIÓN

El municipio de Tulum cuenta con un total de 43 localidades, que albergan una población total de 46,721 habitantes, según los datos del INEGI de 2020. Además de la cabecera municipal, las localidades más importantes son Chemuyil, con 548 habitantes; Akumal, con 2,150 habitantes; Cobá, con 1,738 habitantes; Chanchen Primero, con 1,078 habitantes; San Juan de Dios, con 770 habitantes; Sahcab Mucuy, con 596 habitantes; Chanchen Palmar, con 597 habitantes; Francisco Uh May, con 1,288 habitantes; Manuel Antonio Ay, con 621 habitantes; Macario Gómez, con 884 habitantes; Javier Rojo Gómez, con 393 habitantes; Hondzonot, con 391 habitantes; y Yaxché, con 367 habitantes. El siguiente cuadro muestra la evolución de la población en las 15 localidades más importantes del municipio, en orden descendente, durante el periodo de 1990 a 2020.

Tabla 23: Población histórica de las localidades más importantes, en cuanto a número de pobladores.

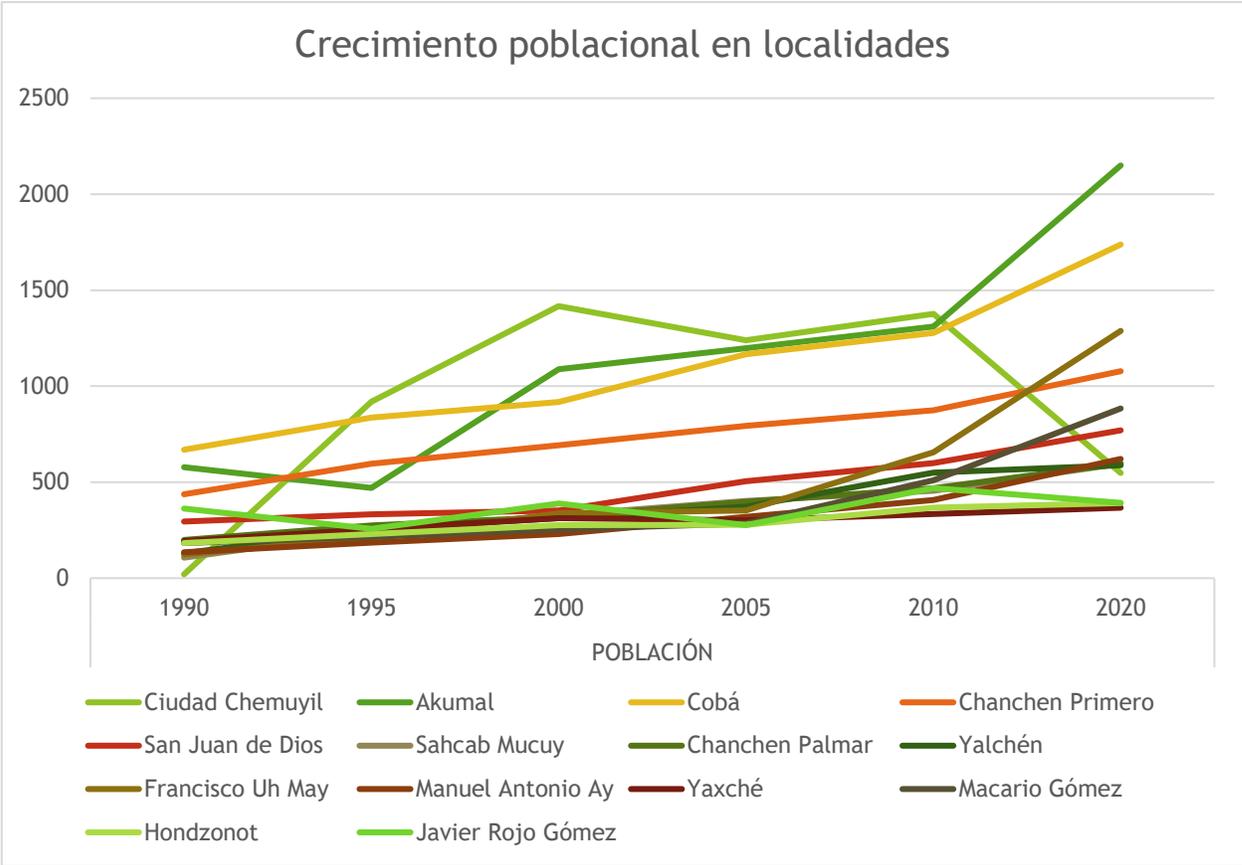
| MUNICIPIO TULUM LOCALIDAD/ESTADO | POBLACIÓN | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2020 |
| Tulum | 2,111 | 3,603 | 6,733 | 14,790 | 18,233 | 33,374 |
| Ciudad Chemuyil | 20 | 920 | 1,417 | 1,239 | 1,377 | 548 |
| Akumal | 578 | 470 | 1,088 | 1,198 | 1,310 | 2,150 |
| Cobá | 669 | 836 | 918 | 1,167 | 1,278 | 1,738 |
| Chanchen Primero | 437 | 596 | 693 | 793 | 875 | 1,078 |
| San Juan de Dios | 295 | 333 | 352 | 505 | 599 | 770 |
| Sahcab Mucuy | 107 | 240 | 327 | 403 | 456 | 596 |
| Chanchen Palmar | 199 | 274 | 319 | 398 | 469 | 597 |
| Yalchén | 130 | 257 | 313 | 372 | 550 | 588 |
| Francisco Uh May | 124 | 211 | 338 | 352 | 655 | 1,288 |
| Manuel Antonio Ay | 135 | 185 | 230 | 319 | 407 | 621 |
| Yaxché | 193 | 254 | 313 | 301 | 335 | 367 |
| Macario Gómez | 183 | 215 | 254 | 285 | 510 | 884 |
| Hondzonot | 183 | 230 | 276 | 278 | 368 | 391 |
| Javier Rojo Gómez | 362 | 257 | 389 | 277 | 469 | 393 |
| TOTAL | 5,726 | 8,881 | 13,960 | 26,677 | 27,713 | 44,795 |

Fuente: conteo de población del INEGI 1995 y 2005 y al Censos Generales de Población y Vivienda, 1990, 2000, 2010 y 2020.

Los datos contenidos en la tabla anterior reflejan el crecimiento continuo e intenso de la población en quinquenios. Este crecimiento acelerado de la población constituye una rápida sustitución de las áreas naturales por áreas urbanas, debido a la presión que ejerce la creciente demanda para el desarrollo de vivienda, fuentes de empleo, bienes y servicios, particularmente en los alrededores de Playa del Carmen, Tulum y en general en el corredor turístico denominado Riviera Maya.

En el resto del municipio, sin considerar a la ciudad de Tulum, podemos observar que las localidades de Akumal, Coba, Francisco Uh May y Chanchen Primero son las tienen mayor población y han tenido un mayor crecimiento en los últimos años.

Figura 34: Crecimiento poblacional en localidades 1990-2020.



Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2020

Tabla 24: Básica por localidad del municipio de Tulum.

| ESTADO/ MUNICIPIO Y LOCALIDAD | TOTAL HABITANTES | MUJERES | HOMBRES |
|-------------------------------|------------------|---------|---------|
| QUINTANA ROO | 1857985 | 921206 | 936779 |
| TULUM | 33374 | 15830 | 17544 |
| CIUDAD CHEMUYIL | 548 | 283 | 265 |
| AKUMAL | 2154 | 1038 | 1116 |
| COBA | 1738 | 822 | 916 |
| CHANCHEN PRIMERO | 1078 | 538 | 540 |
| SAN JUAN DE DIOS | 770 | 382 | 388 |
| SAHCAB MUCUY | 596 | 304 | 292 |
| CHANCHEN PALMAR | 597 | 286 | 311 |
| FRANCISCO UH MAY | 1288 | 631 | 657 |
| MANUEL ANTONIO AY | 621 | 301 | 320 |
| YAXCHE | 367 | 185 | 182 |
| MACARIO GOMEZ | 884 | 434 | 450 |
| HONDZONOT | 391 | 193 | 198 |
| JAVIER ROJO GÓMEZ | 393 | 196 | 197 |

FUENTE: INEGI Censo 2020.

7.3.2.1 DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA POBLACIÓN EN RANGOS DE LOCALIDADES, URBANA Y RURAL

Utilizando el Marco Geoestadístico Nacional en relación a los tamaños y poblaciones de localidades y ciudades se consideran estos datos:

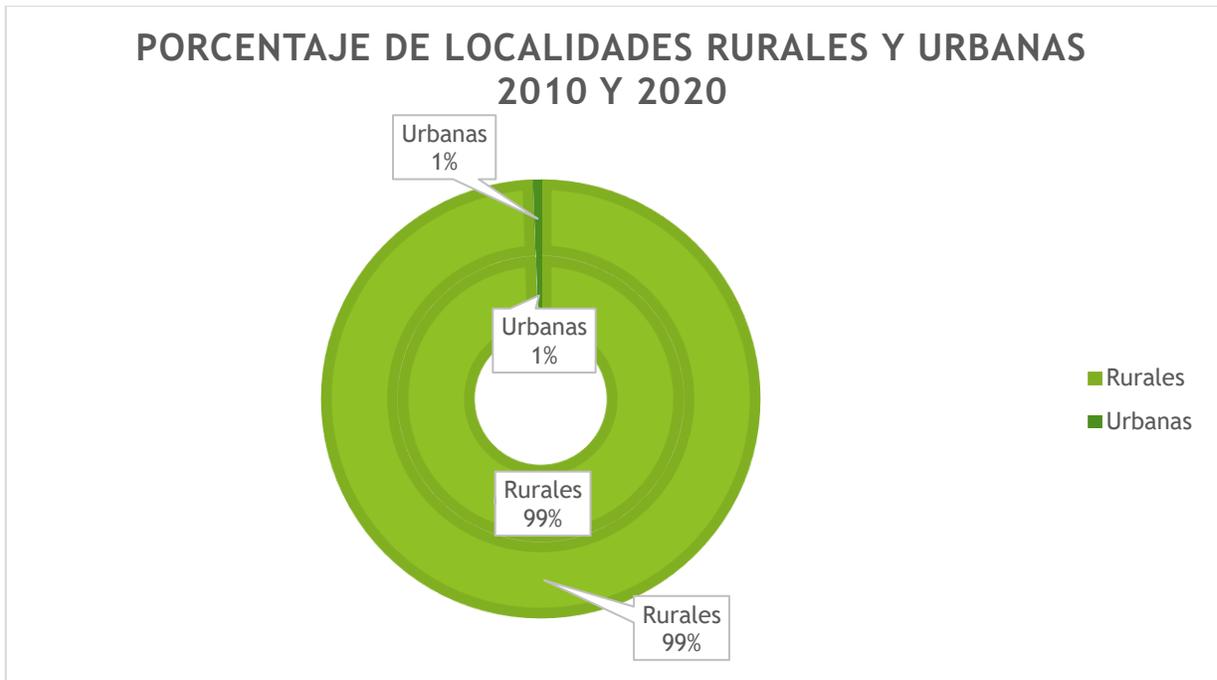
Tabla 25: Localidades y población por tamaño de localidad.

| | 2010 | | 2020 | |
|---|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | Localidades | Población | Localidades | Población |
| Localidades entre 0 a 2499 habitantes | 171 | 10443 | 174 | 13340 |
| Localidades entre 2500 a 14999 habitantes | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Localidades con 15000 y más habitantes | 1 | 18233 | 1 | 33374 |

Fuente: Censo 2010 y Censo 2020

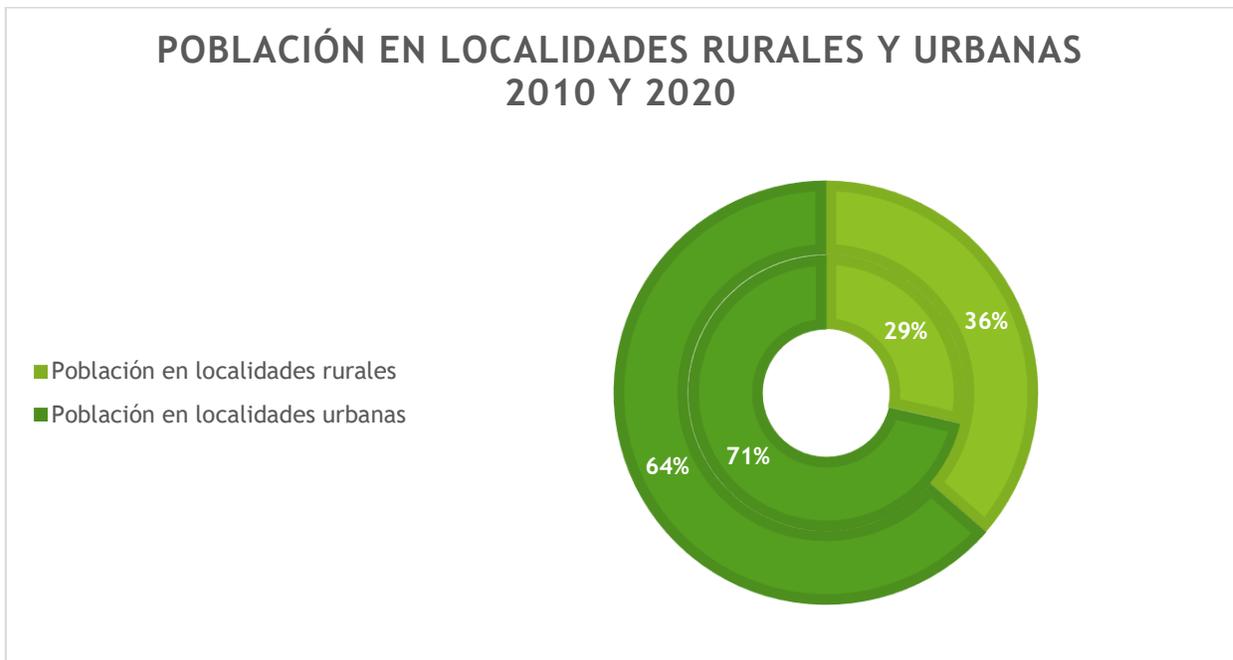
Las localidades con menos de 2,499 habitantes son consideradas rurales, por lo que solamente la ciudad de Tulum es una localidad urbana.

Figura 35: Porcentaje de localidades rurales y urbanas.



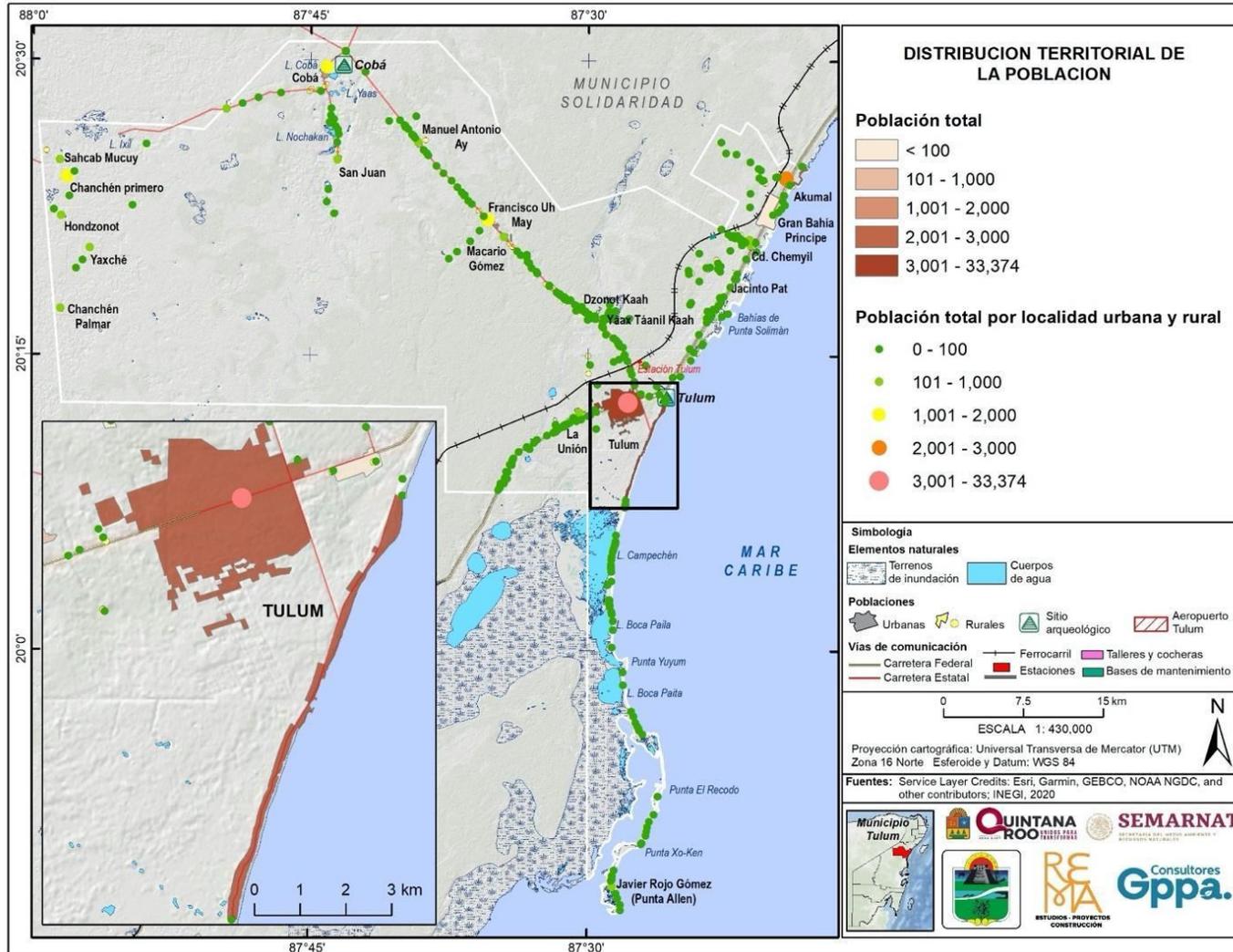
Fuente: Censo 2010 y Censo 2020

Figura 36: Población en localidades rurales y urbanas.



Fuente: Censo 2010 y Censo 2020

Figura 26: Distribución territorial de la población por localidad urbana y rural.



7.3.3 CARENCIAS SOCIALES EN LA REGIÓN

7.3.3.1 ACCESO A LA EDUCACIÓN

TASA DE ASISTENCIA ESCOLAR

La tasa de asistencia escolar es el cociente entre la población en edad escolar que asiste al sistema educativo formal, independientemente del nivel de enseñanza que cursan, de cada grupo de edad y el total de población de ese grupo de edad, por cien. Los grupos de edad seleccionados fueron seis, que comprende los siguientes grupos: De 3 a 5 años, 6 a 8 años, 9 a 11 años, 12 a 14 años, 15 a 17 años y 18 a 24, y que abarcan los niveles educativos de preescolar, primaria, secundaria, preparatoria y universidad respectivamente. De acuerdo a datos del INEGI, 2020, muestra que el municipio de Tulum, en las principales localidades, la tasa de asistencia por edad escolar se encuentra en la edad de estudiantes de 3 a 24 años) y comprende a 18,734 personas de las cuales 4,424 no asisten a la escuela es decir el 23.61%, dando como resultado que por lo menos 10 personas que se encuentran en el rango de edad para estudiar poco más de 2 personas no estudian.

De acuerdo a la tabla, que se muestra debajo entre los rangos de población educativa los jóvenes de entre 15 y 17 años el 64.39% no asiste al nivel de preparatoria; entre niños de 3 a 5 años el 41.83% no asiste a la primaria. Por lo que respecta a primaria, secundaria y universidad entre el 9.47% y 15.42% no asiste a la escuela; respecto al género no hay mucha diferencia de porcentaje por lo tanto en este aspecto podemos decir que entre hombres y mujeres que no asisten a la escuela no hay alguna desigualdad notoria.

Tabla 26: Tasa de asistencia por edad escolar.

| Tasa de asistencia por edad escolar para el municipio de Tulum 2020 | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|---------------|--------------|----------------------------------|---|--|--|---|--|
| Municipio | Nivel educativo | Rango de edad | Población | Población no asiste a la escuela | Población femenina que no asiste a la escuela | Población masculina que no asiste a la escuela | Porcentaje de población que no asiste a la escuela | Porcentaje de población femenina que no asiste a la escuela | Porcentaje de población masculina que no asiste a la escuela |
| Tulum | Preescolar | 3 a 5 | 3041 | 1272 | 646 | 626 | 41.83 | 50.79 | 49.21 |
| | Primaria | 6 a 11 | 4923 | 466 | 224 | 242 | 9.47 | 48.07 | 51.93 |
| | Secundaria | 12 a 14 | 2264 | 349 | 181 | 168 | 15.42 | 51.86 | 48.14 |
| | Preparatoria | 15 a 17 | 2140 | 1378 | 680 | 698 | 64.39 | 49.35 | 50.65 |
| | Universidad | 18 a 24 | 6366 | 959 | 487 | 472 | 15.06 | 50.78 | 49.22 |
| | Total Escolaridad | 3 a 24 | 18734 | 4424 | 2218 | 2206 | 23.61 | 50.14 | 49.86 |

Nota: La tabla muestra el porcentaje de la asistencia escolar por grupos de edades a nivel municipal, se muestra que el grupo de 3 a 5 años y el grupo de 15 a 17 años tienen menor asistencia a la escuela, además de el total de población que se encuentra en edad de estudio poco más del 23% no asiste a la escuela.
Elaboración propia apartir de indicadores de UNESCO en base a datos de INEGI, principales resultados por ITER 2020.

GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD EN EL MUNICIPIO DE TULUM

El grado promedio de escolaridad contempla los años cursados de la población total, femenina y masculina, se obtiene al dividir la suma de varias cantidades por el número de sumandos. El municipio de Tulum cuenta con un grado promedio de escolaridad de 9.28, es decir que la población en promedio ha cursado poco más de 9 años educativos que serían comprenden desde el preescolar a la primaria.

De igual manera, se toma en cuenta el promedio por grado de escolaridad a nivel AGEB, es decir los años promedio de escolaridad que cuenta la población entre 3 a 24 años.

El municipio de Tulum tiene 29 AGEBs que cuentan con la información, cuatro AGEBs con su número 0365, 0435, 044A y 0492) no cuentan con información disponible o registrada. Las AGEBs se concentran principalmente en la ciudad de Tulum.

El AGEB con número 0416 es el que presenta una escolaridad promedio de 15 años es decir su nivel educativo en promedio es de preparatoria, cuatro AGEBs tienen un grado promedio de preparatoria, dieciocho AGEBs en la secundaria y seis AGEBs se encuentran en promedio en la primaria. Por lo tanto, el grado promedio de escolarización es la preparatoria en la mayoría de AGEBs, estos se concentran en el centro de la localidad que también se relaciona con que ahí se concentran la mayoría de escuelas en el municipio.

El grado promedio en las principales localidades del municipio es:

Tabla 27: Grado promedio de escolaridad.

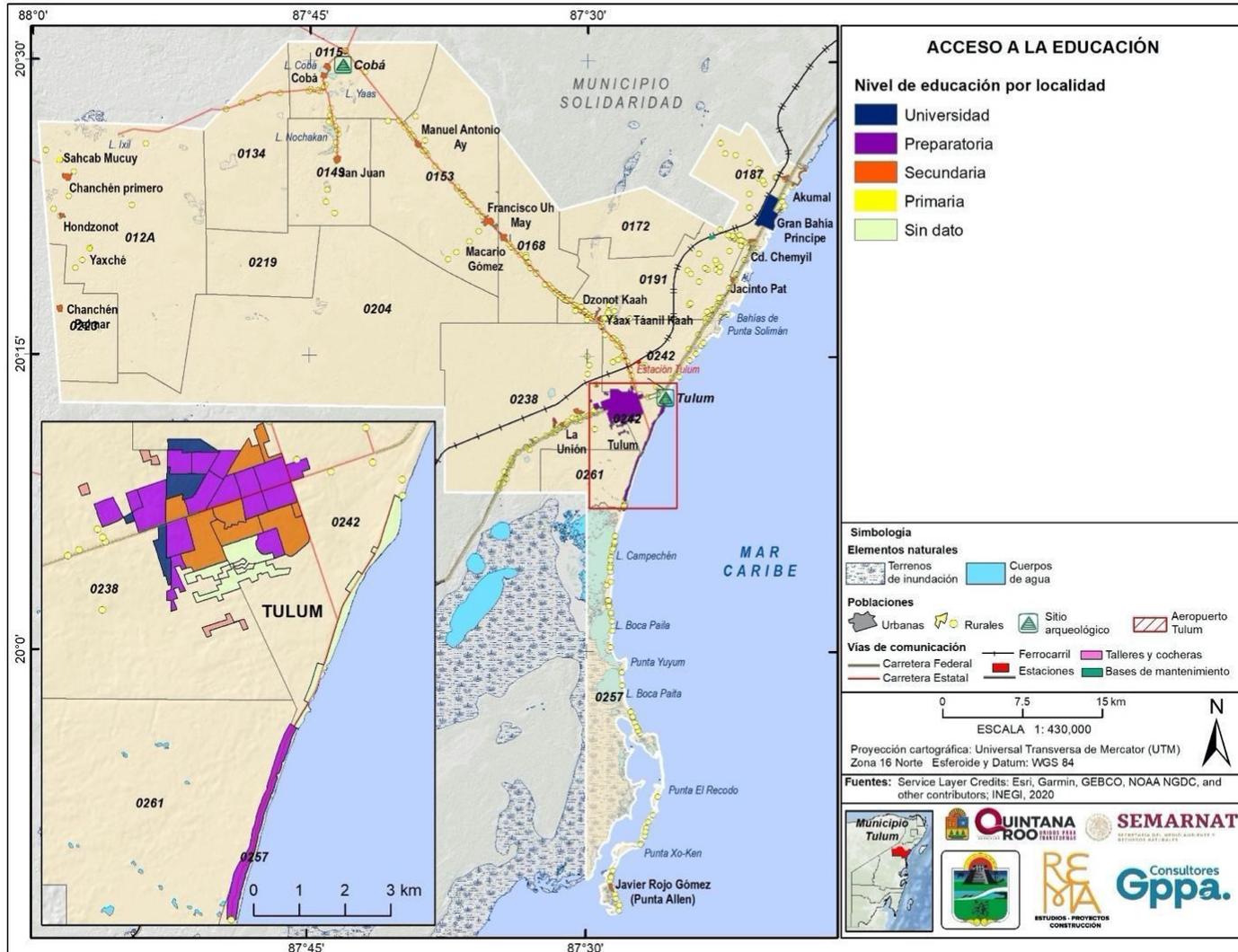
| LOCALIDADES | GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD |
|-------------------|-------------------------------|
| Akumal | 8.65 |
| Chanchen Palmar | 6.95 |
| Chanchen Primero | 7.16 |
| Ciudad Chemuyil | 9.48 |
| Coba | 8.17 |
| Francisco Uh May | 7.96 |
| Hondzonot | 6.88 |
| Javier Rojo Gómez | 7.9 |
| Macario Gómez | 7.54 |
| Manuel Antonio Ay | 7.42 |
| Sahcab Mucuy | 6.47 |
| San Juan de Dios | 7.45 |

| LOCALIDADES | GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD |
|----------------------------|-------------------------------|
| Tulum | 9.75 |
| Yaxché | 6.22 |
| Total del Municipio | 9.28 |

Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

El Municipio actualmente cuenta con la infraestructura de 64 centros de educación, 17 centros para la educación preescolar, 21 centros para la educación primaria, 11 para la educación secundaria y sólo 10 para el nivel medio superior, 3 servicios inicial indígena y 1 centro de formación para el trabajo.

Mapa 36: Nivel de acceso a la educación por localidad urbana y rural.

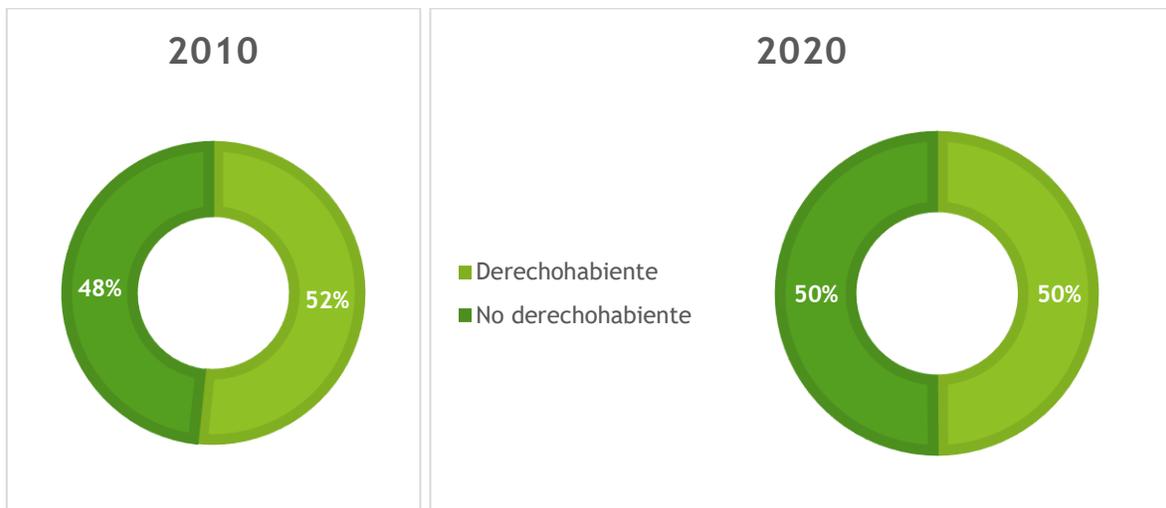


7.3.3.2 ACCESO A LOS SISTEMAS DE SALUD

El acceso a servicios de salud es un factor crucial para el bienestar y calidad de vida de la población de Tulum. A través de los datos proporcionados, podemos analizar cómo se distribuye la derechohabiencia y el acceso a distintas instituciones de salud en el municipio.

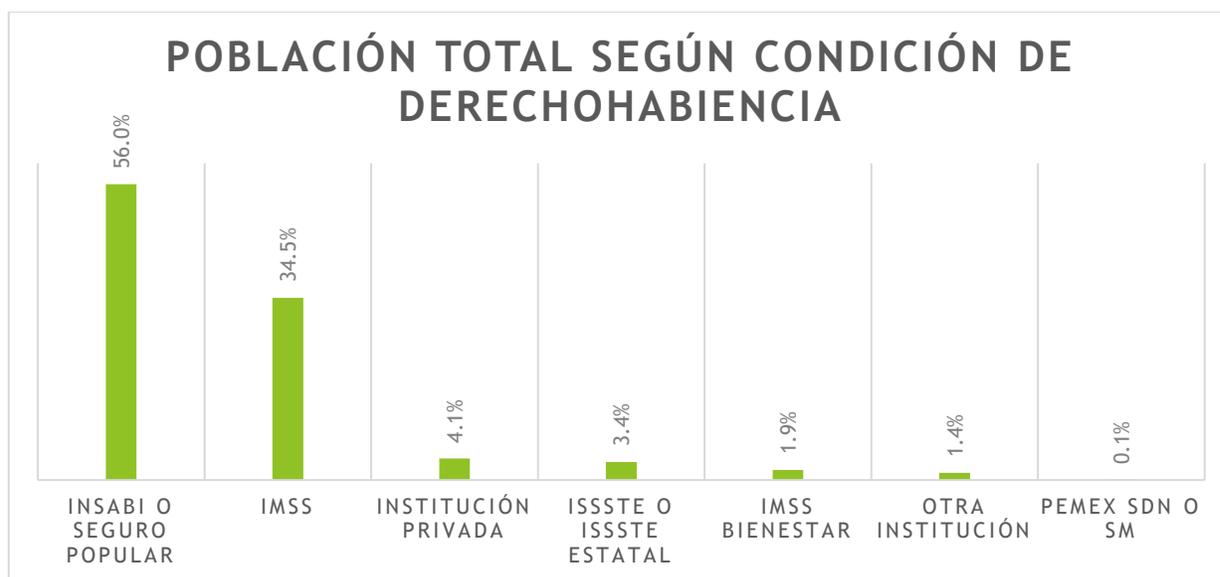
Actualmente, el 49.94% de la población es derechohabiente de algún servicio de salud lo que representa 23,331 personas en el municipio. Es importante notar que la proporción de derechohabiencia ha disminuido en relación al 2010.

Figura 37: Derechohabiencia.



Fuente: Censo 2010 y Censo 2020

Figura 38: Población según condición de derechohabiencia 2020 (porcentaje).



Nota: La población puede pertenecer a más de un servicio de salud
 Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

En el estado el 73.5% de la población se encuentra afiliada a servicios de salud que es considerablemente mayor de la población afiliada en el municipio. Si bien más de la mitad de la población de Tulum que cuenta con acceso a servicios de salud, lo hace a través del Seguro Popular, es relevante destacar que el porcentaje de personas con derechohabiencia a otras instituciones, como el IMSS y el ISSSTE, también es significativo. La diversidad de opciones de derechohabiencia refleja la importancia de la cobertura médica para la población y la coexistencia de distintas instituciones que buscan garantizar el acceso a servicios de salud para todos los habitantes de Tulum.

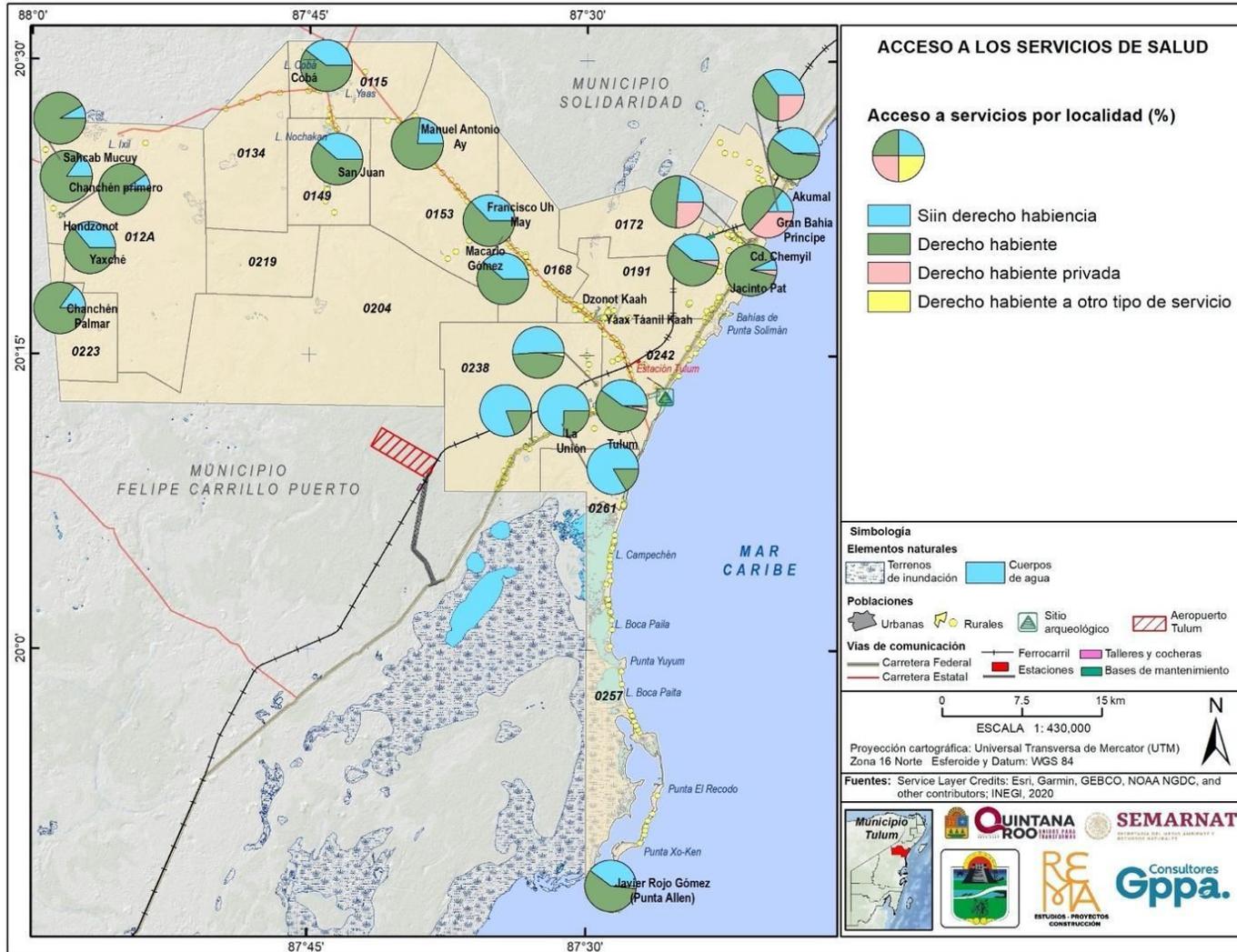
ACCESO A SERVICIOS DE SALUD POR AGEB URBANA

El acceso de servicios considera los AGEB urbanos de Tulum y se mide con la población que cuenta o no con algún tipo de servicio de salud, se hace una división entre el total de población y se multiplica por cien para obtener un porcentaje. El AGEB 0454 cuenta con el 92% de su población con servicios de salud, 21 AGEBs tienen entre el 50% y 81.25% de la población con servicios de salud.

Los AGEB 0098, 0100, 0331, 0011, 0246, 0327 y 0399 tienen entre el 50 y 63% de su población sin servicios de salud. Los ageb 0365, 0435, 044A y 0492 no cuentan con los datos disponibles para poder conocer el acceso a salud que tienen.

En general la población que cuenta con servicios de salud se encuentra más cercana a centros o equipamiento del sector salud, si lo vemos representado espacialmente veríamos que en el poblado de Tulum la mayor concentración de población que cuenta con servicios de salud se sitúa al Sur-Oeste, mientras que la población de más del 50% que no cuenta con servicios de salud se sitúa al Noroeste.

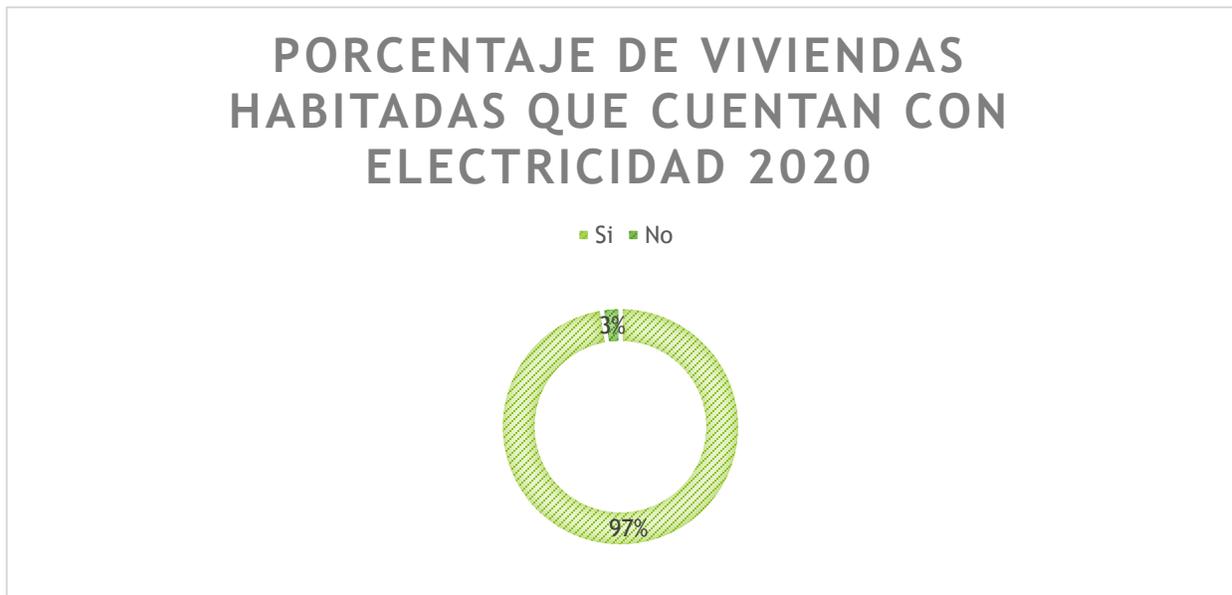
Mapa 37: Acceso a los sistemas de salud por localidad urbana y rural.



7.3.3.3 COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS

El 97.5% de las viviendas en el municipio cuentan con electricidad, lo que representa 13,557 viviendas.

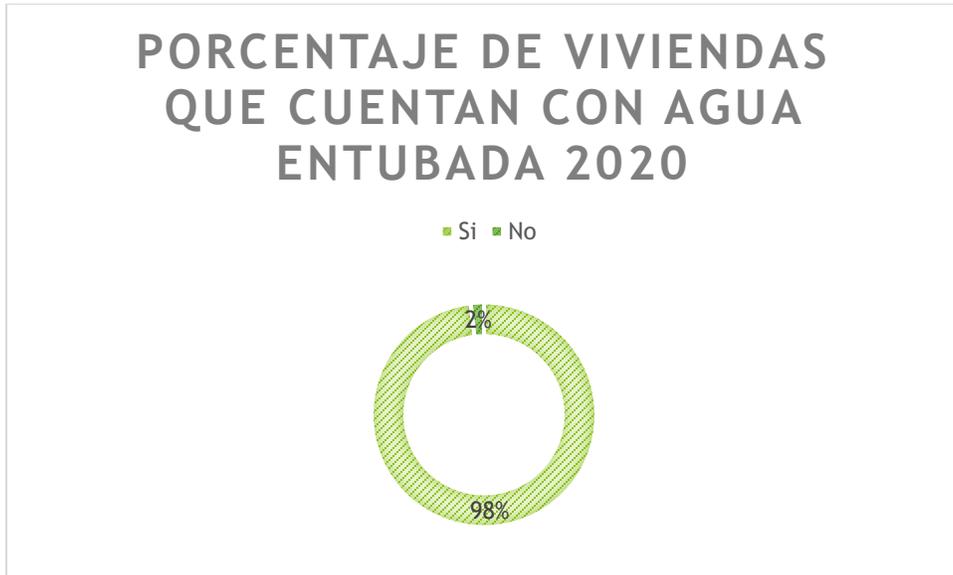
Figura 39: Porcentaje de viviendas que cuentan con electricidad.



Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

En relación al agua, en el 2020 se registraron 13,463 viviendas con acceso a agua entubada lo que representa el 98.1%, en el Censo del 2010 solamente se tenía acceso a este servicio en un 91.4% de las viviendas particulares habitadas.

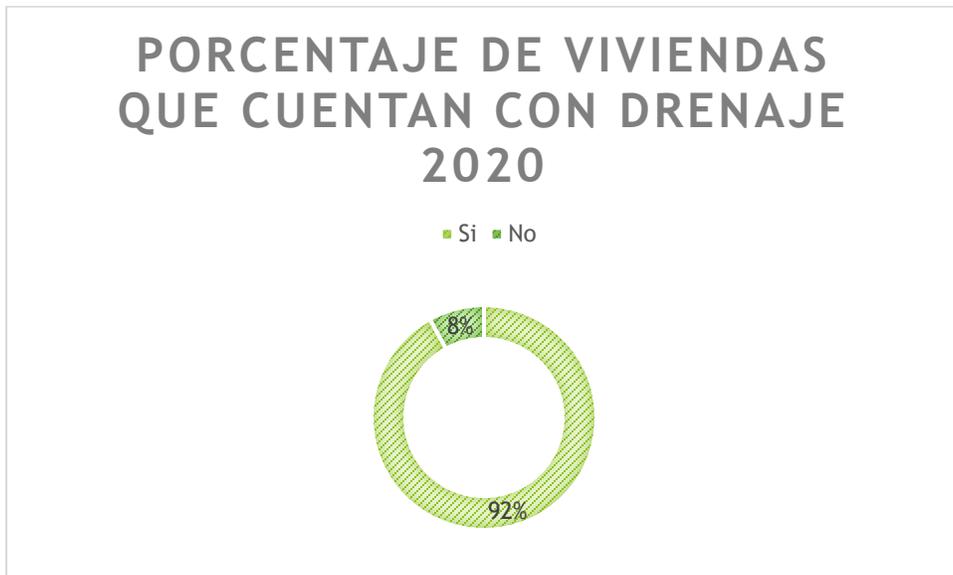
Figura 40: Porcentaje de viviendas que cuentan con agua entubada



Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

El 92% de las viviendas particulares habitadas cuentan con acceso a la red de drenaje, lo que representa 12,790 viviendas particulares habitadas.

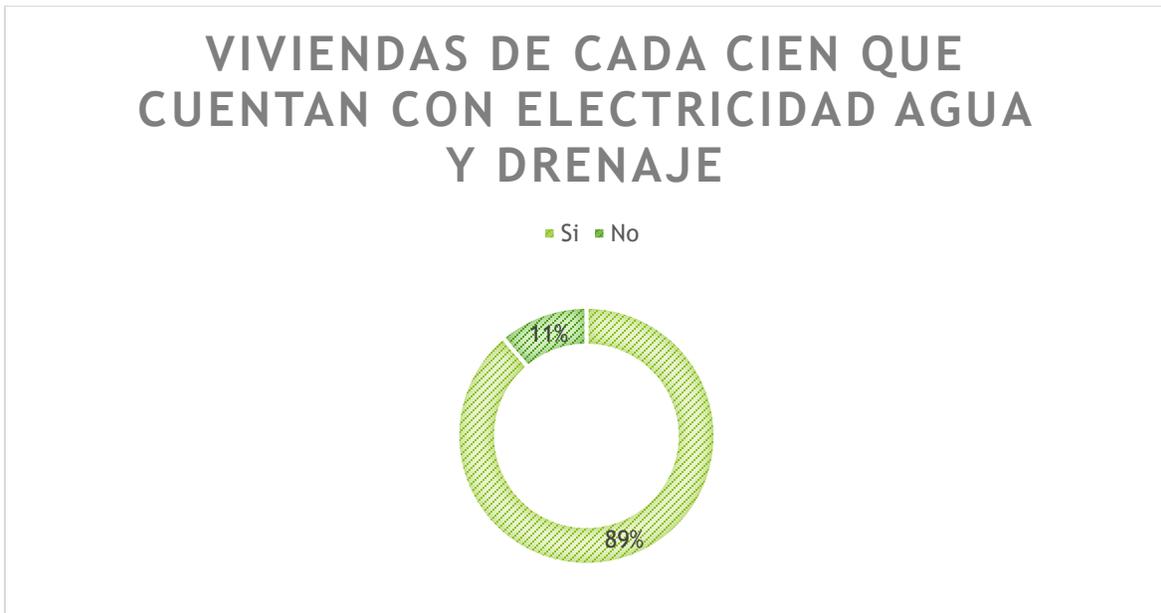
Figura 41: Porcentaje de viviendas que cuentan con drenaje



Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

De cada 100 viviendas, 88.8 viviendas cuentan con los tres servicios de agua entubada, electricidad y drenaje conjuntamente.

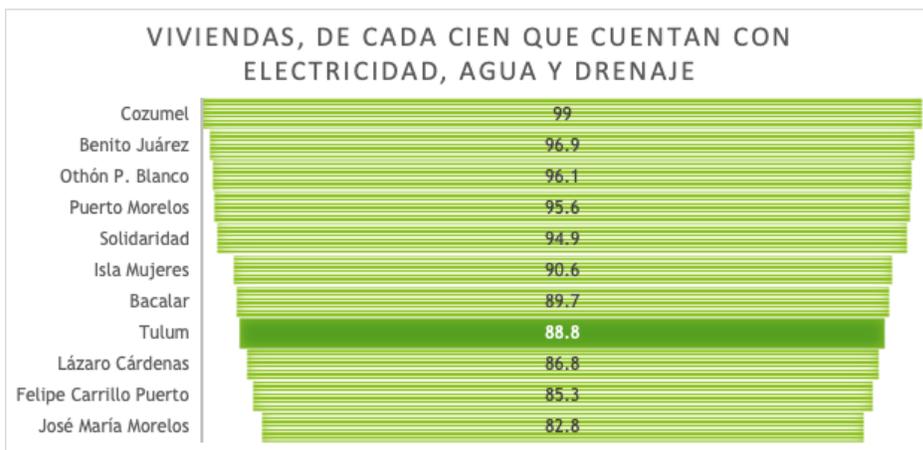
Figura 42: Viviendas que cuentan con electricidad, agua y drenaje



Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

En comparación al resto de los municipios del estado de Quintana Roo se puede observar lo siguiente:

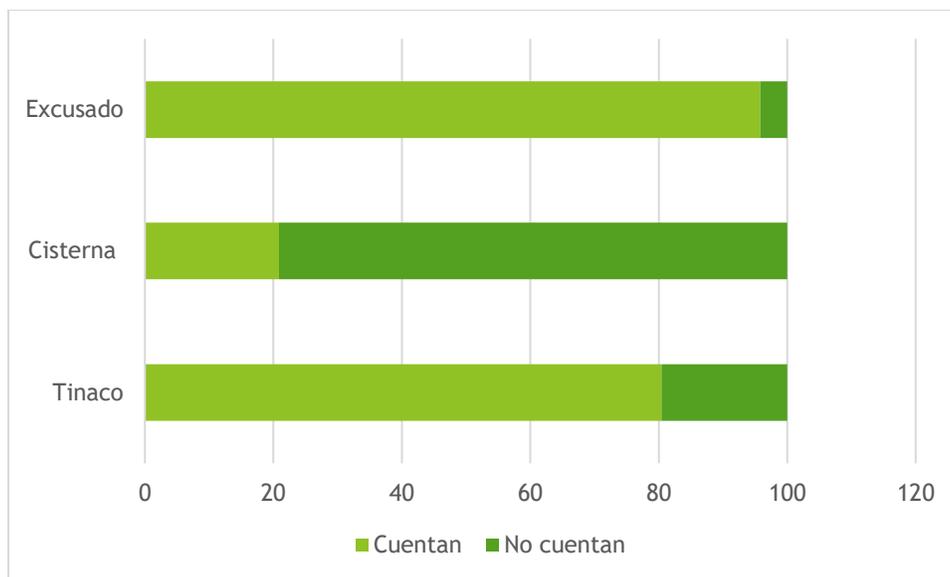
Figura 43: Viviendas, de cada cien que cuentan con electricidad, agua y drenaje



Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

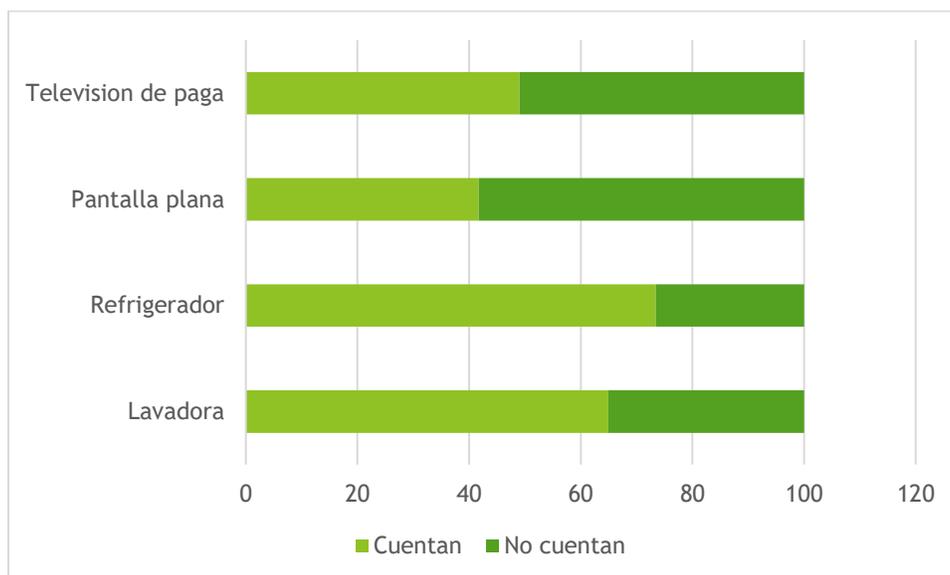
Las viviendas cuentan con acceso a diversos servicios como se describe a continuación:

Figura 44: Excusado, cisterna y tinaco en viviendas



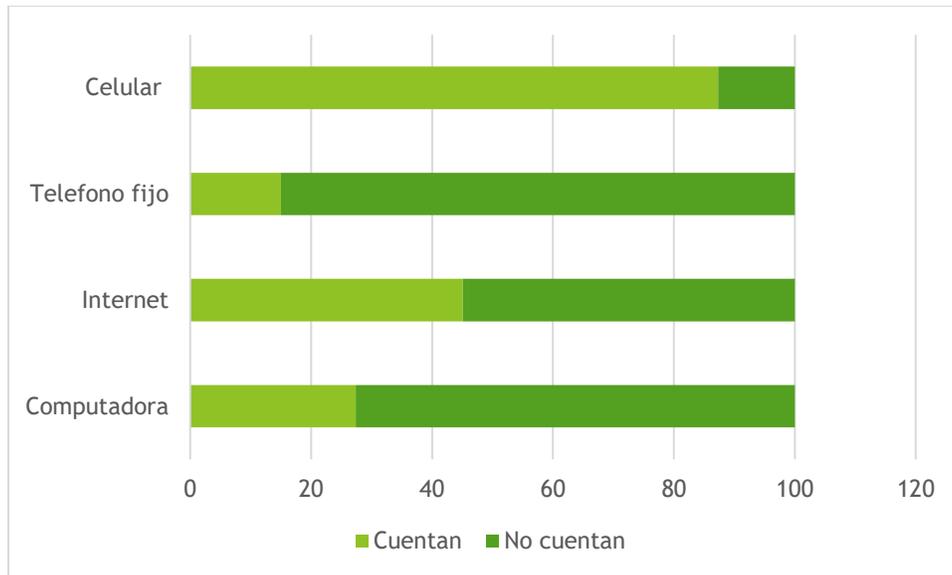
Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

Figura 45: Televisión de paga, pantalla plana, refrigerador y lavadora en viviendas



Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

Figura 46: Celular, teléfono fijo, internet y computadoras en viviendas



Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

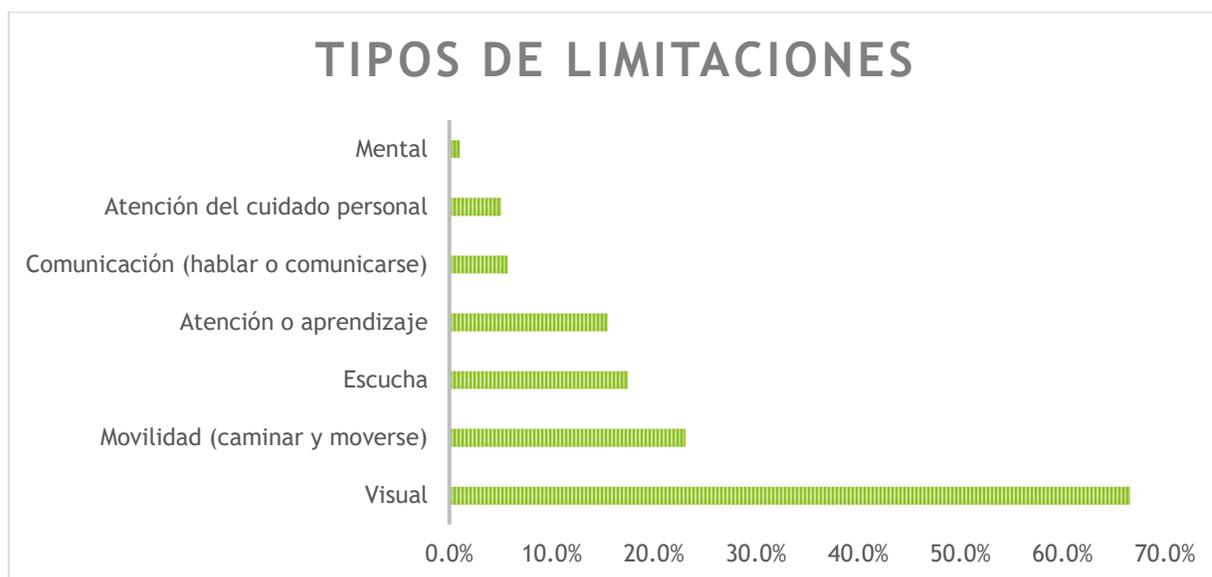
7.3.4 BIENESTAR DE LAS PERSONAS

7.3.4.1 DISCAPACIDAD

En el municipio, el 2.6% de la población tiene algún tipo de discapacidad. Ésta se concentra en la población de 60 años y más, en el Censo se identificó que el 16.2% de la población del municipio de más de 60 años tiene algún tipo de discapacidad.

El tipo de limitación más común es la dificultad visual, seguida de la limitación al movimiento.

Figura 47: Tipos de limitaciones (discapacidad)



Nota: Las personas pueden pertenecer a más de un grupo de limitaciones.

Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2020

7.3.4.2 POBREZA

La pobreza constituye una situación que impacta negativamente la vida de las personas, limitando la igualdad de oportunidades y excluyéndolas de participar en actividades económicas, sociales y culturales dentro de su comunidad. Esta condición de pobreza no se manifiesta únicamente a través de bajos niveles de ingreso, sino también en las precarias condiciones de vida que experimenta la población. Estas condiciones engloban la incapacidad para acceder a una alimentación adecuada, a servicios educativos y de salud, a empleo formal, a una vivienda digna, y a la seguridad de contar con una pensión, entre otros aspectos.

La medición de pobreza utiliza dos líneas de ingreso: Línea de Pobreza Extrema por Ingresos, que equivale al valor de la canasta alimentaria por persona al mes; y la Línea de Pobreza por Ingresos, que equivale al valor total de la canasta alimentaria y de la canasta no alimentaria por persona al mes.

En el caso del municipio de Tulum datos del CONEVAL indican que el 63.8% de la población se encuentra por debajo de la línea de pobreza por ingreso y el 36.5% están por debajo de la línea de pobreza extrema por ingresos. Estas son las personas con el mayor grado de vulnerabilidad.

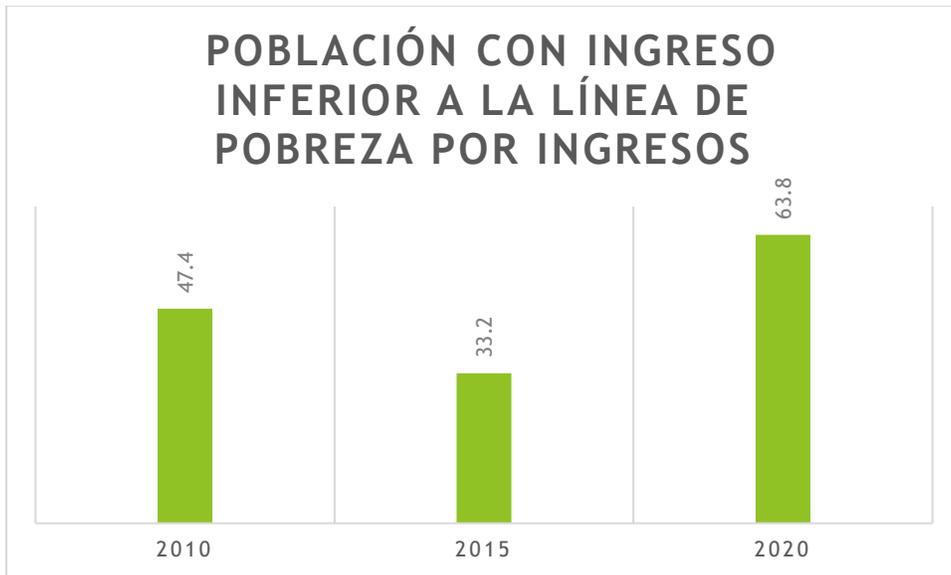
Figura 48: Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos (municipios de Quintana Roo) 2020.



Fuente: CONEVAL. Pobreza a nivel municipio 2010 - 2020.

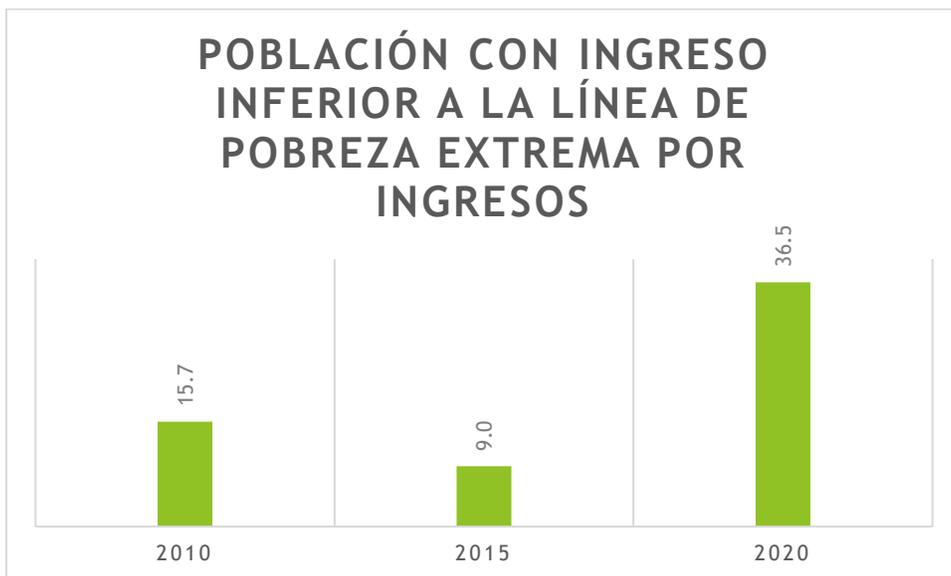
En los últimos años se ha incrementado la población por debajo de la línea de pobreza por ingresos pasando de 13,295 en el 2010 a 29,442 personas en el 2020. De igual manera, la población por debajo de la línea de pobreza extrema por ingresos también ha aumentado. En el 2020, 16,682 personas se encuentran por debajo de esta línea, representando el 36.5% de la población, mientras que en el 2010 solamente el 15.7% de la población se encontraba por debajo de esta línea.

Figura 49: Población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos Tulum 2010-2020.



Fuente: CONEVAL. Pobreza a nivel municipio 2010 - 2020.

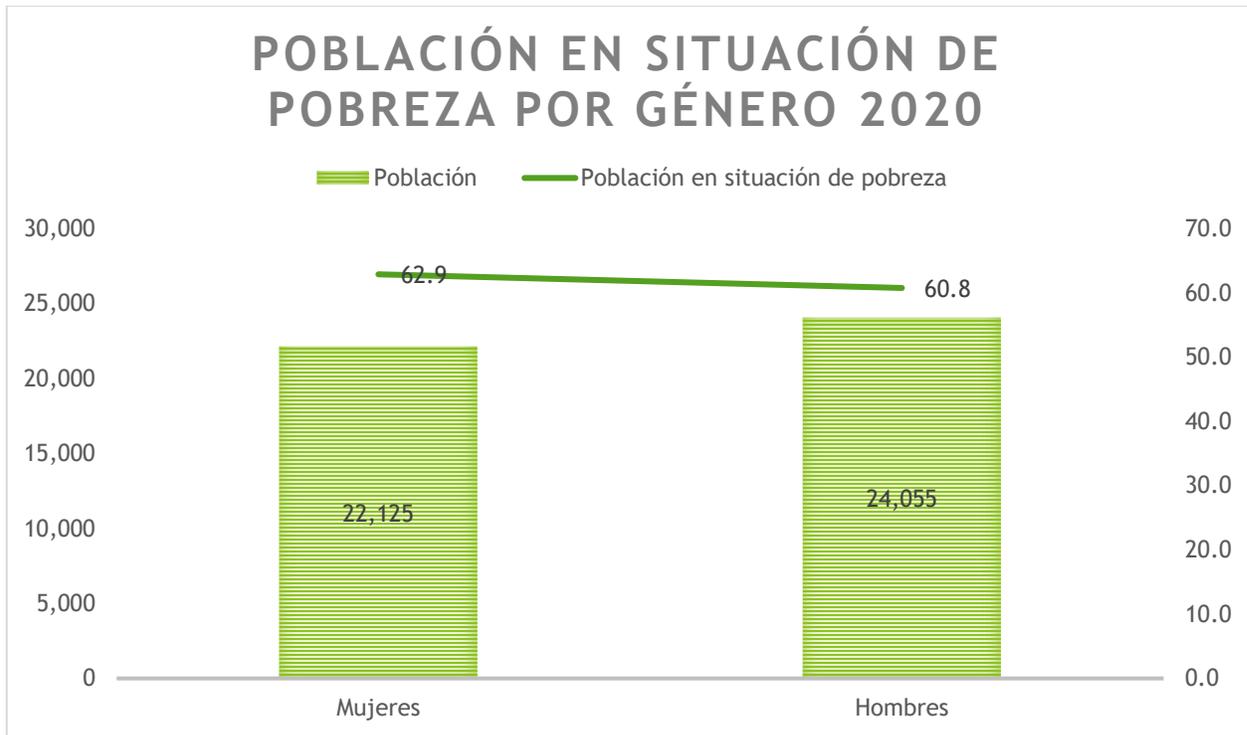
Figura 50: Población con ingreso inferior a la línea de pobreza extrema por ingresos.



Fuente: CONEVAL. Pobreza a nivel municipio 2010 - 2020.

Cuando separamos por género se puede observar lo siguiente:

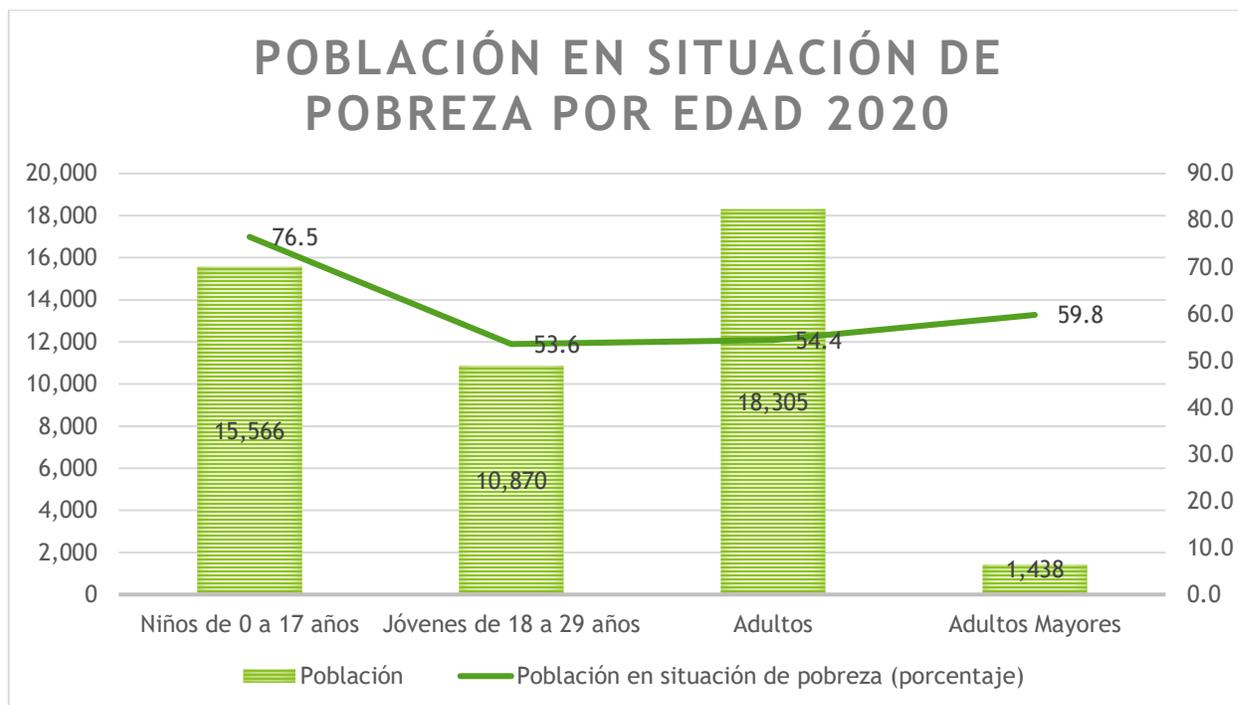
Figura 51: Pobreza por género Tulum 2020.



Fuente: Pobreza por grupos poblacionales a escala municipal 2010, 2015 y 2020.

El porcentaje de mujeres que se encuentran en situación de pobreza es mayor que en el caso de los hombres. Así mismo, se observa una mayor proporción de niños que se encuentran por debajo de la línea de pobreza por ingresos en relación a otros grupos de edad.

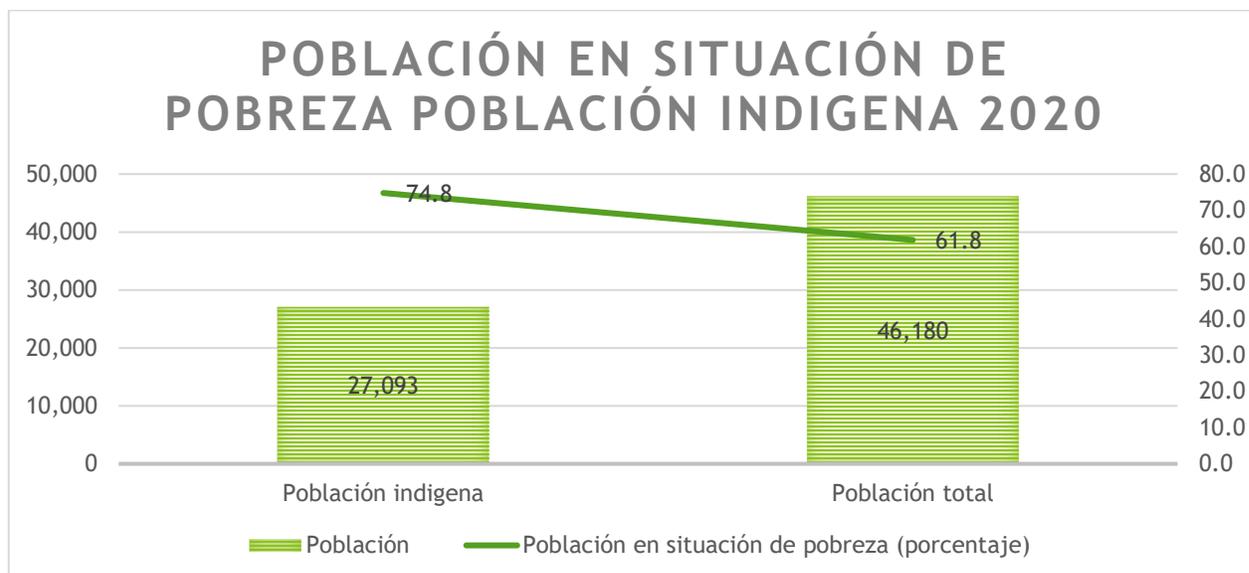
Figura 52: Población en situación de pobreza por edad 2020.



Fuente: Pobreza por grupos poblacionales a escala municipal 2010, 2015 y 2020.

En el caso de la población indígena, tienen un porcentaje de pobreza considerablemente mayor que la población total, siendo un grupo desproporcionadamente en desventaja.

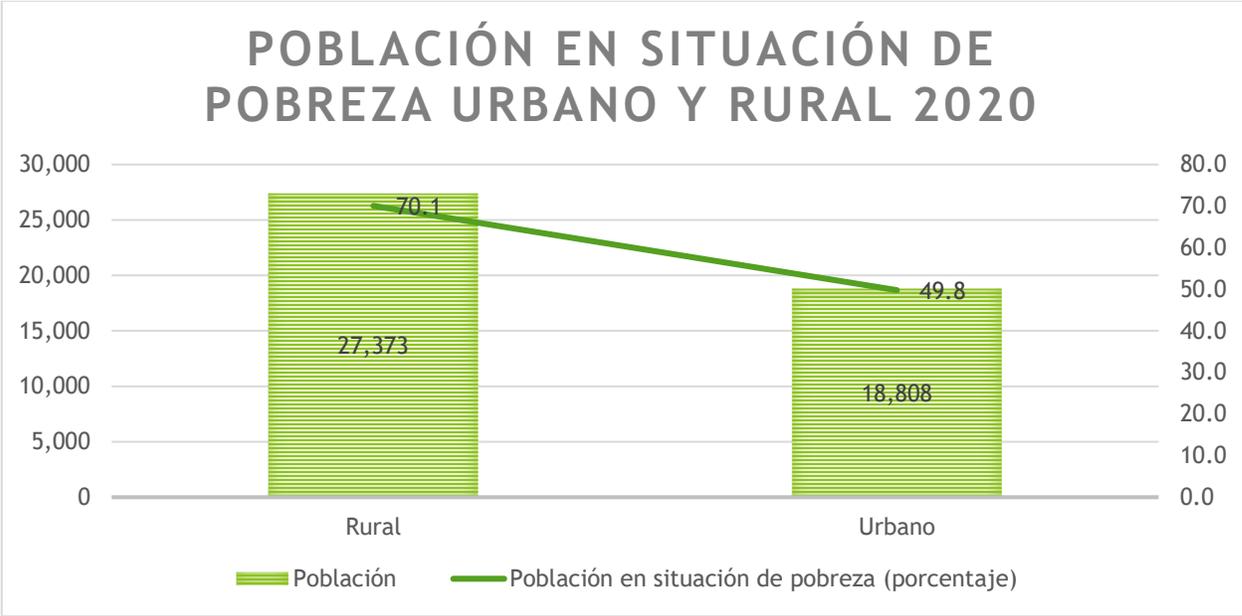
Figura 53: Población en situación de pobreza población indígena 2020.



Fuente: Pobreza por grupos poblacionales a escala municipal 2010, 2015 y 2020.

Cuando se analiza en el contexto rural y urbano podemos observar que la pobreza se concentra en las áreas rurales, en donde más del 70% de la población vive por debajo de la línea de pobreza por ingresos.

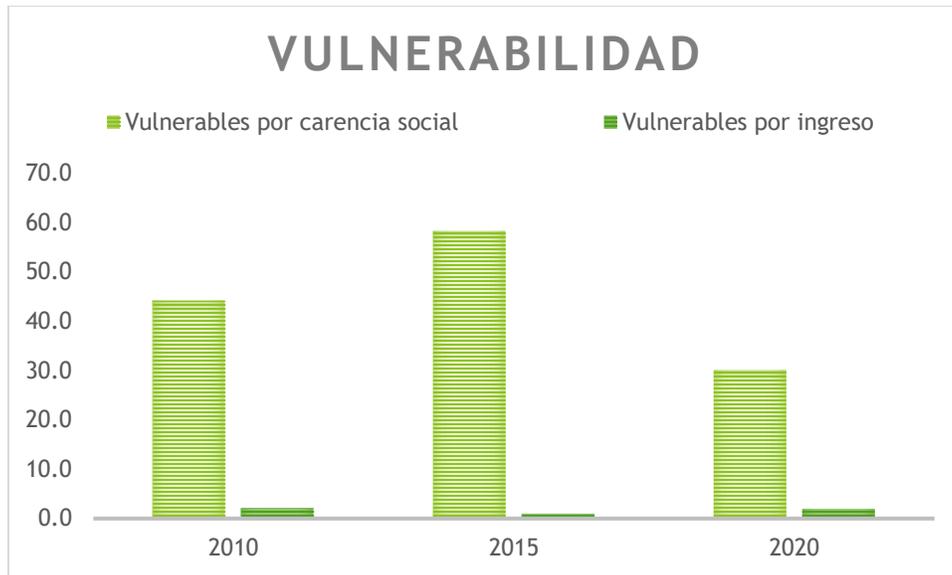
Figura 54: Población en situación de pobreza urbano y rural 2020.



Fuente: Pobreza por grupos poblacionales a escala municipal 2010, 2015 y 2020.

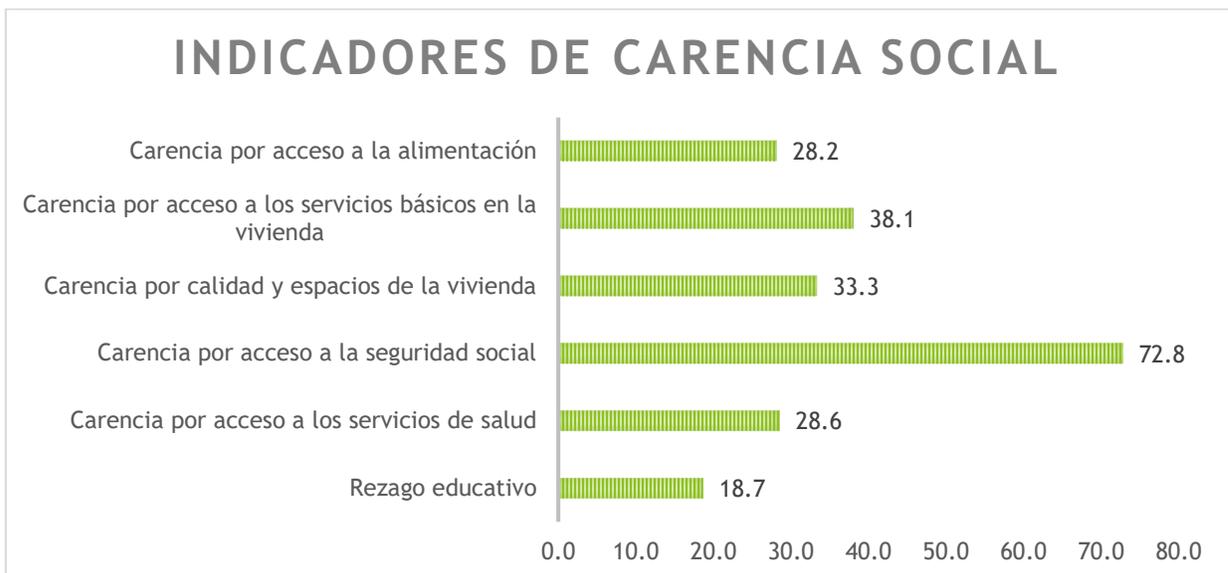
Solamente el 6.2% de la población no es pobre ni vulnerable, lo que significa que su ingreso es superior a la línea de bienestar y no tiene ninguna de las carencias sociales que se utilizan en la medición de la pobreza. Los indicadores de carencia social nos permiten conocer el acceso de la población a diversos accesos básicos como educación, salud, seguridad social, calidad y espacios de vivienda, servicios básicos en la vivienda y alimentación.

Figura 55: Vulnerabilidad Tulum 2010-2020.



Fuente: Pobreza por grupos poblacionales a escala municipal 2010, 2015 y 2020.

Figura 56: Indicadores de carencia social Tulum 2020.



Fuente: Pobreza por grupos poblacionales a escala municipal 2010, 2015 y 2020.

Teniendo en cuenta estas estadísticas es claro que existen grupos en mayor desventaja que otros notablemente la población infantil, principalmente mujeres, de origen indígena, en zonas rurales.

7.3.4.3 MARGINACIÓN

La marginación es un fenómeno complejo y arraigado en diversas dimensiones, siendo resultado último del modelo económico de desigual distribución del progreso y de la estructura productiva, que excluye a diversos grupos sociales tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo.

De este modo, la marginación se vincula a la falta de oportunidades sociales y la incapacidad para obtenerlas o crearlas, así como a la privación y la inaccesibilidad a bienes y servicios básicos para el bienestar. Como consecuencia, las comunidades marginadas enfrentan elevados niveles de vulnerabilidad social, cuya reducción va más allá del control personal o familiar, ya que estas situaciones no son el resultado de decisiones individuales, sino de un modelo económico que no garantiza las mismas oportunidades para todos.

Las desventajas ocasionadas por la marginación se acumulan, generando escenarios cada vez más adversos.

El índice de marginación valora las intensidades de exclusión en el proceso de desarrollo y disfrute de sus beneficios en diversas dimensiones socioeconómicas como la educación, vivienda, distribución de población e ingresos monetarios.

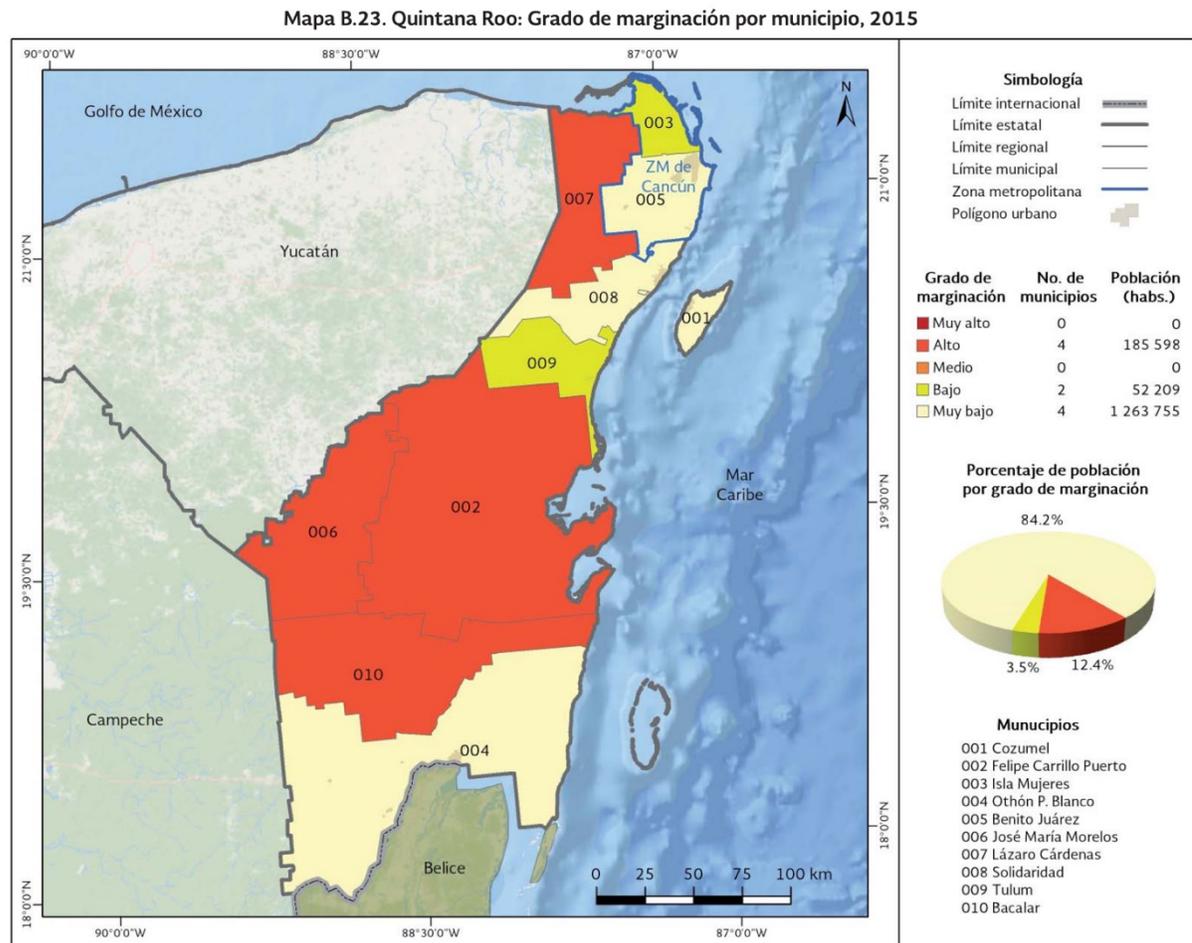
El estado en su totalidad tiene un grado de marginación medio y ocupa el lugar 19 en el contexto nacional. El municipio de Tulum tiene un grado de marginación bajo con los siguientes indicadores:

Tabla 28: Municipios de Quintana Roo según grado de marginación 2015.

| % Población de 15 años o más analfabeta | % Población de 15 años o más sin primaria completa | % Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado | % Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica | % Ocupantes en viviendas sin agua entubada | % Viviendas con algún nivel de hacinamiento | % Ocupantes en viviendas con piso de tierra | % Población en localidades con menos de 5 000 habitantes | % Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos | Índice de marginación | Grado de marginación |
|---|--|--|--|--|---|---|--|--|-----------------------|----------------------|
| 5.97 | 15.33 | 3.1 | 2.45 | 0.95 | 43.83 | 4.19 | 35.49 | 23.39 | -0.874 | Bajo |

Fuente: CONAPO. Índice de marginación.

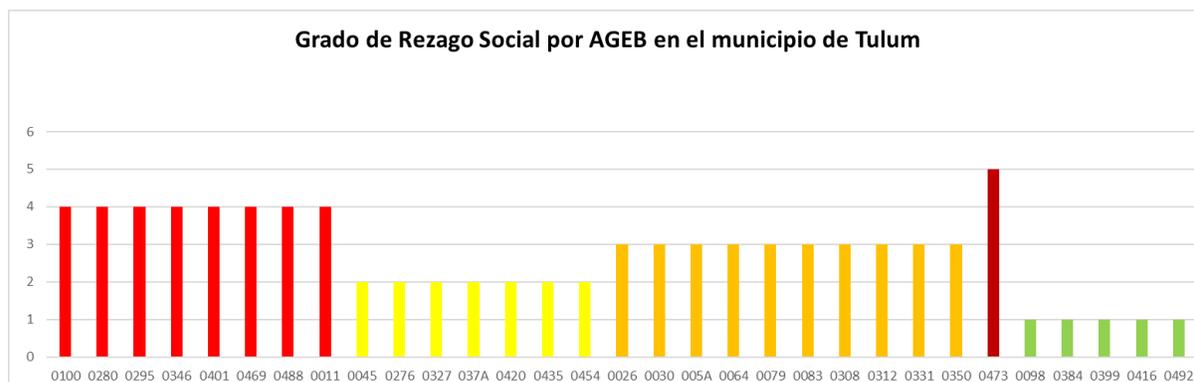
Figura 57: Grado de marginación por municipio, 2015.



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

En la siguiente gráfica se muestra el grado de rezago social que presenta el municipio de Tulum por AGEB de acuerdo a una escala del 1 a 4 siendo: 1= Muy Bajo, 2= Bajo, 3=Medio, 4= Alto y 5= Muy Alto. Por lo tanto, respecto a los 36 AGEB del municipio: 1 AGEB se encuentra con el mayor rezago social, 7 se encuentran con Alto rezago social, 10 con Medio rezago, 7 con nivel Bajo y 5 AGEB con Muy Bajo.

Figura 58: Grado de Rezago Social por AGEB en el municipio de Tulum.



Fuente: Elaboración propia a partir de “Grado de Rezago Social e indicadores, según AGEB urbana de México 2020. CONEVAL 2020.

7.3.4.4 ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una herramienta ampliamente utilizada para medir y comparar el progreso social y económico de los países. Desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 1990, el IDH se basa en la premisa de que el desarrollo de una nación no puede reducirse únicamente a su crecimiento económico, sino que debe considerar aspectos fundamentales de la calidad de vida de sus ciudadanos. Por lo tanto, el IDH integra indicadores clave como la esperanza de vida al nacer, el nivel educativo y el ingreso per cápita, brindando una visión holística del bienestar de la población. Su relevancia radica en que ofrece una medida más completa y equitativa del desarrollo, lo que permite identificar desafíos y desigualdades sociales, orientando así la formulación de políticas públicas y estrategias para mejorar la calidad de vida de las personas en todo el mundo.

El estado tiene un IDH alto y se encuentra en la posición 12 en el contexto nacional.

Figura 59: IDH de las entidades federativas en el contexto internacional.

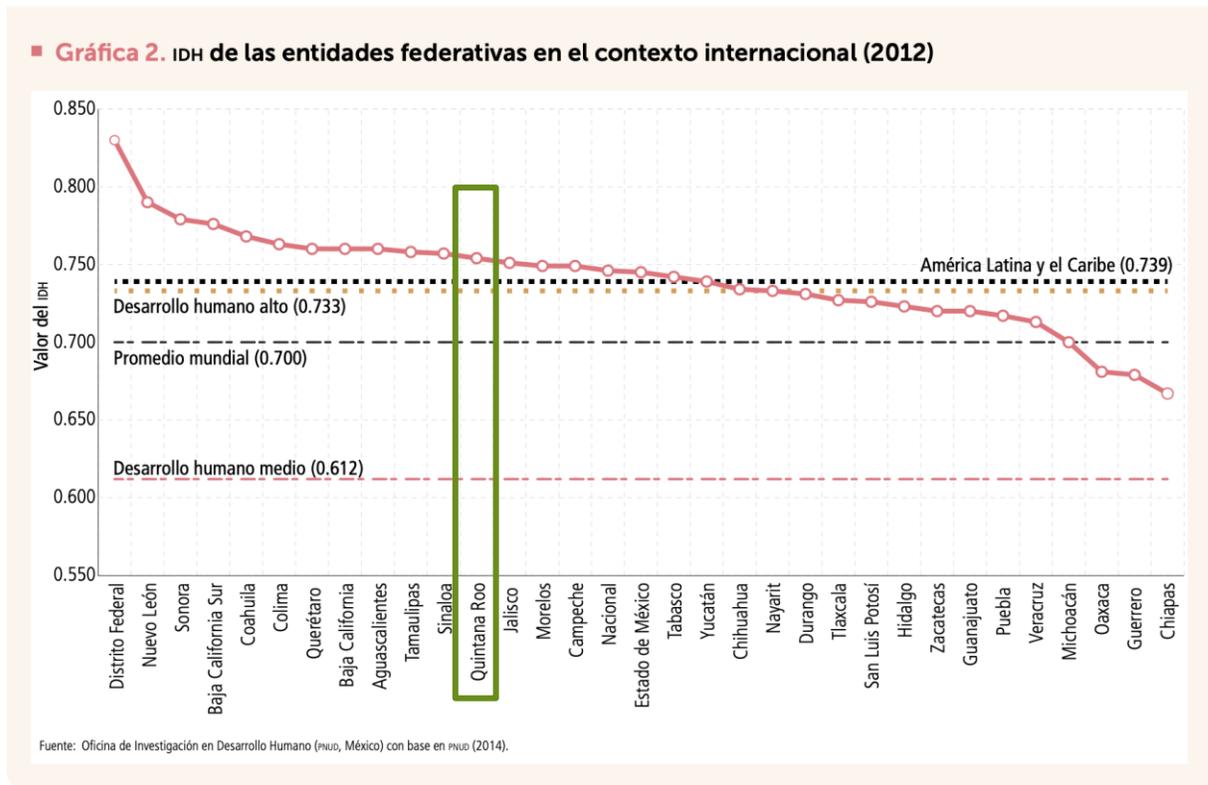
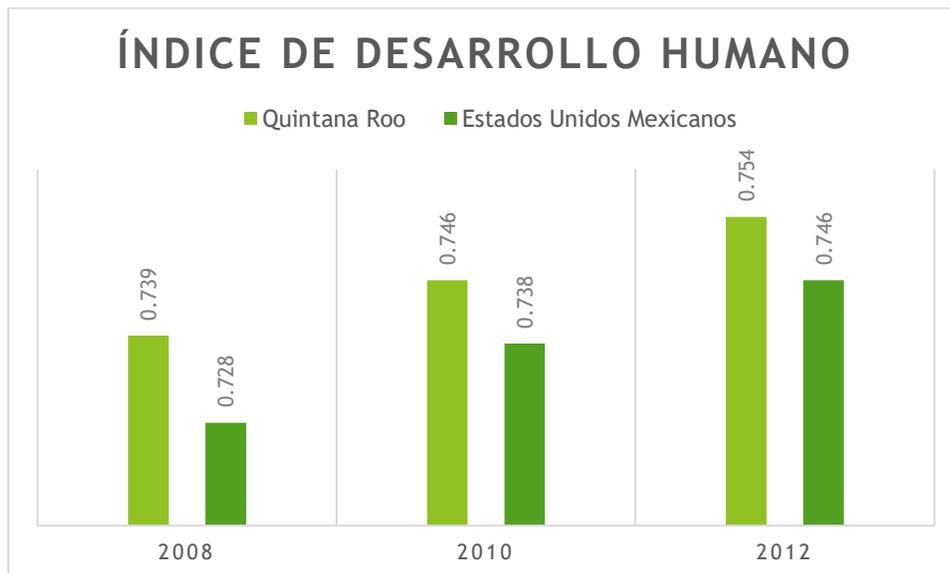


Figura 60: IDH Quintana Roo 2008-2012.



Fuente: IDH para las entidades federativas, México 2015.

7.3.4.5 COHESIÓN SOCIAL

La evaluación de la cohesión social implica la utilización de indicadores que proporcionan información acerca del grado de disparidad económica y social entre la población a nivel nacional, estatal y municipal, así como indicadores relacionados con las redes de apoyo e intercambio social a nivel estatal. Esto posibilita un acercamiento al nivel de equidad y solidaridad presentes en la región.

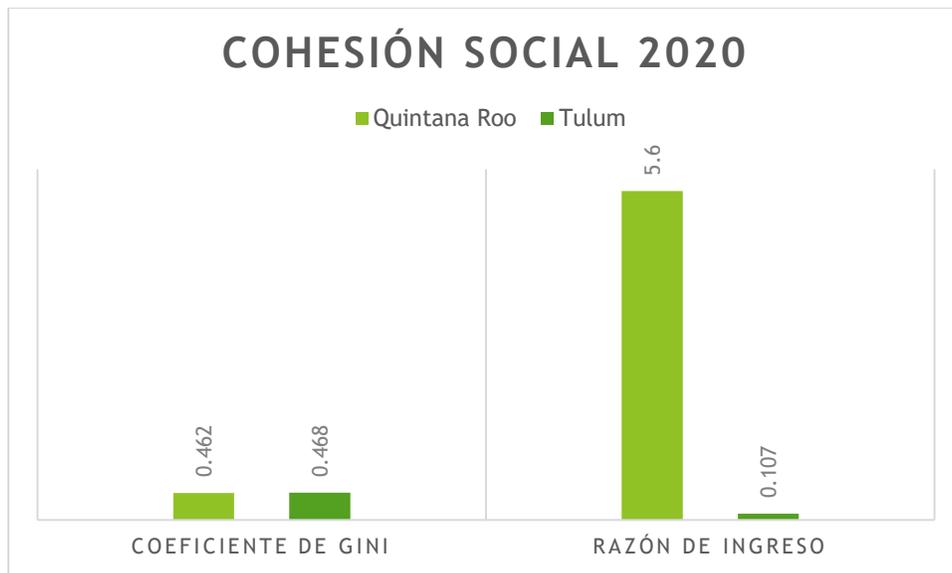
Para medir el grado de cohesión social, el CONEVAL utiliza cuatro indicadores:

1. Coeficiente de Gini: mide la desigualdad económica de una sociedad, mediante la exploración del nivel de concentración que existe en la distribución de los ingresos entre la población. El coeficiente de Gini toma valores entre 0 y 1; un valor que tiende a 1 refleja mayor desigualdad en la distribución del ingreso. Por el contrario, si el valor tiende a cero, existen mayores condiciones de equidad en la distribución del ingreso.
2. Razón de ingreso: este indicador se construye dividiendo el ingreso corriente total per cápita de la población en pobreza extrema entre el ingreso corriente total per cápita de la población no pobre y no vulnerable. Permite conocer la brecha que existe entre los ingresos de las personas en pobreza extrema respecto al de las personas no pobres y no vulnerables.
3. Grado de polarización social: mide las diferencias que existen entre las condiciones de vida de la población que vive en un mismo municipio o en una misma entidad. Para ello, el indicador utiliza la información del Índice de marginación calculado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y genera la siguiente clasificación.

En el caso del estado de Quintana Roo, el CONEVAL calcula un nivel de cohesión social alto para el 2020 lo cual implica que la mayoría de su población presenta condiciones favorables en sus viviendas, ingresos y nivel educativo, el coeficiente de Gini se encuentra en 0.462, la razón de ingreso es de 5.6 y en el grado de polarización social se encuentra en el polo de baja marginación.

Para el municipio de Tulum el coeficiente de Gini se calcula en 0.468 que es mayor al del estado, asimismo, la razón de ingreso es mucho menor con un valor de 0.107.

Figura 61: Cohesión social 2020.



Fuente: CONEVAL. La cohesión social 2020. Cohesión social municipios.

7.3.4.6 INCIDENCIA DELICTIVA

La incidencia delictiva en el estado ha disminuido en los últimos años, en el 2021 se registraron 31,538 casos por cada 100 mil habitantes.

Figura 62: Incidencia delictiva Quintana Roo.



Fuente: INEGI. Incidencia delictiva.

En la siguiente figura se muestra la frecuencia de actos delictivos en el 2022:

Figura 63: Actos delictivos Tulum.



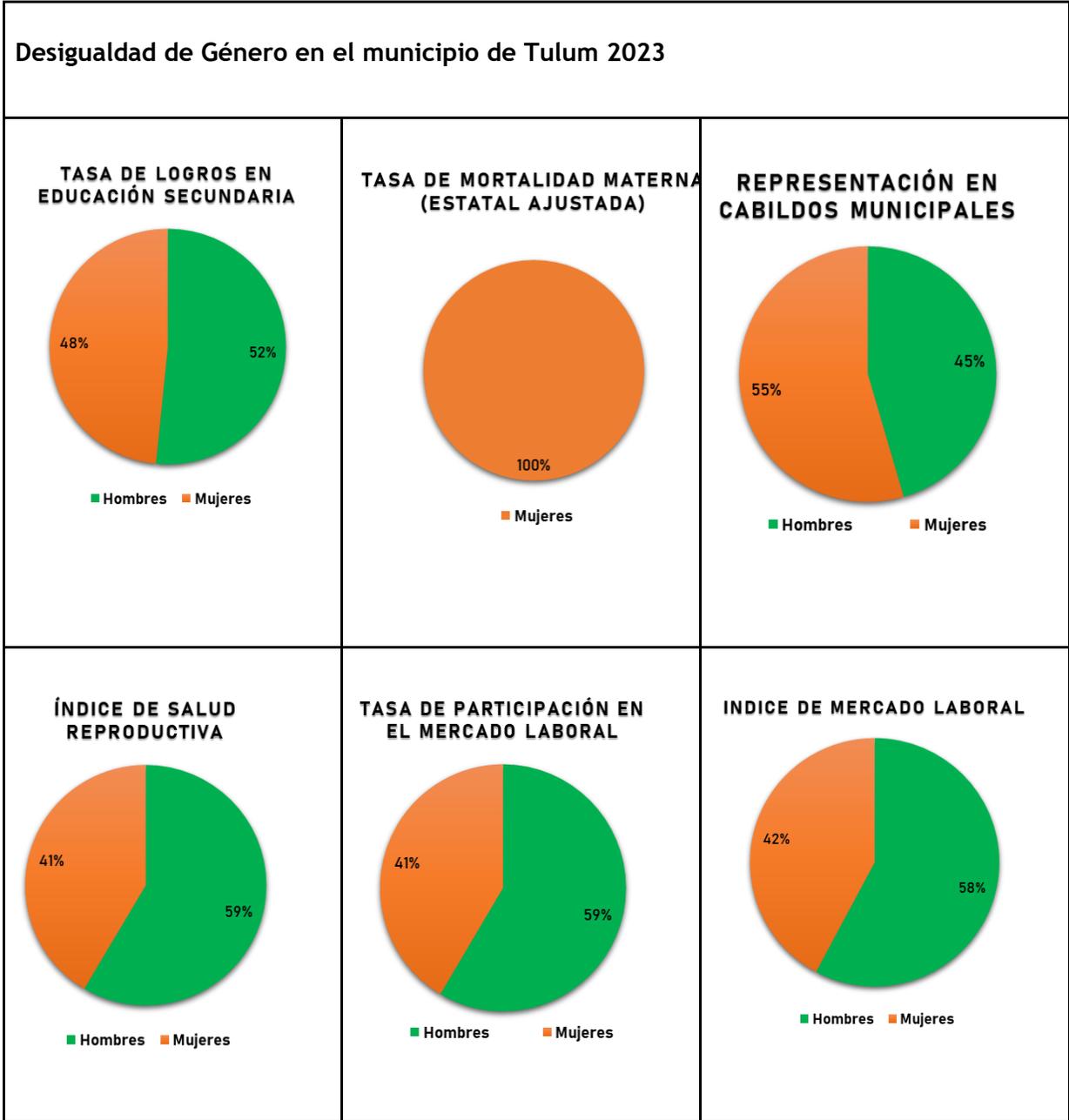
Fuente: SESNP. Cifras de Incidencia Delictiva Municipal, 2015 - junio 2023.

7.3.5 DESIGUALDADES DE GÉNERO

El municipio de Tulum cuenta con una población de 46721 personas siendo el 52.20% mujeres y el 47.80% hombres, en la tabla de abajo se muestra gráficas de pastel que revelan las brechas existentes en el municipio entre mujeres y hombres respecto al Desarrollo Humano, midiendo la desigualdad de logro entre géneros.

En general podemos observar que a pesar de que las mujeres estadísticamente son más, los hombres tienen mayor oportunidad de obtener servicios de salud, educación y mayor presencia en ámbitos laborales, pero por otro lado observamos que las mujeres tienen una mayor representación con un 55% en la representación de cabildos municipales, los cabildos tienen como principal función gobernar el territorio, administrar justicia, recaudar contribuciones y **representar a los vecinos**. Es importante mencionar que socialmente las mujeres suelen estar mayormente haciendo actividades en sus casas que implique un ámbito más

familiar o trabajos que a veces les permitan estar cerca de sus hogares esta misma situación conlleva que las mujeres conozcan más acerca de las problemáticas sociales que se encuentran en su entorno y por lo tanto también suelen ser más participativas y organizadas en por ejemplo reuniones de los vecinos para gobernar la ciudad.



7.3.6 VULNERABILIDAD Y RIESGOS

El Atlas de Riesgo del municipio de Tulum, fue desarrollado con el objetivo de *contar con un instrumento que permita identificar el tipo y grado de riesgos en su territorio, de acuerdo con el origen natural de los mismos, así como contar con una herramienta geoespacial que permita ubicar e identificar el tipo y grado de amenazas, susceptibilidad, peligros, riesgos y/o índice de exposición existente de acuerdo con el origen de los mismos a diferentes escalas, con el fin de diseñar estrategias que permitan, en escenarios futuros, reducir los efectos adversos ante una amenaza, y salvaguardar la vida de su población* (Ayuntamiento de Tulum, 2023). Este instrumento forma parte del esfuerzo del municipio de Tulum por contar con una estrategia para la gestión integral de riesgos. Por lo tanto, formó parte fundamental de los análisis y bases de datos empleados para el desarrollo del POEL-Tulum.

Este instrumento forma parte de la caracterización de los elementos del medio natural, así como de los elementos sociales, económicos y demográficos; para posteriormente, identificar la susceptibilidad y los peligros ante fenómenos perturbadores de origen natural. A continuación, se presenta una síntesis de las susceptibilidades y peligros que tienen mayor importancia en el municipio.

VULCANISMO

Es un fenómeno geológico que involucra procesos fisicoquímicos en el interior de la Tierra que generan magma y lo ubican en la corteza terrestre. Para el municipio de Tulum, los volcanes más cercanos se encuentran a una distancia mayor a los 35-100km, por lo que el peligro por una erupción volcánica es nulo. Sin embargo, existe riesgo ante la potencial dispersión de ceniza de los volcanes Chichonal y Tacaná.

SISMICIDAD

Es un fenómeno geológico derivado de los movimientos de las placas tectónicas, la actividad volcánica, la expansión y contracción de la corteza terrestre, la actividad humana como la extracción de petróleo, la construcción de presas, la minería y la detonación de explosivos. El municipio de Tulum, pertenece a una de las regiones con menos actividad sísmica registrada en el país, por lo que no se considera como un factor de susceptibilidad de interés.

TSUNAMIS

Se trata de una secuencia de olas con gran energía y de onda larga que se producen en el agua al ser esta empujada y desplazada violentamente. Usualmente se deben a una dislocación vertical de la corteza terrestre en el fondo del océano, ocasionada por un sismo. Sin embargo, existen causas diversas como: erupciones volcánicas submarinas, impacto de meteoritos, deslizamientos submarinos y explosiones nucleares.

Para el municipio de Tulum, al igual que el resto de las costas de Quintana Roo, situadas sobre la Placa de Norteamérica, existe probabilidad de peligro de tsunami. No obstante, la amenaza de tsunami para el municipio de Tulum es baja, por la falta de zonas de subducción.

INESTABILIDAD DE LADERAS

Es la propiedad del terreno que indica si las condiciones de una ladera son favorables o desfavorables para la estabilidad, haciendo referencia únicamente a los factores intrínsecos de los suelos y las rocas.

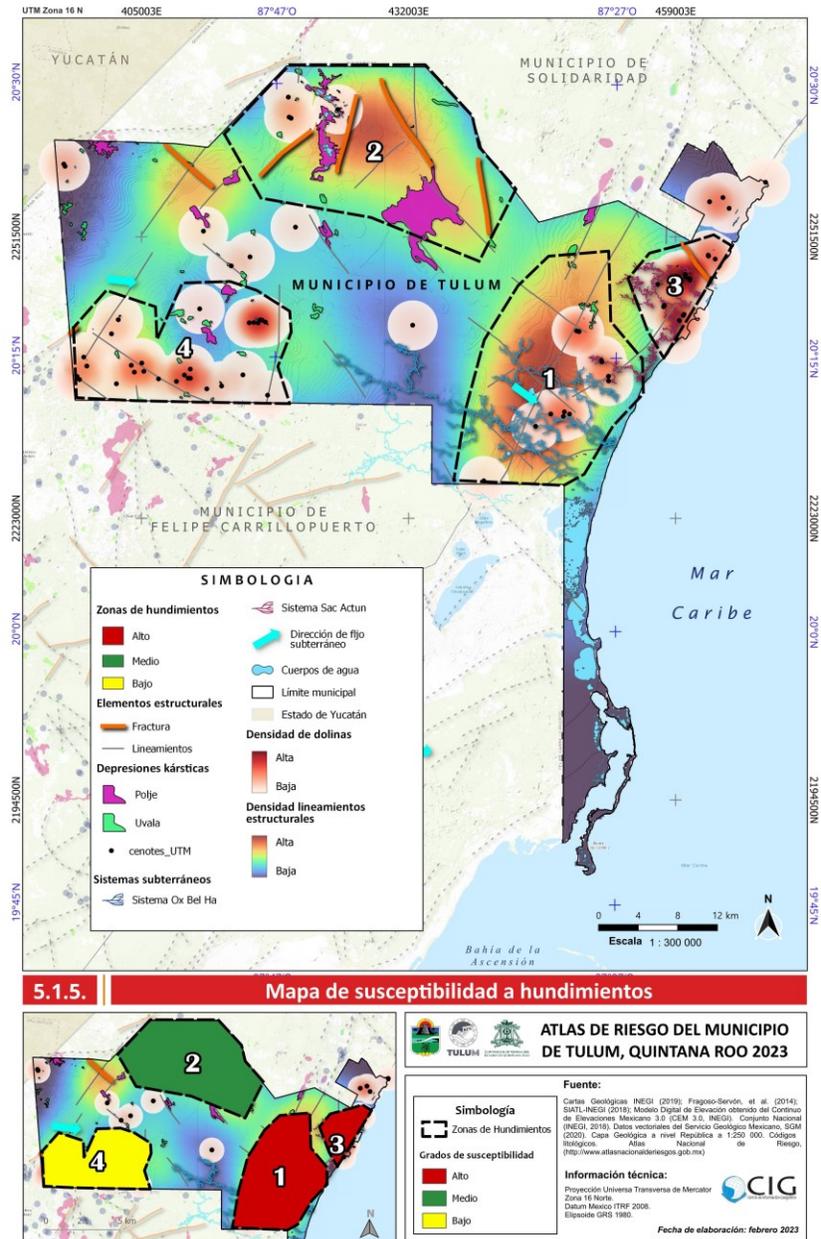
En el municipio de Tulum, los valores de susceptibilidad de inestabilidad de laderas van de muy alta a media. Sin embargo, no se presentan valores tan significativos ya que la mayor altitud del municipio es de 41 metros, asimismo se observa el desarrollo de asentamientos humanos cercanos a depresiones kársticas.

HUNDIMIENTOS

Se pueden definir a los hundimientos como movimientos de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas de muy baja pendiente. Pueden ser inducidos por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o lentas según sea el mecanismo que da lugar a la inestabilidad.

El municipio de Tulum posee suelos de tipo litosol o leptosol y roca caliza-coquina, lo que lo hace altamente susceptible a los hundimientos. También tiene dos grandes sistemas de cuevas subterráneas: Sac Aktun y Ox Bel Ha. Por lo anterior, de acuerdo al mapa de susceptibilidad a hundimientos, existen zonas con un alto grado de susceptibilidad vinculadas a fracturas y a los sistemas subterráneos.

Mapa 38: Susceptibilidad a hundimientos.

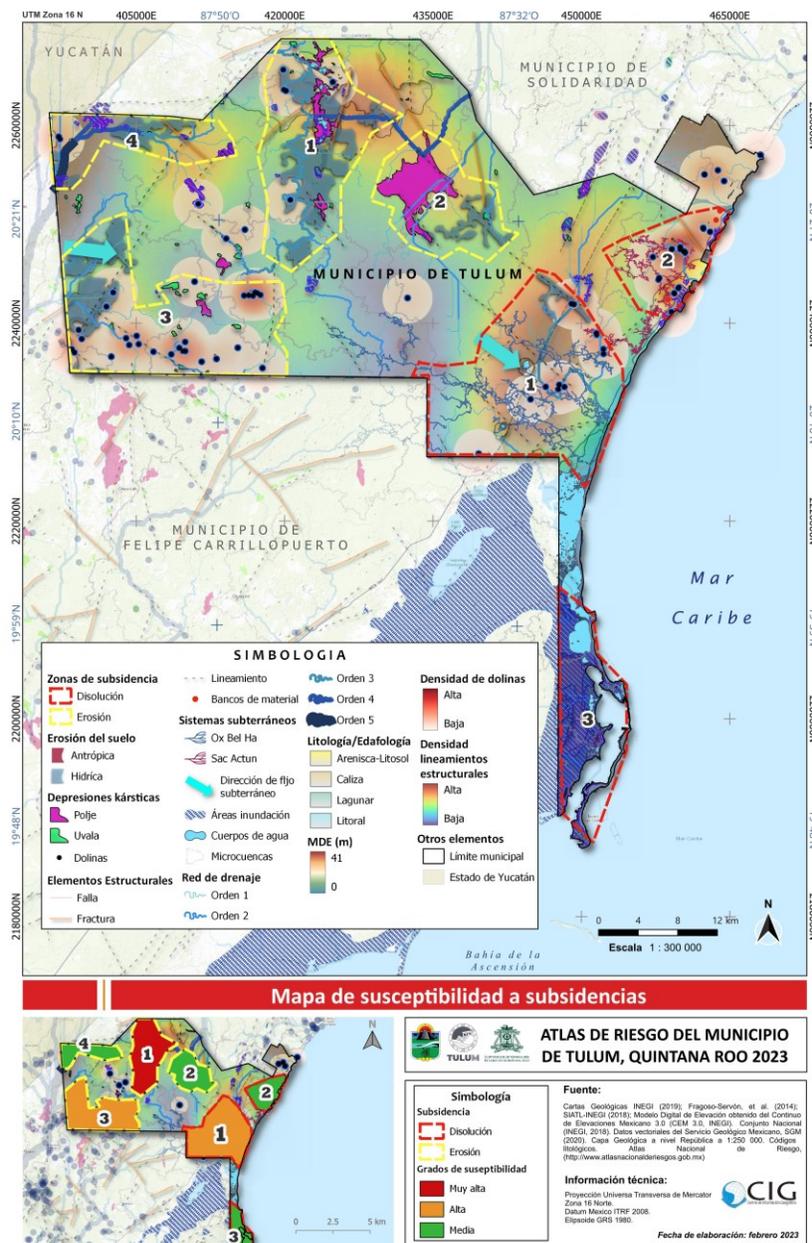


Fuente: Municipio de Tulum. Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum, Quintana Roo, 2023.

SUBSIDENCIA

Se trata de descensos lentos y paulatinos de la superficie. En el municipio de Tulum el fenómeno de subsidencia es favorecido por el adelgazamiento de la superficie terrestre y el flujo de corrientes subterráneas. Se identifican siete zonas como susceptibles al fenómeno de subsidencia: tres por disolución subterránea y cuatro por erosión.

Mapa 39. Susceptibilidad a subsidencias.



Fuente: Municipio de Tulum. Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum, Quintana Roo, 2023.

Sobre las zonas de subsidencia por disolución, se identificaron cerca del litoral y sobre los sistemas de ríos subterráneos, de la misma manera se localizan áreas de inundación y suelos compuestos de areniscas. Asimismo, se observó que las zonas de disolución corresponden a donde se concentra la red de drenaje y suelos compuestos de caliza con elementos geológicos, como los lineamientos estructurales y fallas.

Por otro lado, las zonas identificadas con susceptibilidad a subsidencia por erosión subterránea se localizan al sureste, noreste, suroeste y noroeste del municipio.

AGRIETAMIENTO

Se trata de una ruptura longitudinal de las rocas, sin desplazamiento de las porciones que separa. Puede ser de origen tectónico y no tectónico (intemperismo, compactación, desprendimiento, deslizamientos, etc.).

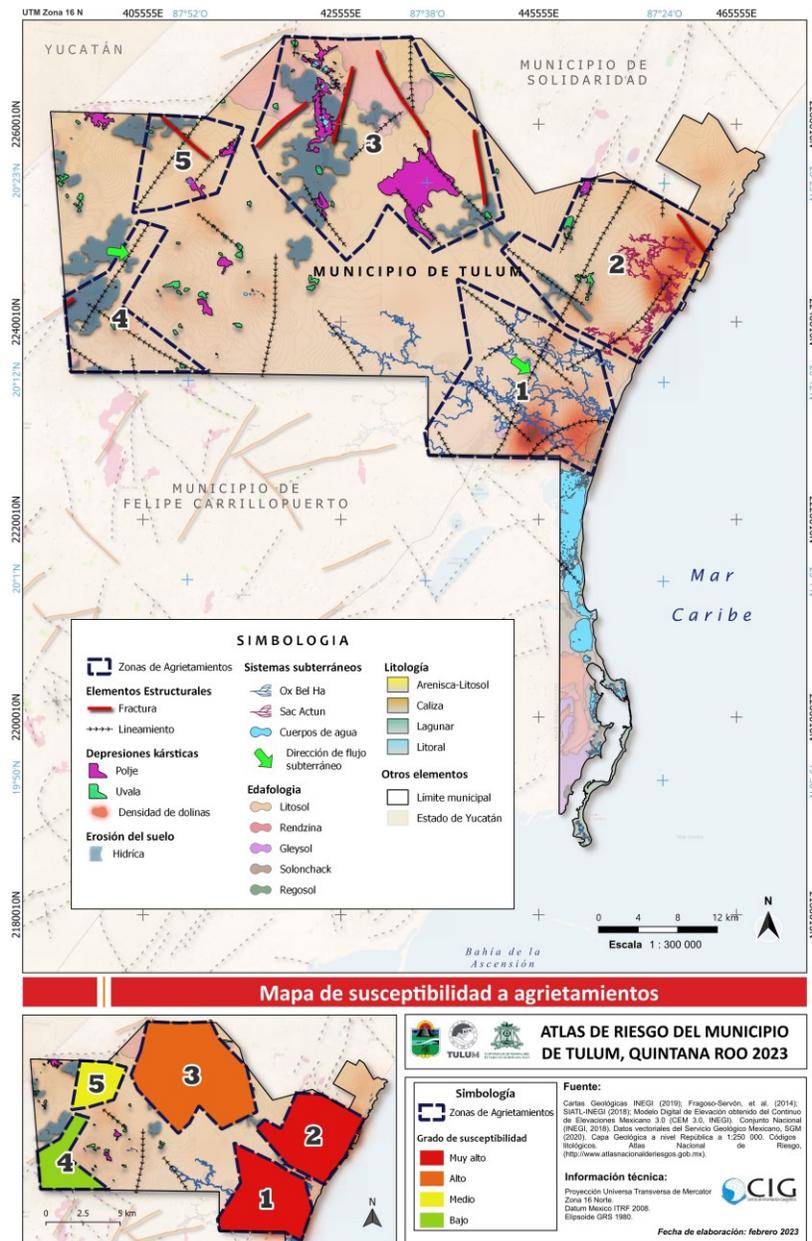
Se identificaron 5 zonas susceptibles de riesgo por agrietamiento. La primera se ubica al Sureste del municipio, donde existen sistemas de corrientes de agua subterráneas y una alta densidad de dolinas y gran longitud de lineamientos geológicos, con suelos de calizas-coquinas.

La segunda zona, contiene el sistema de ríos y cavernas subterráneas Sac Actun al Noreste del municipio, la cual también tiene una alta densidad de dolinas y además cuenta con areniscas y litosoles en su tipo de suelo, así como fracturas y lineamientos geológicos.

La tercera zona, se localiza al centro norte del municipio, contiene la mayoría de las fracturas identificadas en el municipio, áreas extensas de erosión hídrica y poljes, así como lineamientos geológicos.

Las zonas cuatro y cinco, cuentan con extensos lineamientos geológicos, fracturas y zonas de erosión hídrica.

Mapa 40. Susceptibilidad a agrietamientos.



Fuente: Municipio de Tulum. Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum, Quintana Roo, 2023.

SEQUÍAS

Se trata de un fenómeno que consiste en la pérdida de humedad anormal y expansiva. En el municipio de Tulum la amenaza de sequía no representa un gran peligro. Sin embargo, los episodios de sequía severa deben tomarse en cuenta y cruzarse con información de incendios en el territorio. El periodo de secas puede variar de enero a junio y el húmedo de julio a diciembre. Respecto a la distribución de las zonas húmedas, se identifican entre la zona norte, este, centro y noreste.

CICLONES TROPICALES

Son fenómenos hidrometeorológicos en forma de una tormenta de rápida rotación que se origina en los océanos. Tiene un centro de baja presión y nubes que se desplazan en espiral. Su diámetro varía entre los 200 a 500 km. Pueden generar vientos violentos, lluvias torrenciales, olas altas, mareas de tempestad e inundaciones costeras.

El municipio de Tulum es altamente vulnerable a los ciclones tropicales debido a su ubicación geográfica y su perfil costero, al igual que gran parte del territorio de Quintana Roo. Los datos históricos muestran un aumento en la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales en la región en las últimas décadas.

Los ciclones tropicales en municipio, son de intensidad significativa y trayectoria cambiante. En la zona sureste cada año se presenta al menos un fenómeno de categoría Depresión tropical. Por otro lado, El Índice de Peligro por Ciclones Tropicales establece un peligro Muy alto para la ciudad de Tulum y sus alrededores, al norte hasta Caleta Tankah y al oeste hasta la localidad de Francisco Uh May. El nivel I de peligro, decrece alejándose de la costa hasta Muy bajo para localidades de Cobá o Chanchen I.

INCENDIOS FORESTALES

Este fenómeno ocurre cuando el fuego se extiende de manera descontrolada afectando la cobertura vegetal natural. En México se presentan dos temporadas de mayor incidencia, para las zonas centro, norte, noreste, sur y sureste del país inician en enero y concluye en junio.

Los incendios forestales en el municipio de Tulum están asociados principalmente a actividades agrícolas, cazadores, quema de basureros, fumadores y fogatas. El mayor riesgo se presenta sobre un tramo de la carretera que se dirige de Tulum hacia la localidad de Macario Gómez. Así como también sobre el camino de terrecería que lleva hacia la localidad de Punta Allen afectado la vegetación de dunas costeras y manglar que están dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

La región con bajo riesgo de incendios forestales se encuentra al oeste del municipio, en los alrededores de Sahcab Mucuy, Chanchen Primero, Hondzonot, Yaxché y Chanchén Palmar.

INUNDACIONES POR LLUVIAS EXTREMAS

Son eventos en los que el agua de lluvia acumulada supera la capacidad de drenaje de un área determinada. Ocurren cuando se producen fuertes precipitaciones concentradas en una zona, y el suelo no puede absorber o evacuar toda el agua de manera eficiente haciendo que el agua se empiece a acumular. Entre las causas de esta acumulación se encuentra la impermeabilización del suelo, falta de infraestructuras de drenaje o la obstrucción de los sistemas de drenaje. También existen inundaciones costeras, que suceden por la elevación inusual del nivel del mar, provocando que el agua penetre a tierra firme.

En el municipio de Tulum, se identifican tres zonas con algún nivel de peligro de inundación. Una al oeste del límite municipal, colindante con el estado de Yucatán. Otra en la parte central del municipio, desde la comunidad de Cobá hacia el sur. La última al este del límite municipal, cercana a la costa, inicia al norte en una zona de humedales y continua hacia el sur hasta la laguna La Unión y la mancha urbana de la ciudad de Tulum.

Las regiones de mayor peligro por inundación se encuentran fuera de las zonas habitadas, a excepción de las localidades de Cobá y San Juan. Para la ciudad de Tulum, se identifica que al centro de la localidad y al norte de la carretera federal (Av. Tulum) se encuentran la mayor parte de las zonas de inundación

7.4 SUBSISTEMA ECONÓMICO

El subsistema económico se enfoca en comprender la estructura y el funcionamiento territorial a través del análisis de variables e indicadores clave que reflejan la dinámica económica de la región. Este análisis abarca aspectos como las variables económicas por sector de actividad, las potencialidades productivas de la región, los centros y corredores económicos, el mercado laboral y las características de la población en edad de trabajar.

7.4.1 PANORAMA ECONÓMICO

7.4.1.1 ACTIVIDAD ECONÓMICA

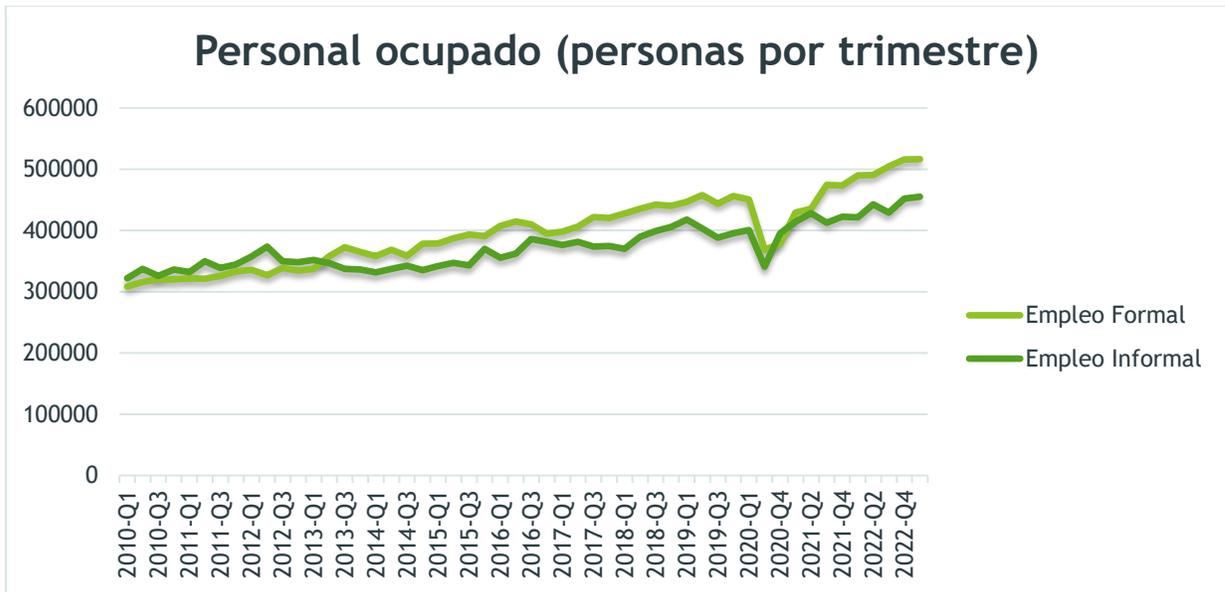
El personal ocupado comprende a todas las personas que trabajaron durante el periodo de referencia dependiendo contractualmente o no de la unidad económica, sujetas a su dirección y control.

En el estado para el año 2022 se contabilizaron 967,707 personas ocupadas entre el sector formal y el informal. El promedio de sueldo en el sector formal para el último trimestre del 2022 fue de \$7,686.69 y en el sector informal \$5,352.18.

Los últimos datos que se cuentan del municipio, en el 2013 se contaban con 14,550 personal ocupado, lo que representaba el 4.2% del personal ocupado total en el estado con un valor censal bruto de 858,747 (INEGI, 2014).

El porcentaje según sexo en el mismo año fue de 63.8% masculino y 36.2% femenino.

Figura 64: Personal ocupado Quintana Roo 2010-2022.



Fuente: Data México. Tulum.

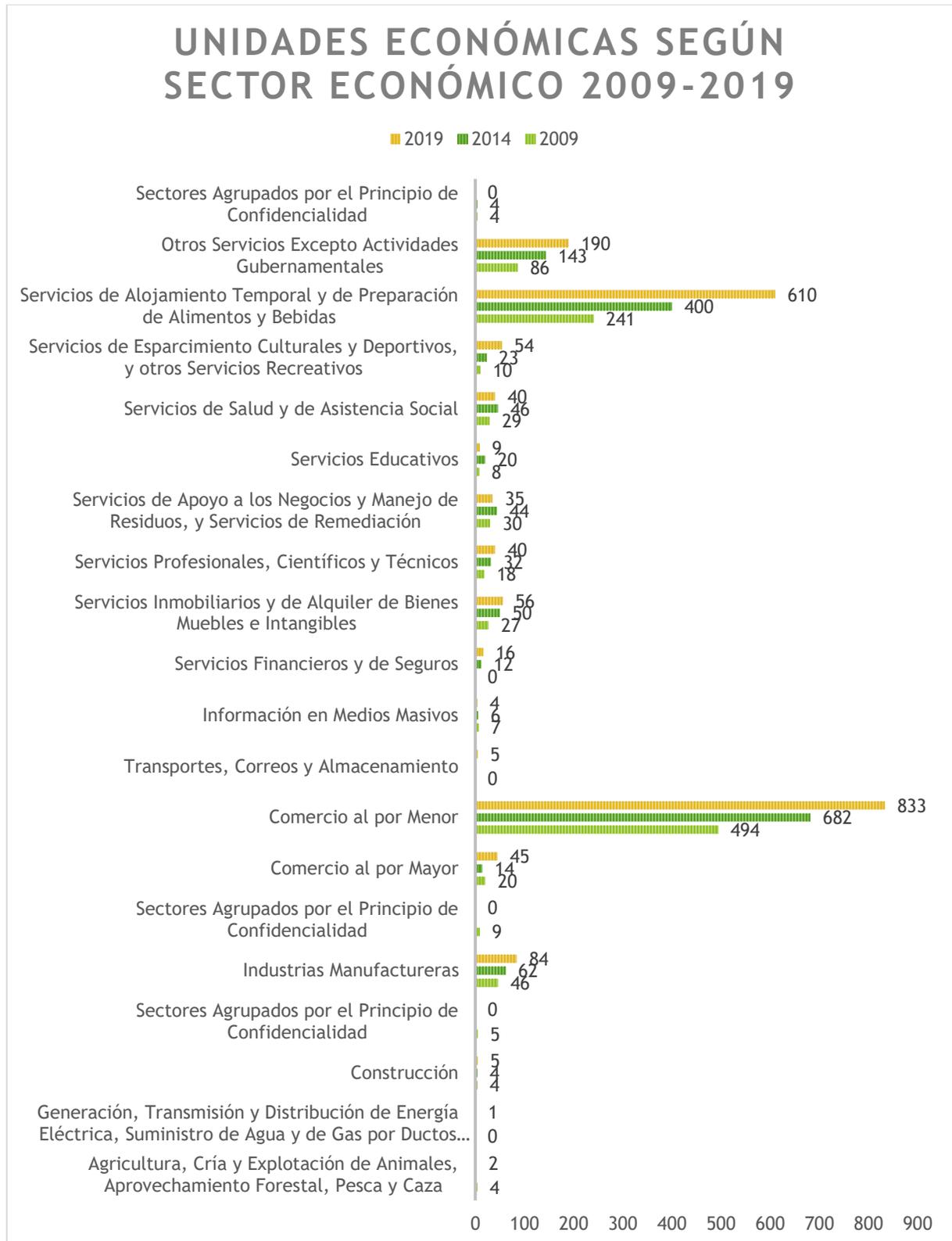
Figura 65: Sueldos por trimestre (Quintana Roo) 2010-2023.



Fuente: Data México. Tulum.

La actividad económica en el municipio está concentrada en el comercio al por menor y Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas.

Figura 67: Unidades económicas según sector económico 2009-2019.



Fuente: Censo Económico 2019, 2014 y 2009. DENEU.

Tabla 29: Principales sectores comerciales - unidades comerciales.

| Sector ID | Sector | 2009 | 2014 | 2019 |
|-----------|---|------|------|------|
| 46 | Comercio al por Menor | 494 | 682 | 833 |
| 72 | Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas | 241 | 400 | 610 |
| 81 | Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales | 86 | 143 | 190 |

Fuente: Censo Económico 2019, 2014 y 2009. DENU.

7.4.2 VOCACIONES PRODUCTIVAS REGIONALES

En el municipio, el turismo se concentra en la capital y en los alrededores de los atractivos naturales y arqueológicos. En el resto del municipio, sobre todo en las zonas de comunidades mayas se desarrolla la producción de miel, en el 2012 se contabilizaron 7,200 colmenas con un valor comercial de \$8 640 miles de pesos.

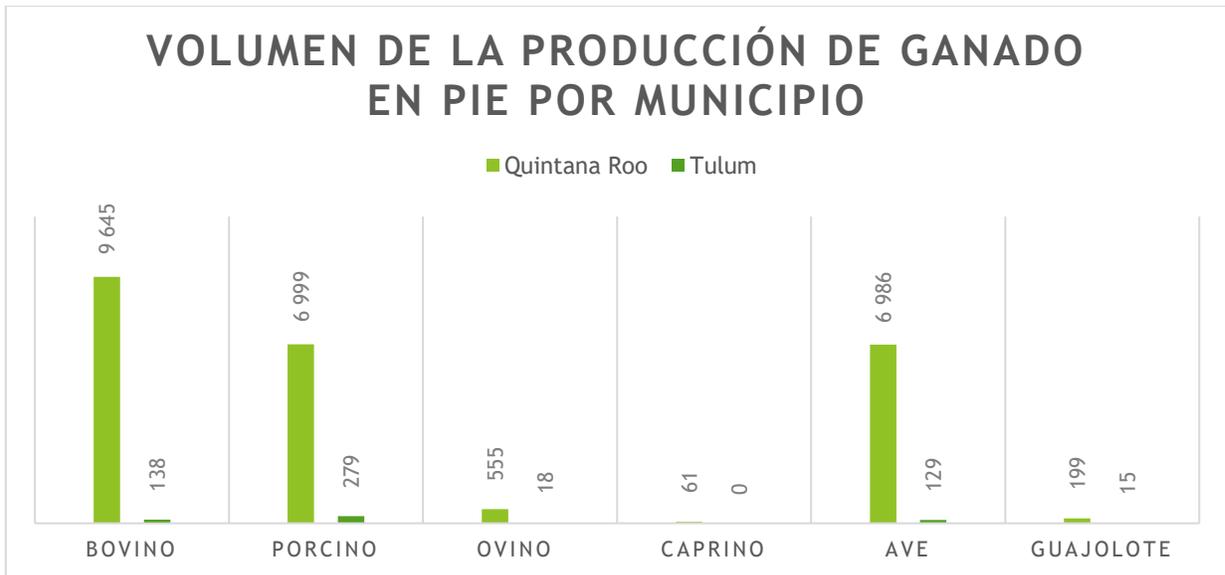
Figura 68: Volumen y valor de producción de miel y cera en greña (2012).

| | Volumen de la producción de miel (Toneladas) | Valor de la producción de miel (Miles de pesos) | Volumen de la producción de cera en greña (Toneladas) | Valor de la producción de cera en greña (Miles de pesos) |
|-------|--|---|---|--|
| Tulum | 135 | 3 352 | 4 | 203 |

Fuente: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx (2 de julio de 2012).

Existe una pequeña producción de ganado en el interior de municipio, principalmente ganado porcino para autoconsumo.

Figura 69: Volumen de la producción de ganado en pie por municipio 2011.



Fuente: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx (2 de julio de 2012).

Tabla 30: Valor de la producción de ganado en pie por municipio según especie 2011 (miles de pesos).

| Valor de la producción de ganado en pie por municipio según especie 2011 (miles de pesos) | | | | | | | |
|---|--------|--------|---------|-------|---------|-------|-----------|
| | Total | Bovino | Porcino | Ovino | Caprino | Ave | Guajolote |
| Tulum | 12 143 | 2 272 | 6 393 | 509 | 0 | 2 485 | 483 |

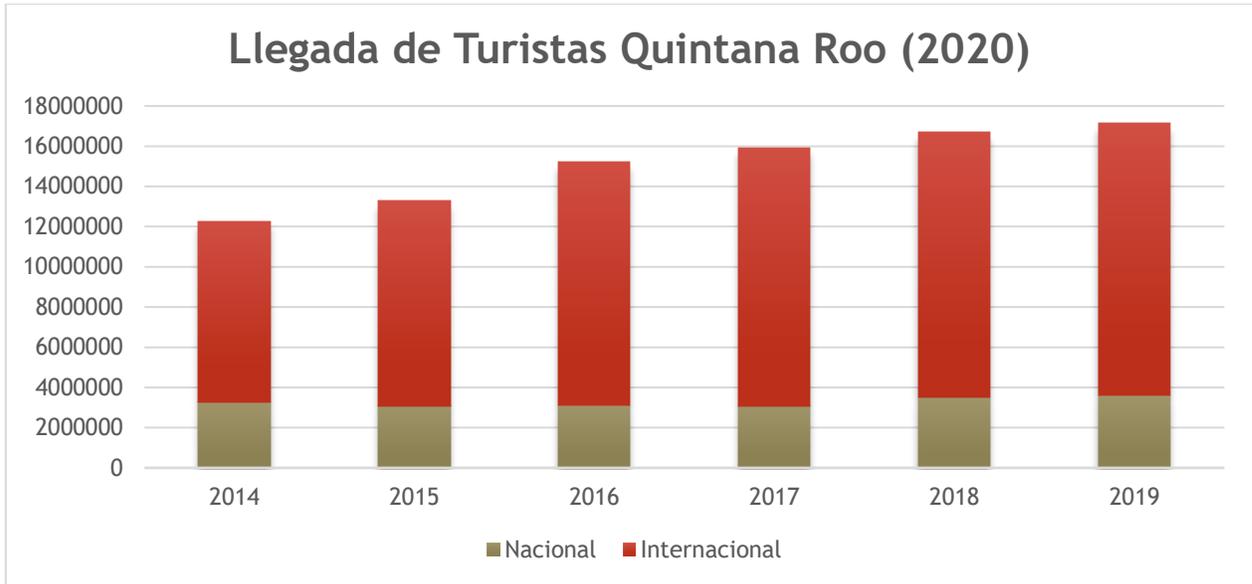
Fuente: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx (2 de julio de 2012).

En el Censo Económico del 2019 el valor de la producción de ganado y agrícola para el municipio es 0.

7.4.2.1 ESPECIALIZACIÓN ECONÓMICA

El turismo es el sector económico más importante en la región. La Riviera Maya registró 3,264,826 turistas en el año 2018, con una derrama económica de 86,984 MDP (FONATUR, 2020).

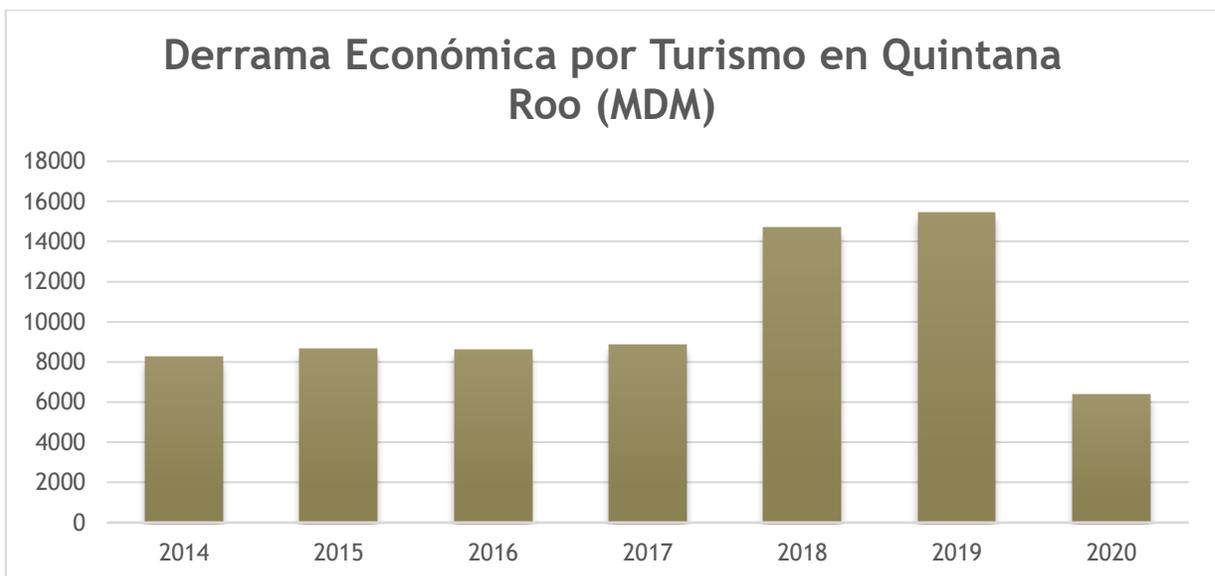
Figura 70: Llegada de turistas a Quintana Roo 2020.



Fuente: Secretaría de Turismo.

Tulum es uno de los destinos turísticos más importantes en la zona. El turismo ha contribuido al desarrollo de la zona con la inyección de capitales privados al desarrollo hotelero, desde grandes hoteles con la modalidad todo incluido, hasta pequeños hoteles boutique. Estos hoteles han creado empleos y el desarrollo de toda una industria de servicios en apoyo turístico como restaurantes, tiendas, abastecimiento y atracciones turísticas, entre otros. Del total de visitantes extranjeros que viajaron a México, el 47.54% tuvo como destino Quintana Roo.

Figura 71: Derrama económica por turismo en Quintana Roo (MDM) 2014-2020.

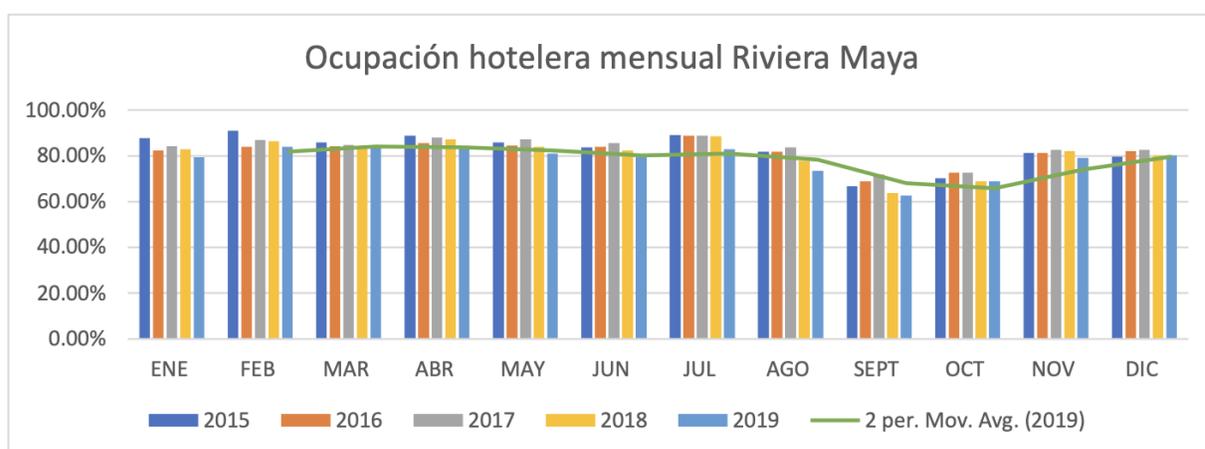


Fuente: Secretaría de Turismo.

La consolidación de Tulum como destino turístico de renombre internacional ha sido posible por la riqueza natural de la zona con playas, cenotes, ríos subterráneos, flora y fauna nativa; el crecimiento de la actividad turística; y el desarrollo y modernización de infraestructura de servicios, conectividad y accesibilidad para el turista; que ha atraído inversión importante en la zona.

La ocupación hotelera es un indicador estadístico que nos permite observar el movimiento turístico en el estado. Para la Riviera Maya, la ocupación hotelera es en promedio del 79.8% anual. La estadía de turistas nacionales es de 3.1 días mientras que la de turistas extranjeros es de 5.8%.

Figura 72: Ocupación hotelera mensual Riviera Maya.



Fuente: Barómetro Riviera Maya 2020.

Tabla 31: Ocupación hotelera en Riviera Maya, al 16 de marzo 2020.

| Ocupación hotelera diaria de la Riviera Maya | |
|--|--------------------------|
| Indicador. | Porcentaje de ocupación. |
| Riviera Maya: | 67.5% |
| Variación respecto a 2019: | -4.4% |
| Promedio al 16 de marzo 2020: | 78.8% |

Fuente: (SEDETUR, 2020).

De acuerdo con información de DATATUR el perfil del turista que visita Tulum tiene las siguientes características:

- Edad, entre 20 a 39 años
- La estancia promedio es de 6.6 días
- Los visitantes llegan en grupos de 2.5 personas
- El 47.9% de los visitantes regresan a la región

- La principal razón para escoger el destino es la recomendación de familiares o amigos

Según datos proporcionados por DATATUR, el perfil del turista que visita Tulum muestra ciertas características distintivas. En primer lugar, se observa que la mayoría de los turistas que llegan a este destino son extranjeros, representando aproximadamente el 80% de los visitantes. Entre los turistas internacionales, se destaca la presencia de turistas provenientes de Estados Unidos, Canadá y países europeos, como Reino Unido, Francia y Alemania.

Además, se evidencia que Tulum atrae a un segmento de turistas de alto poder adquisitivo. Según los datos, alrededor del 65% de los visitantes que llegan a este destino se alojan en hoteles de categoría superior o resorts boutique de lujo. Este segmento de turistas busca experiencias exclusivas, servicios personalizados y una atención de calidad durante su estancia en Tulum.

Asimismo, el perfil del turista que visita Tulum muestra un fuerte interés en el turismo sostenible y en las actividades relacionadas con la naturaleza y el bienestar. Según las estadísticas, aproximadamente el 70% de los visitantes participan en actividades como el snorkel, el buceo en arrecifes de coral, la visita a cenotes y la práctica de yoga y meditación. Esta tendencia refleja el atractivo de Tulum como un destino que ofrece experiencias en contacto con la naturaleza y enfocadas en el bienestar físico y emocional.

INFRAESTRUCTURA HOTELERA

Según los datos actuales de DATATUR, la infraestructura hotelera en Tulum ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. Este destino turístico ha experimentado un auge en la construcción y apertura de nuevos hoteles y resorts, que se han convertido en parte integral de la atractiva oferta turística de la zona.

En la actualidad, se estima que Tulum cuenta con más de 400 establecimientos hoteleros, que van desde pequeños hoteles boutique hasta resorts de lujo. La mayoría de estos alojamientos se ubican a lo largo de la carretera principal que conecta el centro de Tulum con la playa, conocida como la Zona Hotelera. Esta área ha sido objeto de un rápido desarrollo, con la apertura de nuevos hoteles que ofrecen comodidades de alta calidad y diseños arquitectónicos cuidadosamente integrados con la belleza natural del entorno.

Se destaca que gran parte de la infraestructura hotelera en Tulum se basa en un enfoque ecológico y sustentable. Muchos hoteles han adoptado prácticas amigables con el medio ambiente, como el uso de energía renovable, sistemas de captación de agua de lluvia y materiales de construcción sostenibles. Asimismo, la mayoría de los establecimientos se integran en el entorno natural, ofreciendo acceso directo a las playas de arena blanca y respetando la vegetación y la fauna local.

La oferta hotelera en Tulum también se caracteriza por su diversidad. Además de los hoteles de lujo, existen opciones más accesibles, como hostales y cabañas, que atienden a viajeros con presupuestos más ajustados. Estos alojamientos ofrecen una experiencia más relajada y bohemia, capturando el espíritu alternativo y la conexión con la naturaleza que caracteriza a Tulum.

La infraestructura hotelera en el estado representa el 4.76% de los hoteles disponibles a nivel nacional, y el 12.81% de los cuartos.

El municipio tiene 158 establecimientos de hospedaje con un total de 2,250 cuartos, esto representa el 7.18% de la oferta estatal. La ocupación hotelera en promedio es del 79.8% anual.

Tabla 32: Estado de la oferta hotelera según su categoría (2020).

| | Estrellas | | | | | Sin categoría | Total |
|------------------|-----------|-------|-----|-----|-----|---------------|-------|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | |
| Establecimientos | 14 | 12 | 26 | 5 | 4 | 95 | 185 |
| Cuartos | 3,939 | 1,163 | 780 | 155 | 125 | 2,088 | 8,250 |

Fuente: INEGI, Anuario estadístico de Quintana Roo 2020.

Para cubrir las necesidades de los visitantes existe toda una industria complementaria de servicios para el turismo, que incluye restaurantes, lugares de entretenimiento, agencias de viajes, parqueas acuáticos, alquiler de automóviles y campos de golf, entre otros. A continuación, se muestran los servicios disponibles en el municipio.

Tabla 33: Servicios alimentarios en Tulum (2020).

| | Tulum | Estado |
|--|------------|-------------|
| Restaurantes | 140 | 1793 |
| Servicios de preparación de otros alimentos para consumo inmediato | 5 | 158 |
| Cafeterías, fuentes de sodas, neverías, refresquerías y similares | 12 | 320 |
| Centros nocturnos, discotecas y similares | 5 | 61 |
| Bares, cantinas y similares | 9 | 227 |
| Total | 171 | 2559 |

Fuente: Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado. Dirección de Planeación, Estadística e Informática; Departamento de Estadística. Con base en INEGI. Dirección General de Estadísticas Económicas. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). www.inegi.org.mx (Enero de 2022).

Tabla 34: Servicios auxiliares al turismo (2020)

| | Tulum | Estado |
|--|------------|-------------|
| Agencias de viajes y servicios de reservaciones (DENUE) /a | 16 | 428 |
| Parques acuáticos y balnearios (DENUE) | 0 | 34 |
| Alquiler de automóviles sin chofer (DENUE) | 11 | 261 |
| Campos de golf (DENUE) | 1 | 13 |
| Centros de convenciones que prestan servicios relacionados con el turismo | 4 | 51 |
| Centros de enseñanza turística que prestan servicios relacionados con el turismo | 0 | 22 |
| Guías de turistas | 0 | 0 |
| Módulos de auxilio turístico que prestan servicios relacionados con el turismo | 4 | 64 |
| Transporte turístico por tierra, agua y otro tipo (DENUE) | 2 | 44 |
| Tiendas de artesanías (DENUE) | 136 | 1365 |
| Otros servicios recreativos prestados por el sector privado (DENUE) | 11 | 146 |
| Total | 185 | 2428 |

Fuente: Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado. Dirección de Planeación, Estadística e Informática; Departamento de Estadística. Con base en INEGI. Dirección General de Estadísticas Económicas. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). www.inegi.org.mx (Enero de 2022).

7.4.3 ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL MUNICIPIO

Como se ha mencionado en los apartados anteriores, la principal actividad económica actual del municipio es el turismo y los servicios relacionados a este sector. Notablemente el comercio al por menor, los servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas. Sin embargo, derivado de lo mencionado en los talleres de participación ciudadana y las aptitudes del territorio, existen actividades potenciales para el desarrollo económico del municipio. A continuación, se describirá el análisis de los diferentes sectores.

SECTOR AGRÍCOLA

El Censo Económico del 2019 muestra que el valor de la producción agrícola es de 0. La agricultura que se desarrolla en el municipio es temporal y de baja escala, para autoconsumo y comercio local. Debido al clima y la tierra, se puede cultivar maíz, frijol, chile habanero, camote, calabaza, hortalizas y hojas verdes, principalmente.

En años anteriores ha habido comercio de productos agrícolas, principalmente chile verde, frijol y tomate rojo. En el Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo 2015 se identificaron los siguientes valores:

Tabla 35: Volumen y valor de la producción agrícola por tipo de cultivo según disponibilidad de agua (año agrícola 2014) Municipio de Tulum

| | Volumen (toneladas) | | | Valor (Miles de pesos) | | |
|--------------------|---------------------|-------|----------|------------------------|-------|----------|
| | Total | Riego | Temporal | Total | Riego | Temporal |
| Chile verde | 12 | 12 | 0 | 527 | 527 | 0 |
| Frijol | 64 | 0 | 64 | 954 | 0 | 954 |
| Tomate rojo | 13 | 13 | 0 | 532 | 532 | 0 |

Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo 2015

Estos datos nos indican el potencial de la tierra para el desarrollo agrícola. En los talleres de participación ciudadana se mencionó la falta de infraestructura y apoyo para el desarrollo más amplio de la actividad.

SECTOR APÍCOLA

Este sector es uno de los más productivos actualmente con una producción de miel en las comunidades mayas con un valor comercial de \$8,640 miles de pesos. Esta actividad se desarrolla en la zona desde la época prehispánica en la zona maya. Principalmente se trata de la abeja melipona que produce una miel característica de la región. También se pueden encontrar otras clases de abejas silvestres como la bool, muul, nade-cid-cabe y xii.

Para el año 2014 se identificaron los siguientes valores:

Tabla 36: Producción de miel y cera en Tulum 2014

| Producción de miel | Valor de la producción de miel | Volumen de la producción de cera | Valor de producción de cera |
|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 125.7 | 4263 | 3.74 | 187 |

Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo 2015

Uno de los mayores retos para este sector es la infraestructura, así como la facilidad para adquirir los insumos necesarios para el desarrollo de la actividad. En los últimos años, el municipio ha invertido en el apoyo de esta actividad con recursos para insumos y equipos para familias en comunidades como Chanchen, San Silverio, San Juan, Sahcabmucuy y Yaxche.

SECTOR ARTESANO

En las zonas turísticas existe la venta de artesanías que se producen en la zona y en el resto de la región. En la Zona Maya se fabrican productos de bejuco y madera. En Coba, se pueden encontrar prendas de vestir tejidas, vestidos y blusas bordados al estilo yucateco. También se pueden encontrar numerosos objetos ornamentales de cobre y joyas con piedras semi preciosas. En el pueblo de Francisco Uh May, las especialidades son los hipiles, la talla de madera y las hamacas.

SECTOR GANADERO

Existe una pequeña producción de ganado en el interior del municipio. Esta producción es de pequeña escala, principalmente para autoconsumo. El Censo Económico del 2019 muestra un valor de la producción de ganado de 0 para el municipio.

En años anteriores ha habido producción del sector ganadero. En el año 2014 se tuvo la siguiente producción:

Tabla 37: Producción de ganado año 2014 Municipio de Tulum

| | Total | Bovino | Porcino | Ovino | Caprino | Ave | Guajolote |
|----------------|-------|--------|---------|-------|---------|------|-----------|
| Volumen | | 69 | 53 | 5 | 0 | 48 | 8 |
| Valor | 4626 | 1407 | 1553 | 186 | 0 | 1147 | 334 |

Fuente: Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo 2015

SECTOR FORESTAL

El INEGI muestra el volumen de producción forestal para el 2017 en 0 para el municipio. En los talleres se resaltó la falta de asesoría técnica y acompañamiento de la actividad.

SECTOR MINERO

Actualmente no existe un aprovechamiento minero en el municipio, sin embargo, gran parte del suelo está formado por piedra caliza, la cual puede ser aprovechada. La caliza es una roca sedimentaria, que su composición es más de 50% de Carbonato de Calcio, especialmente Calcita y Aragonita. Se cree que ha existido más de 300 millones de años de la era precámbrica, es conocida como uno de los minerales más comunes presentes en la corteza terrestre. Debido a su dureza, es usado mayormente en la industria de la construcción.

SECTOR TURISMO Y ECOTURISMO

Este sector es el más desarrollado en el municipio sobre todo en la capital y las zonas cercanas a sitios arqueológicos y áreas naturales como cenotes y cavernas.

7.4.4 CENTRALIDADES ECONÓMICAS REGIONALES

7.4.4.1 CONCENTRACIÓN REGIONAL DE ACTIVIDADES PRIMARIAS

Este indicador concentra su atención, no tanto en la presencia territorial de las actividades primarias, sino en su grado de eficiencia productiva. La medición introduce la posibilidad de interpretar la importancia de las actividades primarias en los municipios de la región. Mientras mayor es la concentración municipal de la producción en cuestión, mayor es la posibilidad de existencia de tipos de agricultura comercial de alta tecnificación, aunque también puede ser sintomática de la existencia de la agricultura como única actividad viable en el territorio, relacionándose, por tanto, con una agricultura de subsistencia.

El cálculo de la concentración municipal de actividades primarias a partir de la suma de los valores de producción de la agricultura, la ganadería y la actividad forestal, así como de la producción bruta total del sector pesquero, utilizando la siguiente fórmula:

$$CMAP = \frac{VPA + VPP + VPF + PBTP}{PBTt} \times 100$$

En donde:

CMAP es la concentración municipal de actividades primarias;

VAP es el valor de la producción agrícola por municipio;

VPP es el valor de la producción pecuaria por municipio;

VPF es el valor de la producción forestal;

PBTP es la producción bruta total del sector pesca;

PBTt es la producción bruta total del municipio.

Para el municipio, con los últimos datos disponibles se obtiene el siguiente resultado:

$$CMAP = 0.00\%$$

En base a los datos disponibles, se sugiere una concentración muy baja de actividades primarias en el municipio de Tulum.

7.4.4.2 CONCENTRACIÓN REGIONAL DE ACTIVIDADES SECUNDARIAS

La concentración municipal de actividades secundarias se refiere a la proporción de la producción y las actividades económicas que pertenecen al sector secundario en un municipio específico. El sector secundario engloba las actividades industriales y de manufactura, como la transformación de materias primas en productos terminados o semielaborados. Estas actividades incluyen la fabricación, la construcción y la generación de electricidad, entre otras.

Para el cálculo de la concentración municipal de actividades secundarias, se utiliza la siguiente fórmula:

$$CMAS = \frac{PBTM + PBTIm + PBTEyA + PBTIc}{PBTt} \times 100$$

En donde:

CMAS es la concentración municipal de actividades secundarias;

PBTM es la producción bruta total de minería.;

PBTIm es la producción bruta total de industrias manufactureras;

PBTeyA la producción bruta total de electricidad y agua;

PBTIc es la producción bruta total de la industria de la construcción;

PBTt es la producción bruta total del municipio.

En el caso del municipio obtenemos el siguiente valor:

$$CMAS = \frac{0 + 92.249 + 0 + 19.91}{9618.215} \times 100$$

$$CMAS = 1.17\%$$

Si la concentración municipal de actividades secundarias es del 1.17%, significa que el valor total de la producción y las actividades económicas relacionadas con el sector secundario en ese municipio representa aproximadamente el 1.17% del valor total de la producción económica en ese lugar. En otras palabras, es una medida que indica cuánto peso tiene el sector secundario en la economía de ese municipio en comparación con otros sectores económicos.

Un valor del 1.17% indicaría una muy baja concentración de actividades secundarias en la economía municipal.

7.4.4.3 CONCENTRACIÓN REGIONAL DE ACTIVIDADES TERCIARIAS

Este indicador permite diferenciar los niveles de importancia económica de los municipios, en la medida que posee una alta correlación positiva con la concentración territorial de la población, ayudando a identificar los municipios que se desempeñan como lugares centrales dentro de la región.

Para el cálculo de la concentración municipal de actividades terciaria, se utiliza la siguiente fórmula:

$$CMAT = \frac{PBTTC + PBTC + PBTS}{PBTt} \times 100$$

En donde:

CMAT es la concentración municipal de actividades secundarias;

PBTTC es la producción bruta total del sector transporte y comunicaciones.; *P*

BTC es la producción bruta total del comercio;

PBTS la producción bruta total de los servicios;

PBTt es la producción bruta total del municipio.

En el municipio obtenemos los siguientes valores:

$$CMAT = \frac{537.522 + 1973.472 + 6967.199}{9618.215} \times 100$$

$$CMAT = 92.95\%$$

Una concentración municipal de actividades terciarias del 92.95% significa que el sector terciario tiene un papel extremadamente dominante en la economía de ese municipio con un valor muy alto. El sector terciario se refiere a las actividades relacionadas con los servicios, como el comercio, la educación, la salud, el turismo, la hostelería, la banca y otros servicios profesionales y administrativos.

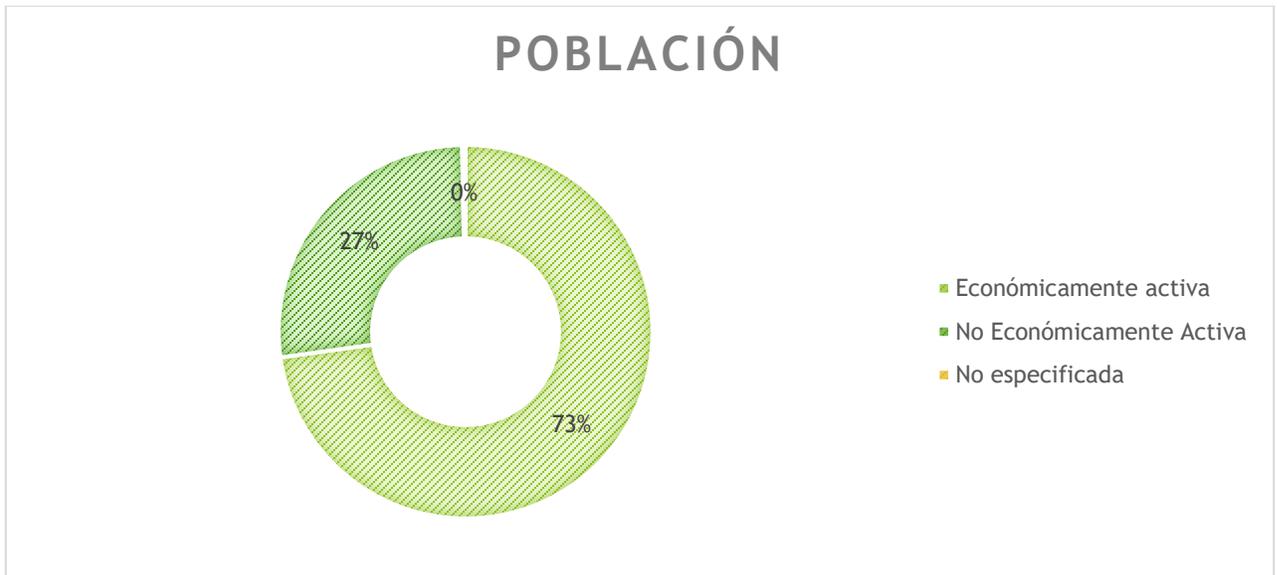
En este contexto, una concentración del 92.95% indica que aproximadamente el 92.95% del valor total de la producción económica en ese municipio proviene de actividades relacionadas con los servicios. Esto significa que las actividades de manufactura e industriales (sector secundario) y las actividades agrícolas, ganaderas y de pesca (sector primario) son relativamente menos significativas en comparación con las actividades de servicios.

7.4.5 CONDICIONES DEL MERCADO LABORAL

7.4.5.1 EMPLEO Y OCUPACIÓN

La Población Económicamente Activa son todas las personas en edad de trabajar, o contaban con una ocupación durante el período de referencia o no contaban con una, pero estaban buscando emplearse con acciones específicas.

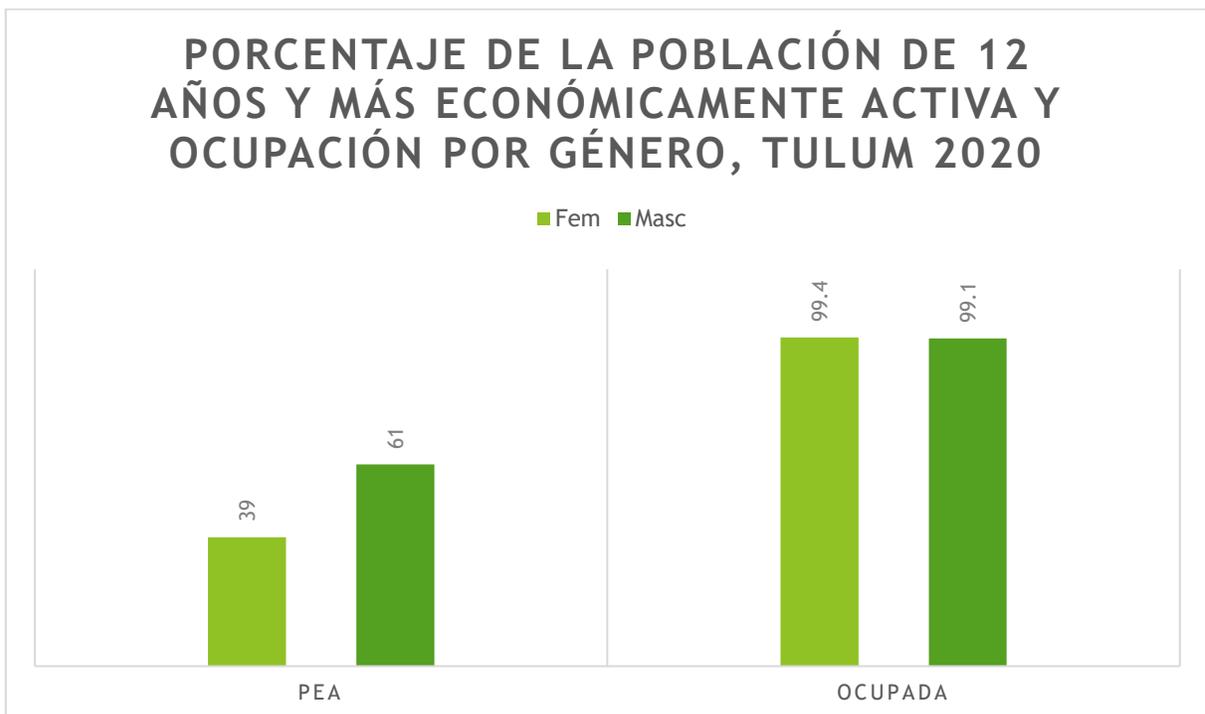
Figura 73: Población activa y no activa Tulum 2020.



Fuente: Censo 2020.

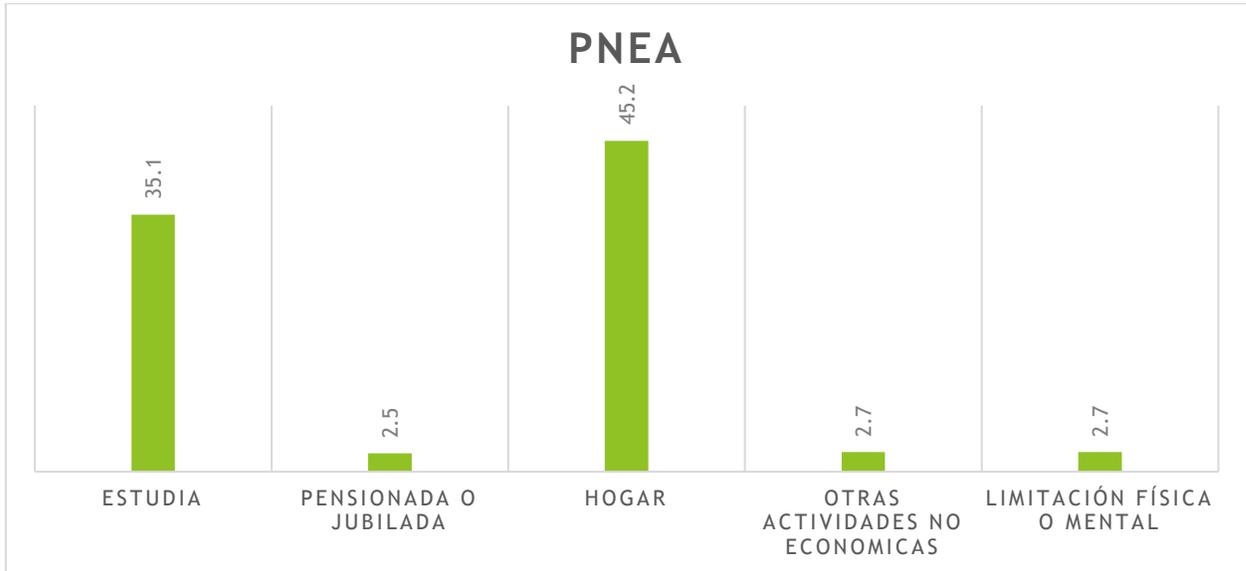
El 99.20% de la PEA se encontraba ocupada en el 2020. En el análisis por género podemos observar que más hombres que mujeres son parte de la PEA, sin embargo, el nivel de ocupación en ambos géneros es comparable.

Figura 74: Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa y ocupación por género (Porcentaje), Tulum, 2020.



Fuente: Censo 2020.

En relación a la población no económicamente activa, principalmente se encuentran en estos casos:



Fuente: Censo 2020.

7.5 SUBSISTEMA PATRIMONIO CULTURA Y BIOCULTURAL

El reconocimiento y análisis del subsistema histórico-cultural facilita la adecuación y orientación de acciones en consonancia con las formas de vida, expresiones culturales, cosmovisión y tradiciones de los pueblos y comunidades, tanto hombres como mujeres. Esto evita la implementación de medidas que puedan tener un impacto negativo en las áreas urbanas y rurales, promoviendo acciones que respeten y sean culturalmente coherentes, basadas en una comprensión amplia del territorio y el desarrollo regional.

Se busca identificar y valorar las circunstancias, influencias y manifestaciones de las concepciones culturales y políticas que afectan la estructura social, así como las decisiones y prácticas relacionadas con la ocupación y manejo del territorio en la región. También, se busca reconocer la diversidad cultural presente en el territorio, así como las distintas formas de organización, expresión y cosmovisión de los pueblos y comunidades indígenas en el país, con el objetivo de comprender cómo se producen y reproducen sus territorios a través de sus concepciones de desarrollo.

7.5.1 CONTEXTO HISTÓRICO

El municipio de Tulum, con una extensión de aproximadamente 1,619 kilómetros cuadrados, se encuentra ubicado en la región sureste de la península de Yucatán, bañado por las aguas cristalinas del Mar Caribe. Su ubicación estratégica hizo que la región fuera un importante punto de intercambio comercial y cultural para la civilización maya.

Los primeros asentamientos mayas en Tulum datan de alrededor del 2000 a.C., cuando pequeñas aldeas agrícolas comenzaron a florecer en la fértil tierra de la península. Con el tiempo, estas aldeas se convirtieron en centros urbanos más desarrollados, caracterizados por la construcción de templos, plazas, y pirámides que reflejaban la sofisticación arquitectónica y religiosa de los mayas.

La zona fue un importante foco de la cultura maya. El esplendor de Tulum llegó durante el período clásico maya (250 d.C. - 900 d.C.), cuando la ciudad se convirtió en un importante puerto marítimo y centro de comercio que conectaba a la civilización maya con otras culturas de Mesoamérica y el Caribe. Su privilegiada ubicación permitía el acceso al mar y a la red de rutas comerciales terrestres que cruzaban la península.

La ciudad de Tulum, rodeada por una muralla defensiva, sirvió como un punto estratégico para la observación astronómica y ceremonial. Los mayas adoraban a sus deidades y rendían culto al sol y la luna en impresionantes templos al borde de acantilados con vistas al mar.

Las ruinas arqueológicas de Tulum son de las más importantes en la región. Los edificios que se pueden apreciar en Tulum en la actualidad pertenecen al último período de la ocupación prehispánica en la península de Yucatán, específicamente el Posclásico Medio y Tardío, abarcando desde el año 1250 hasta 1550. Aunque existen indicios de que la ciudad pudo haber sido fundada en una época más antigua, posiblemente como una dependencia del cercano Tankah, la mayor evidencia arqueológica corresponde a esta última etapa.

Los estudios arqueológicos han confirmado que Tulum fue una de las principales ciudades mayas durante los siglos XIII y XIV. Su ubicación estratégica entre las provincias de Cochuah y Cozumel, así como su emplazamiento sobre la elevación más alta de la región y su eficiente sistema defensivo, convirtieron a Tulum en un asentamiento clave para el comercio y la explotación de los recursos marítimos en la costa de Quintana Roo. Es probable que Tulum haya sido una ciudad independiente, gobernada por sus propios líderes políticos, hasta que la llegada de los españoles en el siglo XVI la llevó a ser abandonada definitivamente.

La arquitectura de los primeros edificios de Tulum muestra elementos del estilo Puuc, aunque con particularidades propias. A diferencia de otras estructuras en la costa oriental de Quintana Roo, en Tulum no se utilizaron junquillos ni mosaicos, destacando en cambio los paramentos lisos que en su tiempo estuvieron adornados con hermosas pinturas murales, desafortunadamente perdidas con el paso del tiempo.

Desde el año 1200, la región de Tulum experimentó un importante crecimiento poblacional, lo que llevó al perfeccionamiento de un estilo constructivo propio que posteriormente se volvió muy característico. Hacia el año 1400, se desarrolló en el área el estilo conocido como "Costa Oriental", que se caracteriza por el uso de templos en miniatura, adoratorios dentro de adoratorios, construcciones con muros intencionalmente desplomados y palacios con columnatas y techos planos, en lugar de las tradicionales cubiertas abovedadas.

La decoración de los edificios de Tulum incluye nichos sobre los dinteles de las puertas, que generalmente albergan representaciones en estuco de dioses descendentes. Las pinturas murales de Tulum son extremadamente complejas en su ejecución y contenido religioso, con figuras humanas y animales presentadas de perfil y objetos representados de frente. Los investigadores sugieren que estas pinturas tienen un fuerte contenido simbólico relacionado con temas cosmogónicos y que los santuarios de Tulum podrían haber estado dedicados a rituales cosmogónicos y de comercio a larga distancia.

El nombre de Tulum, que se traduce al español como "muralla", "cerco" o "palizada", hace referencia a la muralla que aún se conserva y delimita el conjunto monumental. Este nombre parece haber sido empleado cuando la ciudad ya se encontraba abandonada y en ruinas.

A nivel regional, la Liga de Mayapán fue una confederación política y militar formada por diversas ciudades-Estado mayas en la península de Yucatán durante el período posclásico tardío, aproximadamente entre los siglos XII y XV d.C. Su nombre proviene de la ciudad de Mayapán, que se convirtió en el centro político y religioso de la liga.

La Liga de Mayapán fue una alianza de ciudades que buscaba mantener una estabilidad política y social en la región, así como garantizar la seguridad frente a amenazas externas. Las ciudades que formaban parte de la liga acordaban compartir recursos, establecer alianzas matrimoniales entre las élites y colaborar en defensa y guerra.

Durante su apogeo, la liga estuvo liderada por una nobleza gobernante que residía en Mayapán y que ejercía cierto grado de control sobre las ciudades aliadas. Sin embargo, cada ciudad conservaba su autonomía interna y su propio sistema de gobierno.

La desintegración de la Liga de Mayapán ocurrió hacia finales del siglo XV, debido a conflictos internos y rivalidades políticas entre las ciudades aliadas. Un evento clave en la desintegración fue el llamado "Cisma de Mayapán" en 1441, cuando dos facciones rivales, lideradas por las ciudades de Uxmal y Chichen Itzá, se enfrentaron por el control de la liga. Esta lucha interna debilitó la cohesión de la confederación.

La desintegración de la Liga de Mayapán marcó el inicio de un período de fragmentación política en la península de Yucatán, conocido como el "Período de los Estados Guerreros". Durante este tiempo, las ciudades-Estado mayas lucharon entre sí por el control de recursos y territorios, y surgieron nuevos centros de poder en la región.

Después de la desintegración total de la Liga de Mayapán a partir del año 1194 la península de Yucatán se fragmentó en 16 jurisdicciones independientes llamadas Kuchkabal. La zona que actualmente conforma el municipio de Tulum pertenecía a la jurisdicción llamada Ekab.

En la época prehispánica, las jurisdicciones mayas, conocidas como kuchkabal, estaban organizadas en torno a familias o linajes. Cada kuchkabal tenía una ciudad principal donde vivía el Halach Uinik, el líder supremo, encargado de asuntos militares, judiciales y políticos. Bernal Díaz del Castillo y Francisco López de Gómara se refirieron a él como calachiones o calachunis. Cada kuchkabal incluía varios batabil o municipios, gobernados por batabs, quienes obedecían al Halach Uinik y, a menudo, eran parientes suyos. El batab se encargaba de reunirse con las unidades residenciales (kuchkteel) para resolver asuntos importantes de gobierno. Los consejos de batabil estaban integrados por representantes de las familias (ah k'ul) y los nombrados por el batab (ah kuch kob). Además de sus funciones políticas, el Halach Uinik también tenía un papel religioso, siendo el sumo sacerdote de la jurisdicción.

No todas las jurisdicciones seguían este esquema político y militar; algunas funcionaban con un consejo de batabs. En la jurisdicción de Ekab, se piensa que uno de los batabs de la isla de Cozumel ejerció mayor influencia debido a la importancia comercial y religiosa de la isla.

El doctor Tsubasa Okoshi Harada de la UNAM sugiere que la extensa región de Ekab estaba formada por un conjunto de batabs pertenecientes a un mismo linaje, lo que daba cohesión política al territorio. Se han identificado tres pequeños kuchkabal en Ekab, incluyendo el de Cozumel, que controlaba poblaciones propias y de Xaman Há, así como el de Conil, con control de 5 poblaciones de la isla de Holbox. Sin embargo, se desconoce la ubicación y extensión exacta del tercero, llamado Belma.

Sobre las tribus que habitaban Ekab, se tienen pocos datos y aún es tema de investigación para los antropólogos actuales. En el período clásico, los itzáes y los cocomes habitaron Cozumel. Se cree que el norte de Ekab estaba habitado por los cocomes en el siglo XVI, pero Jerónimo de Aguilar relata que el cacique de los putunes de Chactemal tenía influencia en la parte sur de la jurisdicción.

La jurisdicción de Ekab estaba ubicada en la zona noreste de la península de Yucatán, correspondiente al actual estado de Quintana Roo. Limitaba al oriente con el mar Caribe, al norte con el Golfo de México, al occidente con las jurisdicciones de Chikinchel, Tazes, Kupul y Cochuah, y al sur con Uaymil.

Dada su ubicación costera, Ekab fue importante para la navegación y el comercio marítimo, y se construyeron asentamientos costeros que facilitaban la navegación y el intercambio comercial. Algunos asentamientos también se encontraban tierra adentro en la jurisdicción. La región que abarca la actual Riviera Maya correspondía a la antigua región de Ekab.

El declive de la civilización maya en Tulum y en otros sitios importantes de la península coincidió con el colapso de las ciudades mayas del período clásico. Aunque las razones exactas siguen siendo objeto de debate, factores como el agotamiento de los recursos naturales, conflictos internos y cambios climáticos podrían haber contribuido a este proceso.

Con la llegada de los conquistadores españoles a principios del siglo XVI, la región de Tulum fue testigo de episodios de conquista y colonización que transformaron profundamente la vida de sus habitantes. Los mayas resistieron valientemente, pero la superioridad tecnológica y militar de los españoles eventualmente llevó a la caída de las ciudades mayas y al establecimiento del dominio español.

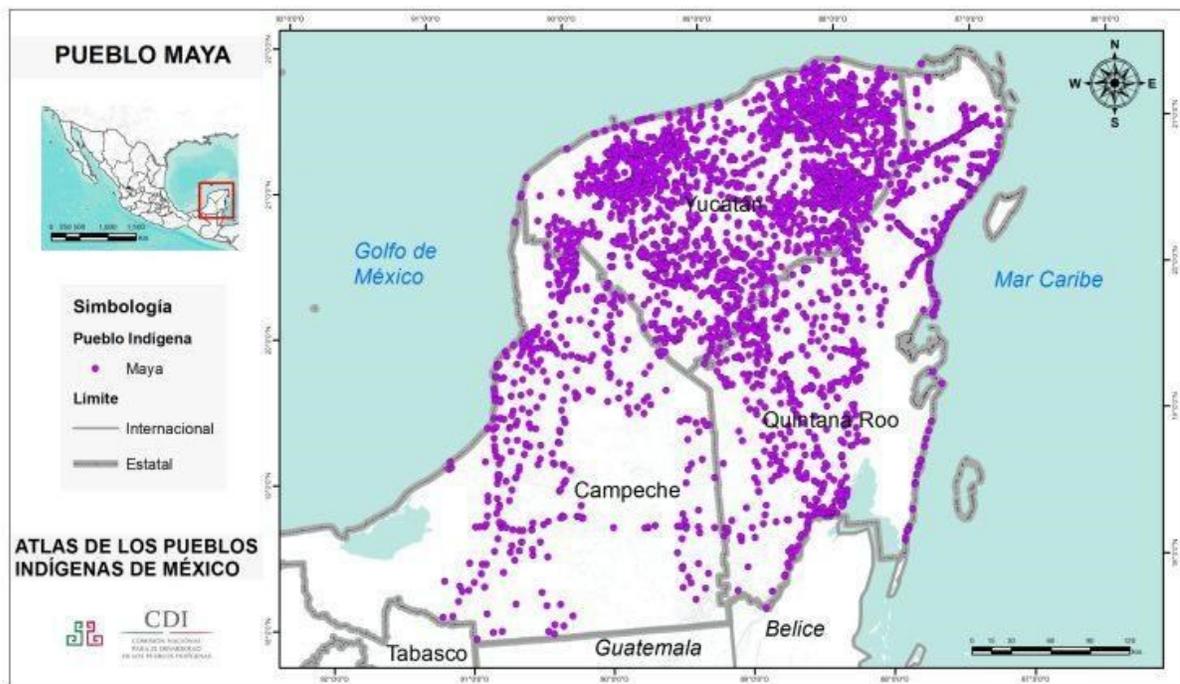
La colonización europea introdujo un sincretismo cultural, donde elementos de las culturas indígenas y europeas se mezclaron para dar origen a una nueva identidad. Esta fusión cultural se puede apreciar en la arquitectura, la religión, y la gastronomía de la región.

Hoy en día, la región de Tulum es un vibrante mosaico cultural. Las comunidades indígenas, como los mayas, han preservado sus tradiciones, idiomas y prácticas culturales, manteniendo viva su herencia ancestral. Además, las comunidades afro mexicanas, descendientes de los esclavos africanos traídos durante la época colonial, también han contribuido significativamente a la diversidad cultural de la región.

7.5.2 ANÁLISIS ÉTNICO-CULTURAL: PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS Y AFROMEXICANAS

Toda la península de Yucatán es cuna de nacimiento y hogar de la cultura maya.

Figura 75: Mapa de pueblos mayas.



Fuente: Atlas de los pueblos indígenas de México.

El pueblo indígena maya habita en la península de Yucatán, que comprende los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, situados en el sureste de México. Esta región presenta características geográficas diversas: en el norte predominan las superficies calcáreas con cenotes formados por agua filtrada al subsuelo; en el sur, se encuentran selvas tropicales con una variada flora y fauna; y en Quintana Roo, hay selvas bajas, selvas medianas, manglares, lagunas y ríos.

En la época prehispánica, los mayas construyeron centros cívicos-ceremoniales rodeados de viviendas semidispersas, pero estos centros desaparecieron debido a conflictos y enfrentamientos entre linajes. En el siglo XV, se conformó un gobierno confederado integrado por los señores sobrevivientes, y posteriormente, la región se dividió en un sistema de capitales, como Calkiní, Motul, Sotuta, Chetumal y Cozumel, entre otras, que ejercían el gobierno.

La estructura política, social y económica se dividía en linajes, gobernantes, mercaderes, agricultores ricos, seguidos por los maceguales, que eran artesanos, agricultores y pescadores, quienes pagaban tributos.

La llegada de los españoles en 1517 y la posterior conquista en 1546, marcó un periodo de abuso, maltrato y opresión. Surgieron manifestaciones de rebelión que se extendieron por más de cien años. Durante la colonia, se vivieron epidemias y situaciones de despojo de tierras.

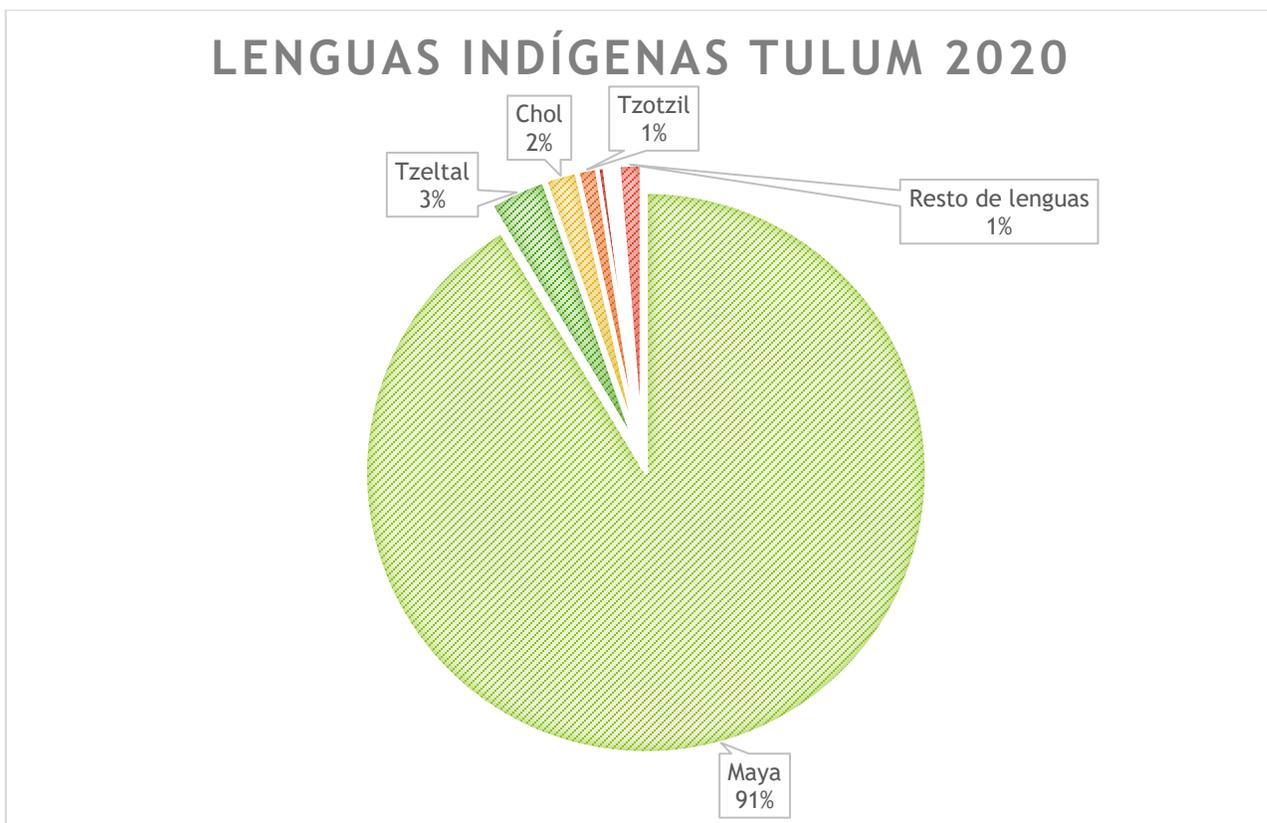
En la actualidad, la organización social incluye unidades residenciales con grupos domésticos y familias nucleares, con complejas relaciones de cooperación entre parientes afines. Existen también autoridades tradicionales en algunas regiones que mantienen una estructura militar y religiosa, relacionada con el culto a la cruz.

La visión del mundo maya está estrechamente vinculada al cultivo del maíz, y se llevan a cabo diversos rituales y ofrendas relacionados con esta actividad y con elementos del cristianismo. El pueblo maya se dedica principalmente a la agricultura, con cultivos de maíz, frijol, calabaza y en algunos casos, cítricos, henequén, flores y hortalizas para fines de comercialización. También realizan actividades como apicultura, pesca, extracción de sal, recolección de plantas silvestres, entre otras.

Actualmente, muchos mayas han ingresado al ámbito profesional y se han insertado en diversas actividades económicas y sociales en las principales ciudades del país. La cultura y tradiciones mayas siguen siendo una parte importante de su identidad y contribuyen a la riqueza cultural y diversidad de la península de Yucatán.

En el municipio, 10,928 personas de 5 años y más hablan alguna lengua indígena. De la población de 5 años y más el 5.4% son monolingüistas hablantes de una lengua indígena. La lengua más común es el maya, pero también se pueden encontrar hablantes de otras lenguas como se muestra en la siguiente figura:

Figura 76: Lenguas indígenas 2020 Tulum.



Fuente: Censo 2020.

En el municipio podemos encontrar las siguientes localidades y comunidades mayas:

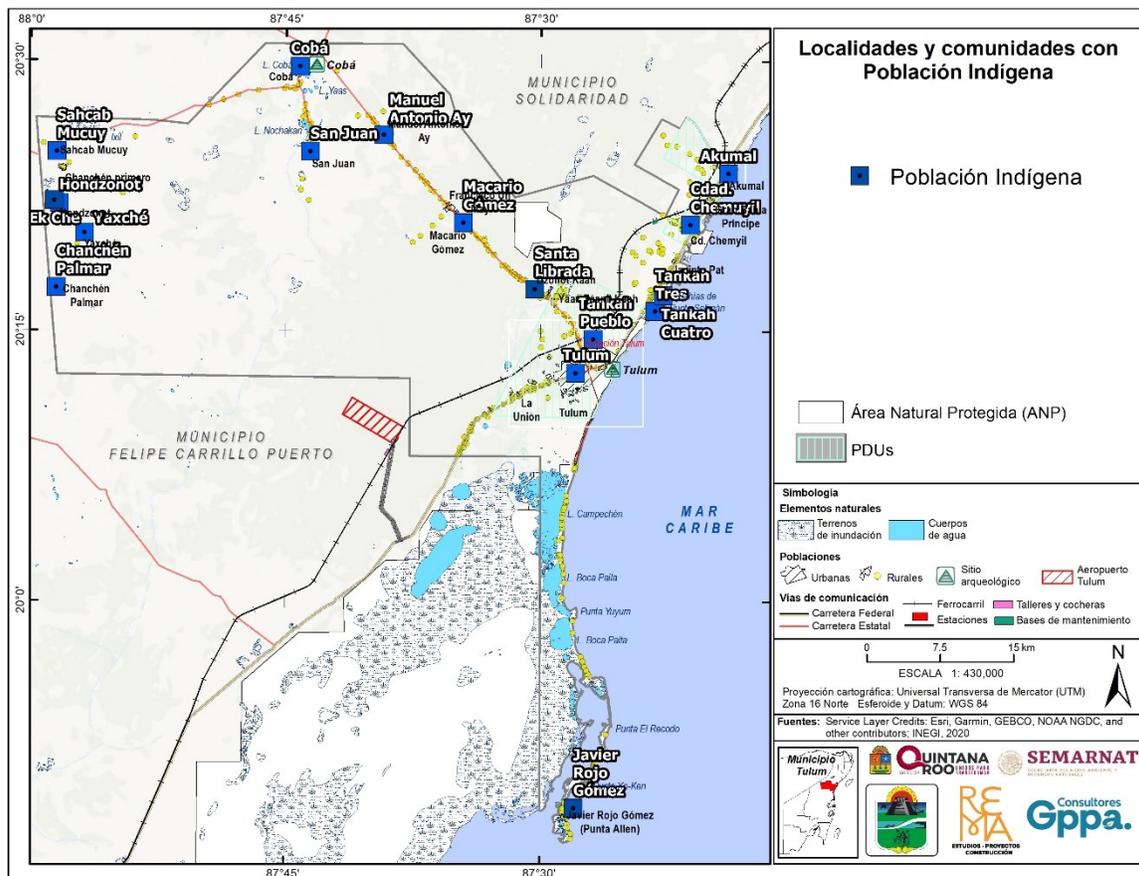
Tabla 38: Localidades con población indígena.

| | POBLACIÓN TOTAL | POBLACIÓN INDÍGENA | POBLACIÓN MAYA |
|-------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Tulum | 18233 | 7587 | 6945 |
| Akumal | 1310 | 849 | 790 |
| Chenchén Palmar | 469 | 469 | 469 |
| Chanchén Primero | 875 | 874 | 874 |
| Ciudad Chemuyil | 1377 | 730 | 724 |
| Cobá | 1278 | 1214 | 1214 |
| Doña Leonor | 13 | 13 | 3 |
| Ek Che | 11 | 11 | 1 |
| Francisco Uh May | 655 | 545 | 537 |
| Hondzonot | 368 | 368 | 368 |
| Javier Rojo Gómez | 469 | 164 | 156 |
| Macario Gómez | 510 | 465 | 448 |
| Manuel Antonio A | 407 | 365 | 342 |

| | POBLACIÓN TOTAL | POBLACIÓN INDÍGENA | POBLACIÓN MAYA |
|---------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Sahcab Mucuy | 456 | 456 | 456 |
| San Juan | 599 | 592 | 592 |
| Santa Librada | 24 | 17 | 5 |
| Tankah Cuatro | 68 | 39 | 9 |
| Tankah Tres | 76 | 33 | 2 |
| Yaxché | 355 | 320 | 320 |
| San Nazarén | 14 | 14 | 4 |
| TOTAL | 27567 | 15125 | 14259 |

Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas de los pueblos indígenas de México.

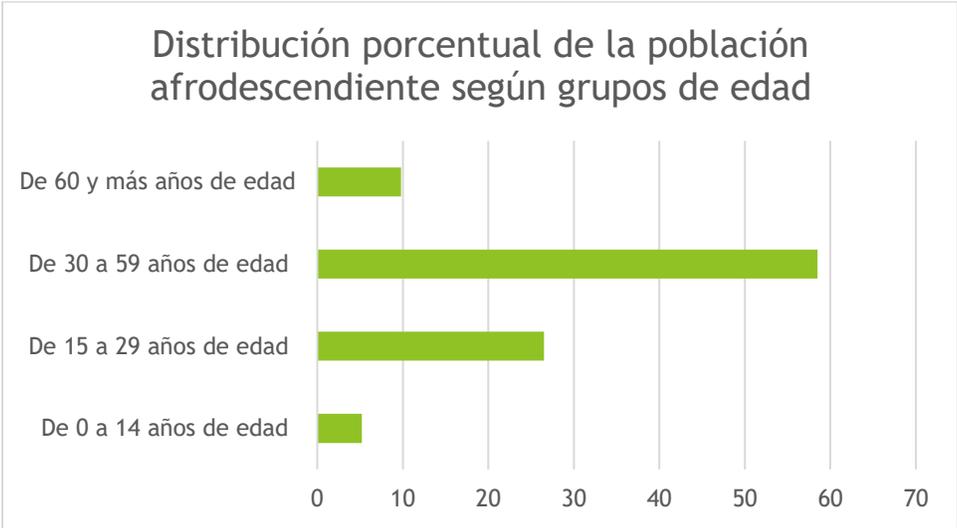
Mapa 41: Mapa de localidades y comunidades con población indígena.



Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas de los pueblos indígenas de México.

En relación a la población afroamericana, en el estado de Quintana Roo se encontraron 8,458 afrodescendientes en el 2015, lo cual representa un porcentaje de 0.6% de la población estatal. La mayoría de la población afrodescendiente tiene entre 30 y 59 años de edad. Quintana Roo es el segundo estado con mayor cantidad de afrodescendientes nacidos en otra entidad.

Figura 77: Distribución porcentual de la población afrodescendiente según grupos de edad.



Fuente: INEGI. Perfil sociodemográfico de la población afrodescendiente en México.

7.5.3 PATRIMONIO NATURAL, CULTURAL Y BIOCULTURAL

7.5.3.1 PATRIMONIO NATURAL

7.5.3.1.1 CENOTES

Los cenotes son formaciones geológicas únicas y fascinantes que se encuentran en la península de Yucatán, incluyendo el municipio de Tulum en México. Estos cuerpos de agua dulce, también conocidos como "ojos de agua", son resultado del colapso de cavernas subterráneas o sistemas de ríos subterráneos. Debido a la composición kárstica del suelo en la región, donde la piedra caliza es abundante, se han creado una gran cantidad de cenotes a lo largo del tiempo.

Estos espectaculares pozos naturales se han convertido en uno de los principales atractivos turísticos de Tulum y toda la Riviera Maya. La belleza única de los cenotes radica en sus aguas cristalinas y su entorno rodeado de selva, lo que proporciona un ambiente mágico y enriquecedor para quienes los visitan.

Los cenotes desempeñaron un papel crucial en la cultura de la antigua civilización maya. Eran considerados lugares sagrados y de gran importancia espiritual. Los mayas los utilizaban para obtener agua dulce, para llevar a cabo ceremonias religiosas y rituales, y como lugares de purificación y conexión con sus deidades.

En la actualidad, los cenotes son destinos populares para diversas actividades recreativas y turísticas. Muchos de ellos ofrecen la oportunidad de practicar el buceo y el esnórquel, permitiendo a los visitantes explorar las fascinantes formaciones rocosas y la rica vida acuática que albergan. Algunos cenotes también son ideales para nadar y disfrutar de un refrescante chapuzón en sus aguas frescas y cristalinas.

7.5.3.1.2 PARQUES NATURALES Y ÁREAS PROTEGIDAS

En el municipio de Tulum y sus alrededores se hallan áreas de gran importancia para la conservación y preservación de la flora y fauna, incluyendo cuatro Áreas Naturales Protegidas (ANP) y dos Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Dentro del municipio de Tulum se encuentran varias áreas naturales protegidas de carácter federal, entre ellas el Parque Nacional Tulum, la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y la Reserva de la Biosfera de Arrecifes de la Biosfera Sian Ka'an. Además, de carácter estatal, está el Santuario de la Tortuga Marina Xcacel-Xcacelito. También se contemplan dos Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA): el AICA 177 Corredor Central Punta Laguna y el AICA 197 Corredor Sian Ka'an Calakmul. Además, se encuentran la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano y el Área de Refugio de Bahía Akumal.

Estas áreas naturales protegidas y AICAS son fundamentales para preservar la biodiversidad, mantener los ecosistemas y proteger a especies en peligro de extinción. Contribuyen a la conservación del patrimonio natural de la región y atraen a turistas y amantes de la naturaleza de todo el mundo. Es vital que se continúe con esfuerzos de protección y manejo sostenible para garantizar la conservación de estos valiosos tesoros naturales para las futuras generaciones.

7.5.3.1.2.1 PARQUE NACIONAL TULUM

El Parque Nacional Tulum es una joya natural ubicada en la hermosa península de Yucatán, específicamente en el municipio de Tulum, en el estado de Quintana Roo, México. Esta área protegida fue establecida el 23 de abril de 1981, mediante un decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación, con el propósito de preservar y conservar su excepcional biodiversidad y ecosistemas únicos.

Con una extensión de 6,643,213.00 m², el Parque Nacional Tulum alberga una asombrosa variedad de ecosistemas, lo que lo convierte en un santuario para la flora y fauna de la región. Desde densas selvas medias hasta humedales y playas de arena blanca, este parque ofrece una experiencia única para los visitantes que desean adentrarse en la naturaleza en estado puro.

Uno de los tesoros más impresionantes que se encuentran en el Parque Nacional Tulum son los cenotes. La biodiversidad del parque es igualmente sorprendente. Se han registrado más de 85 especies de plantas pertenecientes a 36 familias diferentes. Entre la exuberante vegetación, se pueden encontrar especies como caobas, cedros, mangles y una amplia variedad de palmas y cactáceas. La fauna es igualmente asombrosa, con más de 43 especies de animales pertenecientes a 19 familias. Aquí se encuentran animales protegidos y en peligro de extinción, como jaguares, pumas, monos araña, cocodrilos y varias especies de aves migratorias.

7.5.3.1.2.2 RESERVA DE LA BIÓSFERA SIAN KA'AN

El 20 de enero de 1986, mediante un decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación, se estableció una Reserva de la Biosfera de 528,147.6680 hectáreas conocida como Sian Ka'an, ubicada al sureste del municipio de Tulum, en la porción costera del Mar Caribe. Esta impresionante área natural ha sido reconocida como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO debido a su riqueza en biodiversidad y su valioso papel en la conservación de la vida silvestre.

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an es un refugio para una diversidad de especies de aves, con varias especies cuasi endémicas y nueve endémicas, algunas de ellas amenazadas y en peligro de extinción. Además, alberga una rica variedad de flora, con más de 859 especies registradas por Durán y Olmsted en 1990, de las cuales 1,970 se han reportado en todo el estado de Yucatán.

En este santuario natural, las aves encuentran hábitats ideales, tanto en selvas como en ambientes acuáticos. Se han registrado un total de 326 especies de aves, de las cuales 219 son residentes, 65 migratorias invernantes, 20 migratorias transeúntes y 22 transeúntes. Además, la reserva funciona como un importante corredor migratorio hacia Centro y Sudamérica, lo que lo convierte en un lugar de gran relevancia para la avifauna.

Sian Ka'an es también reconocida por ser el hogar del cocodrilo mexicano (*Crocodylus moreletti*) con la mayor extensión de hábitat en todo el país. Con más de 300,000 hectáreas de ambientes acuáticos, esta reserva alberga una de las poblaciones mejor conservadas de esta especie de cocodrilo, que coexiste con el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*).

En cuanto a los mamíferos, se ha identificado una lista preliminar de 96 especies, entre las cuales destacan 39 especies de murciélagos, dos delfines y cuatro ballenas. También se encuentran algunas especies en riesgo, como el puma (*Felis concolor*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tapir (*Tapirus bairdii*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y la tortuga marina (*Chelonia mydas*), entre otras.

Para garantizar la preservación y el adecuado manejo de esta valiosa área natural, se ha establecido un programa de manejo que abarca no solo la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, sino también la Reserva de la Biosfera de Arrecifes de Sian Ka'an y el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil. Este programa busca asegurar que la riqueza de la biodiversidad de la región sea protegida para las generaciones futuras y que las actividades humanas se desarrollen de manera sostenible y respetuosa con el entorno natural. La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an es un tesoro invaluable y un ejemplo de la importancia de la conservación y protección de nuestros recursos naturales para el bienestar de todos.

7.5.3.1.2.3 RESERVA DE LA BIOSFERA ARRECIFES DE SIAN KA'AN

La Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an es un área protegida ubicada en la península de Yucatán, en el sureste de México, específicamente en la costa del Mar Caribe. Fue declarada como Reserva de la Biosfera el 20 de junio de 1986, por decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación. Esta reserva es parte del sistema de áreas naturales protegidas de México y forma parte del Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO desde 1987, junto con la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y el Parque Nacional Tulum.

La Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an se extiende sobre una superficie de aproximadamente 528,147.6680 hectáreas y comprende una amplia franja marina que incluye arrecifes coralinos, manglares, lagunas costeras, sistemas de humedales, dunas, playas y selvas. Estos ecosistemas son de gran importancia para la conservación de la biodiversidad marina y costera, así como para el equilibrio del ecosistema terrestre y acuático.

Uno de los principales atractivos de la reserva son los arrecifes coralinos que se encuentran a lo largo de la costa. Estos arrecifes son hábitats naturales para una gran variedad de especies marinas, incluyendo peces tropicales de colores brillantes, corales, crustáceos y otros invertebrados marinos. Además, los arrecifes de Sian Ka'an son considerados como parte del Gran Arrecife Maya, uno de los sistemas arrecifales más grandes y diversos del mundo.

Otra característica destacada de la reserva son los manglares, que juegan un papel crucial en la protección de la costa contra inundaciones y tormentas, además de servir como vivero para muchas especies marinas y aves acuáticas. Los manglares son también importantes sumideros de carbono, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático.

La biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an es impresionante, albergando una amplia variedad de especies de plantas y animales. Se han registrado más de 350 especies de aves, muchas de ellas migratorias que utilizan la reserva como parada en su ruta hacia otros destinos. También se pueden encontrar mamíferos marinos, como delfines y manatíes, así como especies terrestres como jaguares, pumas y tapires.

Para proteger y conservar esta rica diversidad biológica, la reserva cuenta con un plan de manejo que regula las actividades humanas dentro del área protegida, asegurando que el turismo y otras actividades se realicen de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

7.5.3.1.2.4 SANTUARIO DE LA TORTUGA MARINA XCACEL-XCACELITO

El Santuario de la Tortuga Marina Xcacel-Xcacelito es una reserva natural ubicada en la costa del Mar Caribe, en el municipio de Tulum, en el estado de Quintana Roo, México. Esta área protegida fue creada con el objetivo principal de preservar y proteger el hábitat de anidación de las tortugas marinas, así como de otras especies de flora y fauna que habitan en la zona.

El santuario abarca una superficie de aproximadamente 362 hectáreas y está conformado por dos playas principales: Xcacel y Xcacelito. La playa de Xcacel es especialmente reconocida por ser uno de los sitios de anidación más importantes de la tortuga marina caguama (*Caretta caretta*) en todo el Caribe mexicano. También es hogar de otras especies de tortugas marinas, como la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), todas ellas consideradas en peligro de extinción.

La playa de Xcacel es un lugar de gran importancia para la conservación de las tortugas marinas, ya que miles de ellas llegan cada año para desovar en sus arenas. Durante la temporada de anidación, que va de mayo a noviembre, los visitantes pueden tener la oportunidad de presenciar el emocionante momento en que las tortugas salen del mar para depositar sus huevos en la playa.

Para garantizar la protección de las tortugas y su hábitat, se han implementado diversas medidas de conservación en el Santuario de la Tortuga Marina Xcacel-Xcacelito. Se prohíbe el uso de luces brillantes y el tránsito vehicular en las playas durante la noche para evitar que las tortugas se desorienten y no encuentren el camino de vuelta al mar después de anidar. Además, se han establecido programas de monitoreo y vigilancia para asegurar que las tortugas y sus nidos estén protegidos de cualquier amenaza.

7.5.3.1.3 ÁREAS DE IMPORTANCIA Y CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS)

Las Áreas de Importancia y Conservación de Aves (AICAS) son espacios naturales que han sido identificados y reconocidos por su relevancia para la conservación y protección de las aves, especialmente para aquellas especies que se encuentran en peligro de extinción, son endémicas o migratorias. Estas áreas tienen un papel crucial en la conservación de la biodiversidad aviar y son consideradas de alta prioridad para su preservación.

En México, las AICAS son establecidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Estas áreas son seleccionadas con base en criterios científicos, como la presencia de especies de aves en riesgo o de importancia para la conservación a nivel nacional o internacional, así como la representatividad de los diferentes hábitats que sostienen a las aves.

El principal objetivo de las AICAS es garantizar la conservación de la avifauna y su hábitat, así como promover la investigación y monitoreo de las poblaciones de aves presentes en estas áreas. Además, se busca fomentar el turismo de observación de aves como una actividad económica sostenible que contribuye a la protección de la biodiversidad y al desarrollo local.

En el caso específico del municipio de Tulum, se han identificado dos Áreas de Importancia y Conservación de Aves:

AICA 177 Corredor Central Punta Laguna: Esta área se encuentra ubicada en el corazón de la península de Yucatán y abarca diversos ecosistemas, como selvas, humedales y cenotes. Es hogar de una gran variedad de aves residentes y migratorias, incluyendo especies en peligro de extinción, como el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) y el águila arpía (*Harpia harpyja*). También es un sitio importante para la conservación del jaguar (*Panthera onca*) y otras especies de fauna.

AICA 197 Corredor Sian Ka'an Calakmul: Esta área abarca una extensa zona que conecta la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en Quintana Roo con la Reserva de la Biosfera Calakmul en Campeche. Es una ruta migratoria para numerosas especies de aves y alberga poblaciones importantes de aves endémicas y en peligro de extinción. También es un refugio para especies emblemáticas de la región, como el tucán piquiverde (*Ramphastos sulfuratus*) y el loro yucateco (*Amazona xantholora*).

Estas Áreas de Importancia y Conservación de Aves en el municipio de Tulum juegan un papel fundamental en la protección de la avifauna y la preservación de los ecosistemas que sustentan a estas especies. El compromiso de conservar estas áreas beneficia no solo a las aves, sino también a la rica biodiversidad y belleza natural que caracteriza a la región del Caribe mexicano.

7.5.3.1.4 ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA

Las Áreas de Atención Prioritaria son espacios naturales o ecosistemas que han sido identificados como prioritarios para su conservación y protección debido a su importancia ecológica, biodiversidad, fragilidad, vulnerabilidad o el riesgo que enfrentan por actividades humanas o impactos ambientales. Estas áreas suelen ser seleccionadas por las autoridades gubernamentales y organizaciones ambientales con base en criterios científicos y de expertos, con el objetivo de enfocar los esfuerzos y recursos hacia su preservación.

En el contexto de la conservación de la biodiversidad, las Áreas de Atención Prioritaria pueden incluir diferentes tipos de ecosistemas, como selvas, bosques, humedales, manglares, arrecifes de coral, zonas costeras, entre otros. También pueden abarcar áreas de alta diversidad de especies, refugios para especies en peligro de extinción, rutas migratorias para aves o especies marinas, y regiones con un alto grado de endemismo.

La designación de estas áreas como prioritarias conlleva una serie de acciones y estrategias de conservación, que pueden incluir la implementación de programas de manejo, planes de restauración, monitoreo de especies, educación ambiental, investigación científica, promoción del ecoturismo y la participación activa de las comunidades locales en la gestión y protección de estos lugares.

En el municipio Tulum se encuentra la Región Terrestre Prioritaria No. 147 Sian Ka'an- Uaymil-Xcalak, las Regiones Marinas Prioritarias No. 64 Tulum-Xpuha y la No. 65 Sian Ka'an, y las Regiones Hidrológicas Prioritarias No. 105 "Corredor Cancún-Tulum", la No. 107 "Cenotes Tulum-Coba" y la No. 108 Sian Ka'an.

7.5.3.1.5 SITIOS RAMSAR

Los Sitios RAMSAR son áreas designadas bajo el Convenio Internacional sobre los Humedales, conocido como el Convenio RAMSAR, que es un tratado intergubernamental establecido en 1971 para la conservación y uso racional de los humedales a nivel mundial. Estos sitios son reconocidos por su importancia ecológica y su función vital para la conservación de la biodiversidad, la regulación del ciclo hidrológico y la prestación de servicios ecosistémicos esenciales para las comunidades humanas y la vida silvestre.

En el caso de Tulum, existen sitios RAMSAR de gran relevancia debido a su abundante riqueza en humedales y ecosistemas costeros. La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, que se encuentra en las cercanías de Tulum, es uno de los sitios RAMSAR más importantes de la región. Esta área protegida comprende una gran variedad de ecosistemas, incluyendo manglares, selvas, arrecifes de coral y cenotes, y desempeña un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad y la protección de especies amenazadas, como la tortuga marina.

Los humedales en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an son esenciales para la supervivencia y reproducción de diversas especies de aves acuáticas, reptiles, mamíferos y anfibios. También son hábitats importantes para las tortugas marinas que anidan en sus playas y encuentran refugio en sus lagunas y manglares.

Además, estos humedales actúan como esponjas naturales que retienen el agua de lluvia y evitan inundaciones, lo que es crucial para proteger la infraestructura y las comunidades cercanas.

Otro sitio RAMSAR cercano a Tulum es el Santuario de la Tortuga Marina Xcacel-Xcacelito. Esta área protegida es un importante refugio para las tortugas marinas que llegan a sus playas para anidar durante la temporada de desove. El sitio juega un papel fundamental en la conservación de estas especies en peligro de extinción y en la promoción del ecoturismo responsable que permite a los visitantes aprender sobre la importancia de proteger estos frágiles ecosistemas.

7.5.3.1.6 SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS AMBIENTES COSTERO Y OCEÁNICOS DE MÉXICO

Los Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ambientes Costeros y Oceánicos de México son áreas identificadas como de gran importancia ecológica y biodiversidad en las zonas costeras y marinas del país. Estos sitios son seleccionados por su relevancia para la conservación de ecosistemas marinos, la protección de especies amenazadas y en peligro de extinción, así como para garantizar el uso sostenible de los recursos naturales.

En el caso de Tulum, en el estado de Quintana Roo, México, se encuentran varios sitios prioritarios que merecen especial atención y protección debido a su valor ecológico y su contribución a la conservación marina. Estos incluyen:

1. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an: Esta área protegida abarca una extensa porción de la costa caribeña de Quintana Roo y es reconocida como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. En Sian Ka'an, se encuentran una variedad de hábitats costeros y marinos, incluyendo manglares, arrecifes de coral, cenotes y playas, que albergan una gran diversidad de especies marinas y aves acuáticas. También es un importante sitio de anidación para las tortugas marinas.
2. Santuario de la Tortuga Marina Xcacel-Xcacelito: Este santuario es un refugio clave para la anidación de varias especies de tortugas marinas, incluyendo la tortuga caguama y la tortuga blanca. Las playas de Xcacel-Xcacelito son fundamentales para la conservación de estas especies en peligro de extinción, y se llevan a cabo esfuerzos de monitoreo y protección para garantizar su supervivencia.

3. Arrecifes de Coral de la Riviera Maya: La costa de Tulum forma parte del sistema de arrecifes de coral más grande del hemisferio norte, conocido como el Gran Arrecife Maya. Estos arrecifes albergan una diversidad extraordinaria de vida marina, incluyendo peces tropicales, tiburones, mantarrayas y corales. Su conservación es esencial para mantener la salud de los ecosistemas marinos y proteger la pesca y el turismo sostenible.

4. Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano: Esta reserva incluye una gran porción de la costa caribeña de Quintana Roo y se extiende hacia áreas marinas. Es hogar de una gran cantidad de especies marinas, incluyendo delfines, manatíes y tortugas marinas, así como diversas especies de peces y corales. La reserva también incluye manglares y humedales que son vitales para la protección contra inundaciones y la regulación del ciclo hidrológico.

7.5.3.2 PATRIMONIO CULTURAL

7.5.3.2.1 MATERIALES MUEBLES

El municipio de Tulum, en la península de Yucatán, cuenta con una rica tradición artesanal que refleja la cultura y el legado histórico de la región. Los artesanos locales se dedican a la creación de diversas piezas utilizando técnicas ancestrales transmitidas de generación en generación.

Entre las artesanías más destacadas de Tulum se encuentran las piezas de cerámica. Los alfareros locales elaboran bellos objetos utilitarios y decorativos, como vasijas, platos, tazas y figuras de animales y personajes mitológicos. La cerámica maya se caracteriza por sus coloridas decoraciones inspiradas en la naturaleza y los símbolos religiosos.

Otra artesanía importante en Tulum es la elaboración de textiles. Los tejedores mayas producen hermosos bordados y tejidos con diseños tradicionales que representan la vida cotidiana, la naturaleza y la cosmología maya. Las mujeres mayas son especialmente hábiles en esta técnica, creando prendas de vestir, mantas, hamacas y bolsos con intrincados diseños.

La talla de madera también es una tradición artesanal arraigada en Tulum. Los escultores locales utilizan maderas nativas para crear figuras religiosas, máscaras, animales y objetos decorativos. Las piezas talladas a mano muestran la habilidad y creatividad de los artistas locales.

En cuanto a los bienes históricos, Tulum alberga una gran cantidad de vestigios arqueológicos mayas, siendo el sitio arqueológico de Tulum el más famoso y visitado. Este sitio antiguo es una ciudad amurallada que se encuentra en un acantilado con vistas al Mar Caribe. Sus ruinas incluyen templos, palacios y plazas, y son un testimonio impresionante de la antigua civilización maya.

Otro bien histórico destacado en Tulum es el Castillo de Zama, también conocido como el Templo del Dios Descendente. Este imponente edificio se encuentra en el sitio arqueológico de Cobá, en el municipio de Tulum, y ofrece una vista panorámica de la selva circundante.

La combinación de artesanías tradicionales y bienes históricos hace de Tulum un lugar único y especial para los visitantes que desean explorar y sumergirse en la rica cultura y la fascinante historia de la antigua civilización maya.

7.5.3.2.2 MONUMENTOS O SITIOS ARQUEOLÓGICOS

En el Municipio el Instituto de Antropología e Historia (INAH) tiene registrado 75 zonas de importancia paleontológica, arqueológica o histórica, siendo las más importantes: Tulum y Cobá.

Tabla 39: Relación de sitios arqueológicos reconocidos por el INAH en el municipio de Tulum.

| NO. | Sitio arqueológico | Características | | |
|-----|--|-----------------|----------------|-----------|
| | | Estructuras | Paleontológico | Histórico |
| 1 | Zona arqueológica de Cobá | X | | |
| 2 | San Pedro | X | | |
| 3 | Ixil | X | | |
| 4 | San Rafael | X | | |
| 5 | San Juan | X | | |
| 6 | Zona de monumentos arqueológicos Xel Ha | X | | |
| 7 | Punta Tulsayab | X | | |
| 8 | Akumal | X | | |
| 9 | Arqueológicos de Tulum - Tankah | X | | |
| 10 | Tankah | X | | |
| 11 | Naharon | | X | |
| 12 | Cento de los huesos | | X | |
| 13 | El Templo | X | X | |
| 14 | Nai Tucha | | X | |
| 15 | Las Palmas o La Cárcel | | X | |

| NO. | Sitio arqueológico | Características | | |
|-----|--------------------|-----------------|----------------|-----------|
| | | Estructuras | Paleontológico | Histórico |
| 16 | Villas Boca Paila | X | | |
| 17 | Islote Campechén | X | | |
| 18 | Paso Juana | X | | |
| 19 | Hoyo Negro | X | | |
| 20 | Lab Mul | X | | |
| 21 | Kukican | X | | |
| 22 | Nucmul | X | | |
| 23 | Chac Ne | X | | |
| 24 | Pech Mul | X | | |
| 25 | Vitzil Mul | X | | |
| 26 | Dzib Mul | X | | |
| 27 | Chikin Cobá | X | | |
| 28 | Mecanxoc | X | | |
| 29 | Mulucbaoob | X | | |
| 30 | Kitamna | X | | |
| 31 | San Pedro | X | | |
| 32 | Uxul Beuuc | X | | |
| 33 | Chan Mul | X | | |
| 34 | Sacakal | X | | |
| 35 | Santo Domingo | X | | |
| 36 | Soliman Point | X | | |
| 37 | Ak 1 | X | | |
| 38 | Xcassel | X | | |
| 39 | Pamal | X | | |
| 40 | Ak 2 | X | | |
| 41 | Tischbactum | X | | |
| 42 | Cayo Venado | X | | |
| 43 | Capechen | X | | |
| 44 | El Cano | X | | |
| 45 | San Miguel de Ruz | X | | |
| 46 | Chamaz | X | | |
| 47 | Paso de la Viuda | X | | |
| 48 | Pistolas | X | | |
| 49 | Punta Chamax | X | | |
| 50 | Mogoto San Juan | X | | |
| 51 | Recodo San Juan | X | | |

| NO. | Sitio arqueológico | Características | | |
|-----|---------------------------|-----------------|----------------|-----------|
| | | Estructuras | Paleontológico | Histórico |
| 52 | Rancho San Juan | X | | |
| 53 | San Francisco | X | | |
| 54 | Chanhamac | X | | |
| 55 | Punta Koson | X | | |
| 56 | Punta San Juan | X | | |
| 57 | Recodo San Juan | X | | |
| 58 | Colonia Javier Rojo Gómez | X | | |
| 59 | Punta Allen | X | | |
| 60 | Chan Hol | X | | |
| 61 | Angelita | X | | |
| 62 | Aktun Ha | X | | |
| 63 | Ancla Ranitas | | | X |
| 64 | Cenota Vasija | X | | |
| 65 | Concha | | X | |
| 66 | Cueva Caritas | X | | |
| 67 | Cueva Tancah | X | | |
| 68 | El Pit | X | X | |
| 69 | Koi | X | | |
| 70 | Matanceros | | | X |
| 71 | Mil columnas | | | X |
| 72 | Tortugas Aldea Zama | | X | |
| 73 | Xuxi | | X | |
| 74 | Ta'aka'n Dzonot | X | | |
| 75 | El Camino | X | | |

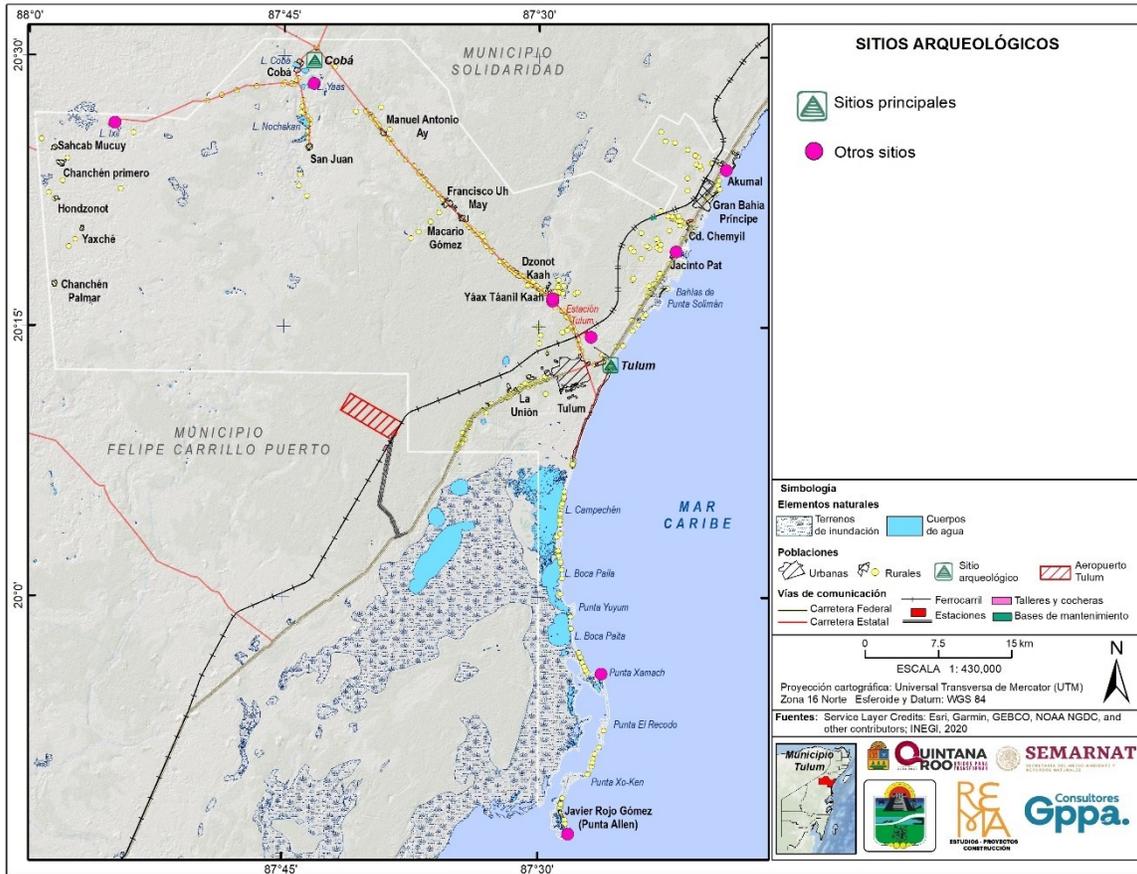
Fuente: INAH, 2018.

Tabla 40: Visitantes en Zona Arqueológicas (2019).

| | Estado | Nombre | Nac. | 2019 Ext. | Total |
|---|------------------|----------------------|-----------|--------------|-----------|
| 1 | Estado de México | Z. A. Teotihuacán | 2,779,408 | 680,120 | 3,459,528 |
| 2 | Yucatán | Z.A. de Chichén Itzá | 827,855 | 1,537,699 | 2,365,554 |
| 3 | Quintana Roo | Z.A. de Tulum | 851,337 | 1,145,207 | 1,996,544 |
| 4 | Chiapas | Z.A. de Palenque | 617,938 | 206,373 | 824,311 |
| 5 | Quintana Roo | Z.A. de Cobá | 140,664 | 609,449 | 750,113 |

Fuente: DATATUR, 2019.

Mapa 42: Sitios arqueológicos en el municipio de Tulum.



6.1.1.1.1 PATRIMONIO CULTURAL INMATERIAL

7.5.3.2.2.1 FESTIVIDADES

CARNAVAL

El carnaval en Tulum es una celebración colorida y alegre que refleja la rica cultura y tradiciones de esta región de México. El carnaval tiene sus raíces en festividades prehispánicas que honraban a los dioses y celebraban la llegada de la primavera. Con la llegada de los españoles y la fusión de culturas, estas festividades se mezclaron con las celebraciones del carnaval europeo.

El carnaval se lleva a cabo cada año, generalmente durante el mes de febrero, justo antes de la temporada de Cuaresma. La festividad es una mezcla de tradiciones indígenas y europeas, y está llena de música, danza, disfraces, desfiles y actividades culturales.

Uno de los aspectos más distintivos del carnaval de Tulum son los coloridos desfiles que recorren las calles principales del pueblo. Las calles se llenan de carrozas adornadas, comparsas de bailarines y músicos que interpretan ritmos tradicionales y música festiva. Los participantes visten disfraces extravagantes y máscaras elaboradas, creando un ambiente de alegría y diversión.

Durante el carnaval, se organizan diversas competencias y eventos, como concursos de disfraces, bailes y presentaciones artísticas. Además, las calles y plazas se llenan de puestos de comida y bebida, donde se pueden degustar platillos típicos de la región y disfrutar de bebidas refrescantes.

Una de las tradiciones más destacadas del carnaval de Tulum es la quema del mal humor o "Juan Carnaval". Esta es una figura de papel maché o cartón que representa a todos los problemas y preocupaciones del año anterior. Al quemar a "Juan Carnaval", se cree que se deshacen de las malas energías y se abre paso para un año nuevo lleno de prosperidad y felicidad.

FESTEJO DE LA CRUZ PARLANTE

El Festejo de la Cruz Parlante es una tradición única y colorida que se celebra en Tulum, Quintana Roo, México. Esta festividad combina elementos de la cultura maya y española y se lleva a cabo cada año el 3 de mayo.

El origen de este festejo se remonta a la época colonial, cuando los españoles introdujeron la religión católica en la región y fusionaron sus creencias con las tradiciones ancestrales de los mayas. La Cruz Parlante es una representación simbólica de la cruz cristiana, y se cree que tiene la capacidad de hablar y transmitir mensajes divinos.

La celebración comienza con una procesión solemne en la que la Cruz Parlante es llevada en hombros por los fieles a través de las calles del pueblo. La cruz está decorada con flores, cintas y otros adornos coloridos, lo que le da un aspecto festivo y llamativo.

A medida que avanza la procesión, los participantes cantan canciones tradicionales y ofrecen oraciones en honor a la Cruz Parlante. Se realizan danzas y bailes típicos, que mezclan elementos religiosos y folclóricos. Durante todo el recorrido, se queman inciensos y se hacen ofrendas de flores y alimentos en agradecimiento y veneración a la cruz.

Uno de los momentos más esperados de la celebración es cuando la Cruz Parlante "habla". Un sacerdote o líder religioso sube a una plataforma especial y comienza a recitar mensajes y predicciones para el año venidero. Se cree que las palabras de la Cruz Parlante son sagradas y llevan bendiciones para la comunidad.

FESTIVAL DE LA TORTUGA MARINA

El Festival de la Tortuga Marina en Tulum es una celebración anual que rinde homenaje a la importancia de la conservación de estas especies marinas en la región. Se lleva a cabo en la Riviera Maya, específicamente en el municipio de Tulum, Quintana Roo, México.

Este festival se realiza durante la temporada de anidación de las tortugas marinas, que generalmente es de mayo a octubre. Durante este período, varias especies de tortugas, como la tortuga blanca (*Chelonia mydas*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), llegan a las playas de Tulum para desovar.

El evento tiene como objetivo concientizar sobre la importancia de proteger a estas especies en peligro de extinción y su hábitat natural. Durante el festival, se organizan actividades educativas, talleres, charlas y exhibiciones sobre la conservación de las tortugas marinas y el cuidado de las playas.

Una parte significativa del festival es la liberación de tortugas recién nacidas. Los huevos de las tortugas son protegidos en viveros especiales hasta que eclosionan, y luego se liberan en el mar para aumentar sus posibilidades de sobrevivir y mantener la población de estas especies.

Además, los asistentes pueden disfrutar de espectáculos culturales, música en vivo, danzas, arte local y degustaciones de platillos típicos de la región. El festival se convierte en una celebración de la naturaleza, la cultura y la responsabilidad ecológica.

ALBORADA MAYA

La Alborada Maya en Tulum es una celebración única y significativa que honra las tradiciones y la cultura del pueblo maya. Se lleva a cabo cada año el 3 de mayo para marcar el inicio de la temporada de anidación de las tortugas marinas en la región de la Riviera Maya, específicamente en el municipio de Tulum, Quintana Roo, México.

El evento se realiza en la playa de Tulum y es organizado por la comunidad local, así como por diversas instituciones y organizaciones dedicadas a la conservación de las tortugas marinas y la preservación de la cultura maya. La Alborada Maya es un ejemplo de cómo la comunidad maya y los turistas se unen para rendir homenaje a la naturaleza y a la ancestralidad de la región.

El festejo comienza en la madrugada, antes del amanecer, cuando la comunidad maya y los visitantes se reúnen en la playa para esperar la llegada del sol. Se encienden fogatas y antorchas que iluminan la oscuridad de la noche, creando un ambiente místico y emocionante.

A medida que el sol comienza a asomarse en el horizonte, se realizan ceremonias ancestrales en honor a la naturaleza y a las deidades mayas. Se tocan tambores y se cantan cánticos tradicionales para dar la bienvenida al nuevo día y para pedir la protección de las tortugas marinas durante su período de anidación.

Uno de los momentos más emotivos de la Alborada Maya es cuando se liberan las tortugas recién nacidas. Durante la temporada de anidación, los huevos de las tortugas son protegidos en viveros especiales hasta que eclosionan. Una vez que las crías emergen de los nidos, se les da la oportunidad de regresar al mar de manera segura y con el apoyo de la comunidad.

Además de las ceremonias y la liberación de las tortugas, la Alborada Maya también incluye actividades culturales y artísticas. Se realizan presentaciones de danzas tradicionales, música en vivo, exhibiciones de artesanías mayas y muestras gastronómicas con platillos típicos de la región.

HANAL PIXAN

Hanal Pixan es una festividad tradicional maya que se celebra en Tulum y otras regiones de la península de Yucatán, en México. También conocida como el Día de los Muertos Maya, esta celebración tiene sus raíces en las creencias y tradiciones prehispánicas de los antiguos mayas, combinadas con elementos de la cultura católica introducida por los españoles.

La festividad de Hanal Pixan se lleva a cabo cada año del 31 de octubre al 2 de noviembre. Durante estos días, las familias mayas se reúnen para rendir homenaje y recordar a sus seres queridos que han fallecido. Se cree que, durante esta época del año, los espíritus de los difuntos regresan al mundo terrenal para visitar a sus familiares y disfrutar de las ofrendas que se les preparan.

Una de las características más distintivas de Hanal Pixan es la construcción de altares dedicados a los difuntos, conocidos como "altares de muertos" o "altares de las ánimas". Estos altares se decoran con elementos simbólicos y elementos tradicionales mayas, como calaveras de azúcar, velas, flores de cempasúchil (flor de muerto), fotografías de los seres queridos fallecidos y objetos que solían pertenecerles.

La comida juega un papel central en las festividades de Hanal Pixan. Las familias preparan platillos tradicionales como el pib, también conocido como mucbilpollo, que es un tamal grande hecho con masa de maíz y relleno de carne de pollo, cerdo o pavo. Estos alimentos son colocados en los altares junto con bebidas y otros alimentos que solían gustar a los difuntos.

Durante la festividad, las familias también visitan los cementerios para limpiar y decorar las tumbas de sus seres queridos. Se cree que al hacer esto, se les da la bienvenida a los espíritus de los difuntos y se les muestra respeto y cariño.

Además de las actividades religiosas y familiares, Hanal Pixan también se celebra con eventos comunitarios y festivales en Tulum y otras localidades cercanas. Estos eventos incluyen presentaciones de danzas tradicionales, música en vivo, ferias artesanales y muestras de gastronomía local.

7.5.3.2.3 GASTRONOMÍA

La gastronomía tradicional del municipio de Tulum es una verdadera delicia que refleja la riqueza cultural y los sabores auténticos de la región. Esta cocina está arraigada en la tradición maya y ha sido influenciada por ingredientes y técnicas culinarias que han llegado a través de los siglos.

Algunos de los platillos emblemáticos que destacan en la gastronomía tradicional de Tulum son:

Cochinita Pibil: Este icónico platillo yucateco se ha convertido en una de las delicias más representativas de Tulum. Consiste en carne de cerdo marinada en achiote y jugo de naranja agria, envuelta en hojas de plátano y cocida lentamente en un horno de tierra. El resultado es una carne tierna y llena de sabor que se sirve con cebolla morada encurtida y tortillas de maíz.

Tikin Xic: Otro platillo de pescado marinado en achiote, pero en esta ocasión, típico de la costa caribeña. Se prepara con filetes de pescado, generalmente mero o huachinango, marinados en achiote y cocidos en hojas de plátano. Es una delicia que destaca por su sabor ahumado y aromático.

Sopa de Lima: Una sopa reconfortante y sabrosa que se prepara con caldo de pollo, jugo de lima, pollo deshebrado, tiras de tortilla fritas y aguacate. Es un platillo muy popular en la región y perfecto para disfrutar en días frescos.

Pollo Pibil: Similar a la cochinita pibil, pero con carne de pollo en lugar de cerdo. Se prepara con el mismo marinado de achiote y jugo de naranja agria, y se cocina en el horno de tierra. Es una opción deliciosa y más ligera que la cochinita.

Relleno Negro: Un platillo tradicional que combina influencias mayas y españolas. Consiste en una pasta de especias, chiles, achiote y otros ingredientes que se mezclan con la carne de pavo, puerco o pollo. La mezcla se cocina lentamente hasta obtener un delicioso guiso oscuro y sabroso.

Queso Relleno: Otro platillo que muestra la influencia de la cocina española. Se prepara con un queso edam relleno de picadillo (carne de res y cerdo) y se baña con una salsa de tomate y especias. Es una opción deliciosa y reconfortante.

Además de estos platillos emblemáticos, la gastronomía tradicional de Tulum también incluye una gran variedad de antojitos como tacos de pescado, empanadas de cazón, salbutes, panuchos y más. La comida en Tulum es una experiencia deliciosa que combina sabores auténticos, ingredientes frescos y la riqueza de la cultura maya.

7.5.3.3 PATRIMONIO BIOCULTURAL

Los conocimientos y saberes tradicionales mayas en el municipio de Tulum son una parte invaluable de la cultura y la identidad de este antiguo pueblo. A lo largo de generaciones, los mayas han transmitido de forma oral y práctica su conocimiento sobre la naturaleza, el cosmos, la medicina, la agricultura y diversas disciplinas que les han permitido adaptarse y vivir en armonía con su entorno.

Una de las áreas en las que los mayas han acumulado un vasto conocimiento es en el uso de las plantas medicinales. Los h'men, o curanderos tradicionales, han estudiado durante años las propiedades curativas de cientos de plantas que se encuentran en la región. Han aprendido a identificar las hierbas adecuadas para tratar diversas enfermedades y dolencias, y a preparar infusiones, ungüentos y cataplasmas para aliviar los malestares físicos y espirituales. Además, utilizan masajes y limpiezas espirituales como parte de su enfoque holístico para restaurar la salud y el equilibrio en el cuerpo y el espíritu.

Otro conocimiento ancestral de los mayas está relacionado con la agricultura. Han desarrollado técnicas de cultivo sostenible adaptadas a las condiciones de la región, como el uso de las milpas, que son sistemas agrícolas donde se siembra maíz, frijol y calabaza de forma intercalada. También han identificado las épocas adecuadas para sembrar y cosechar, así como la forma de conservar y almacenar los alimentos.

En cuanto a la arquitectura y la construcción, los mayas han desarrollado técnicas ingeniosas para la edificación de sus templos, viviendas y otros espacios. Utilizan materiales locales como piedra caliza y madera para construir estructuras resistentes y funcionales. Además, su conocimiento sobre la astronomía y las matemáticas les ha permitido diseñar edificaciones con precisión y simbolismo relacionado con su cosmovisión.

Los mayas también poseen un profundo conocimiento sobre la naturaleza y la fauna de la región. Han identificado y clasificado numerosas especies de animales y plantas, y han aprendido a utilizarlos de forma sostenible para su subsistencia. Conocen los ciclos naturales y las señales que indican cambios en el clima y el entorno, lo que les permite adaptarse a las diferentes estaciones y condiciones del ambiente.

El idioma maya es otra manifestación de su conocimiento tradicional. Aunque en la actualidad el español es ampliamente hablado en la región, el idioma maya todavía se conserva y se utiliza en muchas comunidades, lo que refleja la riqueza cultural y lingüística de este antiguo pueblo.

Los conocimientos y saberes tradicionales mayas en el municipio de Tulum son un legado invaluable que ha sido preservado y transmitido a través de generaciones. Son una muestra del profundo respeto y conexión que los mayas tienen con la naturaleza y su entorno, y son una parte esencial de su identidad cultural. Estos conocimientos no solo son una fuente de sabiduría ancestral, sino también una guía para vivir en armonía con la tierra y el cosmos. Es importante valorar y respetar estos conocimientos y aprender de ellos para enriquecer nuestra propia comprensión del mundo y de nosotros mismos.

7.5.4 DINÁMICAS RELACIONADAS CON EL PATRIMONIO CULTURAL

La zona tiene importantes núcleos culturales de gran atractivo turístico, notablemente Tulum y Cobá por las ruinas arqueológicas. Adicionalmente existen una gran cantidad de cenotes como Dos ojos, Cenote Cristal, Cenote Escondido, Cenote el Calavera, Gran Cenote de Tulum en donde los visitantes pueden visitar, bucear o realizar otras actividades de ecoturismo.

7.6 SUBSISTEMA URBANO-RURAL

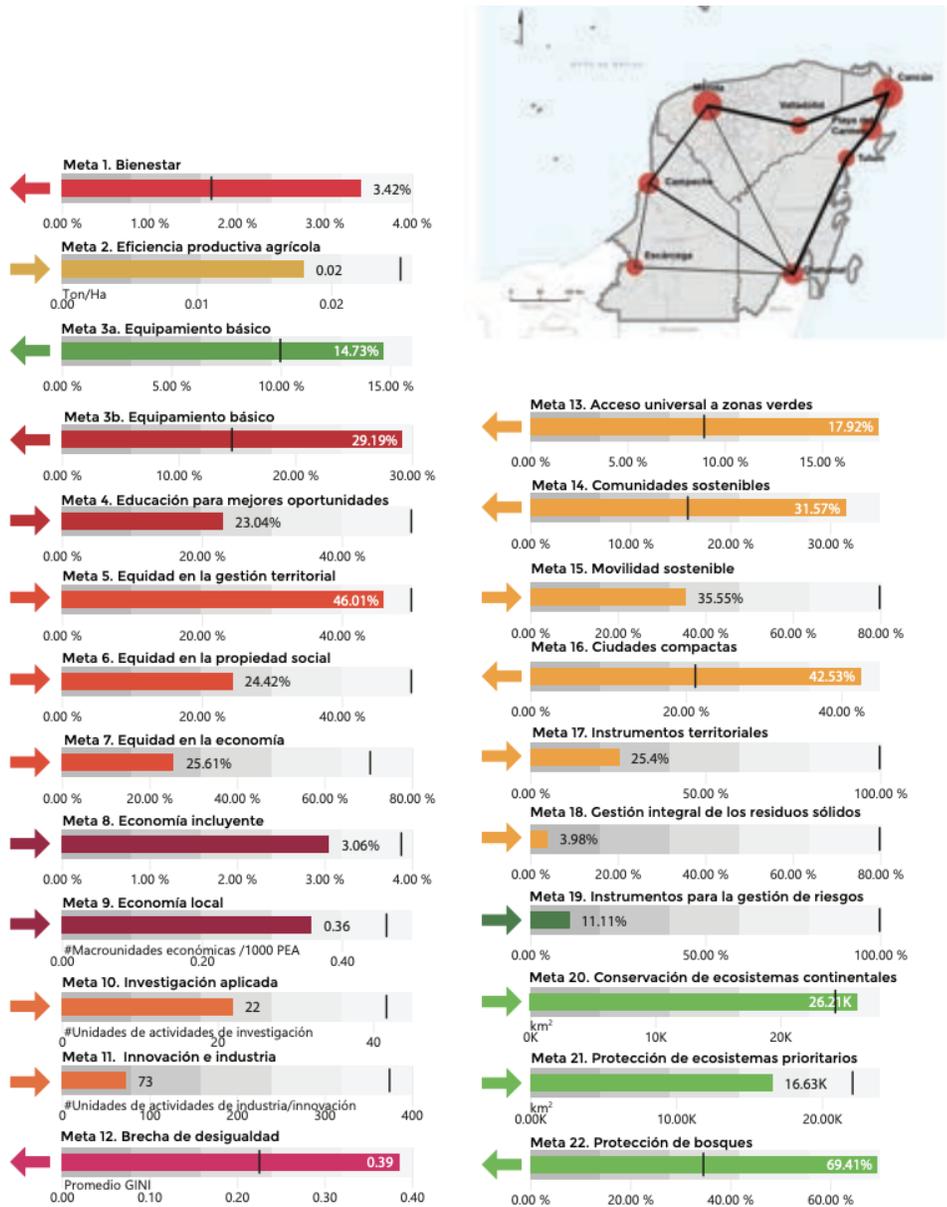
En esta sección, se busca identificar, diagnosticar y analizar la estructura general de los sistemas urbano-rurales que componen la región, junto con los elementos que facilitan su articulación, así como la concentración de las actividades económicas y de la población en el territorio. Se prestará especial atención al suelo disponible, la infraestructura existente, los servicios disponibles y los equipamientos presentes en la región.

7.6.1 SISTEMAS URBANO RURALES

7.6.1.1 IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE LOS SISTEMAS URBANO RURALES (SUR)

En la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial, la zona pertenece al Sistema Urbano Rural Sureste III (Mérida-Cancún) que corresponde a las entidades federativas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

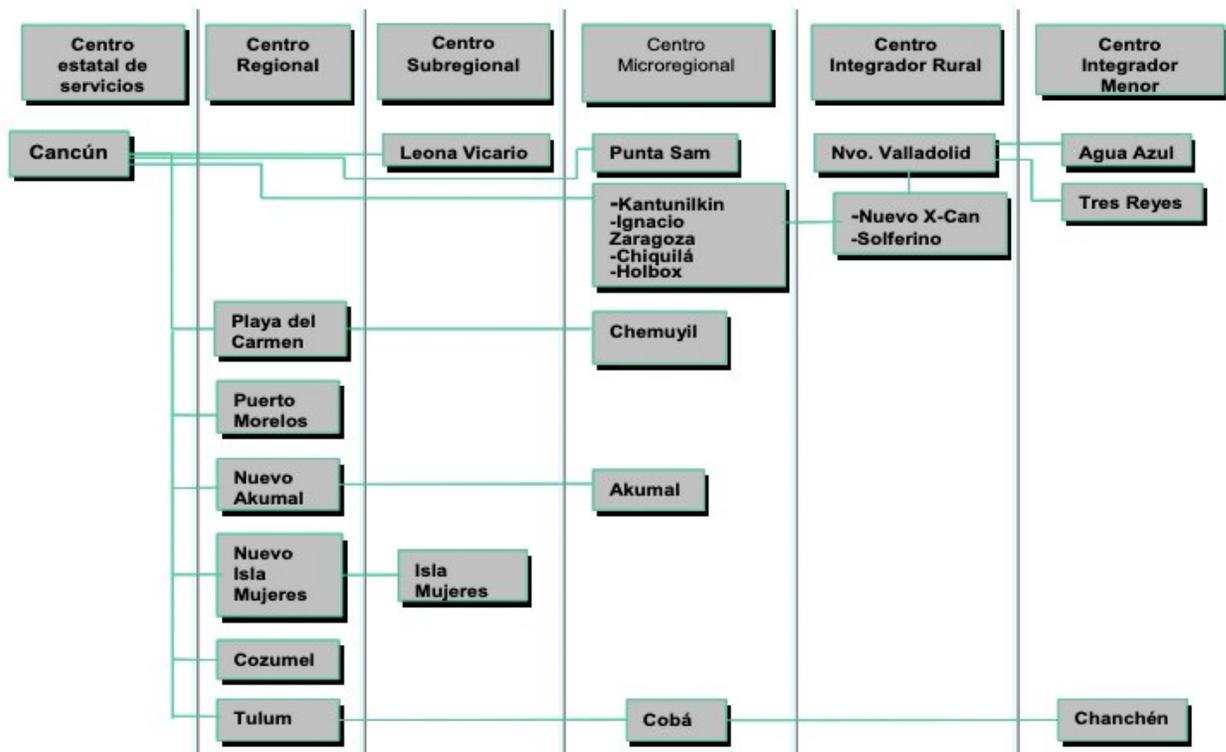
Figura 78: Metas ENOT para el Sur Sureste III.



Fuente: ENOT.

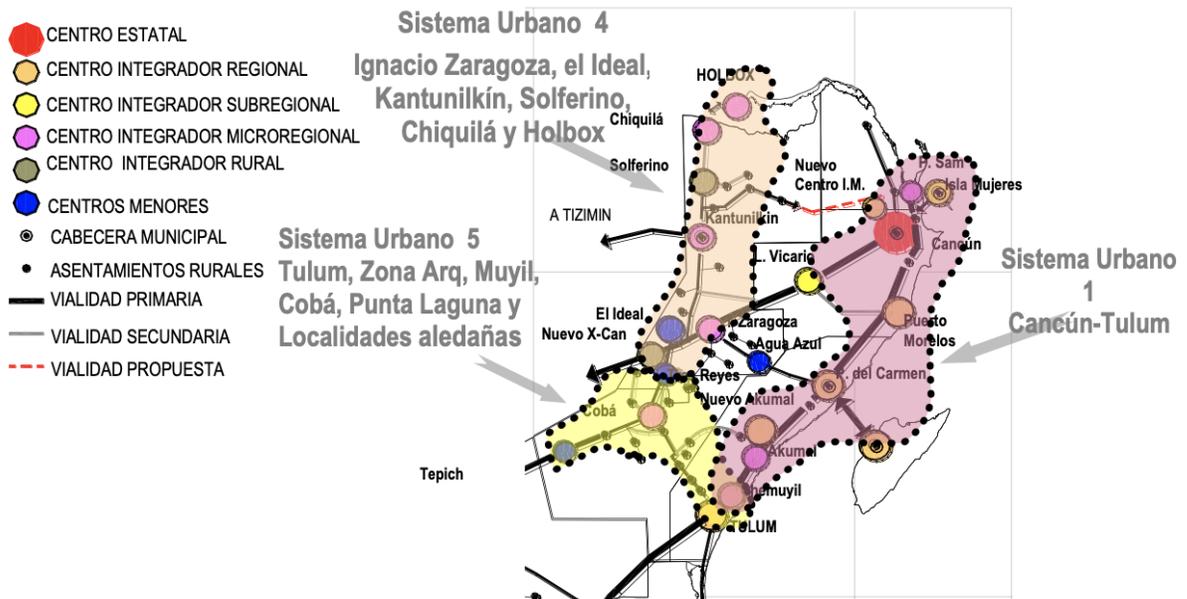
El Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Quintana Roo, señala que existen en el estado 4 subsistemas consolidados, dentro de los cuales señala en la costa norte a Cancún - Leona Vicario - Isla Mujeres - Playa del Carmen - Cobá - Tulum - Cozumel y 6 subsistemas incipientes dentro de los que destaca Kantunilkin - Solferino - San Ángel - Chiquilá - Holbox.

Figura 79: Jerarquización de centros de población.



Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano, 2002.

Figura 80: Sistema de Ciudades.



Fuente: Gobierno del Estado de Quintana Roo (2002): Programa Estatal de Desarrollo Urbano, 2002. México.

La Ciudad de Tulum entra como Centro Regional dentro del Sistema Urbano 1 Cancún-Tulum.

7.6.2 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO REGIONAL PARA EL DESARROLLO Y SU ÁMBITO DE ACTUACIÓN O COBERTURA

7.6.2.1 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

En el municipio existen dos subestaciones eléctricas, la S.E. Tulum, esta tiene un área de 10,060.57 m², y está conectada a la línea de alta tensión L.T. TULUM-PLAYA DEL CARMEN de 115 Kv-1c-64.19 km-ta con un voltaje de 115m y la línea de alta tensión L.T. VALLADOLID-TULUM de 115 KV-1C-102.58 km-ta con un voltaje de 115; y la Subestación Principal Tulum. Debido a los requerimientos de las obras del Tren Maya, se incrementó la capacidad de estas subestaciones.

Tabla 41: Usuarios de energía eléctrica por municipio según tipo de servicio (2017).

| | Total | Domestico | Alambrado o Público | Bombeo de aguas potables y negras | Agrícola | Industrial y de Servicios |
|-------|-------|-----------|---------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
| Tulum | 16423 | 14517 | 70 | 13 | 2 | 1821 |

Fuente: Anuario Estadístico Quintana Roo 2017.

Tabla 42: Volumen de las ventas de energía eléctrica por municipio según tipo de servicio (2016) Megawatts-hora.

| | Total | Domestico | Alambrado Público | Bombeo de aguas potables y negras | Agrícola | Industrial y de Servicios |
|-------|--------|-----------|-------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
| Tulum | 138259 | 36103 | 3878 | 462 | 2 | 97815 |

Fuente: Anuario Estadístico Quintana Roo 2017.

7.6.2.2 INFRAESTRUCTURA DE HIDROCARBUROS

El municipio no cuenta con infraestructura de hidrocarburos, refinerías, complejos petroquímicos, oleoductos, poliductos o gasoductos.

El municipio cuenta con 13 estaciones de servicio para el abasto de combustible, 8 de las cuales son de PEMEX.

7.6.2.3 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SANITARIA

AGUA

En el municipio, el agua se obtiene principalmente de pozos. La mayor parte de la extracción de agua es para los servicios, su volumen de almacenamiento depende de la precipitación.

Tabla 43: Plantas potabilizadoras en operación, capacidad instalada y volumen suministrado anual de agua potable Tulum 2016.

| | Fuentes de abastecimiento | | | Volumen promedio diario de extracción (Miles de metros cúbicos) | | |
|-------|---------------------------|---------------|-----------|---|---------------|-----------|
| | Total | Pozo profundo | Manantial | Total | Pozo profundo | Manantial |
| Tulum | 132 | 132 | 0 | 122.16 | 122.16 | 0 |

Fuente: Anuario Estadístico Quintana Roo 2017.

Dentro de la estructura administrativa de la región de estudio, La operación, gestión y administración de los servicios hidráulicos es por parte de la Comisión de Agua y Saneamiento de Quintana Roo (CAPA), que goza de personalidad jurídica propia y está sujeta a la regulación de las instancias federales, estatales y municipales correspondientes.

En términos de la captación de agua, se distinguen dos tipos principales de fuentes: las subterráneas y las provenientes de lagunas y cenotes. Sin embargo, estas últimas tienen un uso menos frecuente. De acuerdo con los datos proporcionados por el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) de la CONAGUA, únicamente el 0.04% del consumo público urbano proviene de fuentes distintas a las subterráneas.

Tabla 44: Extracción y dotación de agua Tulum 2020.

| Año | Población | Extracción m ³ /año | Dotación m ³ /hab/año | Dotación lt/hab/día |
|------|-----------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 2020 | 46721 | 5'686,521 | 121.71 | 333.46 |

Fuente: CONAGUA 2022.

En Tulum existen 379.8 km de red de distribución de tuberías y accesorios para transportar el agua hasta las tomas particulares.

DRENAJE

Solamente 3 localidades en el municipio cuentan con conexión al sistema de drenaje. En el resto se compone de un sistema de fosas sépticas y letrinas. Estas presentan un riesgo para el ambiente local por la infiltración de aguas residuales al subsuelo.

Actualmente existen cuatro plantas de tratamiento en el municipio con una capacidad de 113 lps de tratamiento, con ellas se puede tratar el 85% de las aguas residuales.

Tabla 45: Plantas de tratamiento Tulum.

| | Capacidad (lps) | Caudal tratado |
|--------------|-----------------|----------------|
| Akumal | 40 | 8 |
| Bicentenario | 120 | 80 |
| Chemuyil | 30 | 25 |

Fuente: CONAGUA 2022.

El agua pluvial, como componente esencial del ciclo hidrológico, se materializa en forma líquida mediante la lluvia y se precipita sobre el territorio municipal. En áreas verdes, este recurso se infiltra al subsuelo. En la zona urbana, se disponen de sistemas de alcantarillado pluvial; sin embargo, su estado actual sugiere que están obstruidos y carecen de una distribución geométrica efectiva, lo que resulta en una recolección inadecuada.

Estos sistemas de alcantarillado pluvial transportan las aguas de lluvia desde las vialidades sin implementar una separación adecuada de sólidos y aceites provenientes de los desechos vehiculares. Este proceso conlleva a la contaminación del manto freático, a medida que los elementos contaminantes se filtran y se mezclan con las aguas subterráneas.

7.6.2.4 INFRAESTRUCTURA TELEMÁTICA

En el municipio se pueden encontrar una Estación de Radio y T.V. en Tankah, así como 5 estaciones terrenas en Tulum, Tankah, Cobá, Chanchén, y Punta Allen.

7.6.2.5 INFRAESTRUCTURA PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

El lugar designado para la disposición final de los residuos en el municipio es un relleno sanitario de tipo "C", ubicado en el ejido de Tulum, en la frontera sur del territorio municipal, colindando con el municipio de Felipe Carrillo Puerto. Este relleno sanitario se accede desde la carretera federal 307. Sin embargo, debido a la carencia de un adecuado tratamiento de desechos, este relleno ha alcanzado su capacidad máxima y ha evolucionado hacia un vertedero a cielo abierto.

En el transcurso de 2017, se identificaron 70 vertederos clandestinos que a menudo sufren incendios, algunos intencionados para reducir el volumen de residuos y para recuperar materiales metálicos.

En términos de infraestructura administrativa, la Dirección de Obras y Servicios Públicos está ubicada en la zona norte del Centro de Población, específicamente en la calle Okot, casi en la intersección con la Av. Cobá.

Para la recolección de los residuos, el municipio dispone de un total de 12 camiones recolectores, que operan en dos rutas distintas: una que abarca la parte occidental los días lunes, miércoles y viernes, y otra que cubre la parte oriental los días restantes, excluyendo el domingo. Además, se han establecido dos puntos de acopio, denominados Reciclatón, y un Centro de Residuos Sólidos y Líquidos de Manejo Especial, diseñados específicamente para recoger productos reciclables (Ayuntamiento de Tulum, 2019).

7.6.2.6 EQUIPAMIENTO EDUCATIVO Y CULTURAL

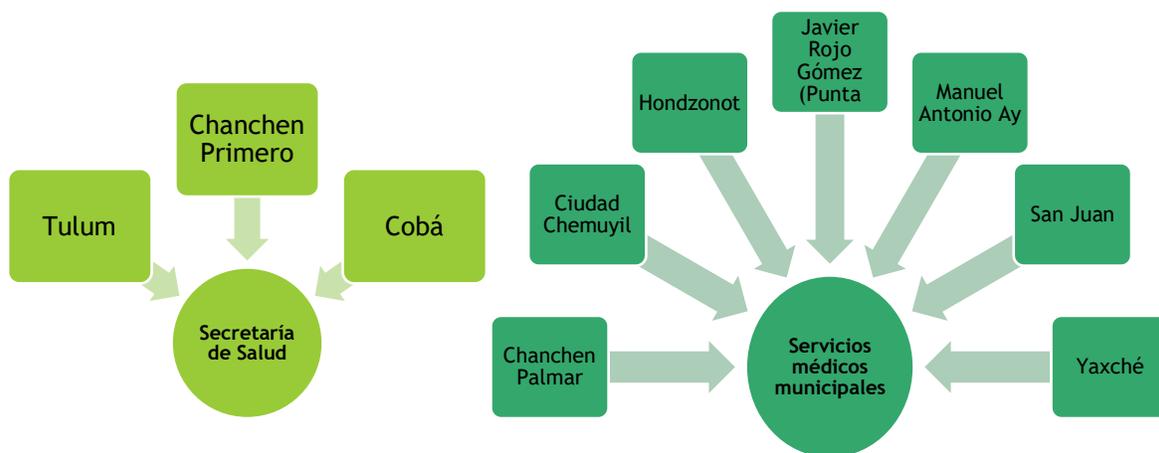
Tulum cuenta con 89 equipamientos educativos, 63 de nivel básico sector público, 11 de sector privado, 10 de nivel medio superior sector público, 2 de sector privado y dos de educación inicial y una de capacitación. La cabecera municipal de Tulum tiene 37 instituciones del sector público de nivel básico, medio superior y capacitación.

7.6.2.7 EQUIPAMIENTO SALUD Y ASISTENCIA SOCIAL

Dentro del municipio de Tulum se pueden identificar un total de 13 inmuebles destinados al equipamiento de servicios de salud. En la cabecera municipal, se encuentran dos unidades de atención de primer nivel y un inmueble que provee servicios de segundo nivel, todos bajo la administración de la Secretaría de Salud. Por otro lado, en las localidades rurales de la región, a excepción de Cobá y Chanchén Primero que cuentan con equipamiento de la Secretaría de Salud, se encuentran bajo el dominio de los Servicios Médicos Municipales (Secretaría de Salud, 2022).

La disposición de infraestructura de servicios de salud tiende a concentrarse principalmente en la cabecera municipal de Tulum. Sin embargo, la Dirección General de Información en Salud señala que en el municipio existe una escasez de atención médica disponible. Esto se debe a que, aunque las localidades cuentan con instalaciones de salud, de acuerdo con el catálogo de establecimientos de salud, las unidades afiliadas al Servicio Médico Municipal están inoperativas en la actualidad.

Figura 81: Equipamiento de primer y segundo nivel en Tulum.



Fuente: CLUES 2020.

7.6.2.8 EQUIPAMIENTO DE COMERCIO Y ABASTO

La mayoría de las unidades económicas en el municipio de acuerdo al DENU pertenecen a comercio. Existen 840 unidades de comercio al por menor y 48 unidades económicas de comercio al por mayor.

Tabla 46: Comercio al por menor en Tulum.

| ACTIVIDAD | Tulum |
|--|------------|
| (46) Comercio al por menor | 840 |
| (461) Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco | 314 |
| (462) Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales | 70 |
| (463) Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado | 90 |
| (464) Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud | 25 |
| (465) Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal | 224 |
| (466) Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados | 36 |
| (467) Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios | 48 |
| (468) Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes | 33 |
| (469) Comercio al por menor exclusivamente a través de Internet, y catálogos impresos, televisión y similares | 0 |
| (461) Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco | 314 |
| (462) Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales | 70 |
| (463) Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado | 90 |
| (464) Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud | 25 |
| (465) Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal | 224 |
| (466) Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados | 36 |
| (467) Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios | 48 |
| (468) Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes | 33 |
| (469) Comercio al por menor exclusivamente a través de Internet, y catálogos impresos, televisión y similares | 0 |
| TOTAL | 840 |

Fuente: DENU.

Tabla 47: Comercios al por mayor.

| ACTIVIDAD | Tulum |
|---|-------|
| (43) Comercio al por mayor | 48 |
| (431) Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco | 4 |
| (432) Comercio al por mayor de productos textiles y calzado | 0 |
| (433) Comercio al por mayor de productos farmacéuticos, de perfumería, artículos para el esparcimiento, electrodomésticos menores y aparatos de línea blanca | 3 |
| (434) Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho | 30 |
| (435) Comercio al por mayor de maquinaria, equipo y mobiliario para actividades agropecuarias, industriales, de servicios y comerciales, y de otra maquinaria y equipo de uso general | 11 |
| (436) Comercio al por mayor de camiones y de partes y refacciones nuevas para automóviles, camionetas y camiones | 0 |
| (437) Intermediación de comercio al por mayor | 0 |
| (431) Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco | 4 |
| (432) Comercio al por mayor de productos textiles y calzado | 0 |
| (433) Comercio al por mayor de productos farmacéuticos, de perfumería, artículos para el esparcimiento, electrodomésticos menores y aparatos de línea blanca | 3 |
| (434) Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho | 30 |
| (435) Comercio al por mayor de maquinaria, equipo y mobiliario para actividades agropecuarias, industriales, de servicios y comerciales, y de otra maquinaria y equipo de uso general | 11 |
| (436) Comercio al por mayor de camiones y de partes y refacciones nuevas para automóviles, camionetas y camiones | 0 |
| (437) Intermediación de comercio al por mayor | 0 |
| TOTAL | 48 |

Fuente: DENUE.

7.6.2.9 EQUIPAMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

La administración municipal se encuentra en la localidad de Tulum.

Adicionalmente la federación cuenta con los siguientes inmuebles:

Tabla 48: Bienes Inmuebles de Administración Pública.

| Institución que Administra | Ubicación |
|--|--|
| FINANCIERA PARA EL BIENESTAR | LOCALIDAD:TULUM COMPONENTE:VIALIDAD CALLE:SOL ORIENTE NO.EXT:S/N NO.EXT2:S/N NO.INT:N/D ASENTAMIENTO:COLONIA NOMBRE ASENTAMIENTO:CENTRO CP:77780 |
| SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL | LOCALIDAD:TULUM COMPONENTE:CARRETERA CALLE:N/D NO.EXT:LOTE 1 NO.EXT2:S/N NO.INT:S/N ASENTAMIENTO:COLONIA NOMBRE ASENTAMIENTO:TULUM CENTRO CP:77760 |
| INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA | LOCALIDAD:TULUM CENTRO COMPONENTE:CARRETERA CALLE:N/D NO.EXT:S/N NO.EXT2:S/N NO.INT:N/D ASENTAMIENTO:COLONIA NOMBRE ASENTAMIENTO:TULUM CENTRO CP:77760 |
| SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES | LOCALIDAD: COMPONENTE:VIALIDAD CALLE:DOMICILIO CONOCIDO NO.EXT: NO.EXT2: NO.INT: ASENTAMIENTO:COLONIA NOMBRE ASENTAMIENTO:MUNICIPIO DE TULUM CP: |
| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | LOCALIDAD:TULUM COMPONENTE:VIALIDAD CALLE:(EN PROYECTO) NO.EXT:N/D NO.EXT2:N/D NO.INT:N/D ASENTAMIENTO:N/D NOMBRE ASENTAMIENTO:JAGUAR CP:N/D |
| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | LOCALIDAD:TULUM COMPONENTE:CARRETERA CALLE:N/D NO.EXT:N/D NO.EXT2:N/D NO.INT:N/D ASENTAMIENTO:N/D NOMBRE ASENTAMIENTO:TULUM CP:N/D |
| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | LOCALIDAD:TULUM COMPONENTE:VIALIDAD CALLE:(VIALIDAD EN PROYECTO) NO.EXT:N/D NO.EXT2:N/D NO.INT:N/D ASENTAMIENTO:N/D NOMBRE ASENTAMIENTO:TULUM CP:N/D |

Identificar los inmuebles dedicados a la administración pública en la región. · Dar cuenta de la fortaleza institucional que permite la gobernabilidad y, consecuentemente, la gobernanza regional.

7.6.2.10 ESPACIO PÚBLICO, ÁREAS VERDES E INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA Y RECREATIVA

El espacio público representa un área fundamental para la realización de actividades colectivas, de movilidad, recreativas, deportivas, culturales y de resiliencia. Además, desempeña un papel central en la estructura tanto de la ciudad como del barrio, y juega un papel significativo en la construcción de la identidad ciudadana. Conforme al Proyecto de Norma Oficial Mexicana de Espacio Público, este se categoriza en función de sus usos, dividiéndose en equipamiento público, infraestructura, áreas naturales, administración y escala de servicio (Diario Oficial de la Federación, 2020).

En esta sección, se llevará a cabo un análisis del espacio público en relación con su función de equipamiento público y áreas naturales, considerando la presencia de 28 puntos de espacio público de acuerdo con el DENUÉ 2021 en la región.

Tabla 49: Tipo de espacio público Tulum.

| Tipo de espacio público | Localidad | Número de unidades en la localidad |
|-------------------------|-------------------|------------------------------------|
| Áreas Naturales | Aktún Chen | 1 |
| | Cenote Yak-K | 1 |
| | El Gran Cenote | 1 |
| | Sac-Aktun | 1 |
| | Tulum | 1 |
| | Xcachel | 1 |
| Espacios Abiertos | Cobá | 3 |
| | Javier Rojo Gómez | 1 |
| | Ruinas Tulum | 1 |
| | Tulum | 2 |
| Plazas | Tulum | 1 |

Fuente: DENUÉ.

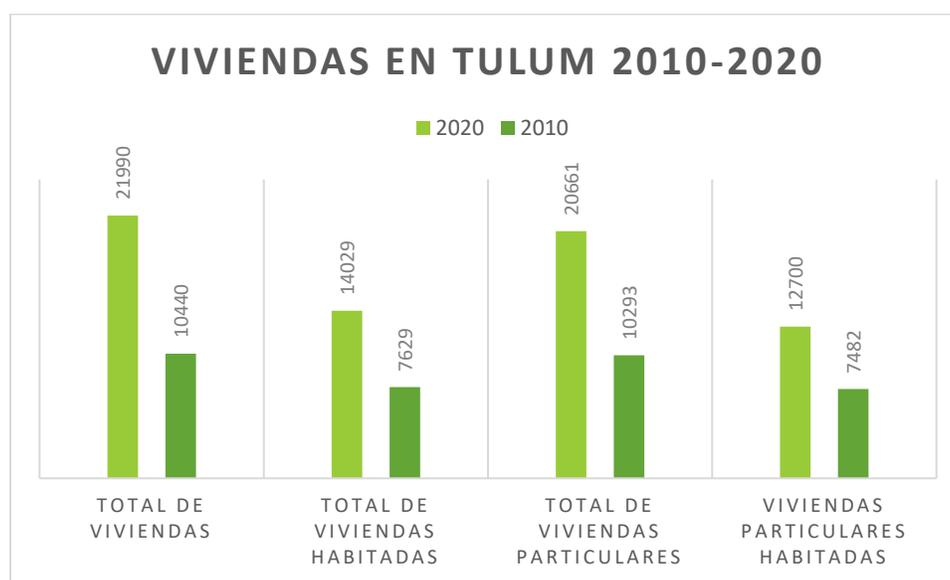
7.6.3 HABITABILIDAD Y ACCESO A LA VIVIENDA

7.6.3.1 CARACTERÍSTICAS Y REZAGOS

En el municipio de Tulum existen 21,990 viviendas, de las cuales 14029 viviendas se encuentran ocupadas, estas incluyen casas independientes, departamentos en edificios, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto de azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, refugios y clase no especificada, así como viviendas particulares sin información de ocupantes.

La tasa de crecimiento promedio anual de las viviendas particulares habitadas en el 2020 se calculó en 6.4.

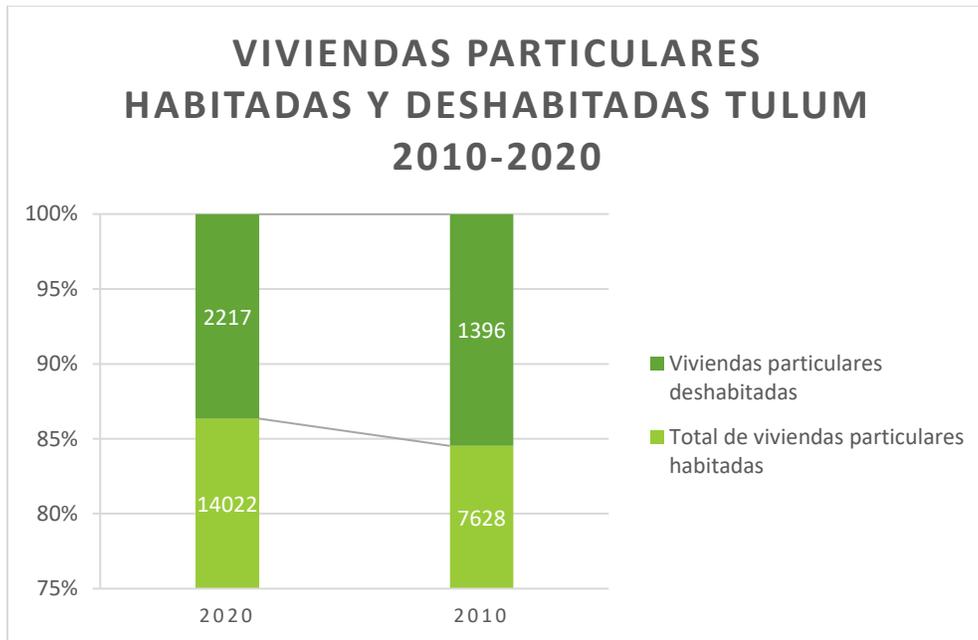
Figura 82: Viviendas en Tulum 2010-2020.



Fuente: ITER 2020, ITER 2010.

La proporción de viviendas particulares habitadas ha aumentado. En el 2020 el porcentaje de viviendas particulares habitadas fue del 86.35% mientras que en el Censo del 2010 era del 84.53%.

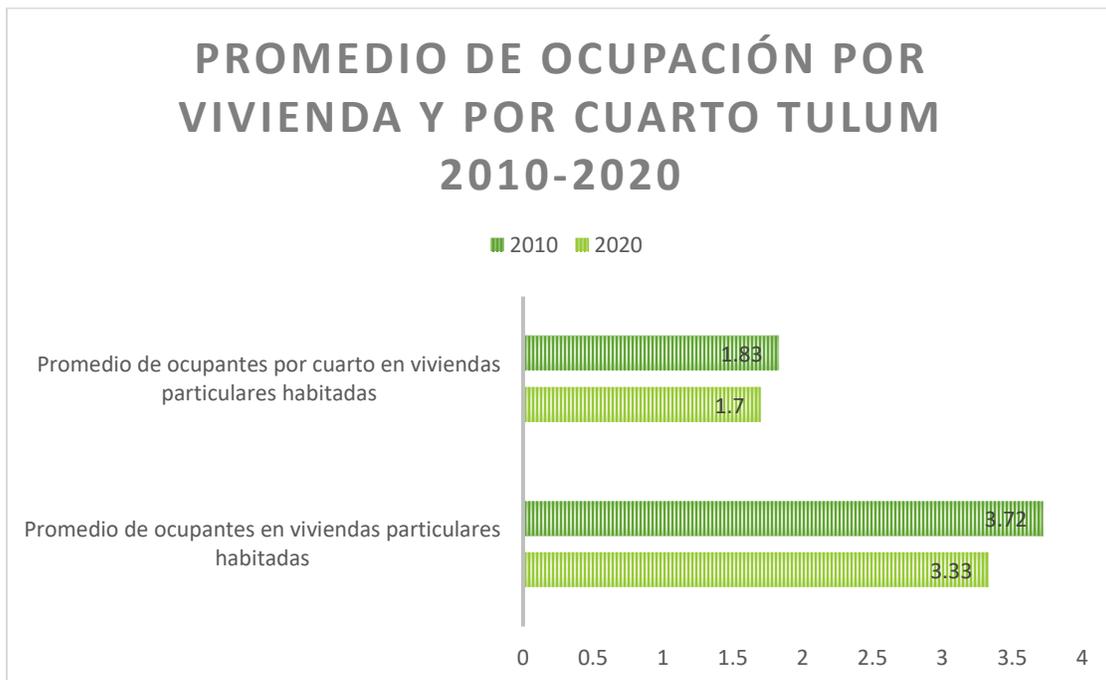
Figura 83: Viviendas particulares habitadas y viviendas particulares deshabitadas.



Fuente: ITER 2020, ITER 2010.

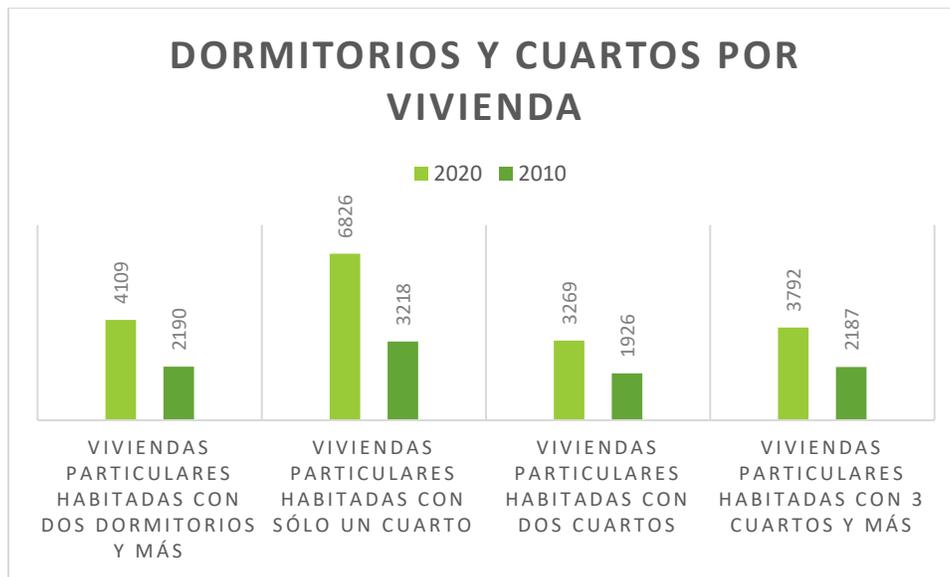
En promedio, cada vivienda tiene 3.3 habitantes y un índice de hacinamiento de 1.7 personas por cuarto. La mayoría de las viviendas tienen un cuarto.

Figura 84: Promedio de ocupación por vivienda y por cuarto 2010-2020.



Fuente: ITER 2020, ITER 2010

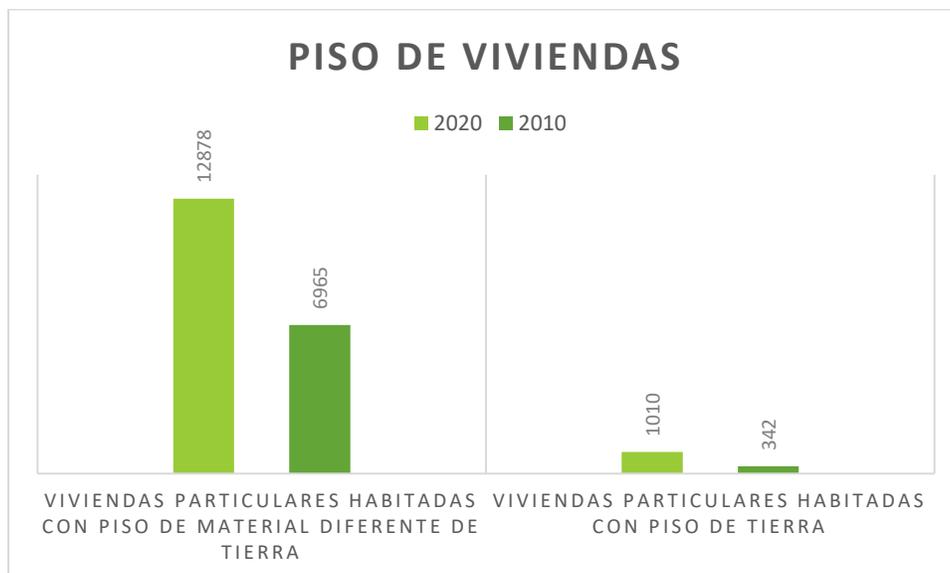
Figura 85: Dormitorios y cuartos por vivienda.



Fuente: ITER 2020, ITER 2010.

El 7.3% de las viviendas tienen piso de tierra, siendo el segundo municipio en el estado con mayor proporción de viviendas con piso de tierra. El 10.2% tienen techos precarios y el 1.5% tienen paredes precarias. La mayoría de las viviendas tienen piso de cemento o firme, techo de losa de concreto y paredes de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto como se muestra a continuación.

Figura 86: Piso de viviendas.



Fuente: ITER 2020, ITER 2010.

Tabla 50: Viviendas particulares habitadas por características en materiales de construcción, 2010.

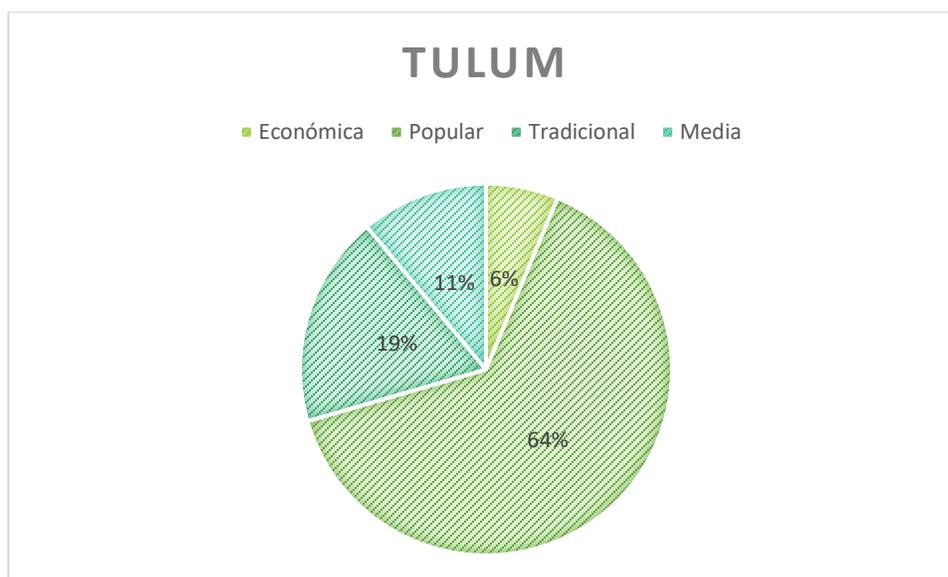
| Materiales de construcción de la vivienda | Número de viviendas particulares habitadas ⁽¹⁾ | % |
|--|---|-------|
| Piso de tierra | 342 | 4.58 |
| Piso de cemento o firme | 4,291 | 57.44 |
| Piso de madera, mosaico u otro material | 2,674 | 35.8 |
| Piso de material no especificado | 163 | 2.18 |
| Techo | | |
| Techo de material de desecho o lámina de cartón | 1,362 | 19.53 |
| Techo de lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil | 712 | 10.21 |
| Techo de teja o terrado con vigería | 67 | 0.96 |
| Techo de losa de concreto o viguetas con bovedilla | 4,697 | 67.34 |
| Techo de material no especificado | 135 | 1.94 |
| Pared | | |
| Pared de material de desecho o lámina de cartón | 165 | 2.37 |
| Pared de barro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma | 221 | 3.17 |
| Pared de madera o adobe | 1,263 | 18.11 |
| Pared de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto | 5,190 | 74.41 |
| Pared de material no especificado | 136 | 1.95 |

Fuente: Censo 2010.

7.6.3.2 OFERTA DE VIVIENDA NUEVA

En el municipio para el año 2022 se desarrollaron 31, 646 viviendas nuevas principalmente del tipo popular.

Figura 87: Tipos de vivienda Tulum 2022.



Fuente: SEDATU. Inventario de vivienda.

En el año se realizaron 3,834 acciones de financiamiento por un valor de 2,179,849,910 pesos con las siguientes características:

Tabla 51: Financiamiento de vivienda Tulum 2022.

| Organismo | Viviendas |
|---|-----------|
| Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) | 357 |
| Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) | 371 |
| Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE) | 95 |
| Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) | 31 |
| Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) | 17 |
| Modalidad | Viviendas |
| Vivienda nueva | 740 |
| Mejoramientos | 56 |
| Vivienda usada | 54 |
| Otros programas | 21 |
| Destino | Viviendas |
| Mejoramientos | 56 |
| Vivienda nueva | 728 |
| Vivienda usada | 54 |
| Pago de pasivos | 9 |
| Con disponibilidad de terreno | 12 |
| Liquidez | 8 |
| Adquisición de suelo | 4 |

Fuente: SEDATU. Financiamiento de Vivienda.

7.6.3.3 VIVIENDA ABANDONADA Y/O DESHABITADA

En el municipio se encuentran 2,217 viviendas particulares deshabitadas, lo que representa el 10.73% de las viviendas. Así mismo, existen 5,744 viviendas particulares de uso temporal.

7.6.3.4 VIVIENDA EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y/O RIESGO

En el Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum se estableció que El valor promedio de los valores obtenidos anteriormente en las estadísticas de vivienda y marginación nos da 0.17 lo cual nos indica que el grado de vulnerabilidad social asociada a desastres es MUY BAJA esto evaluado a nivel municipal.

7.6.3.5 ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES

El fenómeno de los asentamientos irregulares en Tulum, como en muchas otras áreas urbanas, es un aspecto que requiere un análisis profundo y cuidadoso. Estos asentamientos, que se caracterizan por su establecimiento en zonas no autorizadas y por la carencia de servicios básicos y planificación urbana adecuada, presentan retos significativos para el municipio. La expansión rápida del turismo y el crecimiento poblacional en Tulum han generado presiones sobre la vivienda y la tierra, dando lugar a la formación de asentamientos informales que a menudo carecen de acceso a servicios esenciales, infraestructura adecuada y condiciones de vida dignas. En este contexto, es fundamental examinar las causas, impactos y posibles estrategias para abordar este fenómeno y promover un desarrollo urbano sostenible y equitativo en Tulum.

En la localidad de Tulum existen aproximadamente 74.46 hectáreas de suelo con ocupación irregular. La dirección de catastro identificó 38,339 predios en condición irregular en el 2022.

Tabla 52: Asentamientos irregulares.

| Número de predios | Número de población | Número de manzanas | Hectáreas | Porcentaje de la población |
|-------------------|---------------------|--------------------|-----------|----------------------------|
| 38,339 | 8,031 | 148 | 74.46 | 17.10% |

Fuente: Departamento Catastro Tulum, Censo 2020.

7.6.4 CERTEZA JURÍDICA Y TIPOS DE PROPIEDAD

7.6.4.1 TENENCIA DEL SUELO

El suelo representa un pilar fundamental en la planificación del territorio, actuando como cimiento esencial para la vida humana y las dinámicas tanto urbanas como rurales. Su rol como elemento estructurador de actividades económicas y sociales en una región específica es de vital importancia. En este contexto, es necesario llevar a cabo un minucioso análisis de la tenencia del suelo en la región, considerando sus diversas categorías y tipos. Esto permitirá la posterior identificación de posibles conflictos agrarios y su potencial impacto en el desarrollo de áreas particulares en la región.

La tenencia del suelo, un concepto con implicaciones jurídicas, establece las relaciones de propiedad y control entre individuos o grupos de personas. Esta dinámica jurídica define las formas en que el suelo puede ser utilizado, otorgando derechos de uso, manejo y transferencia. En esencia, la tenencia del suelo regula la posesión y explotación de este recurso vital en función de sus características y potencialidades.

a carta catastral del estado de Quintana Roo ofrece una visualización de la distribución de la superficie según los tipos de propiedad. En concreto, el 66.85% de la extensión territorial de Quintana Roo es considerada propiedad social, correspondiente a núcleos agrarios conocidos como Ejidos. La propiedad federal abarca un 24.95%, comprendiendo áreas sujetas al dominio público de la federación, como baldíos y terrenos nacionales. Además, un 7.78% corresponde a propiedad privada. En el contexto específico de la región de estudio, se destaca que el 66.89% de la propiedad es de tipo ejidal, mientras que un 8.6% es considerada federal y un 4.45% es de carácter privado.

En el municipio existen 60 asentamientos humanos y 14 ejidos.

Tabla 53: Tenencia de la tierra según tipo de propiedad.

| | Hectáreas | Porcentaje |
|----------------------|-------------------|----------------|
| No identificadas | 0.14 | 0.00% |
| Propiedad Federal | 60475.71 | 30.24% |
| Propiedad Privada | 21231.56 | 10.62% |
| Propiedad Social | 118258.14 | 59.14% |
| Total General | 199965.549 | 100.00% |

Fuente: Catastro Rural INEGI 2007.

7.6.4.1.1 PROPIEDAD SOCIAL

En relación a la situación de tenencia ejidal en Tulum, se observa que el 59.14% de su territorio es propiedad social. En el municipio podemos encontrar 14 ejidos registrados con un área total de 103,294.5855 hectáreas en el 2022. Esto resalta la importancia de garantizar certeza jurídica a sus habitantes. El otorgamiento de un Título de Propiedad confiere seguridad y certeza legal a las familias receptoras, asegurando que el terreno les pertenece y que nadie puede desposeerlos de él. Además de ser un elemento fundamental en la formación del patrimonio familiar, el Título de Propiedad facilita el acceso a programas gubernamentales, tanto estatales como federales, que buscan el mejoramiento de las condiciones habitacionales.

7.6.4.1.2 PROPIEDAD DEL ESTADO

De acuerdo con el Inventario de Bienes Muebles e Inmuebles INDAABIN, en el municipio existen 16 inmuebles federales, principalmente en la cabecera municipal. Estos inmuebles son para uso de dependencias federales, INAH, la CONANP, CFE y Tren Maya.

Tabla 54: Bienes inmuebles federales.

| Localidad | Bienes inmuebles |
|-----------------|------------------|
| Tulum | 11 |
| Chanchén Palmar | 1 |
| Macario Gómez | 1 |
| Sian Ka'an | 1 |
| Hondzonot | 1 |
| Akumal | 1 |

Fuente: INDAABIN.

7.6.4.1.3 PROPIEDAD PRIVADA

El 10.62% del territorio municipal es de propiedad privada. De acuerdo a datos de RENARET, en el municipio se cuentan con 3 hectáreas de reservas territoriales como se muestran a continuación:

Tabla 55: Reservas Territoriales Número de hectáreas registradas al 31 de diciembre de 2019.

| | U1 | U2 | U3 | R4-A | R3-A | R4-B | FC | S/D | Total |
|-------|----|----|----|------|------|------|----|-----|-------|
| Tulum | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |

U1: Primer contorno. Zonas consolidadas con acceso a empleo, equipamiento y servicios urbanos.

U2: Segundo contorno. Zonas en proceso de consolidación con infraestructura y servicios urbanos de agua y drenaje mayor al 75%.

U3: Zonas contiguas al área urbana, (cinturón periférico al área urbana) definido de acuerdo al tamaño de la ciudad.

FC: Fuera de contorno.

R3A, R4A y R4B: Grado de desarrollo de la reserva territorial (anterior a 2017).

S/D: Sin dato sobre el grado de desarrollo (anterior a 2017).

7.6.4.2 DINÁMICAS Y TRANSFORMACIÓN DE LA PROPIEDAD SOCIAL

7.6.4.3 ASENTAMIENTOS HUMANOS IRREGULARES EN ENTORNOS RURALES

No se cuenta con instrumentos de planeación fuera del centro de población de Tulum, Chemuyil y Akumal, por lo que no hay asentamientos irregulares en entornos rurales.

7.7 SUBSISTEMA DE MOVILIDAD

En esta sección se lleva a cabo una revisión y análisis exhaustivo de la infraestructura de transporte, abarcando carreteras, vías férreas, puertos marítimos y aéreos, así como instalaciones que promuevan la movilidad de personas y mercancías. Se busca entender la interconexión entre estas infraestructuras y su influencia en los desplazamientos. Además, se analiza la oferta y demanda del transporte público regional y los corredores de transporte de carga hacia otras regiones del país. Es fundamental caracterizar los diversos modos y sistemas de transporte, considerando tanto vehículos motorizados como no motorizados y el transporte de carga. Durante este análisis, se identifican problemáticas como seguridad vial y pública, inclusión, accesibilidad y resiliencia, entre otros aspectos. También se evalúan los impactos y externalidades que estas redes de transporte generan, como emisiones de gases de efecto invernadero y calidad del aire, impacto en el Producto Interno Bruto, congestión vehicular y gastos en salud relacionados. Esta evaluación integral permite comprender la complejidad y los desafíos asociados al sistema de transporte en la región, orientando futuras estrategias de mejora y desarrollo sostenible en este ámbito.

7.7.1 ANÁLISIS ORIGEN-DESTINO REGIONAL

La dinámica de movilidad regional se centra en la cabecera municipal. Su capacidad de atracción se vincula a la oferta de servicios y atractivos turísticos (como la zona arqueológica de Tulum y la línea de playa con la zona hotelera). Mientras que la producción de viajes se vincula hacia los municipios de Benito Juárez, Valladolid y Puerto Morelos, estos con dinámicas más locales.

7.7.2 ESTRUCTURA VIAL REGIONAL

7.7.2.1 ESTRUCTURA VIAL REGIONAL

Tulum como uno de los principales generadores de viajes en automóvil, junto a Solidaridad y Benito Juárez, con más de 8,700 viajes, también es un destino importante para los viajes automovilísticos de los propios municipios de Solidaridad, Benito Juárez y Tulum, además de tener vínculos significativos con Valladolid al producir viajes hacia dicho destino.

En el ámbito de los viajes en autobús (interurbanos), Tulum se destaca como uno de los municipios con mayor cantidad de viajes originados en terminales de autobuses, siendo Benito Juárez y Puerto Morelos los principales municipios de intercambio.

La presencia de zonas arqueológicas también influye en la generación y atracción de viajes, siendo Benito Juárez, Solidaridad y Tulum los principales generadores de viajes en esta categoría debido a la proximidad entre estas zonas y las localidades urbanas cercanas que ofrecen servicios turísticos. Benito Juárez y Solidaridad mantienen una relación directa con Tulum como destino receptor de una considerable cantidad de viajes desde estos municipios.

El Aeropuerto Internacional de Cancún, como infraestructura clave, desempeña un papel relevante en la identificación de destinos y la generación de viajes. Tulum se destaca como uno de los principales destinos para los viajes con inicio en el aeropuerto, en estrecha relación con la actividad turística y la oferta del Centro de Población de Tulum.

En cuanto a los viajes de carga, Tulum se sitúa en una posición intermedia en términos de generación, siendo superado por Solidaridad y Benito Juárez. Asimismo, Tulum es un destino relevante para los viajes de carga originados en Benito Juárez.

7.7.2.2 ESTRUCTURA VIAL LOCAL

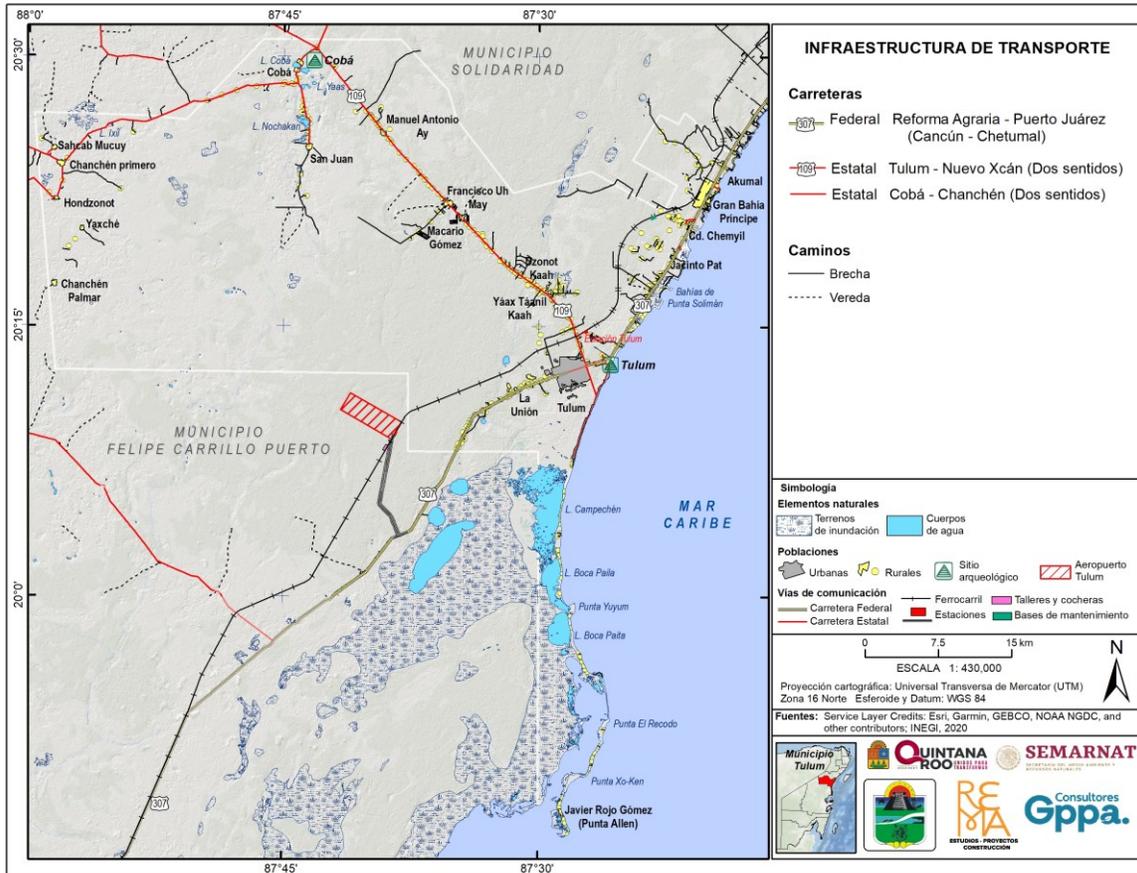
La estratégica ubicación del Centro de Población Tulum lo convierte en un punto intermedio para los desplazamientos a lo largo de la región y en un nodo que enlaza flujos hacia Valladolid y Mérida a través de la carretera estatal Tulum - Nuevo X-Can QR-109, convirtiéndose en un eje interurbano vital.

En cuanto a la línea costera, el Ramal a Punta Allen QR-015 es la vía que facilita los desplazamientos entre diferentes puntos, con una concentración de servicios turísticos de playa a lo largo de su recorrido, principalmente hoteles.

Según la Red Nacional de Caminos, la carretera estatal libre Ramal a Punta Allen QR-015, desde la carretera MEX-307 hasta el tramo hacia la línea de playa, cuenta con pavimento asfáltico y una velocidad de tránsito registrada de 60 km/h. Posee un ancho de 18 metros con un carril de circulación por sentido y una franja lateral destinada a modos activos de transporte, principalmente ciclistas. A lo largo de la línea de playa, el ancho promedio se reduce a unos 10 metros, con un carril por sentido y acotamiento variable utilizado para diversas actividades, lo que contribuye a la congestión. A pesar de registrar una velocidad de tránsito relativamente alta (50 km/h), las múltiples actividades y las condiciones de conservación generan velocidades efectivas más bajas, alrededor de 20 km/h.

Por otro lado, la carretera estatal libre Tulum - Nuevo X-Can QR-109, con pavimento asfáltico y un ancho de 25 metros, posee un carril de circulación por sentido, separador central y acotamiento utilizado en ocasiones como estacionamiento. Las velocidades de tránsito oscilan entre 50 y 70 km/h. Esta carretera conecta a la cabecera municipal con las localidades de Rancho Viejo, Francisco Uh May, Manuel Antonio Ay, Chanchén y Cobá.

Mapa 43: Mapa de carreteras.



7.7.3 INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

7.7.3.1 RED FERROVIARIA

El Proyecto Regional Tren Maya, dirigido por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), busca mejorar la calidad de vida, preservar el entorno y promover el desarrollo sostenible en la península de Yucatán. Este sistema ferroviario interconecta las principales ciudades y destinos turísticos de la región, abarcando cinco estados del sureste de México. Se prevé la construcción de aproximadamente 1,525 km de vías férreas atravesando Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, lo que impactará positivamente en el desarrollo regional y en la calidad de vida de los habitantes.

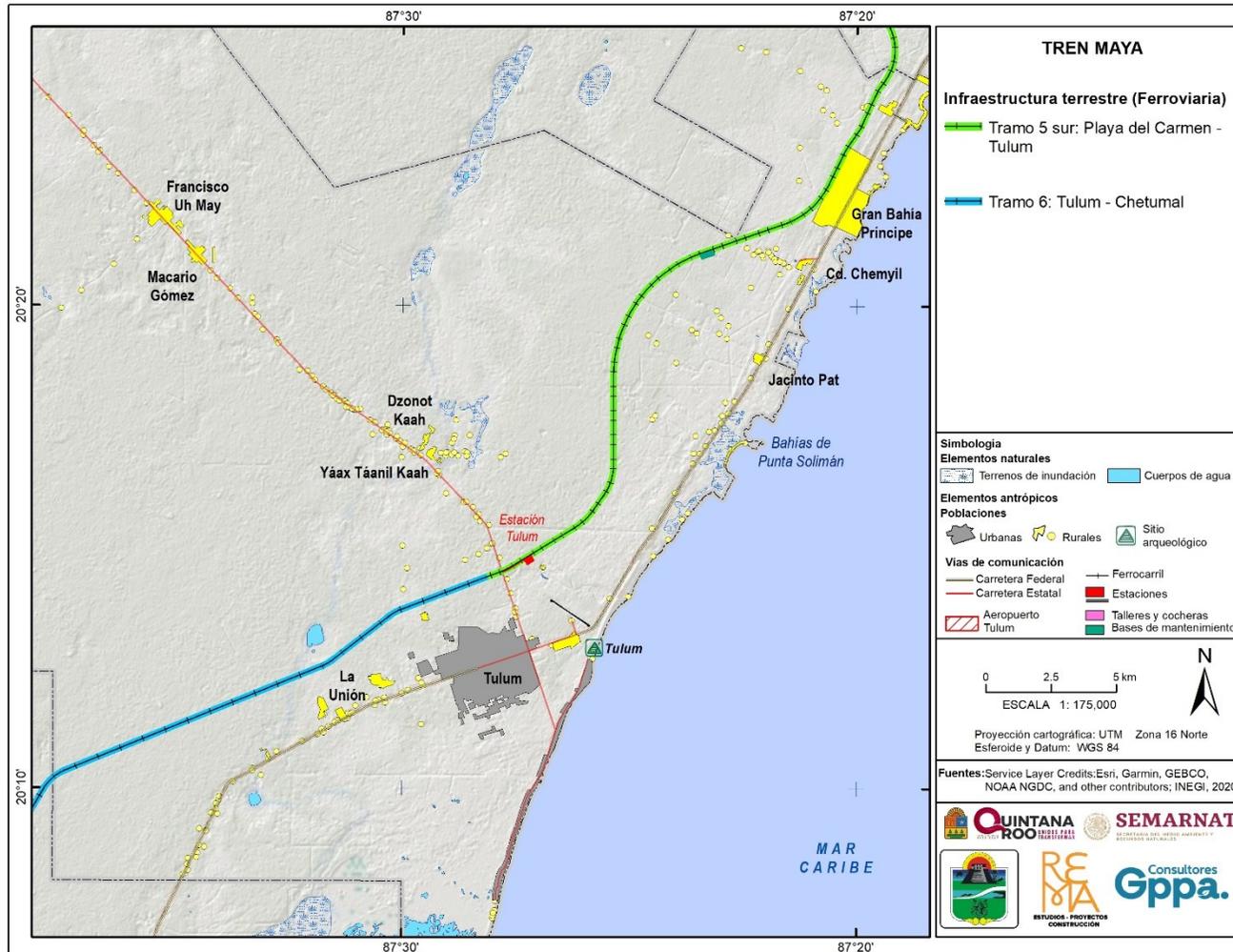
El Tren Maya fortalecerá la planificación territorial de la región y potenciará la industria turística. Además, generará impactos económicos positivos y mejorará la conectividad en la península de Yucatán, al facilitar la movilidad eficiente de mercancías, pasajeros y turistas.

La estación Tulum estará presente en dos tramos: el Tramo 5 Sur (Playa del Carmen - Tulum) y el Tramo 6 (Tulum - Bacalar). Tulum, siendo un punto central del proyecto, actuará como núcleo distribuidor del flujo turístico que moverá el Tren Maya en la región.

El material rodante del Tren Maya incluye 42 trenes de distintos tipos, construidos por el consorcio conformado por Bombardier, Alstom, Gami y Construcciones Urales. Estos trenes híbridos y eléctricos se utilizarán en tramos electrificados y no electrificados, impulsando así la eficiencia y versatilidad del sistema ferroviario.

El proyecto generará un efecto multiplicador en términos de inversiones y empleo. La inversión pública de 25,000 millones de pesos en 2020 y una inversión total esperada de 141 mil millones para 2024 impactará la economía de la región. Se estima que la derrama económica alcance los 31,700 millones para 2020 y 113,800 millones de pesos de 2021 a 2023. Además, la creación de empleos directos e indirectos reforzará la economía local.

Mapa 44: Infraestructura terrestre ferroviaria en el municipio de Tulum.



7.7.3.2 PUERTOS Y MARINAS

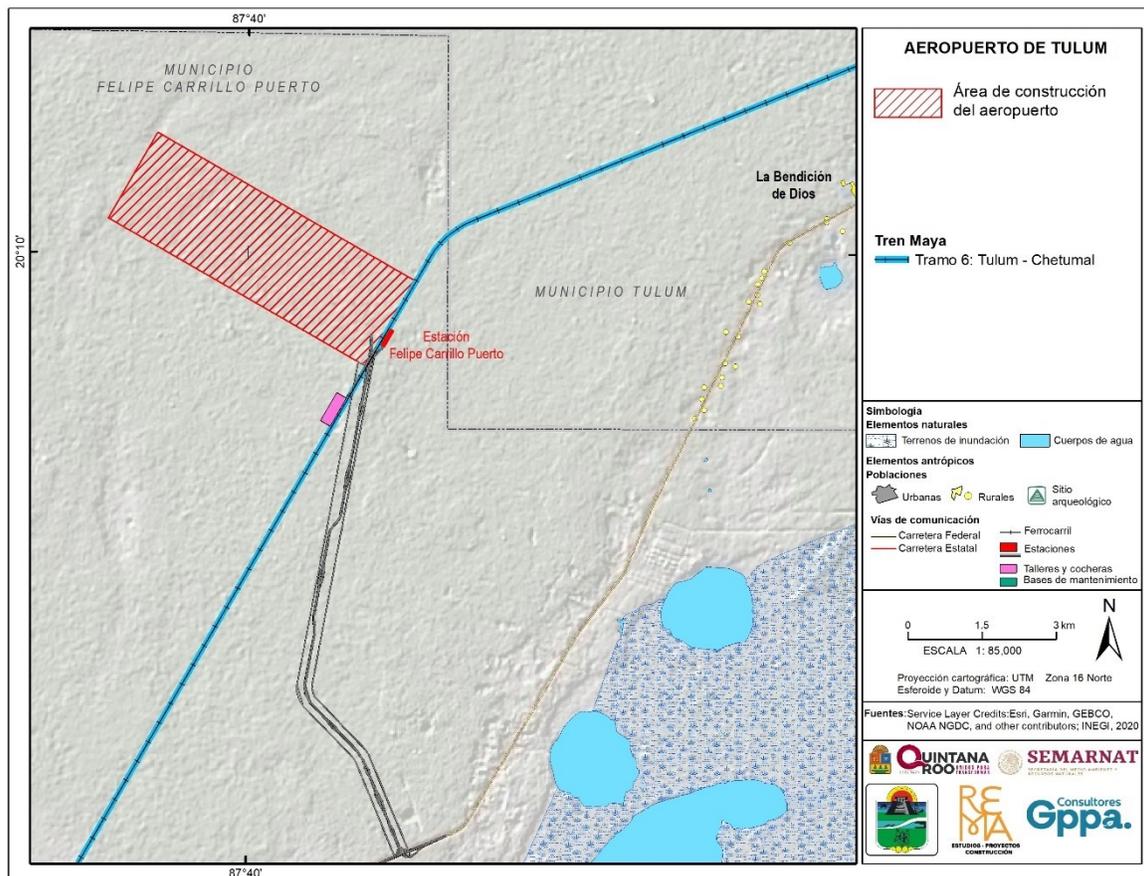
No existe infraestructura marítima en el municipio.

7.7.3.3 AEROPUERTOS

Existe un aeródromo en el municipio Tulum que está a cargo del ejército nacional y no está abierto al público en general, es utilizado principalmente por avionetas pequeñas que transportan a mandatarios gubernamentales.

Se tiene contemplada la construcción del Aeropuerto Internacional de la Riviera Maya en Tulum, cuyo proyecto con viabilidad económica y social, constituye un detonador que consolidará la actividad turística del centro del estado.

Mapa 45. Ubicación del Aeropuerto Internacional de la Riviera Maya.



7.7.4 SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO

7.7.4.1 TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS

Existen dos terminales de transporte público masivo:

- Terminal Tulum: ubicada en Av. Tulum Poniente número 574 entre calle Júpiter Norte y Alfa Norte en la zona centro; las compañías que operan son ADO y autobuses Mayab, cuenta con servicios de paquetería, sanitarios y tienda. Los principales destinos son a Belice, Campeche, Chiapas, Ciudad de México, Oaxaca, Puebla, Morelos, Tabasco, Veracruz, Yucatán y en el estado al Aeropuerto Cancún, Cancún, Bacalar, Carrillo Puerto, Chetumal, Coba, José María Morelos, Limones, Playa del Carmen, Presumida, Puerto Morelos, Xcaret, Xel-Ha.
- Rutas del Sol: ubicada a 3 km del centro de población sobre la carretera Federal 307 Cancún-Chetumal.

7.7.4.2 TRANSPORTE DE CARGA

No existe infraestructura de transporte de carga en el municipio.

7.7.4.3 CONECTIVIDAD INTERMODAL

El centro de población Tulum ocupa una posición clave en la Península de Yucatán, siendo atravesado por la Carretera Federal Libre Reforma Agraria - Puerto Juárez MEX-307. Esta arteria vial conecta las principales localidades urbanas de la zona, como Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Bacalar. La vocación turística de la región ejerce una gran influencia en las características de la movilidad, la cual será aún más potenciada con la implementación del proyecto del Tren Maya, destinado a impulsar el turismo y servir como elemento articulador en la región.

7.7.5 MOVILIDAD NO MOTORIZADA

En el municipio de Tulum, la movilidad no motorizada juega un papel importante en la promoción de un desarrollo sostenible y en la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y visitantes. La movilidad no motorizada se refiere a los desplazamientos que no involucran vehículos motorizados, como caminar y andar en bicicleta. En Tulum, esta forma de movilidad cobra relevancia debido a su vocación turística y su compromiso con la preservación ambiental.

Uno de los aspectos distintivos de Tulum es su infraestructura ciclista y peatonal. Se han implementado ciclovías y sendas peatonales en diferentes zonas del municipio, especialmente en las áreas turísticas y urbanas. Estas vías permiten a los habitantes y turistas desplazarse de manera segura y eficiente sin depender de vehículos motorizados. Además, la topografía relativamente plana de la región favorece la movilidad en bicicleta y a pie.

El uso de bicicletas como medio de transporte y recreación ha ganado popularidad en Tulum. Muchos visitantes y residentes optan por alquilar bicicletas para explorar la zona, reduciendo así la congestión vehicular y las emisiones de gases contaminantes. Asimismo, se han promovido eventos y actividades relacionadas con la movilidad no motorizada, como paseos en bicicleta y caminatas, para fomentar su práctica y concienciar sobre sus beneficios.

El municipio también ha tomado medidas para integrar la movilidad no motorizada en su planificación urbana. El diseño de calles y espacios públicos incluye aceras amplias y áreas para bicicletas, lo que fomenta la seguridad y comodidad de quienes se desplazan a pie o en bicicleta. La promoción de una movilidad más activa y saludable en Tulum también contribuye a la imagen de un destino turístico sustentable y consciente del medio ambiente.

Según estadísticas del INEGI, 7,097 viviendas en el municipio utilizan bicicletas como su medio principal de transporte.

7.7.6 **IMPACTOS Y EXTERNALIDADES**

Se ha desarrollado un Plan de Movilidad Activa Tulum en colaboración con el Gobierno de México y el Gobierno de Alemania con el objetivo de mejorar las capacidades institucionales para la planeación e implementación de políticas, estrategias y medidas de protección climática en los tres órdenes de gobierno y que prevé replicar aquellas metodologías, buenas prácticas y resultados relevantes en otras ciudades mexicanas para continuar incentivando el desarrollo urbano sostenible.

El estudio identifica estrategias viables para mejorar la movilidad activa en Tulum, como caminar y andar en bicicleta, con el objetivo de mitigar los efectos del cambio climático y proteger los ecosistemas. Estas estrategias incluyen cambios en la infraestructura y la colaboración entre autoridades locales y otros actores. El diagnóstico muestra que el turismo influye en la ciudad y sus decisiones, y destaca la falta de infraestructura para ciclistas y peatones. La bicicleta es preferida por residentes debido a su comodidad, y los desafíos de seguridad vial para modos activos se destacan en comparación con vehículos motorizados.

La cultura de Tulum apoya mejoras en la movilidad activa. En conjunto, estas observaciones resaltan la importancia de enfoques colaborativos y considerar tanto a los residentes como al turismo para promover un desplazamiento más sostenible.

7.8 SUBSISTEMA INSTITUCIONAL Y DE GOBERNANZA

Este segmento aborda un análisis detallado de las capacidades técnicas e institucionales presentes en los gobiernos estatales y locales, con el objetivo de generar estrategias eficientes para el control, gestión, promoción, financiamiento y manejo de asentamientos humanos irregulares, entre otros aspectos relacionados con el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano. Además, se lleva a cabo un examen exhaustivo de cómo se coordina y comparten competencias entre los tres niveles de gobierno, así como la efectividad de los instrumentos de política pública en la mejora de los procesos de gobernanza en la región.

La gobernanza en los programas de ordenamiento ecológico local busca generar un enfoque colaborativo y participativo que permita la creación de soluciones más efectivas y sostenibles para la gestión de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente a nivel local.

En términos de participación ciudadana, ésta constituye una de las fortalezas del POEL de Tulum por la efectiva participación de la ciudadanía a través de diferentes mecanismos, como talleres y mesas de trabajo.

Los resultados de los mecanismos de participación implementados en los talleres participativos de diagnóstico, forman parte crucial de la recopilación de problemáticas.

Uno de los componentes incluidos en el proceso es la vinculación de la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible, la cual se ve reflejada a través de la inclusión de principios y medidas que se verá reflejadas en las diferentes etapas de desarrollo del POEL-Tulum.

7.8.1 MÉXICO EN LA AGENDA 2030

La Agenda 2030 aspira a un mundo más justo, basado en derechos, equitativo e inclusivo, y compromete a todas las partes interesadas a trabajar unidas en la promoción del crecimiento económico inclusivo y sostenible, desarrollo social y protección ambiental que beneficie a todos, incluidos mujeres, niños y niñas, jóvenes y generaciones futuras. (Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016).

De acuerdo a esta consigna, en la Asamblea General de Naciones Unidas del año 2015, surge la Estrategia 2030 para el Desarrollo Sostenible la que a través de objetivos específicos busca orientar a los países en el logro de resultados más concretos y en un período de tiempo determinado. El lento crecimiento económico mundial, las desigualdades sociales y la degradación ambiental plantean la necesidad de transformar el paradigma de desarrollo actual y conforme a ello los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas, junto con un gran número de actores de la sociedad civil, el mundo académico y el sector privado, entablan un proceso de negociación abierto, democrático y participativo, que resulta en la proclamación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la que pretende integrar las dimensiones económica, social y ambiental a través de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, con una visión de largo plazo.

México asumió un compromiso de Estado para el cumplimiento de la Agenda 2030 y ha dado pasos firmes en la puesta en marcha de medidas contundentes para su implementación. Fue uno de los países más activos en los foros de consulta; participó y lideró el proceso de negociación mediante las siguientes acciones:

- Presentó propuestas puntuales para incorporar los principios de igualdad, inclusión social y económica, e impulsó que la universalidad, sustentabilidad y los derechos humanos fueran los ejes rectores de la Agenda 2030.
- Abogó por la adopción de un enfoque multidimensional de la pobreza, que además de considerar el ingreso de las personas, tomara en cuenta su acceso efectivo a otros derechos básicos como la alimentación, educación, salud, seguridad social y servicios básicos en la vivienda.

En este sentido, el gobierno federal y los gobiernos estatales se encuentran ante la oportunidad de desarrollar procesos de planeación y evaluación más integrales, enfocados a resultados y con una clara contribución y apropiación del Enfoque de Agenda 2030.

7.8.2 COMPLEMENTARIEDAD DEL ENFOQUE DE AGENDA 2030 Y POEL-TULUM

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus metas son de carácter integrado e indivisible, de alcance mundial y de aplicación universal, tienen en cuenta las diferentes realidades, capacidades y niveles de desarrollo de cada país y respetan sus políticas y prioridades nacionales. Si bien las metas expresan las aspiraciones a nivel mundial, cada gobierno fijará sus propias metas nacionales, guiándose por la ambiciosa aspiración general, pero tomando en consideración las circunstancias del país. Cada gobierno decidirá también la forma de incorporar esas aspiraciones y metas mundiales en los procesos de planificación, las políticas y las estrategias nacionales. Es importante reconocer el vínculo que existe entre el desarrollo sostenible y otros procesos pertinentes que se están llevando a cabo en las esferas económica, social y ambiental.

Transformar nuestro mundo: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015).

Al ser la Agenda 2030 un conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, proyectos, programas, actuaciones y normas, no existe un procedimiento único para incorporarla en los programas de ordenamiento, pero hay determinadas condiciones que deben ser consideradas: su naturaleza holística, sistémica y estratégica; el cumplimiento de ciertas etapas en orden secuencial y la adopción de mecanismos de participación que incluya o involucren a los actores que están presentes en el territorio.

En este sentido la vinculación de los ODS con el POEL-Tulum implica la integración de los principios y metas de los ODS en la planificación y ejecución de las diferentes etapas del POEL. La metodología propuesta para la incorporación de la Agenda 2030 en el POEL-Tulum se presenta en la siguiente figura y tabla.

Figura 88: Incorporación de la Agenda 2030 en el POEL-Tulum.

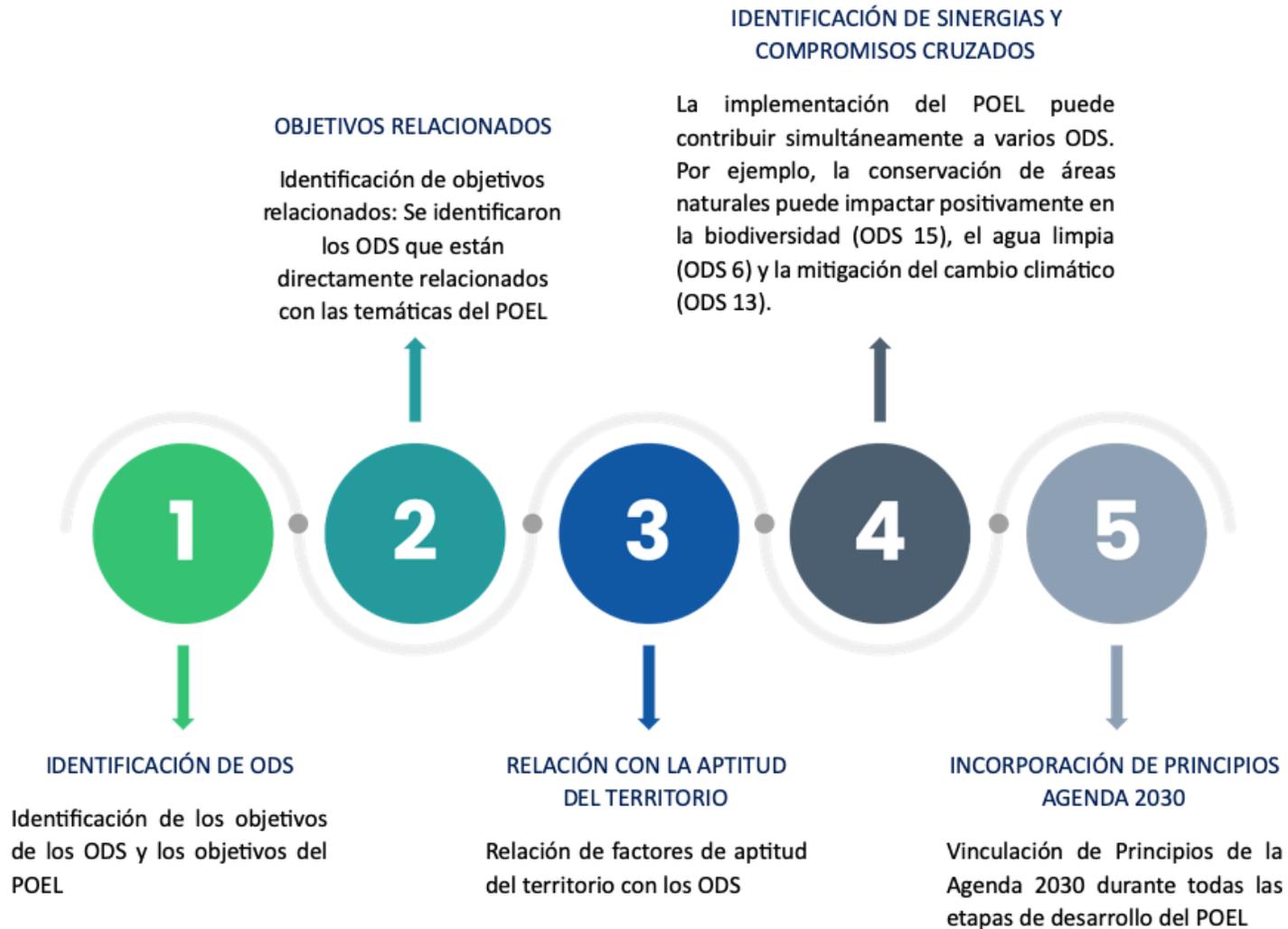


Tabla 56: Vinculación del POEL durante todas sus etapas de desarrollo con los ODS y los Principios de la Agenda 2030.

| ODS | | Objetivo ODS | Objetivo de POEL | ODS vinculante con el POEL | Evaluación de aptitud del territorio del municipio de Tulum | Identificación de sinergias y compromisos cruzados | Principios de la Agenda 2030 durante todas las etapas de desarrollo del POEL |
|---|--|---|--|---|---|--|--|
|  <p>1. Fin de la Pobreza</p> | 1. Fin de la Pobreza | Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo, asegurando que todas las personas tengan acceso a recursos básicos, servicios y oportunidades. | Regular los usos del suelo fuera de los centros de población y establecer los criterios de regulación ecológica dentro de los centros de población para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. | | | La implementación del POEL puede contribuir simultáneamente a varios ODS. Por ejemplo, la conservación de áreas naturales puede impactar positivamente en la biodiversidad (ODS 15), el agua limpia (ODS 6) y la mitigación del cambio climático (ODS 13). | Universalidad |
| |  <p>2. Hambre Cero</p> | Lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible. | | | | | No dejar a nadie atrás |
| |  <p>3. Salud y bienestar</p> | Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todas las edades, incluyendo acceso a servicios de salud de calidad | | | | | Participación y colaboración |
| |  <p>4. Educación de Calidad</p> | Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todos, promoviendo oportunidades de aprendizaje durante toda la vida | | | | | Igualdad de género |
| |  <p>5. Igualdad de Género</p> | Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas. | | | | | Enfoque a derechos humanos |
|  <p>6. Agua Limpia y Saneamiento</p> | Garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos | |  | Características Físicas: Topografía, geología, suelos, relieve, clima y condiciones hidrológicas | Responsabilidad compartida | Sostenibilidad | Enfoque basado en la evidencia y datos. |

| ODS | | Objetivo ODS | Objetivo de POEL | ODS vinculante con el POEL | Evaluación de aptitud del territorio del municipio de Tulum | Identificación de sinergias y compromisos cruzados | Principios de la Agenda 2030 durante todas las etapas de desarrollo del POEL |
|--|--|---|------------------|---|--|--|--|
|  <p>7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE</p> | 7. Energía Asequible y No Contaminante | Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. | | | | | Respeto por los límites del planeta |
|  <p>8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO</p> | 8. Trabajo Decente y Crecimiento Económico | Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos. | |  | | | |
|  <p>9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA</p> | 9. Industria, Innovación e Infraestructura | Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. | |  | Aspectos Económicos: Viabilidad económica de las actividades planificadas, incluidos costos y beneficios asociados. | | |
|  <p>10 REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES</p> | 10. Reducción de las Desigualdades | Reducir la desigualdad dentro y entre países, promoviendo la inclusión social, económica y política de todos. | |  | | | |
|  <p>11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</p> | 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles | Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles | |  | Consideraciones Sociales: Población local, estructuras de asentamiento, disponibilidad de infraestructura y servicios básicos | | |
|  <p>12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</p> | 12. Producción y Consumo Responsables | Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. | | | | | |

| ODS | | Objetivo ODS | Objetivo de POEL | ODS vinculante con el POEL | Evaluación de aptitud del territorio del municipio de Tulum | Identificación de sinergias y compromisos cruzados | Principios de la Agenda 2030 durante todas las etapas de desarrollo del POEL |
|---|------------------------------------|--|------------------|---|---|--|--|
|  | 13. Acción por el Clima | Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. | |  | Riesgos Naturales: Evaluar riesgos como inundaciones, deslizamientos de tierra, terremotos u otros eventos naturales que puedan afectar la seguridad y la sostenibilidad. | | |
|  | 14. Vida Submarina | Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, mares y recursos marinos para el desarrollo sostenible. | | | | | |
|  | 15. Vida de Ecosistemas Terrestres | Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de manera sostenible y combatir la desertificación y la pérdida de biodiversidad | |  | Características Ambientales: Biodiversidad, áreas protegidas, ecosistemas frágiles o sensibles. | | |

| ODS | | Objetivo ODS | Objetivo de POEL | ODS vinculante con el POEL | Evaluación de aptitud del territorio del municipio de Tulum | Identificación de sinergias y compromisos cruzados | Principios de la Agenda 2030 durante todas las etapas de desarrollo del POEL |
|---|---|--|------------------|---|--|--|--|
|  <p>16 PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS</p> | 16. Paz, Justicia e Instituciones Sólidas | Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, brindar acceso a la justicia para todos y construir instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles. | |  | <p>Potencial de Conflicto: Considerar posibles conflictos entre diferentes usos del territorio y cómo se pueden mitigar.</p> | | |
|  <p>17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</p> | 17. Alianzas para Lograr los Objetivos | Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible a través de la cooperación global. | |  | | | |

7.8.3 LOS PRINCIPIOS DEL ENFOQUE DE LA AGENDA 2030

El enfoque de la Agenda 2030 se basa en una serie de principios fundamentales que guían su implementación y acción. Estos principios reflejan la naturaleza interconectada y universal de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y resaltan la importancia de la colaboración, la inclusión y la equidad en la búsqueda de un desarrollo sostenible a nivel global. A continuación, se presentan algunos de los principios clave del enfoque de la Agenda 2030.



LA PARTICIPACIÓN DE TODAS Y TODOS EN POEL-TULUM

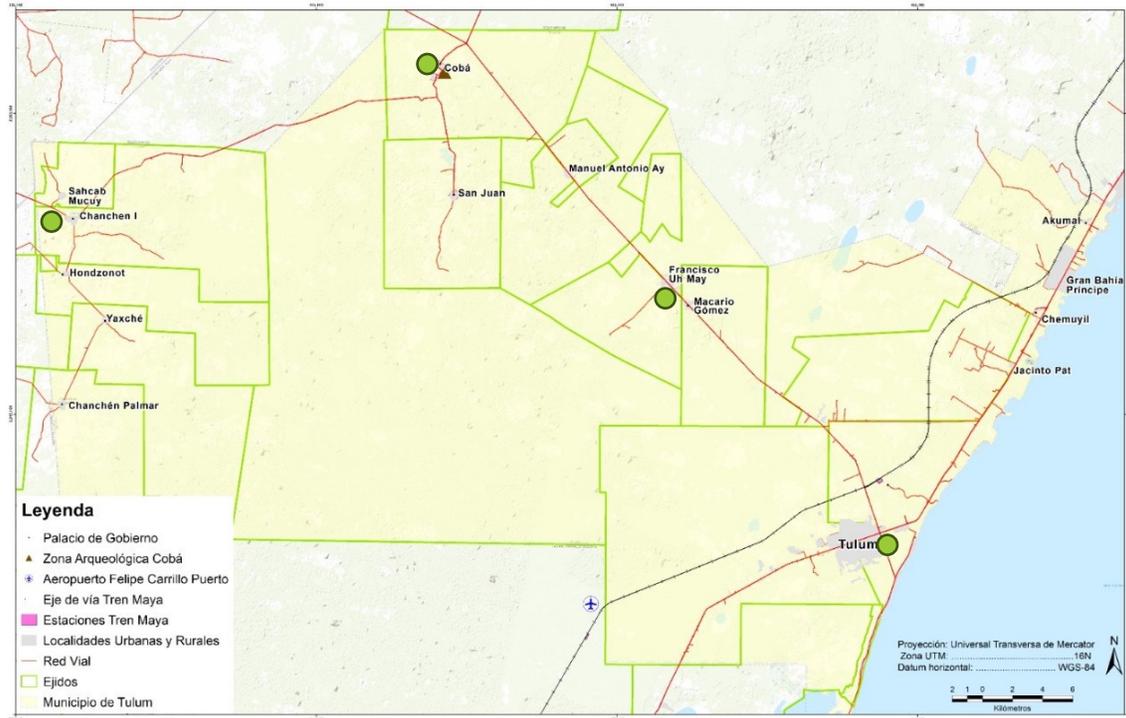
La participación desempeña un papel crucial en la construcción del POEL-Tulum con enfoque de Agenda 2030. Esta Agenda enfatiza la importancia de trabajar desde las diversas trincheras con el fin de alcanzar resultados para todos, “no dejar a nadie atrás”, fomentar la participación y el compromiso de todos los sectores de la población para alcanzar los ODS.

Los talleres participativos permitieron generar un espacio de diálogo entre los sectores público, social y privado fortaleciendo el proceso democrático de construcción de ciudadanía y permitiendo marcar la ruta y prioridad de los temas que habrán de ser atendidos.

Para la etapa de Caracterización y Diagnóstico se realizaron 4 talleres participativos los días 8, 9 y 10 de agosto de 2023. Los sitios donde se llevaron a cabo fueron:

- Chanchén I
- Cobá
- Francisco Uh May
- Cd. de Tulum

Figura 89: Ubicación de los talleres participativos para la etapa de Caracterización y Diagnóstico (marcados en círculo azul).



Se contó con la participación de 96 participantes durante los 4 talleres de los cuales 69 son hombres y 28 mujeres, representando a los sectores agrícola, ganadero, apícola, artesanal, ecoturismo, servicios, forestal, conservación, educativo, inmobiliario, gobierno, construcción y transporte.

Tabla 57: Número de participantes por taller participativo.

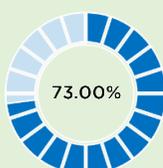
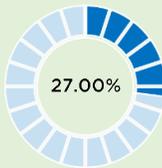
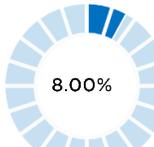
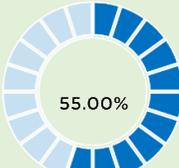
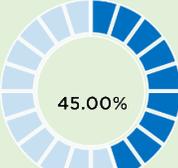
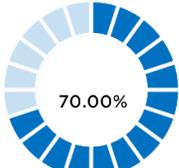
| Taller Ubicación | Fecha | No. participantes | %  | %  |
|------------------|-----------|-------------------|---|--|
| Chanchén I | 08-ago-23 | 15 |  73.00% |  27.00% |
| Cobá | 09-ago-23 | 14 |  93.00% |  8.00% |
| Francisco Uh May | 09-ago-23 | 11 |  55.00% |  45.00% |
| Tulum | 10-ago-23 | 56 |  70.00% |  30.00% |
| Total | | 96 | 72 | 28 |

Tabla 58: Sectores participantes por taller participativo.

| Sectores participantes | Chanchén I | Cobá | Francisco Uh May | Tulum |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Agrícola | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| Ganadero | <input type="checkbox"/> | | | |
| Apícola | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| Artesanal | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Ecoturismo | | | | <input type="checkbox"/> |
| Servicios | | | <input type="checkbox"/> | |
| Conservación | | | | <input type="checkbox"/> |
| Educativo | | | | <input type="checkbox"/> |
| Inmobiliario | | | | <input type="checkbox"/> |

| Sectores participantes | Chanchén I | Cobá | Francisco Uh May | Tulum |
|------------------------|------------|------|------------------|--------------------------|
| Construcción | | | | <input type="checkbox"/> |
| Transporte | | | | <input type="checkbox"/> |
| Gobierno | | | | <input type="checkbox"/> |
| Forestal | | | | <input type="checkbox"/> |

PROCESO DE INCLUSIÓN EN LOS TALLERES PARTICIPATIVOS

La inclusión abarca una serie de aspectos que se centran en garantizar la participación equitativa y el respeto por la diversidad de las personas en todos los ámbitos de la sociedad. En este sentido, el proceso de los talleres participativos estuvo diseñado de manera inclusiva desde su inicio, considerando aspectos como ubicación, datos demográficos, observación activa, fomento de la participación equitativa. Los aspectos de inclusión considerados en los talleres se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 59: Aspectos de inclusión considerados para fomentar una participación equitativa de todas las personas involucradas en los talleres participativos.

| Aspecto | Descripción | Taller 1 Chanchén I | Taller 2 Cobá | Taller 3 Francisco Uh May | Taller 4 Tulum |
|--|--|---|--|--|--|
| Selección de ubicaciones accesibles | <p>Se seleccionaron sedes de talleres participativos que asegurara la participación de los principales ejidos de Tulum y localidades costeras.</p> <p>En la zona Oeste del municipio, la sede fue Chanchén I y la convocatoria abarcó los ejidos de: Sahcab Mucuy, Hondzonot, Yaxché y Chanchén Palmar.</p> <p>En el área conocida como zona de transición se realizaron dos talleres, las sedes fueron: 1) Cobá (Taller 2) con convocatoria a los ejidos de San Juan y Manuel Antonio Ay y 2) Francisco Uh May (Taller 3) con convocatoria al ejido de Macario Gómez.</p> <p>En la zona costera se realizó el Taller 4 en la ciudad de Tulum y la convocatoria abarcó las localidades de Chemuyil, Jacinto Pat y Akumal y municipio de Tulum.</p> | <p>Ejidó participantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chanchén I. • Yaxché | <p>Ejidó participantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cobá | <p>Ejidó participantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuel Antonio Ay • Francisco Uh May • Macario Gómez | <p>Ejidó participantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejido de Tulum |

| Aspecto | Descripción | Taller 1 Chanchén I | Taller 2 Cobá | Taller 3 Francisco Uh May | Taller 4 Tulum |
|---|---|--|---|---|-------------------|
| Recopilación de datos demográficos | La recopilación de datos demográficos nos permitió identificar información relevante como: población, población analfabeta, presencia de población indígena, género y niveles de educación, que nos permitió comprender la composición demográfica de los asistentes. Durante el taller realizado en Cobá, se contó con la participación de un traductor de lengua maya, debido a que algunos participantes se sentían con mayor libertad cuando sus ideas se expresaban en esa lengua. | <p>Chanchén I Población: 1078 habitantes (INEGI, 2020) Población analfabeta: 12.43% (INEGI, 2020) % de población indígena: 61.41% (INEGI, 2020) % que habla una lengua indígena: 46.10% (INEGI, 2020)</p> <p>Yaxché Población: 367 habitantes (INEGI, 2020) Población analfabeta: 17.98% (INEGI, 2020) % de población indígena: 100% (INEGI, 2020) % que habla una lengua indígena: 87.47% (INEGI, 2020)</p> | <p>Cobá Población: 1738 habitantes (INEGI, 2020) Población analfabeta: 6.04% (INEGI, 2020) % de población indígena: 99.33% (INEGI, 2020) % que habla una lengua indígena: 58.29% (INEGI, 2020)</p> | <p>Francisco Uh May Población: 352 habitantes (INEGI, 2005) Población analfabeta: 11% (Nuestro-mexico) % de población indígena: 98% (Nuestro-mexico)</p> <p>Manuel Antonio Ay Población: 621 habitantes (INEGI, 2020) Población analfabeta: 5.80% (INEGI, 2020) % de población indígena: 82.13% (INEGI, 2020) Porcentaje que habla una lengua indígena: 50.08% (INEGI, 2020)</p> <p>Macario Gómez Población: 621 habitantes (INEGI, 2020) Población analfabeta: 4.98.80% (INEGI, 2020) % de población indígena: 58.37% (INEGI, 2020)</p> | |

| Aspecto | Descripción | Taller 1 Chanchén I | Taller 2 Cobá | Taller 3 Francisco Uh May | Taller 4 Tulum |
|--|--|---|---|--|---|
| Identificación de grupos de interés clave | <p>Se identificaron grupos de interés clave para el POEL como pieza fundamental para gestionar eficazmente las relaciones, tomar decisiones informadas y lograr los objetivos de manera exitosa. Esto ayudará a garantizar que el POEL sea integral, equitativo y respaldado por diversas perspectivas. Los grupos de interés del POEL fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gobierno local y autoridades municipales Comunidad local Organizaciones Ambientales y de Conservación Agricultores y Ganaderos Empresas y Sector Privado Academia y Centros de Investigación Pueblos Indígenas y Grupos Tradicionales ONG y Grupos de la Sociedad Civil Organizaciones académicas | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno local y autoridades municipales Comunidad local Agricultores y Ganaderos Pueblos Indígenas y Grupos Tradicionales | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno local y autoridades municipales Comunidad local Agricultores y Ganaderos Pueblos Indígenas y Grupos Tradicionales | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno local y autoridades municipales Comunidad local Empresas y Sector Privado | <ul style="list-style-type: none"> Gobierno local y autoridades municipales Comunidad local Organizaciones Ambientales y de Conservación Agricultores y Ganaderos Empresas y Sector Privado Academia y Centros de Investigación Pueblos Indígenas y Grupos Tradicionales ONG y Grupos de la Sociedad Civil Organizaciones académicas |