



PERIÓDICO OFICIAL



DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

LAS LEYES Y DEMÁS DISPOSICIONES OBLIGAN POR EL SOLO HECHO DE PUBLICARSE EN ESTE PERIÓDICO

Chetumal, Q. Roo a 17 de septiembre de 2024

Tomo III

Número 17 ordinario

Décima Época

REGISTRADO COMO ARTÍCULO DE SEGUNDA CLASE EN LA OFICINA LOCAL DE CORREOS

EDICION DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO

ÍNDICE

MUNICIPIO DE COZUMEL. ACTA DE LA SEXAGÉSIMA TERCERA SESIÓN ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, PERÍODO CONSTITUCIONAL 2021-2024. EN CUAL FUE APROBADO LA LICENCIA TEMPORAL DE LA CIUDADANA ÁNGELA DEL SOCORRO CARRILLO CHULIN, EN SU CALIDAD DE PRIMERA REGIDORA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, ADMINISTRACIÓN CONSTITUCIONAL 2021-2024.-----PÁGINA.-4

JUZGADO TERCERO DE PRIMERA INSTANCIA MATERIA CIVIL. RELATIVO AL EXPEDIENTE NÚMERO 00346/2024, INCOADO AL JUICIO DE INMATRICULACIÓN JUDICIAL VÍA USUCAPIÓN NO CONTENCIOSO, PROMOVIDO POR PEDRO GABRIEL PÉREZ ANDRADE Y EDGAR EDUARDO CORDEIRO TAFOYA, EN CONTRA DE REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO DE LA CIUDAD DE CANCÚN, MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO, PARA QUE SE ACREDITE EL DOMINIO PLENO INMUEBLE CONSISTENTE EN: PREDIO UBICADO EN LA CIUDAD DE CANCÚN MUNICIPIO DE BENITO JUAREZ, DEL ESTADO DE QUINTANA ROO. -----PÁGINA.-11

MUNICIPIO DE ISLA MUJERES. ACUERDO POR EL QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE LOS INTEGRANTES DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, EL PROGRAMA DE REGULARIZACIÓN FISCAL 2024, A TRAVÉS DEL CUAL SE OTORGAN ESTÍMULOS FISCALES A EFECTOS DE PERMITIR LA REGULARIZACIÓN DE LA SITUACIÓN FISCAL DE LOS CONTRIBUYENTES DEL MUNICIPIO, APROBADO EN LA CUADRAGÉSIMA SEXTA SESIÓN EXTRAORDINARIA DE CABILDO, CELEBRADA EL DÍA 11 DE SEPTIEMBRE DEL 2024.PÁGINA.-12

MUNICIPIO DE ISLA MUJERES. ACUERDO MEDIANTE EL CUAL, EL HONORABLE AYUNTAMIENTO, AUTORIZA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA MUNICIPAL PARA LA IGUALDAD ENTRE MUJERES Y HOMBRES DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO. APROBADO EN LA SEPTUAGÉSIMA SESIÓN ORDINARIA DE CABILDO, CELEBRADA EL DÍA 28 DE AGOSTO DEL 2024.PÁGINA.-22

MUNICIPIO DE ISLA MUJERES. ACUERDO MEDIANTE EL CUAL, EL HONORABLE AYUNTAMIENTO, AUTORIZA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA MUNICIPAL PARA PREVENIR, ATENDER Y ERRADICAR LA VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO. APROBADO EN LA SEPTUAGÉSIMA SESIÓN ORDINARIA DE CABILDO, CELEBRADO EL 28 DE AGOSTO DEL 2024. -----PÁGINA.-26

MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD. ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE APRUEBA LA REFORMA MEDIANTE LA CUAL SE MODIFICA EN SU CONTENIDO DIVERSOS ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARÍA DE SEGURIDAD CIUDADANA MUNICIPAL DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO. -----PÁGINA.-30

MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD. ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE APRUEBA EL REGLAMENTO PARA LA ENTREGA DEL RECONOCIMIENTO A LAS MUJERES SOBRESALIENTES DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO. "ELVIA CARRILLO PUERTO".-----PÁGINA.-63

MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD. ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE APRUEBA LA CREACIÓN DEL REGLAMENTO INTERNO DE LA DIRECCIÓN DE DIVERSIDAD SEXUAL DE LA SECRETARÍA DE JUSTICIA SOCIAL Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO-----PÁGINA.-75

MUNICIPIO DE TULUM. ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE APRUEBA LA ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO, 2023. -----PÁGINA.-85

MUNICIPIO DE COZUMEL. ACTA DE LA SEXAGÉSIMA SEGUNDA SESIÓN ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, PERIODO CONSTITUCIONAL 2021-2024, CELEBRADA EN FECHA 12 DE ABRIL DEL AÑO 2024, MEDIANTE EL CUAL SE APRUEBA LOS SIGUIENTE PUNTOS:-----PÁGINA.-322

- APROBACIÓN DE LA LICENCIA TEMPORAL DEL CIUDADANO PEDRO OSCAR JOAQUÍN DELBOUIS, EN SU CALIDAD DE SÉPTIMO REGIDOR DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL.

- INICIATIVA SIMPLE, DE LA LICENCIADA FABIOLA AISLINN CHÁVEZ BRITO, EN SU CALIDAD DE TERCERA REGIDORA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, SE ACUERDE PROCEDENTE EL 80% DE DESCUENTO EN EL PAGO DEL DERECHO MUNICIPAL PARA EL "RECONOCIMIENTO DE IDENTIDAD".

JUNTA LOCAL DE CONCILIACIÓN Y ARBITRAJE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO. REMATE EN SUBASTA PÚBLICA CONVOCATORIA DE POSTORES EN PRIMERA ALMONEDA, A LAS NUEVE HORAS DEL DÍA VEINTISEIS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO, SOBRE EL 50% DEL BIEN EMBARGADO DENTRO DEL EXPEDIENTE MARCADO CON EL NUMERO DI-294/2017, PROMOVIDO POR CRISTHIAN DAVID LÓPEZ VARGAS EN CONTRA DE TEODORA CORREA JIMÉNEZ. -----PÁGINA.-339

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO. AVISO DE MEDICIÓN Y DESLINDE DEL PREDIO DENOMINADO 6ESTERO-001, CON UNA SUPERFICIE APROXIMADA DE 2,157.48 METROS CUADRADOS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, ESTADO DE QUINTANA ROO.-----PÁGINA.-340

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO AVISO DE MEDICIÓN Y DESLINDE DEL PREDIO DENOMINADO 6ESTERO-002, CON UNA SUPERFICIE APROXIMADA DE 644.54 METROS CUADRADOS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, ESTADO DE QUINTANA ROO.-----PÁGINA.-344

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO AVISO DE MEDICIÓN Y DESLINDE DEL PREDIO DENOMINADO "TS-ETV-033", CON UNA SUPERFICIE APROXIMADA DE 24.88 METROS CUADRADOS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, ESTADO DE QUINTANA ROO.-----PÁGINA.-349

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO AVISO DE MEDICIÓN Y DESLINDE DEL PREDIO DENOMINADO "TS-ETV-034", CON UNA SUPERFICIE APROXIMADA DE 407.00 METROS CUADRADOS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, ESTADO DE QUINTANA ROO.-----PÁGINA.-352

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO. AVISO DE MEDICIÓN Y DESLINDE DEL PREDIO DENOMINADO "TS-ETV-035", CON UNA SUPERFICIE APROXIMADA DE 11.16 METROS CUADRADOS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, ESTADO DE QUINTANA ROO. .-----PÁGINA.-355

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO. AVISO DE MEDICIÓN Y DESLINDE DEL PREDIO DENOMINADO "TS-ETV-036", CON UNA SUPERFICIE APROXIMADA DE 238.02 METROS CUADRADOS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, ESTADO DE QUINTANA ROO. .-----PÁGINA.-358

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO. AVISO DE MEDICIÓN Y DESLINDE DEL PREDIO DENOMINADO "TS-ETV-037", CON UNA SUPERFICIE APROXIMADA DE 123.69 METROS CUADRADOS, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, ESTADO DE QUINTANA ROO. .-----PÁGINA.-361

PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO. REGLAMENTO INTERIOR DE LA EMPRESA DE PARTICIPACIÓN ESTATAL MAYORITARIA VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS, S.A DE C.V. .-----PÁGINA.-364

PODER JUDICIAL DEL ESTADO DE QUINTANA ROO CONVOCA A LAS PERSONAS QUE POR PRIMERA OCASIÓN SOLICITARÁN SU INSCRIPCIÓN AL PADRÓN DE PERITOS QUE PUEDEN ACTUAR ANTE LOS ÓRGANOS DEL PODER JUDICIAL DEL ESTADO PARA EL AÑO 2025. .-----PÁGINA.-383

INSTITUTO DE MOVILIDAD DEL ESTADO DE QUINTANA ROO. ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE AUTORIZA DESCUENTO EN EL OTORGAMIENTO, REEXPEDICIÓN O REPOSICIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS DE CONDUCIR, ESPECÍFICAMENTE PARA LAS LICENCIAS DE CONDUCIR "TIPO A2" DE MOTOCICLETAS CON VIGENCIA DE 2 AÑOS.-----PÁGINA.-389



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

1

ACTA DE LA SEXAGÉSIMA TERCERA SESIÓN ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, PERÍODO CONSTITUCIONAL 2021-2024.

--- En la Ciudad de Cozumel, Municipio del mismo nombre, Estado de Quintana Roo, estado al día Treinta del mes de Abril del año dos mil Veinticuatro, se reunieron en el Salón de Cabildo (Salón Municipios de Quintana Roo), los siguientes ciudadanos: Ciudadana Juanita Obdulia Alonso Marrufo, Presidenta Municipal de Cozumel; Ciudadano Bruno Esteban Díaz Solís, Síndico Municipal; Ciudadana Ángela Del Socorro Carrillo Chulín, Primera Regidora; Ciudadano Daniel Adrián Gual Manzanilla, Segundo Regidor; Ciudadana Fabiola Aislínn Chávez Brito, Tercera Regidora; Ciudadano Martín Luna Álvarez, Cuarto Regidor; Ciudadana Genny Aracelly Martínez Kolt, Quinta Regidora; Ciudadano Roque Alejandro Dzul Cetzal, Sexto Regidor; Ciudadano Miguel Ángel Canto Ávila, Noveno Regidor; para efecto de llevar a cabo la Sexagésima Tercera Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, con calidad de pública para el periodo dos mil veintuno, dos mil veinticuatro, actuando como secretario de actas el Licenciado Ociel González González, en su carácter de Secretario General del Honorable Ayuntamiento de Cozumel, Quintana Roo. En estricto cumplimiento a las normas jurídicas aplicables, la sesión tuvo verificativo en el orden siguiente.

USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Buenos días, integrantes que conforman de este Ayuntamiento de Cozumel. Procederemos a desahogar la Sexagésima Tercera Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, para el periodo dos mil veintuno, dos mil veinticuatro, que se celebra de conformidad a lo dispuesto en los artículos 59, 60 y 64 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo; así como en los artículos 17, 19 fracción II (segunda), y 21 del Reglamento Interior para el Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo. Ciudadano Secretario proceda con el siguiente punto del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto del día es el número UNO, siendo el pase de Lista de Asistencia y Declaración del Quórum Legal.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario proceda con el pase de lista y declaración del quórum legal.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente, procedo con el pase de lista.
PRESIDENTE MUNICIPAL: JUANITA OBDULIA ALONSO MARRUFO.	PRESENTE
SINDICO MUNICIPAL: BRUNO ESTEBAN DIAZ SOLIS.	PRESENTE
PRIMERA REGIDORA: ANGELA DEL SOCORRO CARRILLO CHULIN.	PRESENTE
SEGUNDO REGIDOR: DANIEL ADRIAN GUAL MANZANILLA.	PRESENTE

[Handwritten signatures and notes]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

2

TERCERA REGIDORA: FABIOLA AISLINN CHÁVEZ BRITO.	PRESENTE
CUARTO REGIDOR: MARTIN LUNA ALVAREZ	PRESENTE
QUINTA REGIDORA: GENNY ARACELY MARTÍNEZ KOH.	PRESENTE
SEXTO REGIDOR: ROQUE ALEJANDRO DZUL CETZAL.	PRESENTE
SEPTIMO REGIDOR: EMILIO VILLANUEVA SOSA.	INASISTENTE
OCTAVA REGIDORA: GENNY VANESSA GRACIA AGUILAR	INASISTENTE
NOVENO REGIDOR: MIGUEL ÁNGEL CANTE AVILA.	PRESENTE
CONTINUA EN USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que se encuentran presentes LA MAYORIA de las y los integrantes del Honorable Ayuntamiento. Por lo que existe quorum legal para que tenga verificativo esta sesión.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, atentamente le solicito continúe con el siguiente punto del Orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto del Orden del día es el punto número DOS y consiste en la instalación de la sesión.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Solicito a las personas presentes ponerse de pie. Siendo las diez horas con dieciocho minutos del día martes, treinta de abril del año dos mil veinticuatro, se declara formalmente instalada la Sexagésima Tercera Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, para el período dos mil veintuno dos mil veinticuatro. Les pido a todos tomar asiento. Secretario, sírvase a proceder con el siguiente punto del orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, el siguiente punto del orden del día, es el número TRES, y corresponde a la lectura del orden día para su aprobación en su caso.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, proceda con el desahogo de la lectura del orden del día para su aprobación en su caso.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que el contenido del orden del día es el siguiente. 1. Lista de asistencia y declaración del quórum legal. 2. Instalación de la sesión.

Miguel

D. José H. Cruz

[Handwritten initials]

[Handwritten initials]

[Handwritten initials]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

3

	<p>3. Lectura del orden del día para su aprobación en su caso.</p> <p>4. Solicitud que realiza la Ciudadana Ángela del Socorro Carrillo Chulín, en su calidad de Primera Regidora del Ayuntamiento del Municipio de Cozumel Quintana Roo, a efecto de que se le autorice por el Honorable Ayuntamiento de Cozumel, una licencia temporal hasta por 30 días y sea efectiva a partir del día 01 de mayo del presente año, en los términos dispuestos en el oficio de fecha 10 de abril del año en curso, que fue presentado ante la oficina de la Secretaría General Municipal.</p> <p>5. Clausura de la sesión.</p> <p>Es cuanto Presidente Municipal.</p>
<p>USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.</p>	<p>Secretario, continúe con el proceso de someter a discusión y votación el punto del orden del día de la presente sesión.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.</p>	<p>Integrantes de este Ayuntamiento, se les concede el uso de la voz, para que se manifiesten respecto del contenido del orden del día de la presente sesión.</p> <p>Ahora lo conducente, es realizar la votación en forma económica.</p> <p>Se somete a su consideración el orden del día de la Sexagésima Tercera Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo para el Periodo Constitucional 2021-2024, por lo que solicito a las y los integrantes del Cabildo levantar la mano quienes estén por la afirmativa.</p> <p>Presidente Municipal le informo que el sentido de la votación es de APROBADA por UNANIMIDAD de los asistentes.</p> <p>Es cuanto Presidente Municipal.</p>
<p>USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.</p>	<p>Secretario, continúe con el siguiente punto del orden del día.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.</p>	<p>Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto del orden del día es el número CUATRO y corresponde a la solicitud que realiza la Ciudadana Ángela del Socorro Carrillo Chulín, en su calidad de Primera Regidora del Ayuntamiento del Municipio de Cozumel Quintana Roo, a efecto de que se le autorice por el Honorable Ayuntamiento de Cozumel, una licencia temporal hasta por 30 días y sea efectiva a partir del día 01 de mayo del presente año, en los términos dispuestos en el oficio de fecha 10 de abril del año en curso, que fue presentado ante la oficina de la Secretaría General Municipal.</p>
<p>USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE</p>	<p>Se concede el uso de la voz a la C. Ángela Del Socorro Carrillo Chulín, en su calidad de Primera Regidora del Honorable</p>

[Handwritten signatures and notes on the right margin of the table]

[Large handwritten signature at the bottom of the page]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

4

MUNICIPAL.	Ayuntamiento de Cozumel, Quintana Roo, para que proceda a exponer el contenido de la solicitud.
USO DE LA VOZ: LA PRIMERA REGIDORA.	Buenos días Presidenta, Síndico y Compañeros Ediles, con base al artículo 136 fracción III de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, y el artículo 17 fracción IV de la Ley de Instituciones y procedimientos Electorales para el Estado de Quintana Roo; solicito ante ustedes y de manera más atenta una licencia temporal para ausentarme de mis obligaciones ante este Cabildo hasta por treinta días a partir de mañana primero de mayo del presente año.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Gracias Regidora. Secretario, continúe con el proceso de someter a discusión y votación el contenido de la solicitud que se desahoga en el presente punto del orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Integrantes del Ayuntamiento, se les concede el uso de la voz, para que se manifiesten respecto a la solicitud que se desahoga en el presente punto del orden del día. Ahora lo conducente, es realizar la votación en forma económica por lo que solicito a las y los integrantes del cabildo que estén por la afirmativa levantar la mano. Presidente Municipal le informo que el sentido de la votación es de APROBADA por UNANIMIDAD de los presentes.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, continúe con el siguiente punto del orden del día
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto a desahogar es la clausura de la presente sesión.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Solicito a las personas presentes ponerse de pie. No habiendo más puntos que tratar y previo a que fueron agotados todos y cada uno de los puntos del orden del día, se tiene formalmente clausurada la presente sesión, cuando son las diez horas con veinticuatro minutos del día treinta de abril del año dos mil veinticuatro. Se agradece su presencia.

[Handwritten notes and signatures in the right margin]

---Levantándose en este acto la presente Acta en duplicado, de conformidad con lo dictado en el artículo 51 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo. -----

LA CIUDADANA PRESIDENTE MUNICIPAL

[Signature]
C. JUANITA OBDUJIA ALONSO MARRUFO.

[Handwritten signatures and notes at the bottom of the page]



SECRETARIA
GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

5

C. BRUNO ESTEBAN DIAZ SOLIS.
SINDICO MUNICIPAL

C. ÁNGELA DEL SOCORRO CARRILLO CHULÍN.
PRIMERA REGIDORA

C. DANIEL ADRIAN GUAL MANZANILLA.
SEGUNDO REGIDOR

C. FABIOLA AISLINN CHAVEZ BRITO.
TERCERA REGIDORA

C. MARTIN LUNA ALVAREZ.
CUARTO REGIDOR

C. GENNY ARACELLY MARTINEZ KOH.
QUINTA REGIDORA

C. ROQUE ALEJANDRO DZUL CETZAL.
SEXTO REGIDOR

INASISTENTE
C. EMILIO VILLANUEVA BOSA.
SÉPTIMO REGIDOR

INASISTENTE
C. GENNY VANESSA GRACIA AGUILAR.
OCTAVA REGIDORA

C. MIGUEL ÁNGEL CANTE ÁVILA.
NOVENO REGIDOR

C. OCIEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ
SECRETARIO GENERAL DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO

LA PRESENTE HOJA DE FIRMAS CORRESPONDE AL ACTA DE LA SEXAGÉSIMA
TERCERA SESIÓN ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE
COZUMEL, QUINTANA ROO, PARA EL PERÍODO DOS MIL VEINTIUNO DOS MIL
VEINTICUATRO; DE FECHA TREINTA DE ABRIL DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO. --



6

LICENCIADO OCIEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ, SECRETARIO GENERAL DEL AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, PARA EL PERÍODO 2021-2024, CON FUNDAMENTO EN LOS ARTÍCULOS 116 FRACCIÓN I, 117 Y 120 FRACCIÓN III DE LA LEY DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO; ASÍ COMO EL ARTÍCULO 50 DEL REGLAMENTO INTERIOR PARA EL AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, AUTORIZO EL ACTA QUE ANTECEDE A LA RELATIVA SEXAGÉSIMA TERCERA SESIÓN ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO, DE FECHA TREINTA DE ABRIL DEL DOS MIL VEINTICUATRO, CONSTANTE DE CINCO HOJAS, CON TEXTO ÚNICAMENTE SUS ANVERSOS, TODAS Y CADA UNA DE ELLAS SUSCRITAS POR LOS MIEMBROS DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO QUE EN ELLA INTERVINIERON Y QUE ASÍ QUISIERON HACERLO, EN COZUMEL, QUINTANA ROO. A 30 DE ABRIL DEL DOS MIL VEINTICUATRO.



MUNICIPIO DE COZUMEL
LIC. OCIEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ SECRETARIO GENERAL
SECRETARIO GENERAL DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO



El que suscribe, **Licenciado Ociel González González**, Secretario General del Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, para el período constitucional 2021-2024, con fundamento en Artículo 120 Fracción VIII, de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, en relación con el Artículo 16 Fracción VIII, del Reglamento Orgánico de la Administración Pública del Municipio de Cozumel, certifico que la presente es copia fiel y exacta del **Acta de la Sexagésima Tercera Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, Período Constitucional 2021-2024**, celebrada en fecha **treinta** del mes de **abril** del año dos mil **veinticuatro**, constante de **seis** fojas útiles y cuyo original obra en los Archivos Municipales de esta Secretaría General. En Cozumel, Estado de Quintana Roo, a los veintiocho días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro.



EDICTO NÚMERO 145/2024

En el Expediente Número 00346/2024, relativo al Juicio de Inmatriculación Judicial vía Usucapión no Contencioso, promovido por PEDRO GABRIEL PÉREZ ANDRADE Y EDGAR EDUARDO CORDERO TAFOYA, EN CONTRA DE REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO DE LA CIUDAD DE CANCÚN, MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO, el C. Juez Tercero de Primera Instancia en Materia Civil, del Distrito Judicial de Torreón, con residencia en la Ciudad de Torreón, Coahuila, señaló LAS TRECE HORAS CON TREINTA MINUTOS DEL DÍA NUEVE DE OCTUBRE DEL AÑO EN CURSO, para que tenga verificativo en el local de este Juzgado, ubicado en el interior del Palacio de Justicia que se localiza en Boulevard Diagonal Las Fuentes esquina con Calle de Los Comerciantes, sin número, Colonia Villas La Merced de esta ciudad, la diligencia de INFORMACIÓN TESTIMONIAL, para acreditar el dominio pleno del siguiente bien inmueble:

INMUEBLE CONSISTENTE EN: PREDIO UBICADO EN LA CIUDAD DE CANCÚN MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, CON UNA SUPERFICIE DE 46,693.68 METROS CUADRADOS CON LA SIGUIENTES MEDIDAS Y COLINDANCIAS, AL NORTE 137.06 METROS, CON FONATUR; AL SUR COLINDA EN 91.10 METROS CON LOTE 10 EN 79.36 METROS CON LOTE 10-A, AL OESTE 317.02 CON SM 41 MANZANA 11 LOTE 11 Y 12 AL ESTE COLINDA EN 293.03 METROS COLINDA CON Z.F.M.I.

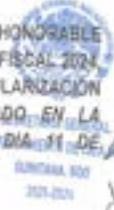
En solicitud del promovente, se convoca a las personas que puedan considerarse afectadas, mediante edictos que se publicarán por tres veces de siete en siete días, en el Periódico Oficial del Estado de Coahuila, como de Quintana Roo; y en el Portal electrónico del Poder Judicial del estado de Coahuila, destinado para ello, así como en la tabla de avisos de este Juzgado y del Registro Público de la Propiedad y del Comercio de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

ATENTAMENTE
TORREÓN, COAHUILA, A 27 DE AGOSTO DE 2024
EL C. SECRETARIO DE ACUERDO Y TRÁMITE
DEL JUZGADO TERCERO DE PRIMERA
INSTANCIA EN MATERIA CIVIL.

LIC. CARLOS ALONSO BOTELLO PIÑÓN.

CLASIA

ACUERDO POR EL QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE LOS INTEGRANTES DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, EL PROGRAMA DE REGULARIZACIÓN FISCAL 2024 A TRAVÉS DEL CUAL SE OTORGAN ESTÍMULOS FISCALES A EFECTO DE PERMITIR LA REGULARIZACIÓN DE LA SITUACIÓN FISCAL DE LOS CONTRIBUYENTES DEL MUNICIPIO. APROBADO EN LA CUADRAGÉSIMA SEXTA SESIÓN EXTRAORDINARIA DE CABILDO, CELEBRADA EL DÍA 11 DE SEPTIEMBRE DE 2024.



El Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo 2021-2024, con fundamento en los artículos 31 fracción IV, 115 fracción IV, inciso a), de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 68 fracción III, 126, 127, 128, fracción VII, 133, 145, 153, fracción I, y 154, de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo; 66, fracción IV, incisos c), d), 229, fracción II y 230, fracción I, de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo; 4, fracciones I, IV y V, 6, fracciones I y II, 7 fracción I, 25, 34, 121 y 122 del Código Fiscal Municipal; 1, 2, 3, 5, 23, 41 y 42 del Reglamento Interior del Ayuntamiento de Isla Mujeres, Quintana Roo; y

CONSIDERANDO

Que el artículo 115, fracción IV, de la Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos, dispone que los Municipios administrarán libremente su hacienda, la cual se formará de los rendimientos de los bienes que les pertenecan, así como de las contribuciones y otros ingresos que las legislaturas establezcan a su favor.

Que conforme a los artículos 153, fracción I, y 154 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, corresponde a los ayuntamientos, la administración y el ejercicio responsable de la hacienda pública y el patrimonio municipal.

Que el artículo 7 del Código Fiscal Municipal del Estado de Quintana Roo, establece que los Municipios tienen derecho a percibir además de las contribuciones, los ingresos clasificados como aprovechamientos, entre los cuales se contienen los recargos y sanciones.

Por su parte, el artículo 25 de la invocada legislación, prevé el cobro de los recargos y las actualizaciones cuando las contribuciones o aprovechamientos no se cubran en la fecha o dentro de los plazos fijados por las disposiciones fiscales, tanto por los contribuyentes, como por quien funja como retenedor de las mismas.

Que en relación con adeudos fiscales por parte de los contribuyentes, el artículo 34 del cuerpo legal antes referido, establece que a petición de los mismos, las autoridades fiscales podrán autorizar el pago a plazos, ya sea diferido o en parcialidades, de las contribuciones omitidas y sus accesorios.

Que los créditos fiscales determinados por contribuciones omitidas y sus accesorios, deben ser legalmente notificados cumpliendo para ello con las formalidades establecidas en los artículos 40, 108, 109, 110, 111 y 112 del

Código Fiscal Municipal del Estado de Quintana Roo; por lo que, tratándose de los créditos ubicados en el supuesto que señala el numeral 54 del ordenamiento legal antes referido, el cobro de los mismos resulta inoperante, atendiendo a la inversión de tiempo, esfuerzo de capital humano y costos derivados de la emisión y organización de la determinación y notificación de tales créditos fiscales, los cuales a su vez, son susceptibles de impugnación por el solo hecho de haberse emitido después de caducadas las facultades de la autoridad.



Bajo tales consideraciones, la figura jurídica de la prescripción corresponde a la sanción que la autoridad fiscal debe reserir por no ejercer oportunamente sus facultades de comprobación y/o determinación de los créditos fiscales, pues corresponde a la autoridad fiscal municipal el cumplir con la obligación estricta de determinar las contribuciones omitidas y sus accesorios dentro del plazo que para ese efecto determina la legislación fiscal.

Que la concesión de estímulos fiscales constituye un beneficio a la esfera jurídica éstos puesto que, permite eliminar una barrera jurídica que impide la regularización de su situación fiscal al eliminar accesorios de las contribuciones que llegan a alcanzar cantidades mayores que el interés fiscal principal y les brinda la posibilidad de cumplir con sus obligaciones a través de los beneficios que les otorgan además los estímulos que se ponen a su alcance a través del presente Acuerdo, situación que también beneficia a la autoridad fiscal, al ampliarse la base de contribuyentes en regularidad legal, permitiéndose con ello un mayor control sobre el cumplimiento de las obligaciones fiscales de éstos.

Con la finalidad de hacer crecer la recaudación en el Municipio y al mismo tiempo incentivar y beneficiar a los contribuyentes que forman parte del padrón municipal, así como reducir los índices de cartera vencida de los mismos ante la Tesorería Municipal, y para su aprobación en beneficio de los contribuyentes del Municipio de Isla Mujeres se somete a consideración de este Honorable Ayuntamiento el presente:

ACUERDO POR EL QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE LOS INTEGRANTES DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, EL PROGRAMA DE REGULARIZACIÓN FISCAL 2024, A TRAVÉS DEL CUAL SE OTORGAN ESTÍMULOS FISCALES A EFECTO DE PERMITIR LA REGULARIZACIÓN DE LA SITUACIÓN FISCAL DE LOS CONTRIBUYENTES DEL MUNICIPIO

Artículo 1. Se declara en forma oficiosa la prescripción de los créditos fiscales y sus accesorios legales, que hubieran generado antes del 1 de septiembre de 2019, a los contribuyentes del Municipio de Isla Mujeres, por la omisión en el entero de las contribuciones previstas en la legislación fiscal del Municipio de Isla Mujeres, así como sus accesorios legales, salvo en el caso que se haya interrumpido la prescripción conforme al artículo 56, del Código Fiscal Municipal del Estado de Quintana Roo.

Artículo 2. Se autorizan estímulos fiscales a los contribuyentes que se ubiquen en cualesquiera de los siguientes supuestos:

- I. Que tengan a su cargo créditos fiscales vencidos, aún cuando éstos no hubieran sido notificados o cuyo plazo para pagarlos haya transcurrido de conformidad con la legislación fiscal aplicable para el Municipio de Isla Mujeres;
- II. Que tengan a su cargo créditos fiscales notificados cuyo plazo para pagarlo hubiera transcurrido;



Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature on the left and several smaller ones on the right.

- iii. Que tengan a su cargo créditos fiscales cuyo pago haya sido requerido por la autoridad fiscal municipal, y se encuentren sujetos al procedimiento administrativo de ejecución.



SECRETARÍA GENERAL
DEL AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES
CALLE 200
323-1234

Los contribuyentes que se ubiquen dentro de cualesquiera de los anteriores supuestos, podrán solicitar su pago a través de convenio a plazo en parcialidades, estableciéndose para ello, los siguientes estímulos fiscales:

- a) Se dispensa a los contribuyentes de la garantía del interés fiscal, de conformidad con la fracción II del artículo 115 del Código Fiscal Municipal, siempre que el crédito fiscal principal no exceda de el equivalente a tres veces el valor de la Unidad de Medida y Actualización elevado al año;
- b) Se cancelarán las multas, rezago, recargos y gastos de ejecución generados por las contribuciones omitidas, así como los recargos que se generen durante la vigencia del convenio de pago en parcialidades, siempre que se encuentren al corriente de las mismas;
- c) Los contribuyentes con adeudos generados por concepto de Derechos por Servicios de Recolección, Transportación, Tratamiento y Destino Final de Residuos Sólidos que tengan adeudos en los periodos que a continuación se señalan, serán objeto de los siguientes subsidios previos a la suscripción del convenio de pago en parcialidades.

Periodo	Subsidio
Del mes de septiembre de 2019 a septiembre de 2020	75%
Del octubre de 2020 a septiembre de 2021	60%
Del mes de octubre de 2021 a septiembre de 2022	45%
Del mes de octubre de 2022 a septiembre de 2023	30%
Del mes de octubre de 2023 a agosto de 2024	15%

- d) Los contribuyentes con adeudos generados por concepto del Impuesto Sobre Adquisición de Bienes Inmuebles que tengan adeudos en los periodos que a continuación se señalan, serán objeto de los siguientes estímulos fiscales previos a la suscripción del convenio de pago en parcialidades.

Periodo	Estímulos fiscales
Del mes de septiembre de 2019 a septiembre de 2020	Reducción de recargos en 75%, reducción del 50% de multa.

SECRETARÍA GENERAL
DEL AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES
CALLE 200
323-1234

[Handwritten signatures and marks]

Del octubre de 2020 a septiembre de 2021	Reducción de recargos en 60% y reducción del 50% de multa.
Del mes de octubre de 2021 a septiembre de 2022	Reducción de recargos en 45% y reducción del 50% de multa.
Del mes de octubre de 2022 a septiembre de 2023	Reducción de recargos en 30% y reducción del 50% de multa.
Del mes de octubre de 2023 a agosto de 2024	Reducción de recargos en 15% y reducción del 50% de multa.



El monto resultante después de la aplicación de los anteriores subsidios, se considerará el crédito fiscal principal.

Los créditos fiscales respecto de los que suscriba el convenio de plazo en parcialidades, se actualizará durante la duración de dicho convenio, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 25 del Código Fiscal Municipal.

Artículo 3. Para acceder a los beneficios del artículo anterior, el contribuyente por su propio derecho o por conducto de su representante legal, deberá presentar la solicitud ante la Dirección de Ingresos de la Tesorería Municipal, debiendo cumplir con los siguientes requisitos:

- I. Escrito libre en el cual solicite adherirse a los beneficios del presente acuerdo, señalando domicilio para oír y recibir notificaciones, y en su caso, el número del Registro Federal de Contribuyentes, y el número del padrón municipal de contribuyentes;
- II. Señalará en su solicitud, la contribución omitida y el período al que corresponde;
- III. Propondrá el número de parcialidades mensuales en las que pagará el crédito fiscal omitido. La propuesta de parcialidades no podrá exceder de tres meses, o en su caso, del día 15 de diciembre del año 2024;
- IV. Propondrá en caso de ser necesario, la forma de garantía del interés fiscal.
- V. Adjuntará a su solicitud la siguiente documentación:
 - a) Comprobante de domicilio;
 - b) Número del Registro Federal de Contribuyentes y en su caso, el número del Padrón Municipal de Contribuyentes;
 - c) Copia de la identificación oficial y en su caso, el instrumento público en el que conste la representación legal del contribuyente;
 - d) Escrito mediante el cual acepte y reconozca el adeudo generado con motivo de las contribuciones omitidas a que hace referencia la fracción II de este artículo, y como su aceptación a las condiciones establecidas por el presente acuerdo, manifestando su conformidad con el



Handwritten signatures and initials at the bottom of the document.

inicio del procedimiento administrativo de ejecución, si se incumpliera con el cobro de pago en parcialidades; y

e) Escrito mediante el cual manifieste que el crédito fiscal no se encuentra impugnado mediante algún recurso o juicio, incluyendo el juicio de amparo, y en caso de haberlo impugnado, suscribir el documento que acredite que se ha desistido del mismo.

VI. El contribuyente o en su caso, su representante legal, deberán designar un número telefónico, a efecto que a través del mismo se les informe en la fecha en la cual podrán comparecer a suscribir el convenio, lo que no podrá exceder de cinco días hábiles siguientes a la fecha de presentación de su solicitud, a las oficinas de la autoridad fiscal, a fin de suscribir el convenio de pago en parcialidades.

VII. En caso que el contribuyente o su representante legal no comparezcan a en el plazo señalado en la fracción anterior o no hubieran entregado la totalidad de la documentación señalada en este artículo, se le otorgarán tres días hábiles adicionales para que comparezca a cumplimentar con la documentación faltante y a suscribir el convenio de pago en parcialidades; una vez transcurrido este último plazo sin que hubiere comparecido el contribuyente o su representante legal a notificarse de la respuesta a su solicitud, se les tendrá por desistidos de la solicitud, y se procederá la brevedad con el inicio o continuación del Procedimiento Administrativo de Ejecución, en contra del responsable directo y en su caso, del responsable solidario.

Artículo 4. Si el contribuyente incumple en el pago oportuno de dos o más parcialidades, la Tesorería Municipal iniciará o continuará con la aplicación del Procedimiento Administrativo de Ejecución tendiente a hacer efectivo el crédito fiscal, junto con los recargos y actualizaciones correspondientes.

Artículo 5. Con el objeto de facilitar la suscripción de los convenios, se faculta al Director de Ingresos, para suscribir los convenios de pago en parcialidades que se celebren en términos del presente acuerdo, sin la necesidad de la intervención de la Tesorera Municipal.

De cada convenio de pago en parcialidades que se suscriba, se registrará a través de un número de identificación progresivo, debiéndose integrar un expediente con la documentación señalada en el artículo 3 de este acuerdo, así como del convenio de pago en parcialidades, y el comprobante del pago de cada parcialidad.

La Dirección de Ingresos informará por escrito en forma semanal a la Tesorería Municipal, y esta a su vez a la Presidenta Municipal y al Síndico Municipal, respecto del número de convenios celebrados, el monto de los mismos y el número de parcialidades, el origen del adeudo, y el nombre o razón social del contribuyente respectivo.

Artículo 6. Tratándose de multas por infracción a las disposiciones administrativas del municipio de Isla Mujeres, se establecen los siguientes estímulos fiscales:

a) Se concederá la reducción de un 50% de la multa determinada, siempre que el monto de la misma no exceda el equivalente a cuatro veces el valor mensual de la unidad de medida y actualización, y de 25% si excediere dicho monto, siempre y cuando la multa hubiera sido impuesta durante 2022 y hasta el 31 de agosto de 2024.



Handwritten signatures and initials are present at the bottom of the page, including a large signature on the left and several smaller ones on the right.

- II. Las multas impuestas entre el 1 de septiembre de 2019 y el 31 de diciembre de 2021, serán reducidas en 20% del monto determinado.
- III. Los recargos de la multa serán cancelados en un 100%.



Para acceder a los anteriores estímulos fiscales, el pago de la multa deberá ser efectuado en su totalidad y en una exhibición, antes del 15 de diciembre de 2024.

La Dirección de Ingresos de la Tesorería Municipal, aplicará los estímulos fiscales antes señalados, sin necesidad de solicitud escrita del contribuyente.

Artículo 7. A más tardar el 15 de diciembre de 2024, la Dirección de Ingresos elaborará un informe que será presentado a la Presidenta Municipal así como a la Tesorera y al Síndico Municipal, en el cual se señale la siguiente información:

- I. El monto total, desglosado por rubro de acuerdo con el clasificador de ingresos, de los créditos fiscales cancelados en términos de artículo 1 de este acuerdo, así como el universo de contribuyentes beneficiados;
- II. El monto total de las multas canceladas, así como de los recargos que se cancelaron;
- III. El monto total de los subsidios otorgados conforme al artículo 2 de este acuerdo;
- IV. El monto total de las multas reducidas en términos del artículo 6 de este acuerdo; y
- V. El monto total de los ingresos recaudados a través del programa de estímulos fiscales, desglosado por rubro de acuerdo con el clasificador de ingresos.

Artículo 8. La Dirección de Ingresos efectuará los registros de cancelación de los créditos fiscales señalados en el artículo 1 del presente acuerdo, debiendo informar a la Dirección de Contabilidad y Cuenta Pública respecto de los mismos.

TRANSITORIOS

Primero. El presente acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su aprobación por parte del Honorable Ayuntamiento de Isla Mujeres.

Segundo. Los contribuyentes que quieran celebrar convenios de pago en parcialidades respecto de contribuciones vencidas, deberán presentar su solicitud ante la Dirección de Ingresos de la Tesorería Municipal de Isla Mujeres, a más tardar el día 30 de octubre de 2024.

PUNTOS DE ACUERDO

PRIMERO. Se aprueba el programa de regularización fiscal 2024, a través del cual se otorgan estímulos fiscales, a efecto de permitir la regularización de la situación fiscal de los contribuyentes del municipio.

SEGUNDO. Se instruye a las autoridades de la Tesorería Municipal, a que en forma inmediata a la entrada en vigor del presente acuerdo, den puntual cumplimiento a lo ordenado en el mismo.



Handwritten signatures of the officials involved in the agreement.

TERCERO. El programa de regularización fiscal 2024 que se aprueba en este acuerdo, entrará en vigor a la siguiente de su aprobación por el parte del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres.

CUARTO. Publíquese el presente acuerdo en la Gaceta Oficial del Municipio de Isla Mujeres, y en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

QUINTO. Se instruye a la Dirección General de Comunicación, para que realice las acciones necesarias que permitan la máxima difusión del programa de regularización fiscal 2024.

Dado en Isla Mujeres, Quintana Roo a la fecha de su aprobación.

ASÍ LO MANDAN, DICTAN Y FIRMAN LOS INTEGRANTES DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, "CÚMPLASE".


C. Teresa Alethea Gómez Ricalde
Presidenta Municipal


C. José Manuel López García
Síndico Municipal


C. Amada Alejandra Peniche Hernández
Primera Regidora













SECRETARÍA GENERAL
DEL H. AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES
QUINTANA ROO
2017-2021

C. Dancy Geisler Fernández Loria.
Segundo Regidor

C. Pedro Manuel Palma Chan
Cuarto Regidor

C. Valeria Alejandra Alagon Cahulich
Quinta Regidora

C. Gaspar Kintul Ay.
Sexto Regidor

C. Fernando Ricardo Bacelis Godoy.
Séptimo Regidor

C. Estela Mar Gernido Gómez.
Octava Regidora

C. Héctor Gil Chable.
Noveno Regidor

C. Hugo Iván Sánchez Montalvo.
Secretario General del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres.

Las presentes firmas corresponden al Acuerdo, parte integrante del Acta de la Cuadragésima Sexta Sesión Extraordinaria del Honorable Ayuntamiento de Isla Mujeres, Quintana Roo para el periodo 2021-2024, celebrada el 11 de septiembre del 2024.



El que suscribe, Ciudadano Hugo Iván Sánchez Montalvo, Secretario General del Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, con fundamento en lo dispuesto en el Artículo 120, Fracción III de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, autoriza la presente Acuerdo, parte integrante del Acta de la Cuadragésima Sexta Sesión Extraordinaria del H. Ayuntamiento de fecha 11 de septiembre del 2024, consta de 09 fojas útiles, incluida la presente autorización escritas en una sola cara en hojas tamaño carta, contenida en el Libro de Actas de Cabildo del año 2024, del periodo Constitucional 2021 - 2024 del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

C. Hugo Iván Sánchez Montalvo.
Secretario General del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres



C. HUGO IVAN SANCHEZ MONTALVO, SECRETARIO GENERAL DEL H. AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO; CON FUNDAMENTO EN EL ARTÍCULO 120 FRACCIÓN VIII DE LA LEY DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

CERTIFICO

QUE EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTA DE 09 FOJAS ÚTILES, ES COPIA FIEL Y EXACTA DEL ACUERDO ORIGINAL DEL ACTA DE LA CUADRAGESIMA SEXTA SESIÓN EXTRAORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO, PERIODO CONSTITUCIONAL 2021-2024, CELEBRADA EL DÍA 11 DE SEPTIEMBRE DEL 2024. MISMA QUE OBRA EN EL ARCHIVO DE LA SECRETARIA GENERAL DE ESTE HONORABLE AYUNTAMIENTO; EL CUAL TUVE A LA VISTA Y HABIENDOLO COTEJADO DEBIDAMENTE SE EXPIDE LA PRESENTE CERTIFICACIÓN EN ISLA MUJERES QUINTANA ROO, A LOS ONCE DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO.



ATENTAMENTE



SECRETARIA GENERAL
DEL H. AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES
QUINTANA ROO
2021-2024

C. HUGO IVAN SANCHEZ MONTALVO
SECRETARIO GENERAL
H. AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES, Q. ROO.

ACUERDO MEDIANTE EL CUAL, EL HONORABLE AYUNTAMIENTO, AUTORIZA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA MUNICIPAL PARA LA IGUALDAD ENTRE MUJERES Y HOMBRES DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO. APROBADO EN LA SEPTUAGÉSIMA SESIÓN ORDINARIA DE CABILDO, CELEBRADA EL DÍA 28 DE AGOSTO DE 2024.



SECRETARÍA GENERAL
DEL AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES

Que conforme a lo dispuesto por los artículos 115 y 126 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y 127 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo; 2º y 66 fracción I, inciso c) y k) de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, y los artículos 1, 4, 33, 34 y 48 de la Ley de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia del Estado de Quintana Roo, los artículos, 2, 3 y 23 del Reglamento Interior del Ayuntamiento de Isla Mujeres, Quintana Roo; y de más aplicables.

CONSIDERANDO

Que el Municipio Libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado de Quintana Roo; es una institución de carácter público, constituida por una comunidad de personas, con el fin de velar por el bien común;

Que conforme a lo dispuesto en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la propia del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, así como de lo previsto en la Ley de los Municipios del Estado, la autonomía en el gobierno interior del Municipio, se traduce en la facultad de gobernar y administrar por sí mismo, los asuntos propios de su comunidad, correspondiendo a este Ayuntamiento como cuerpo colegiado, el cuidado de sus intereses;

Que, entre las Facultades y Obligaciones del Ayuntamiento, que se establecen los artículos 65 y 68 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, se encuentra dar cabal cumplimiento a las obligaciones que les confieren la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado y las leyes que de ellas emanen. Y en especial a lo previsto en el artículo 66 fracción VII del referido ordenamiento, que establece "En materia de igualdad y género: a) impartir cursos y talleres de prevención y asistencia para erradicar la violencia de género. En la impartición de los cursos y talleres mencionados en el párrafo que antecede, tendrá que considerarse el enfoque diferencial de género e interseccional, además de acciones encaminadas a procurar la participación e integración de quienes generen violencia en estos grupos reflexivos.

Que conforme a lo previsto en la Ley para la igualdad entre Mujeres y Hombres del Estado de Quintana Roo, El Estado y los Municipios, ejercerán sus atribuciones en materia de igualdad, de conformidad con la distribución de competencias previstas en la misma y en otros ordenamientos aplicables, por lo tanto en el artículo 31 del referido ordenamiento, establece que "sin perjuicio de lo señalado en la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, corresponde a los Municipios: Formular y ejecutar la Política Municipal en materia de igualdad entre mujeres y hombres, en concordancia con los instrumentos internacionales de los que forma parte el estado mexicano, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, leyes nacionales, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, las políticas nacional y estatal, coadyuvando con dichos órdenes de gobierno para la mejor aplicación de la ley; II. planear, organizar y desarrollar en sus respectivas circunscripciones territoriales, sistemas municipales para la igualdad entre mujeres y hombres, procurando la institucionalización de la perspectiva de género en todas sus actividades y su participación programática en el sistema estatal; III. establecer los programas comunitarios y sociales para lograr la igualdad entre mujeres y hombres, tanto en las áreas urbanas como en las rurales; IV. Prever las necesidades presupuestarias con partidas especiales destinadas a la ejecución de los programas de igualdad; V. Garantizar la aplicación de la igualdad sustantiva que consagra la presente ley; VI. Vigilar las buenas prácticas de igualdad y no discriminación en la administración pública municipal, en concordancia con los principios rectores de la ley; y VII. las demás que sean necesarias para cumplir los objetivos de esta ley."

Handwritten signatures and initials at the bottom of the document.

Que para el Municipio de Isla Mujeres es una prioridad el desarrollo del empoderamiento de las mujeres, garantizando la igualdad de trato, oportunidades y servicios para mujeres, niñez y juventudes, y que es una potestad del municipio establecer y ejecutar una política pública enfocada en el cumplimiento de Acciones que aceleren la igualdad sustantiva entre Mujeres y Hombres, para lograr una sociedad más democrática, incluyente, igualitaria y paritaria.

Por lo anterior, es que se propone a este Honorable Ayuntamiento, los siguientes:

PUNTOS DE ACUERDO

PRIMERO: Se aprueba la Instalación del Sistema Municipal para la Igualdad entre Mujeres y Hombres del Municipio de Isla Mujeres, integrado mediante acta de instalación, con las unidades administrativas prioritarias para el cumplimiento de las acciones, y el adecuado funcionamiento del mismo, el cual aprobará sus programas y planes de trabajo.

SEGUNDO: Publíquese el presente acuerdo en la Gaceta Oficial del Municipio de Isla Mujeres, y en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Dado en Isla Mujeres, Quintana Roo a la fecha de su aprobación.

ASÍ LO MANDAN Y FIRMAN LOS INTEGRANTES DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO, "CÚMPLASE".

C. Teresa Ánaya Gómez Ricalde
Presidenta Municipal

C. José Manuel López García
Síndico Municipal

C. Amada Alejandra Periche Hernández
Primera Regidora

C. Dancy Gisela Fernández López
Segunda Regidora

C. Jessica Contreras Gomez
Tercera Regidora

f 2 b



SECRETARÍA GENERAL
DEL H. AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES
QUINTANA ROO
2021-2024



4

R



C. Pedro Manuel Palma Chan
Cuarto Regidor

C. Valeria Alejandra Aragón Caballero
Quinta Regidora



C. Bella Mercedes Barido Gómez
Octava Regidora

C. Héctor Gil Chable
Noveno Regidor

C. Hugo Iván Sánchez Montalvo.
Secretario General del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres.

Las presentes firmas corresponden al Acuerdo, parte integrante del Acta de la Septuagésima Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento de Isla Mujeres, Quintana Roo para el periodo 2021-2024, celebrada el 28 de agosto del 2024.

El que suscribe, Ciudadano Hugo Iván Sánchez Montalvo, Secretario General del Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, con fundamento en lo dispuesto en el Artículo 120, Fracción III de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, autoriza el presente Acuerdo, parte integrante del Acta de la Septuagésima Sesión Ordinaria del H. Ayuntamiento de fecha 28 de agosto del 2024, consta de 03 fojas útiles, incluida la presente autorización escritas en una sola cara en hojas tamaño carta, contenidas en el Libro de Actas de Cabildo del año 2024, del periodo Constitucional 2021 - 2024 del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

C. Hugo Iván Sánchez Montalvo.
Secretario General del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres

C. HUGO IVAN SANCHEZ MONTALVO, SECRETARIO GENERAL DEL H. AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO; CON FUNDAMENTO EN EL ARTÍCULO 120 FRACCIÓN VIII DE LA LEY DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

CERTIFICO

QUE EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTA DE 03 FOJAS ÚTILES, ES COPIA FIEL Y EXACTA DEL ACUERDO ORIGINAL DEL ACTA DE LA SEPTUAGESIMA SESION ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO, PERIODO CONSTITUCIONAL 2021-2024, CELEBRADO EL DÍA 28 DE AGOSTO DEL 2024, MISMA QUE OBRA EN EL ARCHIVO DE LA SECRETARIA GENERAL DE ESTE HONORABLE AYUNTAMIENTO; EL CUAL TUVE A LA VISTA Y HABIÉNDOLO COTEJADO DEBIDAMENTE SE EXPIDE LA PRESENTE CERTIFICACIÓN EN ISLA MUJERES QUINTANA ROO, A LOS SEIS DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO.

ATENTAMENTE



SECRETARÍA GENERAL
DEL AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES
QUINTANA ROO
705-100


C. HUGO IVAN SANCHEZ MONTALVO
SECRETARIO GENERAL
H. AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES, Q. ROO.



ACUERDO MEDIANTE EL CUAL, EL HONORABLE AYUNTAMIENTO, AUTORIZA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA MUNICIPAL PARA PREVENIR, ATENDER Y ERRADICAR LA VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO. APROBADO EN LA SEPTUAGÉSIMA SESIÓN ORDINARIA DE CABILDO, CELEBRADO EL 28 DE AGOSTO DE 2024.

Que conforme a lo dispuesto por los artículos 115 y 126 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 125 y 127 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo; 2ª y 66 fracción I, inciso c) y k) de la ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, y los artículos 33, 34 y 48 de la Ley de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia del Estado de Quintana Roo, los artículos 2, 3 y 23 del Reglamento Interior del Ayuntamiento de Isla Mujeres, Quintana Roo; y de más aplicables:

7

Considerando

Que de conformidad con lo dispuesto por los artículos 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y 126 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, el municipio libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado de Quintana Roo; asimismo es una institución de carácter público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, autónomo en su gobierno interior y libre en la administración de su hacienda;

8

Que la autonomía del municipio libre se expresa en la facultad de gobernar y administrar por sí mismo los asuntos propios de su comunidad, en el ámbito de competencia que le señala la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y las leyes que conforme a ella se expidan;

Handwritten signature

Que, la competencia que la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo otorga al gobierno municipal se ejercerá por el ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá autoridad intermedia alguna entre éste y el gobierno del estado;

Que los Ayuntamientos, tienen la facultad para formular, aprobar y publicar, de acuerdo con las leyes que en materia municipal expida la Legislatura del Estado, los bandos de policía y buen gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal;

Que corresponde al Presidente Municipal la titularidad del gobierno y de la administración pública municipal, siendo este, el responsable de ejecutar y comunicar las decisiones del ayuntamiento; que dentro de sus facultades se encuentra la de presentar al ayuntamiento las iniciativas de reglamentos, bando de policía y gobierno, y demás disposiciones administrativas de observancia general o de reformas y adiciones en su caso;

Que, la Ley de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia Establece que corresponde al municipio instrumentar y articular la política pública municipal, enfocada en la erradicación de la violencia contra las mujeres, en coadyuvancia al sistema estatal y nacional para prevenir, atender sancionar y erradicar la violencia contra las mujeres, en tal virtud se hace necesario instalar el sistema municipal para prevenir, atender y erradicar la violencia contra las mujeres, como un mecanismo implementador del programa municipal para la prevención, atención y erradicación de la violencia contra las mujeres.

En tal virtud y con fundamento en lo dispuesto en la Ley de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia del Estado de Quintana Roo, en lo establecido en la sección décima, denominada de los municipios, que hace mención en los numerales 33, 34 y 48 que a la letra establece: "corresponde a los Municipios, de conformidad con esta ley, la ley general, las leyes locales en la materia y acorde con la perspectiva de género, las siguientes atribuciones: I. Instrumentar y articular, en concordancia con la política nacional y estatal, la política municipal orientada a erradicar la violencia contra las mujeres; II. Coadyuvar con la federación y con el estado, en la adopción y consolidación del sistema nacional y del sistema estatal; III. Promover, en coordinación con el estado, cursos de capacitación a las personas que atienden a víctimas; IV. Ejecutar las acciones necesarias para el cumplimiento del programa nacional y el programa estatal; V. Apoyar la creación de programas de reeducación integral para los agresores; VI. Promover programas educativos sobre la igualdad y la equidad entre los géneros para eliminar la violencia contra las mujeres; VII. Apoyar, en la medida de sus posibilidades, la creación, operación y fortalecimiento de refugios

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten initials

seguros para las víctimas, sus hijas e hijos, así como su resguardo físico cuando así se requiera, de acuerdo a las condiciones establecidas en la presente ley; VIII. Participar y coadyuvar en la prevención, atención y erradicación de la violencia contra las mujeres; IX. Llevar a cabo, de acuerdo con el Sistema Nacional y el Sistema Estatal, programas de información a la población respecto de la violencia contra las mujeres; X. Celebrar convenios de cooperación, coordinación y concertación en la materia, y XI. La atención de los demás asuntos que en materia de violencia contra las mujeres les conceda esta ley, la ley general u otros ordenamientos jurídicos'.

A razón de lo anterior, es de someterse a la aprobación de este Honorable Ayuntamiento, los siguientes puntos de acuerdo:

Acuerdo:

Primero: Se aprueba la instalación del Sistema Municipal para Prevenir, Atender, y Erradicar la Violencia contra las Mujeres, del Municipio de Isla Mujeres, integrado con las unidades administrativas necesarias para su adecuado funcionamiento, mismo que aprobará sus programas y planes de trabajo.

Segundo: Publíquese el presente acuerdo en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo y en la Gaceta del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

Dado en Isla Mujeres, Quintana Roo a la fecha de su aprobación.

ASÍ LO MANDAN Y FIRMAN LOS INTEGRANTES DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO, "CÚMPLASE".




 C. Teresa Alejandra Gómez Ricalde
 Presidenta Municipal


 C. José Manuel López García
 Síndico Municipal


 C. Amada Alejandra Periche Hernández
 Primera Regidora


 C. Dancy Geisler Hernández Loria
 Segundo Regidora


 C. Jessica Contreras Gomez
 Tercera Regidora





C. Pedro Manuel Palma Chan
Cuarto Regidor



C. Valeria Alejandra Aragón Cahuich
Quinta Regidora



C. Belia Mar Garrido Gómez
Octava Regidora



C. Héctor Gil Chable
Noveno Regidor



C. Hugo Iván Sánchez Montalvo.
Secretario General del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres.

Las presentes firmas corresponden al Acuerdo, parte integrante del Acta de la Septuagésima Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento de Isla Mujeres, Quintana Roo para el periodo 2021-2024, celebrada el 28 de agosto del 2024.

El que suscribe, Ciudadano Hugo Iván Sánchez Montalvo, Secretario General del Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, con fundamento en lo dispuesto en el Artículo 120, Fracción III de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, **autoriza** el presente Acuerdo, parte integrante del Acta de la Septuagésima Sesión Ordinaria del H. Ayuntamiento de fecha 28 de agosto del 2024, consta de 03 fojas útiles, incluida la presente autorización escritas en una sola cara en hojas tamaño carta, contenida en el Libro de Actas de Cabildo del año 2024, del periodo Constitucional 2021 - 2024 del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.



C. Hugo Iván Sánchez Montalvo.
Secretario General del H. Ayuntamiento de Isla Mujeres

C. HUGO IVAN SANCHEZ MONTALVO, SECRETARIO GENERAL DEL H. AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO; CON FUNDAMENTO EN EL ARTÍCULO 120 FRACCIÓN VIII DE LA LEY DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

CERTIFICO

QUE EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTA DE 03 FOJAS ÚTILES, ES COPIA FIEL Y EXACTA DEL ACUERDO ORIGINAL DEL ACTA DE LA SEPTUAGESIMA SESION ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO, PERIODO CONSTITUCIONAL 2021-2024, CELEBRADO EL DIA 28 DE AGOSTO DEL 2024, MISMA QUE OBRA EN EL ARCHIVO DE LA SECRETARIA GENERAL DE ESTE HONORABLE AYUNTAMIENTO; EL CUAL TUVE A LA VISTA Y HABIÉNDOLO COTEJADO DEBIDAMENTE SE EXPIDE LA PRESENTE CERTIFICACIÓN EN ISLA MUJERES QUINTANA ROO, A LOS SEIS DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO.

ATENTAMENTE



SECRETARÍA
DEL H. AYUNTAMIENTO
ISLA MUJERES
Q. ROO



C. HUGO IVAN SANCHEZ MONTALVO
SECRETARIO GENERAL
H. AYUNTAMIENTO DE ISLA MUJERES, Q. ROO.



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año de los Ayuntamientos"
ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO

Acuerdo mediante el cual se aprueba la Reforma mediante la cual se modifica en su contenido diversos artículos del Reglamento Interior de la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal de Solidaridad, Quintana Roo.

El Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 126, 133 y 145 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo; 2, 3, 65 y 66 fracción I, inciso c), 68, 69, 70, 72 fracciones IX y XXI, 74, 86, 87, 221, 224 y 225 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo; 7 fracción VII, 8 fracción I y 9 del Bando de Gobierno para el Municipio Solidaridad, Quintana Roo; 1, 2 fracción III y V, 3 fracción II y IV, 16 fracción II, 23, 24, 129, 130, 132, 133 fracción IX y XXI, 140, 148 fracción IV, 165 y 166 Reglamento Interno del Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo; y de acuerdo con los siguientes:

Antecedentes

Único. Que fue recibido en la oficina de la Secretaría General el oficio signado por el Mtro. Rodolfo del Ángel Campos, Sexto Regidor y Presidente de la Comisión Edilicia Ordinaria de Seguridad Pública, Policía Preventiva y Tránsito Municipal, por el cual somete a aprobación del Honorable Ayuntamiento, el dictamen suscrito por los integrantes de dicha Comisión Edilicia consistente en la Reforma al Reglamento Interior de la Secretaría de Seguridad Pública y Tránsito Municipal de Solidaridad, Quintana Roo; y

Considerando

Que el Municipio libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado, el cual será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular directa, integrado por un Presidente o Presidenta Municipal y el número de regidurías y sindicaturas que la ley determine. La competencia que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, otorga al Gobierno Municipal, se ejercerá por el Ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá Autoridad intermedia alguna entre éste y el Gobierno del Estado.

Que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala en su artículo 115 fracción II, párrafo segundo, que, los Ayuntamientos tendrán facultados para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los Estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana vecinal.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



EL AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO

"2024, año de la **LIBERTAD**, Quintana Roo"
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

Que la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, en su artículo 126 establece que: *"El Municipio Libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado de Quintana Roo; es una institución de carácter público, constituida por una comunidad de personas, establecida en el territorio que le señala a cada uno de ellos la presente Constitución, con personalidad jurídica y patrimonio propio, autónomo en su gobierno interior y libre en la administración de su hacienda."* Y continúa diciendo en su párrafo segundo que *"La autonomía del Municipio Libre se expresa en la facultad de gobernar y administrar por sí mismo los asuntos propios de su comunidad, en el ámbito de competencia que le señala la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la presente Constitución y las leyes que conforme a ellas se expidan."* Mismas disposiciones que se encuentran establecidas en el artículo 2 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

El artículo 133 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, en su primer párrafo dispone que *"Cada municipio será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular directa, que se renovará cada tres años y residirá en la Cabecera Municipal. La competencia que esta Constitución otorga al Gobierno Municipal se ejercerá por el Ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá autoridad intermedia alguna entre éste y el Gobierno del Estado."* Misma disposición que se encuentra establecida en el artículo 7 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

Que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 115 fracción III, inciso h) señala que: *"Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: Seguridad pública, en los términos del artículo 21 de esta Constitución, policía preventiva municipal y tránsito."*

Que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicano establece en su artículo 21 que la seguridad pública es una función a cargo de la Federación, las entidades federativas y los Municipios, cuyos fines son salvaguardar la vida, las libertades, la integridad y el patrimonio de las personas, así como contribuir a la generación y preservación del orden público y la paz social, de conformidad con lo previsto en esta Constitución y las leyes en la materia.

Que la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo en su artículo 3° dice: *"Cada municipio será gobernado por el Ayuntamiento al que le corresponde la representación política y jurídica del municipio, la administración de los asuntos municipales y el cuidado de los intereses de la comunidad dentro de su circunscripción territorial. Las autoridades municipales tienen competencia plena y exclusiva sobre su territorio, población y organización política-administrativa, con las limitaciones que les señalen las leyes."*

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2021 - 2024



Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad
H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
LAVA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"
2021 - 2024

Que el artículo 65 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo mandata lo siguiente: *"Corresponde a los Ayuntamientos el ejercicio de las Facultades y la atención de las obligaciones que sean necesarias para conseguir el cabal cumplimiento de las atribuciones que les confieren la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Constitución Política del Estado y las Leyes que de ellas emanen."*

Que de acuerdo a lo establecido en el artículo 66 fracción I, inciso c) de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, son facultades y obligaciones del Ayuntamiento, en materia de gobierno y régimen interior: *"Aprobar los Bandos de Policía y Gobierno, los Reglamentos, Circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la Administración Pública Municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal."*

Que el artículo 68 de la Ley estatal invocada, establece que para estudiar y supervisar que se ejecuten las disposiciones y acuerdos, el Ayuntamiento contará con comisiones ordinarias y especiales para el cumplimiento de sus funciones y que estas tendrán por objeto el estudio, dictamen y propuestas de solución a los asuntos de las distintas ramas de la administración municipal. Por su parte, el artículo 87, establece que *"Las Comisiones podrán presentar para su aprobación, proyectos de modificación a los Reglamentos Municipales y al Bando de Policía y Gobierno."*

Que el artículo 221 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, establece que: *"El Bando de Policía y Gobierno, los Reglamentos, Circulares y demás Disposiciones de observancia general deberán contener las normas que requiera el régimen gubernamental y administrativo del Municipio, cuyos principios normativos corresponderán a la identidad de los mandatos establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Constitución Política del Estado de Quintana Roo."*

Que conforme a lo establecido en el artículo 224, de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo; los Reglamentos Municipales constituyen los diversos cuerpos normativos tendientes a regular, ejecutar y hacer cumplir el ejercicio de las facultades y obligaciones que esta ley confiere a los Ayuntamientos, en los ámbitos de su competencia.

Que la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo en su artículo 225 establece que: *"El Bando de Policía y Gobierno, los Reglamentos, Circulares y demás Disposiciones Administrativas, deberán contener las disposiciones generales, los objetivos que se persiguen y los sujetos a quienes se dirige la regulación; la manera como se organizarán y"*

3

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx
 Ayuntamiento de Solidaridad
  AytoSolidaridad
  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
CAYÁ DEL CARMEN, QUINTANA ROO

"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

administrarán los ramos respectivos; la clasificación de las faltas y los tipos de sanciones administrativas; las atribuciones y deberes de las autoridades municipales; y en general, todos aquellos aspectos formales o procedimientos que permitan la aplicación a los casos particulares y concretos de los principios normativos contenidos en la presente y en las demás leyes, cuando confieran funciones específicas a los Municipios".

Que es facultad del Honorable Ayuntamiento aprobar los reglamentos que organicen la Administración Pública Municipal y que regula las funciones y servicios de su competencia.

Que, esta administración ha implementado acciones con el objetivo de disminuir las problemáticas sociales y económicas, a fin de garantizar una mejor calidad de vida para los habitantes del Municipio, tomando en consideración la participación ciudadana como pilar de los procesos diplomáticos, el involucramiento de las y los ciudadanos en la toma de decisiones públicas que brinda legitimidad a las mismas, permitiendo la calidad del quehacer gubernamental del Ayuntamiento, fortaleciendo los canales de comunicación entre la ciudadanía y los gobernantes.

Que es atribución del Municipio garantizar el bienestar y tranquilidad de las personas y sus bienes, así como preservar y guardar el orden público en el territorio municipal, expidiendo para tal efecto los reglamentos, planes y programas respectivos.

Aunado a lo anterior, el Gobierno del Municipio de Solidaridad, en su Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024, considera en uno de los ejes rectores, el Eje 1. Seguridad y Calidad de Vida para la Población, cuyas políticas de acción, refuerzan la Seguridad Pública.

Por otra parte, el gobierno del Estado de Quintana Roo, en su Plan de Desarrollo 2023 - 2027, aprobado el 23 de enero de 2023, contempla en uno de sus ejes rectores; al Eje 2. Seguridad Ciudadana, el cual tiene el objetivo Garantizar la defensa de los intereses vitales, el bienestar de la ciudadanía y la protección de los bienes jurídicos desde el marco de los valores democráticos y del estado constitucional de derecho, junto a la defensa de la paz, la tolerancia, la libertad, la igualdad y el progreso global, por medio del fortalecimiento de los sectores e instituciones competentes y la participación ciudadana, a fin de reducir la violencia y eficientar la atención al fenómeno delictivo de manera integral y con ello mejorar los niveles de percepción de seguridad en el estado.

Al respecto, establece que la Seguridad Ciudadana se concibe como la función a cargo del Estado y los Municipios, tendente a salvaguardar la integridad y los derechos humanos de las personas, así como preservar las libertades, el orden y restablecer la paz pública y garantizar el acceso a una vida libre de violencia y la protección de las personas frente a

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



AyuntamientodeSolidaridad



Aytsolidaridad



@SolidaridadAyo



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"
HONORABLE AYUNTAMIENTO
CAYÁ DEL CARMEN, QUINTANA ROO

riesgos y amenazas que atenten contra sus derechos y libertades; y comprende la prevención de los delitos, la investigación y persecución efectiva, el fomento a la cultura y la justicia cívica, la sanción de las infracciones administrativas y la reinserción social de las personas sentenciadas.

Lo anterior manifiesta que la Seguridad Ciudadana es uno de los temas prioritarios para los quintanarroenses, ya que las familias merecen atención inmediata de esa sentida demanda y buscan involucrarse y participar ordenada y activamente en la identificación de las causas que generan las conductas delictivas, para incidir en la toma de decisiones estratégicas para mejorar el entorno de las comunidades.

Que, en la presente reforma se considera la creación de un Centro de Control, Comando, Comunicaciones, Cómputo, Coordinación e Inteligencia (C-4) a nivel municipal, misma que representa diversos beneficios y ventajas. En primer lugar, centraliza y coordina eficientemente las operaciones de seguridad pública en la localidad, permitiendo una respuesta más rápida y efectiva ante emergencias y situaciones de riesgo. Esto se logra mediante el uso de tecnologías avanzadas de comunicación, monitoreo y gestión de información, lo que facilita la coordinación entre diferentes dependencias y cuerpos de seguridad.

Además, un C-4 municipal mejora la capacidad de recolección, análisis e intercambio de inteligencia entre las autoridades locales, lo que contribuye a la prevención del delito, la identificación de patrones criminales y la toma de decisiones informadas. Asimismo, al integrar sistemas de video vigilancia y comunicaciones en tiempo real, el C-4 fortalece la seguridad ciudadana y brinda mayor tranquilidad a la población al tener un sistema de respuesta y atención más eficiente y coordinado.

Que, a su vez, la presente reforma contempla la Creación de la Guardería Infantil de la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal, como una unidad administrativa adscrita a la Dirección de Psicología Policial; asimismo, para reforzar esta nueva área, en beneficio de las hijas e hijos de nuestros policías, se reasigna a la Dirección de Psicología Policial, la Jefatura de Servicios Médicos, misma que actualmente se encuentra adscrita a la Dirección de Planeación y Administración, con la finalidad de brindar un servicio integral en el cuidado de la salud de las y los menores que harán uso de las instalaciones de la Guardería Infantil. De igual manera, para el cumplimiento de sus fines, se propone que la Coordinación de la Guardería Infantil deberá contar con las áreas siguientes:

- Jefatura del Área de Pedagogía,

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



IL AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO
2021 - 2024

• Jefatura del Área de Salud,
• Jefatura del Área de Filtros y
• la Jefatura del Área de Cocina.

Que en razón de lo anterior y en ejercicio de las facultades que le son inherentes a este Honorable Ayuntamiento, resulta viable aprobar la Reforma al Reglamento Interior de la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal de Solidaridad, Quintana Roo, propuesta en el presente punto de acuerdo.

Por lo anteriormente expuesto y fundado se somete a consideración de este Honorable Ayuntamiento, el siguiente punto de:

Acuerdo

Primero. Se aprueba la Reforma mediante la cual se modifica en su contenido diversos artículos del Reglamento Interior de la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal de Solidaridad, Quintana Roo, para quedar de la siguiente manera:

Reglamento Interior de la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal de Solidaridad, Quintana Roo.

Artículo 5.- Para efectos de interpretación de este Reglamento se entenderá por:

I. al IXX. ...
XX. Subsecretaría o Subsecretario: El titular de la Subsecretaría de Seguridad Ciudadana Municipal de Solidaridad, Quintana Roo,
XXI. al XXXIV. ...

Artículo 12.- La Secretaría tendrá las funciones y atribuciones siguientes:

I. a la V. ...
VI. Se deroga.
VII. Se deroga.
VIII. a la XXXIV. ...

Artículo 22 Bis. - El Consejo Municipal se integrará por:

I. a la III. ...
IV. La persona titular de la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal;
V. a la VIII. ...

Las Autoridades arriba señaladas tendrán voz y voto en las sesiones del Consejo.

Cuando en razón de los asuntos a tratar y el Consejo Municipal lo considere conveniente, podrá acordar que participen en sus sesiones invitados permanentes u ocasionales, quienes contarán con voz, pero sin voto.

6

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx  Ayuntamiento de Solidaridad  Aytmsolidaridad  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
MUNICIPAL DE SOLIDARIDAD
QUINTANA ROO
"2024, año del Bicentenario
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

Artículo 26.- Para el estudio y despacho de los asuntos de su competencia, la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal de Solidaridad, Quintana Roo, contará con la siguiente estructura orgánica:

I. al VIII. ...
IX.- Dirección del Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo (C-4);
X. al XI. ...
XII.- Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito; y
XIII.- ...

Artículo 38.- La Secretaria o Secretario tendrá como objetivo salvaguardar la vida, la integridad, la seguridad y los derechos de las personas, así como preservar las libertades, el orden y la paz pública; aplicar y operar la política de seguridad ciudadana en materia de prevención, investigación y combate de delitos bajo el mando y conducción del Ministerio Público, en términos de las disposiciones aplicables y en coordinación con autoridades federales, estatales y municipales, con apego a los principios de legalidad, objetividad, eficiencia, profesionalismo, honradez y el respeto a los Derechos Humanos reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo 42 Bis.- Para el cumplimiento de los asuntos de su competencia, la persona titular de la Subsecretaría contará, para su apoyo, con las siguientes áreas:

- I. Subdirección de Inteligencia, Análisis, Investigación y Policía Cibernética;
- II. Coordinación de Análisis;
- III. Coordinación de Investigación e Inteligencia;
- IV. Coordinación de Policía Cibernética;
- V. Unidad Canina;
- VI. Comando de Intervenciones Estratégicas, y;
- VII. Unidad Operativa de Drones.

Artículo 42 Ter.- Corresponde a la Subdirección de Inteligencia, Análisis, Investigación y Policía Cibernética la recolección de información sustantiva utilizando metodologías y herramientas que permitan la aplicación y el diseño de líneas tácticas y estratégicas para la generación de operaciones tendientes al control de los ilícitos, a través de la planeación, investigación, análisis, ponderación, seguimiento y cobertura policial, con la finalidad de apoyar las acciones que permitan la detección y ubicación de actores, grupos, objetivos, propiedades y vínculos relacionados con la comisión de ilícitos con la finalidad de prevenir y combatir el delito, así como para el intercambio de información, en coordinación los tres órdenes de gobierno.

La persona titular de la Subdirección de Inteligencia, Análisis, Investigación y Policía Cibernética tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Informar a la Secretaria o Secretario sobre actividades y acciones relacionadas con la manifestación del fenómeno delictivo en el Municipio de Solidaridad; a través de la recolección de información sustantiva utilizando metodologías y herramientas que permitan la aplicación y el diseño de líneas tácticas y estratégicas para la generación de operaciones tendientes al control de los ilícitos, a través de la planeación, investigación, análisis, ponderación, seguimiento y cobertura policial, con la finalidad de apoyar las acciones que permitan la detección y ubicación de actores, grupos, objetivos, propiedades y vínculos relacionados con la comisión de ilícitos con la finalidad de prevenir y combatir el delito.

7

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx | Ayuntamiento de Solidaridad | AytoSolidaridad | @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2024

"2024, año del Bicentenario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

- II. Mantener contacto permanente con las distintas entidades y dependencias encargadas de aplicar la Ley en los tres niveles de gobierno bajo los términos que marca la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Constitución Política del Estado de Quintana Roo, así como la normatividad que se derive en los respectivos ámbitos de aplicación, con el fin de realizar operativos conjuntos e intercambiar información en materia de seguridad;
- III. Contribuir al fortalecimiento de la operación policial mediante procesos de análisis estadístico y georreferenciación de información criminológica;
- IV. Dirigir métodos para el análisis de información criminológica que facilite identificar personas, grupos, organizaciones y modos de operación delictiva;
- V. Planear, dirigir, ejecutar, controlar y evaluar todos los programas, proyectos y operaciones que sean implementados o encomendados a la Subdirección de Inteligencia, Análisis, Investigación y Policía Cibernética.
- VI. Diseñar, establecer y aplicar métodos de captación y análisis de información para identificar a personas y grupos vinculados con la delincuencia común y organizada, así como sus modos de operación para su combate y desarticulación;
- VII. Realizar el análisis, explotación y evaluación de información para generar inteligencia operacional, prevenir, y, en el ámbito de su competencia, investigar, perseguir y combatir delitos, así como, conformar una base de datos a nivel nacional que sustente el desarrollo de programas y estrategias que sirvan para la toma de decisiones, la instrumentación y la conducción de operativos.
- VIII. Diseñar y proponer dispositivos que permitan detectar e inhibir delitos y que conduzcan al aseguramiento de los probables delincuentes;
- IX. Dirigir el funcionamiento de los servicios de detección técnica que ayuden a proporcionar y recopilar información sobre actividades que presuman la comisión de ilícitos en la comunidad y alimentar a la oficina de la persona titular de la Secretaría con información y análisis de dichas actividades.
- X. Conducir las acciones de investigación de las conductas delictivas que utilicen medios electrónicos para su comisión, así como aquellas que representen amenazas y ataques a los sistemas de información, a través de la respuesta a solicitudes de colaboración, monitoreo de la red pública de Internet y aplicación tecnológica, electrónica, informática y de telecomunicaciones, desarrollada por las áreas de análisis y de policía cibernética, para prevenir y combatir aquellas conductas posiblemente constitutivas de delito en el territorio municipal.
- XI. Supervisar la investigación, documentación y el análisis sobre la recolección de información que permitan identificar a los integrantes y actividades presuntamente delictivas;
- XII. Coordinar la identificación y el análisis de las zonas criminógenas y todos aquellos datos que permitan conocer con precisión las circunstancias sociales, económicas y culturales que inciden, activan o potencialicen el comportamiento antisocial;
- XIII. Programar la investigación y el análisis para actualizar la información sobre la dinámica de operación de grupos delincuenciales en el Municipio, para proporcionar a la Oficina de la persona titular de la Secretaría, información confiable para su ejecución en la prevención y el combate al crimen;
- XIV. Diseñar y coordinar el análisis estratégico de la información de inteligencia;
- XV. Establecer políticas y lineamientos para la implementación de métodos y técnicas de recolección de información;
- XVI. Implementar métodos, técnicas y procedimientos para la identificación, recopilación, clasificación y análisis de datos, imágenes y demás elementos de información;
- XVII. Determinar métodos de comunicación y redes de información policial para el acopio y clasificación oportuna de datos relacionados con las formas de organización y modos de operación de las organizaciones criminales, así como la sistematización de la información mediante el uso de tecnología de punta, requiriendo la información a los tres órdenes de gobierno;
- XVIII. Coordinar y supervisar los operativos, acciones, actividades de las labores de inteligencia para la investigación de casos presuntamente constitutivos de delito;

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
AY. DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO

"2024, año del Bicentenario de la Independencia de Quintana Roo"

XIX. Investigar y documentar la recolección de información que permitan identificar a los integrantes y actividades presuntamente delictivas;

XX. Identificar las zonas criminógenas y todos aquellos datos que permitan conocer con precisión las circunstancias sociales, económicas y culturales que inciden, activan o potencialicen el comportamiento antisocial;

XXI. Investigar sobre presuntas actividades o manifestaciones presuntamente delictivas para actualizar la información sobre la dinámica de operación de grupos delincuenciales en el Municipio;

XXII. Ejecutar los operativos, acciones, actividades de las labores de inteligencia para la investigación de casos presuntamente constitutivos de delito;

XXIII. Elaborar el Informe Policial Homologado (IPH), en el quehacer de sus funciones para su captura en el área de Plataforma México con la finalidad de conformar las bases de datos que permitan obtener información sobre actividades presuntamente delictivas en el Municipio;

XXIV. Checar que el personal del área cumpla con los Reglamentos de la dependencia, actúen con honestidad, disciplina, lealtad e institucionalidad y sean respetuosos de las garantías individuales de la ciudadanía;

XXV. Realizar todas aquellas actividades inherentes y aplicables al área de su competencia;

XXVI. Establecer un sistema destinado a la coordinación y ejecución de los métodos de análisis de información para generar inteligencia operacional que permita identificar a personas, grupos delictivos o estructuras de la delincuencia organizada, con el fin de prevenir y, en el ámbito de su competencia, combatir la comisión de delitos;

XXVII. Diseñar, integrar y proponer sistemas y mecanismos de análisis de la información estratégica de seguridad pública, en el ámbito de su competencia;

XXVIII. Recabar la información necesaria para operar tareas de inteligencia en materia de seguridad pública, en el ámbito de su competencia;

XXIX. Planear y recopilar, en el ámbito de su competencia, la información que se genere en materia de seguridad pública para su análisis y explotación;

XXX. Detectar los factores que incidan en las amenazas o en los riesgos que atenten contra la preservación de las libertades de la población, el orden y la paz públicos y proponer medidas para su prevención, disuasión, contención y desactivación;

XXXI. Actualizar los sistemas de información estadística y de análisis necesarios para el desempeño de sus funciones;

XXXII. Proponer investigaciones a través de sistemas homologados de recolección, clasificación, registro, análisis, evaluación y explotación de información a las áreas operativas;

XXXIII. Elaborar la Agenda de Riesgos de Seguridad Pública en el ámbito municipal;

XXXIV. Realizar la integración de fichas criminales de personas, grupos y organizaciones que operen en el Municipio y el estado;

XXXV. Conformar una base de datos que sustente el desarrollo de programas y estrategias que sirvan para la toma de decisiones, la instrumentación y la conducción de operativos; y;

XXXVI. Las demás que le confieran otras disposiciones aplicables o la persona titular de la Subsecretaría.

La persona titular de la Subdirección de Inteligencia, Análisis, Investigación y Policía Cibernética será auxiliar general de la persona titular de la Subsecretaría en turno en todas sus responsabilidades y obligaciones, apoyándolo en el cumplimiento de sus funciones y lo sustituirá por ausencia temporal, vacaciones, suspensión, permisos e incapacidades.

Artículo 42 Quater. - La persona titular de la Coordinación de Investigación e Inteligencia tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx

 Ayuntamiento de Solidaridad
  AytaSolidaridad
  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



EL AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del 50 aniversario del

Estado Libre y Soberano de Quintana Roo
7021 - 2024

- I. Realizar investigación para la prevención de los delitos;
- II. Efectuar tareas de verificación en el ámbito de su competencia, para la prevención de comisión de ilícitos;
- III. Recabar información en lugares públicos, para evitar el fenómeno delictivo, mediante la utilización de medios e instrumentos y cualquier herramienta que resulten necesarias para la generación de inteligencia preventiva. En el ejercicio de esta función se deberá respetar el derecho a la vida privada de los ciudadanos. Los datos obtenidos con afectación a la vida privada carecen de todo valor probatorio;
- IV. Llevar a cabo operaciones encubiertas y de usuarios simulados para la prevención de delitos;
- V. Participar en operativos conjuntos con otras autoridades federales, locales o municipales, que se lleven a cabo conforme a lo dispuesto en la legislación relativa al Sistema Nacional de Seguridad Pública;
- VI. Atender llamados y denuncias de la ciudadanía con relación a la comisión de diversos delitos;
- VII. Obtener toda la información, así como los detalles necesarios de las presuntas víctimas, testigos, medios audiovisuales, redes sociales y todo instrumento o herramienta que coadyuve en la identificación de los responsables;
- VIII. Investigar los acontecimientos en relación al delito en cuestión, bajo el mando y conducción del Ministerio Público;
- IX. Elaborar el proyecto de investigación, tratamiento y ejecución del desarrollo de los casos de atención que se generan por la comisión de ilícitos, elaborar los informes de avances en la investigación y notificar a la superioridad;
- X. Dar cumplimiento a las órdenes de investigación generadas por la superioridad, sobre las denuncias ciudadanas, así como también las generadas por las Agencias Especializadas en Procuración de Justicia;
- XI. Alimentar con datos, indicios, indicadores de los casos de investigación para que sea procesado en el área de análisis correspondiente y llevar a cabo la retroalimentación que permita esclarecer e identificar a los presuntos responsables para proceder a la puesta a disposición cuando corresponda ante la autoridad ministerial correspondiente;
- XII. Desarrollar todas aquellas funciones inherentes al área de su competencia, y;
- XIII. Dar cumplimiento a los mandamientos judiciales en-coadyuvancia a la Fiscalía General del Estado, cuando expresamente lo solicite;
- XIV. Entrevistar a las personas que pudieran aportar algún dato o elemento para la investigación; y
- XV. Las demás que le confieran otras disposiciones aplicables o la persona titular de la Subsecretaría.

Artículo 42 Quinquies. - La persona titular de la Coordinación de Análisis tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Obtener, recopilar, analizar y procesar en el ámbito de su competencia, la información que se obtenga con motivo de la investigación sobre casos de presuntos ilícitos, en términos de las disposiciones aplicables;
- II. Generar información para inteligencia a través del análisis técnico, táctico o estratégico de los datos que obtenga para identificar las estructuras y los modos de operación de la delincuencia y las organizaciones delictivas, así como proponer las acciones que permitan su detención;
- III. Sistematizar y ejecutar métodos de análisis de información para generar inteligencia estratégica, permitiendo la identificación de personas, grupos, organizaciones delictivas, zonas prioritarias y modos de operación vinculados a los resultados de la investigación de los delitos mencionados;
- IV. Elaborar proyectos de programas que permitan desarrollar, instrumentar y elaborar lineamientos de técnicas especializadas para aplicar en labores de investigación para la prevención de las operaciones delictivas, así como su combate en términos de las disposiciones legales aplicables;

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO

"2024, año de la **SEGURIDAD PÚBLICA** en el Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

- V. Diseñar, coordinar y operar los sistemas de recolección, clasificación, registro, evaluación y análisis de la información de las estructuras criminales, dedicadas al delito correspondiente;
- VI. Plantear a su superior jerárquico, políticas y mejores prácticas para operar los sistemas de recopilación, clasificación, registro y explotación de información que en materia de seguridad pública se genere en su área;
- VII. Preparar propuestas de métodos y procedimientos sistemáticos operativos de análisis y clasificación de información táctica que permita investigar para prevenir la comisión de los ilícitos de robo y atentado a la integridad de las personas;
- VIII. Elaborar los informes, partes policiales y demás documentos que se generen con motivo de sus funciones;
- IX. Seleccionar y actualizar permanentemente los conocimientos y herramientas electrónicas para apoyar a la investigación para la prevención de delitos;
- X. Supervisar el funcionamiento de los mecanismos que, conforme a las disposiciones aplicables, se establezcan para prevenir los delitos en los que se utilicen medios electrónicos, cibernéticos y tecnológicos para su comisión;
- XI. Establecer y supervisar medidas de protección de la información derivada de investigaciones, así como de la información operativa interna de la Institución;
- XII. Observar los procedimientos de cadena de custodia para preservar la integridad y confidencialidad de las evidencias, indicios y pruebas contenidas en medios electrónicos;
- XIII. Alimentar las bases de datos criminalísticas y de personal de la Institución, con datos obtenidos por medio de investigaciones electrónicas, conforme a los procedimientos establecidos en la dependencia;
- XIV. Vigilar, identificar, monitorear y rastrear la red pública de Internet con el fin de prevenir conductas delictivas;
- XV. Asegurar la información de la Institución contenida en sistemas y equipos informáticos, y detectar la posible vulneración a su seguridad, así como la contenida en aquellos sistemas y equipos que sean objeto, producto o instrumento del delito, en caso flagrante o por instrucciones de las autoridades ministeriales o judiciales competentes;
- XVI. Generar estadísticas de los delitos en los que se utilicen medios electrónicos, cibernéticos y tecnológicos para su comisión, y sistemas de medición para considerar el desempeño y eficiencia del área de Investigación e Inteligencia, y;
- XVII. Integrar, actualizar y administrar sistemas de información cartográfica de apoyo a los procesos de planeación en materia de seguridad pública de los tres órdenes de gobierno;
- XVIII. Implementar los procedimientos de análisis estadístico y disseminación de la información generada a través de los sistemas de emergencia y denuncia anónima, necesarias en la planeación de la logística operativa;
- XIX. Las demás que le confieran otras disposiciones aplicables o la persona titular de la Subsecretaría.

Artículo 42 Sexies. - El titular de la Coordinación de Policía Cibernética, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Diseñar y sistematizar las acciones de apoyo técnico en asuntos relevantes que requieran las áreas operativas de la Secretaría, así como de otras Instituciones Públicas, en el marco del Sistema y de conformidad con las normas y políticas institucionales;*
- II. Supervisar el apoyo en los operativos que realiza la Institución brindando soporte con la tecnología con que se cuenta;*
- III. Alertar sobre objetivos para la interceptación digital, así como la cobertura de puntos de vigilancia establecidos en tiempo real;*

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



Ayuntamiento de Solidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
QUINTANA ROO

- IV. Diseñar y aplicar los métodos de análisis técnico y clasificación de información táctica que permita combatir a la delincuencia con mayor eficiencia y eficacia;
- V. Coordinar los sistemas de captación y administración de información, mediante el uso de equipo tecnológico;
- VI. Diseñar y promover el desarrollo tecnológico e intercambio de información, para la oportuna prevención, detección e investigación de la delincuencia, en coordinación con las áreas operativas de la Institución;
- VII. Analizar e identificar modos de operación criminal;
- VIII. Establecer líneas de investigación policial a partir del análisis de la información de la estructura y los modos de operación criminal;
- IX. Dirigir el apoyo a las diferentes áreas de la Institución en la recopilación de información en lugares públicos para evitar el fenómeno delictivo;
- X. Determinar la instalación y operación de equipo técnico especial para las tareas de investigación y prevención del delito que lleven a cabo las áreas sustantivas de la Institución;
- XI. Implementar los procedimientos de análisis estadístico y disseminación de la información generada a través de los sistemas de emergencia y denuncia anónima, necesarias en la planeación de la logística operativa;
- XII. Integrar, actualizar y administrar sistemas de información cartográfica de apoyo a los procesos de planeación en materia de seguridad pública de los tres órdenes de gobierno; ministeriales o militares, según sea el caso, para su atención, y en su caso, resolución final, y;
- XIII. Vigilar, identificar, monitorear y rastrear la red pública de Internet con el fin de prevenir conductas delictivas;
- XIV. Asegurar la integridad y confidencialidad de las evidencias digitales utilizadas en investigaciones criminales, implementando protocolos rigurosos de cadena de custodia electrónica y colaborando estrechamente con la Coordinación de Investigación e Inteligencia en el procesamiento de información relevante para las investigaciones penales; y
- XV. Las demás que le confieran otras disposiciones aplicables o su superior jerárquico.

Artículo 42 Octies. - La persona titular del Comando de Intervenciones Estratégicas, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Coordinar la intervención del personal de Comando de Intervenciones Estratégicas en situaciones de alto riesgo u operativos que requieran la intervención de elementos especializados;
- II. Detener a quienes se encuentren en flagrancia en la comisión de un delito o de una falta administrativa, poniendo de inmediato a disposición de la autoridad competente;
- III. Ejecutar, con autorización de la persona titular de la Subsecretaría, estrategias de intervención en caso de eventos de alto impacto con motivo del quebrantamiento del orden, paz y la tranquilidad social del Municipio;
- IV. Planear y ejecutar, con autorización de la persona titular de la Subsecretaría, estrategias operativas de prevención y disuasión para la comisión de faltas administrativas y delitos en el Municipio;
- V. Apoyar con acciones de despliegue operativo a las fuerzas de los sectores;
- VI. Pasar lista diariamente y revista una vez a la quincena al personal a su cargo;
- VII. Supervisar que los elementos bajo su mando porten el uniforme con orden y limpieza, así como sus insignias;
- VIII. Transmitir las consignas del día, distribuir el equipo y hacer asignaciones del mismo al cuerpo operativo, conforme a las instrucciones del mando superior;
- IX. Elaborar el diagnóstico de necesidades de capacitación y adiestramiento anuales para gestionar ante el área correspondiente;

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx

Ayuntamiento de Solidaridad

AytaSolidaridad

@solidaridadAyta



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
QUINTANA ROO

"2024, año del Bicentenario
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

- X. Coordinar los planes de contingencia en materia de seguridad ante situaciones oportunas que pongan en riesgo las instalaciones de la Secretaría o estratégicas en el Municipio o a la población;
- XI. Implementar y mantener en mejora continua de los procedimientos sustantivos de las unidades de reacción;
- XII. Integrar grupos de trabajo con los diversos mandos para tratar los asuntos relacionados con el personal y material bajo su mando en la concepción de futuras operaciones o servicios, en la elaboración de estudios, propuestas y procedimientos encaminados a la mejor operación de las unidades;
- XIII. Proponer estrategias y políticas para garantizar la adecuada atención a las situaciones oportunas en materia de seguridad pública en las que tenga que intervenir el personal operativo de alguna de las unidades especiales de la Secretaría;
- XIV. Evaluar las novedades diarias relacionadas al personal, material y servicios que se desarrollan en las unidades bajo su mando, debiendo así mismo rendir el informe correspondiente a su superior jerárquico;
- XV. Preservar y custodiar en apoyo de las unidades correspondientes, el lugar de los hechos, de conformidad con los protocolos y procedimientos operativos respectivos;
- XVI. Elaborar diariamente el parte de novedades remitiéndolo a la superioridad;
- XVII. Imponer las sanciones y correcciones disciplinarias al personal a su cargo, en los términos del presente Reglamento y legislación vigente;
- XVIII. Coordinarse con otras corporaciones policiales, cuando así lo ordene o autorice la persona titular de la Subsecretaría, para prestar apoyo en la ejecución de operativos conjuntos en los respectivos ámbitos de competencia, cuando las necesidades del servicio así lo requieran, mediante los convenios de colaboración;
- XIX. Vigilar que los elementos policiales lleven un régimen de entrenamiento físico, deportivo y técnicas de aseguramiento, con la finalidad de contar con una policía ágil y capaz de reaccionar con superioridad física en los casos que llegase ameritar una persecución a pie y una sujeción del probable infractor;
- XX. Cumplir y hacer cumplir a los subalternos a su cargo, los actos de servicio, las disposiciones, comisiones o consignas que reciba de la persona titular de la subsecretaría, ya sea que dichas instrucciones no sean constitutivas de delito;
- XXI. Llevar las estadísticas de los operativos en los que participen los grupos bajo su mando;
- XXII. Proponer a la superioridad la comisión de personal nuevo o el cambio de estos;
- XXIII. Notificar inmediatamente a la persona titular de la Subsecretaría de cualquier novedad relevante, y;
- XXIV. Las demás que le confieran otras disposiciones aplicables o el titular de la Subsecretaría.

Artículo 42 Nonies. - La persona titular de la Unidad Operativa de Drones tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Realizar operativos de prevención, reacción y disuasión de faltas administrativas y combate al delito mediante el uso de drones.
- II. Colaborar con otras áreas de la Secretaría en la prevención de la comisión de faltas administrativas y delitos en el Municipio, reforzando en fortalecer la imagen de la Secretaría;
- III. Apoyar en operativos organizados por otras instituciones federales, estatales y municipales previa autorización de la persona Titular de la Subsecretaría;
- IV. Efectuar vigilancia y revisiones aleatorias para prevenir y combatir la comisión de faltas administrativas y delitos en los puntos de mayor afluencia de gente y puntos de interés en el Municipio;

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AysoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año de la Soberanía del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO

- V. Llevar a cabo planes y estrategias de vuelo de drones para lo fines establecidos de prevención y reacción de faltas administrativas y combate al delito;
- VI. Cumplir con los programas de capacitación y certificaciones para el uso y manejo de drones;
- VII. Aplicar las políticas de cuidado y mantenimiento del equipo relacionado con los drones asignados a la coordinación;
- VIII. Diseñar criterios para la adquisición y compra de drones y su equipamiento necesario;
- IX. Establecer y designar personal que funjan como pilotos y observadores;
- X. Todos aquellos elementos designados como pilotos deberán contar con capacitación y certificación idónea para el uso y manejo de drones;
- XI. Contar con personal capacitado para brindar el debido mantenimiento de los equipos de drones.
- XII. Las demás que le confieran otras disposiciones aplicables o el titular de la Subsecretaría.

Artículo 59.- La Dirección de Policía Turística, contará con las siguientes funciones y atribuciones:

I al XII ...

XIII. Coordinarse con la Subdirección de Inteligencia, Análisis, Investigación y Policía Cibernética para el análisis estadístico, tiempo de respuesta, mapas criminógenos y demás elementos de análisis, consulta y planeación;

XIV a la XXVIII ...

Artículo 81.- Para el cumplimiento de los asuntos de su competencia, la Dirección de Planeación y Administración, contará para su apoyo con las siguientes áreas:

I al II. ...

III. Derogado

IV. al VII. ...

Artículo 84.- Derogado

Artículo 89.- Corresponde a la Dirección de la Policía de Tránsito y Vialidad, regir el flujo vehicular, el transporte de personas y objetos, el estacionamiento vehicular, vigilar las vialidades en el Municipio, fomentar la educación vial, así como hacer cumplir las disposiciones del Reglamento de Tránsito del Municipio de Solidaridad.

Artículo 92.- La Dirección de la Policía de Tránsito y Vialidad, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

I a XX. ...

XXI. Se deroga.

XXII. a la XXXIV. ...

Artículo 93.- Corresponde a la Directora o Director de la Policía de Tránsito y Vialidad, las siguientes funciones y atribuciones:

I al XIII. ...

XIV. Autorizar la elaboración de los permisos de carga y descarga para el ingreso ocasional de vehículos de uso particular y públicos, a los diferentes puntos de la ciudad, así como los permisos

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx

Ayuntamiento de Solidaridad

AytoSolidaridad

@SolidaridadAyto




RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024



Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad
I. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
L. AY. DEL CARMEN, QUINTANA ROO
"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

para transitar sin placas de acuerdo a los lineamientos establecidos, cuando la Secretaría o Secretario así lo determine;
XV. a la XLV. ...

Artículo 99.- El titular de la Jefatura de Trámites y Servicios, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Se deroga.
- II. Se deroga.
- III. Se deroga.
- IV a la VI. ...
- VII. Se deroga.
- VIII. Se deroga.
- IX. La elaboración de los permisos de carga y descarga para el ingreso ocasional de vehículos de uso particular y públicos, a los diferentes puntos de la ciudad, será con base al Reglamento correspondiente.
- X al XXII. ...

Artículo 102.- El titular de la Jefatura de Vialidad, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. al III. ...
- IV. Aplicar los exámenes de aptitud y capacidad física a los solicitantes de licencias de conducir, para chófer, automovilista, motociclista y para conductores de los demás vehículos de propulsión, automotores y eléctricos.
- V. al VIII. ...

Artículo 107.- La Dirección de Policía Preventiva, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. a la XXV ...
- XXVI. Coordinarse con la Subdirección de Inteligencia, Análisis, Investigación y Policía Cibernética para el análisis estadístico, tiempo de respuesta, mapas criminógenos y demás elementos de análisis, consulta y planeación;
- XXVII a la XLV. ...

Artículo 108.- [...]

- I a la VIII [...]
- IX. Se deroga;
- X. Se deroga.

Artículo 117.- Se deroga.

Artículo 118.- Se deroga.

Artículo 119.- Se deroga.

Artículo 120.- Se deroga.

Artículo 121.- Se deroga.

15

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx
 AyuntamientodeSolidaridad
  AytoSolidaridad
  @solidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del Bicentenario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo
2021 - 2024

**CAPÍTULO DÉCIMO SEXTO
DE LA DIRECCIÓN DEL CENTRO DE CONTROL, COMANDO, COMUNICACIONES Y
CÓMPUTO (C-4)**

Artículo 139.- Corresponde a la Dirección del Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo de la Secretaría, regular y administrar internamente las comunicaciones de radio, órdenes, llamadas de auxilio, estadísticas de llamadas, servicios, tiempos de respuesta, resultado de intervenciones y demás tareas compatibles e inherentes con la naturaleza de su función, fungiendo como soporte técnico del sistema de radiocomunicaciones y de los equipos y sistemas informáticos de la Secretaría, además de supervisar el monitoreo de las cámaras de video vigilancia, funciones primordiales para el cumplimiento de los fines de la Secretaría.

Artículo 140.- La persona Titular del Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo (C-4), tendrá el cargo de Directora o Director, sin perjuicio de la jerarquía que le corresponda conforme al estado de fuerza anual de la Secretaría, y será nombrada o nombrado por la Presidenta o Presidente Municipal a propuesta de la Secretaria o Secretario y ejercerá el mando de su área.

Artículo 141.- Para ser Directora o Director del Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo, se requiere:
I a la V ...

Artículo 142.- La Dirección del Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo (C-4), tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I.- Administrar el servicio de las llamadas de emergencia y auxilio que la población solicite de los cuerpos de: Seguridad Pública, Tránsito y Vialidad, Bomberos, Protección Civil, servicios médicos y paramédicos, públicos y privados y demás autoridades municipales, estatales y federales que los compete el auxilio;*
- II.- Fungir como Centro de Mando de las órdenes y consignas emitidas por la persona titular de la Secretaría y encargarse de que se transmitan a todo el personal;*
- III.- Administrar los sistemas de radio comunicación policial, video vigilancia y demás sistemas que opere la Secretaría, garantizando su funcionamiento de manera óptima;*
- IV.- Coordinar los sistemas de información de seguridad pública, que permitan evaluar indicadores de gestión, de impacto y de desempeño de la Secretaría, con relación a la atención de las llamadas de emergencia, respuesta de las unidades de emergencia, manejo y funcionamiento de los sistemas de radio comunicaciones, así como de la operación de las cámaras de video vigilancia, con la finalidad de que se realicen propuestas estratégicas para la toma de decisiones, relacionados con la atención de los reportes al número de emergencias 9-1-1 y a la operatividad de la Secretaría;*
- V.- Planear dirigir, ejecutar, controlar y evaluar todos los programas, proyectos y operaciones que sean implementados o encomendados al C-4;*
- VI.- Crear y mantener bancos de datos, con apoyo de los laboratorios científicos y tecnológicos, en las materias que sean requeridas para auxiliar las labores operativas, preventivas y administrativas;*
- VII.- Generar estadísticas sobre los reportes de las llamadas de emergencias relacionadas con los incidentes reportados y los tiempos de respuesta, indicando aquellos casos en los que los tiempos de respuesta rebasen los tiempos definidos para dichas atenciones;*
- VIII.- Mantener actualizado el registro de la plantilla de personal operativo, flota vehicular, resguardo de radios y grupos de apoyo;*

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO
"2024, año del Bicentenario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

IX.- Fungir como soporte técnico de los sistemas llamadas de emergencia 9-1-1, radio comunicación, video vigilancia, internet y cualquier otro sistema que opere la Secretaría en el desarrollo de sus funciones;

X.- Derogado.

XI.- Derogado.

XII.- Derogado.

XIII.- Derogado.

XIV.- Brindar la información que la soliciten las distintas autoridades competentes, relacionadas con sus funciones.

XV.- Proponer los lineamientos para la clasificación, custodia, utilización y remisión a la autoridad competente de la información obtenida en los Sistemas de Tecnología de Seguridad Pública, en términos de lo señalado en la Ley respectiva;

XVI.- Rendir los informes, reportes y estadísticas que solicite la persona titular de la Secretaría o de la Subsecretaría y otras disposiciones aplicables.

XVII.- Derogado.

Artículo 143.- Corresponde a la Directora o Director del Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo, las siguientes funciones y atribuciones:

I.- Dirigir los trabajos que se desarrollan en el C-4 y vigilar que se cumplan los fines y objetivos del mismo.

II.- Vigilar que se atiendan las llamadas de emergencia y auxilio que la población solicite de los cuerpos de: Seguridad Pública, Tránsito, Bomberos, Protección Civil, servicios médicos y paramédicos, públicos y privados y demás autoridades municipales, estatales y federales que les competa el auxilio;

III.- Garantizar el adecuado funcionamiento de los sistemas de radio comunicación policial, número de emergencias 9-1-1, video vigilancia y demás sistemas que opere la Secretaría, gestionando los mantenimientos, actualizaciones y reparaciones que resulten necesarias;

IV.- Realizar propuestas estratégicas para la toma de decisiones, relacionados con la atención de los reportes al número de emergencias 9-1-1 y a la operatividad de la Secretaría;

V.-....

VI.- Planear, dirigir, ejecutar, controlar y evaluar todos los programas, proyectos y operaciones que sean implementados o encomendados a la Dirección del C-4;

VII.- Presentar estadísticas sobre los reportes de las llamadas de emergencias relacionadas con los incidentes reportados y los tiempos de respuesta, indicando aquellos casos en los que los tiempos de respuesta rebasan los tiempos definidos para dichas atenciones;

VIII.- Llevar un registro de la plantilla de personal operativo, flota vehicular, resguardo de radios y grupos de apoyo;

IX.- Vigilar que todo el personal del C-4 lleve a cabo sus labores de manera ordenada, respetuosa y cumpliendo con la normatividad que regula la actuación policial, protocolos y medidas de seguridad aplicables a sus funciones;

X.- Rendir los informes, reportes y estadísticas que solicite la persona titular de la Secretaría o de la Subsecretaría y otras disposiciones aplicables;

XI.- Realizar todas aquellas actividades inherentes y aplicables al área de su competencia, y;

XII.- Las demás que le confieran el titular de la Secretaría o Subsecretaría y otras disposiciones aplicables.

XIII.- Derogado.

XIV.- Derogado.

XV.- Derogado.

XVI.- Derogado.

XVII.- Derogado.

XVIII.- Derogado.

17

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx | Ayuntamiento de Solidaridad | Ayuntamiento de Solidaridad | @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
"2024, año del su centenario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

XIX.- Derogado.
XX.- Derogado.
XXI.- Derogado.
XXII.- Derogado.
XXIII.- Derogado.
XXIV.- Derogado.
XXV.- Derogado.
XXVI.- Derogado.
XXVII.- Derogado.
XXVIII.- Derogado.
XXIX.- Derogado.
XXX.- Derogado.
XXXI.- Derogado.
XXXII.- Derogado.

Artículo 144.- La Dirección del Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo, para el cumplimiento de los asuntos de su competencia, contará para su apoyo con las siguientes áreas:

I. Se deroga.
II. Se deroga.
III. Se deroga.
IV. Subdirección del C-4;
V. Coordinación de Tecnologías y Comunicaciones.
VI. Coordinación del Centro de Atención a Llamadas de Emergencia (C.A.L.L.E. 9-1-1)
VII. Coordinación de Monitoreo y Video Vigilancia

Artículo 145.- Se deroga.
Artículo 146.- Se deroga.
Artículo 147.- Se deroga.
Artículo 148.- Se deroga.

Artículo 149.- La persona titular de la Subdirección del C-4, será auxiliar general de la persona titular de la Dirección del Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo, en todas sus responsabilidades y obligaciones, apoyándolo en el cumplimiento de sus funciones y lo sustituirá por ausencia temporal, vacaciones, suspensión, permisos e incapacidades.

Artículo 150.- La persona titular de la Coordinación de Tecnologías y Comunicaciones, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

I. Realizar mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo en los equipos informáticos de las diversas áreas que integran a la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal;
II. Optimizar el rendimiento y sintonía del sistema operativo;
III. Crear y gestionar las cuentas de usuario y asegurar el uso de claves de acceso evitando su vulnerabilidad;
IV. Instalar, configurar y dar mantenimiento al software y hardware con que cuenta la dependencia vigilando en todo momento que no se utilicen, instalen o manipulen sistemas que violen la normatividad nacional e internacional en materia de informática;
V. Respalidar la información, almacenarla y archivarla utilizando el hardware que garantice la seguridad e integridad de ésta, evitando su pérdida o acceso a usuarios no autorizados;

18

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx  Ayuntamiento de Solidaridad  AytoSolidaridad  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2003 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

1. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
ESTADO DEL CARMEN, QUINTANA ROO
"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

VI. Evaluar y en su caso proponer o solicitar a las áreas administrativas correspondientes las necesidades de recursos y mantener un stock para su utilización inmediata de las direcciones correspondientes;

VII. Mantener en funcionamiento la red informática que alimenta los sistemas de consulta, administración, servicios, bases de datos, interconexión para la automatización de los procedimientos de la Institución, y;

VIII. Supervisar y mantener en óptimo funcionamiento los sistemas del centro de atención telefónica de emergencia y de denuncia anónima;

IX. Administrar y dar mantenimiento al sistema de radio comunicación que opera la Secretaría, en coordinación con el Estado;

X. Llevar un control e inventario de los radios móviles y portátiles que se encuentran en resguardo de los integrantes de la Secretaría y las unidades policiales; y,

XI. Se deroga.

XII. Se deroga.

XIII. Se deroga.

XIV. Se deroga.

XV. Se deroga.

XVI. ...

Artículo 150 Bis. - Para su funcionamiento, la Coordinación de Tecnologías y Comunicaciones contará con la siguiente estructura:

I. Un Coordinador;

II. Jefe del Área de Tecnologías;

III. Jefe del Área de Comunicaciones;

Artículo 150 Ter.- La persona titular del Área de Tecnologías, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

I. Verificar el correcto funcionamiento del equipo de cómputo, servidores y periféricos del C-4 y de la Secretaría;

II. Supervisar que los equipos cuenten únicamente con los programas autorizados;

III. Supervisar el correcto funcionamiento del software, actualizarlos cuando proceda;

IV. Elaborar y ejecutar un calendario de mantenimiento preventivo;

V. Dar mantenimiento correctivo a los equipos de cómputo, periféricos y accesorios del C-4 y de la Secretaría;

VI. Elaborar y ejecutar un programa de detección y eliminación de "virus" informáticos, identificación de posibles intrusiones remotas o locales;

VII. Mantener la integridad de los sistemas y audita el uso correcto de los equipos y programas y preserva la información mediante resguardos en su servidor respectivo;

VIII. Realizar las coordinaciones con sus homólogos a nivel estatal para la actualización de los programas, hardware y software a nivel nacional establecido en los acuerdos del Sistema Nacional de Seguridad Pública;

IX. Proponer ajustes a la configuración de equipos y sistemas, con base en las fallas y requerimientos detectados;

X. Mantener el resguardo de la información actual e histórica de los sistemas;

XI. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales, o la persona titular de la Secretaría, del C-4 y el Coordinador de su área le confieran.

19

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx  AyuntamientodeSolidaridad  AytoSolidaridad  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD

SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del 50º Aniversario del

Estado Libre y Soberano de QUINTANA ROO

2021-2024

Artículo 150 Quater.- La persona titular del Área de Comunicaciones, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Administrar los servicios de instalación y configuración de la infraestructura central de cómputo y comunicaciones mediante los servicios especializados de soporte técnico y mantenimiento de los sistemas informáticos, de comunicaciones y radiocomunicación a nivel municipal;*
 - II. Programar y supervisar el mantenimiento preventivo del equipo central;*
 - III. Realizar acciones preventivas y correctivas a los equipos centrales y municipales de comunicaciones, así como canalizar la solicitud de requerimientos para la respuesta a fallas cuando así corresponda;*
 - IV. Mejorar el desempeño de los equipos y sistemas mediante la configuración de los sistemas operativos y software de comunicaciones;*
 - V. Detectar los requerimientos de crecimiento de equipos de cómputo y comunicaciones y canalizarlos a las áreas correspondientes;*
 - VI. Participar en la instalación de nuevos nodos de la red;*
 - VII. Realizar las acciones previstas en los planes de contingencia de comunicación en los eventos meteorológicos;*
 - VIII. Instalar o supervisar la instalación de nuevos sistemas autorizados por el Sistema Nacional de Seguridad Pública;*
 - IX. Verificar el correcto funcionamiento del conmutador, enlaces, equipos y sistemas de telecomunicaciones;*
 - X. Supervisar el correcto funcionamiento de la infraestructura eléctrica y sistemas de soporte del mismo, así como los relacionados con el Site de Radio;*
 - XI. Supervisar el correcto funcionamiento del cableado estructural, nodos de voz y teléfonos digitales y demás sistemas de telefonía o telecomunicación;*
 - XII. Dar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de radiocomunicación;*
 - XIII. Realizar las coordinaciones con sus homólogos a nivel estatal para llevar a cabo la actualización de los programas, hardware y software a nivel nacional, de conformidad con los acuerdos del Sistema Nacional de Seguridad Pública;*
 - XIV. Supervisar el correcto funcionamiento y abastecimiento de la red externa de suministro eléctrico;*
- y.*
- XV. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales, o la persona titular de la Secretaría, del C-4 y el Coordinador de su área le confieran.*

Artículo 150 Quinquies.- La persona titular de la Coordinación del Centro de Atención a Llamadas de Emergencia, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Vigilar que se atiendan las llamadas al número de emergencias y demás solicitudes de auxilio, realizadas por los habitantes del Municipio de Solidaridad, turistas y otros visitantes a este destino;*
- II. Coordinar la intervención de los servicios de emergencia: Seguridad Pública, Tránsito, Bomberos, Protección Civil, Servicios Médicos y Paramédicos públicos o privados o cualquiera otra autoridad que le compete el auxilio;*
- III. Ordenar que se recabe y capture los datos facilitados por quien efectúa el llamado de emergencia;*
- IV. Vigilar que se canalicen de manera inmediata las solicitudes de auxilio a través de los despachadores del C.A.L.L.E.;*
- V. Verificar el cumplimiento y atención de los despachos hasta su finalización;*
- VI. Ordenar que se elaboren las estadísticas de eventos reportados;*
- VII. Presentar un reporte mensual de las estadísticas que genere el sistema;*

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx



Ayuntamientodesolidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadMyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
CHETUMAL, QUINTANA ROO

"2024, año de la Soberanía y el Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

VIII. Analizar los tiempos de atención, respuesta y control de las situaciones de emergencia; 2021 - 2024

IX. Generar una base de datos que contenga información sobre ubicación de instalaciones estratégicas, ordinarias, centros comerciales y de servicios y demás datos relevantes para el desempeño de las funciones de seguridad pública;

X. Crear y mantener bancos de datos, con apoyo de los laboratorios científicos y tecnológicos, en las materias que sean requeridas para auxiliar las labores operativas, preventivas y administrativas;

XI. Analizar las estadísticas de eventos;

XII. Efectuar el monitoreo remoto de dispositivos de seguridad;

XIII. Retransmitir las órdenes de mando;

XIV. Capturar y consultar los datos de la red interna y sistemas de información;

XV. Mantener actualizado el registro de la plantilla de personal operativo, flota vehicular, resguardo de radios, grupos de apoyo;

XVI. Proponer al Director del C-4, el calendario de mantenimiento de los equipos y sistema del C.A.L.L.E. y supervisar su cumplimiento;

XVII. Gestionar la reparación de los equipos de radio comunicación asignados a la Secretaría, así como los equipos electrónicos y de cómputo asignados a la Dirección;

XVIII. Vigilar que se proteja la seguridad del "SITE" o de cualquier instalación estratégica del Centro Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo;

XIX. Coordinar las transmisiones y órdenes de mando durante el desarrollo de acciones operativas con las Inspecciones respectivas de cada corporación, así como las instancias estatales y federales que competan en su ámbito;

XX. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales y el Secretario o el Director del Centro le confieran.

Artículo 150 Sexies.- Para su funcionamiento el Centro de Atención a Llamadas de Emergencia contará con la siguiente estructura:

- I. Un Coordinador;*
- II. Tres Supervisores de Operación;*
- III. Tres Supervisores de Despacho;*
- IV. El número de operadores que las necesidades del servicio requieran; y,*
- V. El número de despachadores que las necesidades del servicio requieran.*

Artículo 150 Septies. - Corresponde a los Supervisores de Operación y de Despacho las siguientes atribuciones:

- I. Supervisar que la atención que brinden los operadores al ciudadano sea atenta, respetuosa y con prontitud;*
- II. Conocer el estado de fuerza y movimientos de las unidades de las corporaciones;*
- III. Proponer a su superior inmediato las medidas correctivas para la atención de incidentes;*
- IV. Proponer los instrumentos de capacitación y actualización del equipo que se utilizará para la atención de incidentes;*
- V. Conocer las claves de incidentes a nivel nacional para la operación del sistema;*
- VI. Supervisar los procedimientos establecidos para la atención correcta de los despachos;*
- VII. Vigilar que la atención hacia los ciudadanos y los incidentes sea de inmediato;*
- VIII. Atender las incidencias de su turno conforme a la normatividad dispuesta;*
- IX. Elaborar programas de trabajo;*
- X. Verificar que no existan asuntos sin atender antes de cerrar el registro de cada incidente;*

21

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx

 AyuntamientodeSolidaridad
  AytoSolidaridad
  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



EL AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DE SOLIDARIDAD

"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

- XI. Apoyar a los operadores y despachadores en eventos que requieran de la coordinación entre las diferentes corporaciones y unidades paramédicas;
- XII. Informar inmediatamente a la persona titular de la Secretaría, del C-4 y de las demás direcciones, de los eventos o incidentes de relevancia;
- XIII. Verificar que la información que se reciba sea capturada y no se omita ningún dato que pueda ser de utilidad para el auxilio solicitado;
- XIV. Mantener contacto y brindar apoyo a los mandos subalternos de sus respectivas corporaciones sobre la ubicación exacta del incidente, siniestro o evento que se presente y realizar los enlaces necesarios para su atención;
- XV. Llevar una bitácora de todas las instrucciones u órdenes giradas por los directores o los mandos, la hora de emisión de las mismas, el origen de la orden, sus destinatarios y los actos de servicio a realizar;
- XVI. Proponer el rol de servicio del personal a su cargo, incluyendo los descansos, y llevar un registro de las faltas e incidencias del mismo; y,
- XVII. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales, o la persona titular de la Secretaría, del C-4 y el Coordinador de su área le confieran.

Artículo 150 Octies. - Son obligaciones de los Operadores:

- I. Recibir llamadas y efectuar las capturas correspondientes, dándole curso conforme al catálogo de prioridades y las circunstancias del caso, para la atención de la llamada de emergencia;
- II. Brindar un trato respetuoso y personalizado a la ciudadanía, demostrando interés en su emergencia;
- III. Proporcionar atención inmediata a la emergencia y cuando se trate de un servicio de apoyo, canalizarla al área correspondiente;
- IV. Informar al supervisor sobre llamadas de emergencia prioritaria;
- V. Reportar cualquier falla del sistema al responsable técnico;
- VI. Llevar el registro de la bitácora de atenciones y despachos; y,
- VII. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales, o la persona titular de la Secretaría, del C-4 y el Coordinador de su área le confieran.

Artículo 150 Nonies.- Corresponde a los Despachadores:

- I. Realizar el despacho de unidades conforme al incidente recibido, apegado a los procedimientos establecidos en el Protocolo Nacional del Número de Emergencias 9-1-1;
- II. Solicitar apoyo de las unidades de emergencia, cuando se la magnitud del incidente reportado lo amerite;
- III. Informar a su superior inmediato, sobre cualquier interferencia del sistema, uso inadecuado de radio, o falta de disciplina de algún elemento;
- IV. Llevar el control y actualización de las unidades, así como de los operativos y prever los apoyos que puedan requerirse;
- V. Brindar la información a detalle del lugar del incidente o requerimiento a las unidades de su corporación;
- VI. Reportar cualquier falla del sistema al responsable técnico;
- VII. Pedir las novedades en tiempo y forma de la situación que prevalece en el lugar del incidente, cada 5 minutos y no dejar ningún evento en sistema abierto más de 15 minutos, siempre que la naturaleza del evento lo permita;
- VIII. Actualizar los tiempos de arribo de las unidades;
- IX. Reportar de inmediato a quien corresponda cualquier desacato o uso inadecuado de las transmisiones de radio; y,

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx

Ayuntamiento de Solidaridad

AytoSolidaridad

@solidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO

"2024, año del Bicentenario del Quintana Roo
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

X. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales, o la persona titular de la Secretaría, del C-4 y el Coordinador de su área le confieran.

Artículo 150 Undecies.- La persona titular de la Coordinación de Monitoreo y Video Vigilancia, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Administrar los servicios de monitoreo y video vigilancia de la Secretaría y vigilar su correcto funcionamiento;
- II. Proponer al Director del C-4, o en su ausencia, al Subdirector, el programa de mantenimiento y actualización de los sistemas de monitoreo y video vigilancia de la Secretaría;
- III. Coordinarse con las áreas operativas de la Secretaría para informar los incidentes o situaciones que visualicen a través de las cámaras de vigilancia y monitoreo;
- IV. Coadyuvar con los operadores y despachadores del C.A.L.L.E. 9-1-1, en la atención de las llamadas de emergencias, para la identificación de probables hechos delictivos, siniestros, hechos de tránsito o cualquier situación que se relacione con el reporte;
- V. Reportar al Director y al Subdirector los incidentes que visualicen a través de las cámaras de vigilancia y monitoreo;
- VI. Reportar inmediatamente al Director o al Subdirector del c-4, los fallos que presente el sistema de video vigilancia y monitoreo, ya sea de los equipos, del sistema, de las instalaciones o del suministro de energía eléctrica;
- VII. Coordinar la participación de su área, en los operativos que implemente la Secretaría, por instrucciones de la persona titular de la Secretaría, de la Subsecretaría o de la propia Dirección del C-4;
- VIII. Vigilar que el personal de monitoreo y video vigilancia realicen sus funciones de manera eficaz y eficiente, de manera permanente;
- IX. Vigilar que se proteja la seguridad del Centro de Monitoreo y Video Vigilancia del C-4, de cualquier situación que pudiese vulnerarla;
- X. Proporcionar el material video gráfico que soliciten las áreas de la Secretaría, el Ministerio Público y otras autoridades relacionadas con la investigación de los delitos, con la autorización del Director del C-4 o al Subdirector;
- XI. Elaborar y presentar los reportes que solicite el Secretario, Subsecretario o el Director del C-4, relacionados con las actividades de la Coordinación, a su cargo;
- XII. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales, o la persona titular de la Secretaría, del C-4 y el Coordinador de su área le confieran.

Artículo 150 Duodecies.- La Coordinación de Monitoreo y Video Vigilancia, para su funcionamiento, contará con la siguiente estructura:

- I. Un Coordinador;
- II. Tres supervisores de Monitoreo y Video Vigilancia; y
- III. El número de monitoristas que las necesidades del servicio requieran.

Artículo 150 Terdecies.- Los supervisores de Monitoreo y Video Vigilancia, tendrán las siguiente funciones:

- I. Supervisar que la labor de los monitoristas se realice adecuadamente y con prontitud;
- II. Proponer a su superior inmediato las medidas correctivas para la atención de incidentes;
- III. Proponer los instrumentos de capacitación para los monitoristas y para los sistemas y equipos tecnológicos utilizados en el desarrollo de sus funciones;
- IV. Supervisar los procedimientos establecidos para la atención de los despachos;

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



EL AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del 50 aniversario del

Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

- V. Vigilar que la atención hacia los ciudadanos que utilizan los botones de pánico sea de inmediato;
- VI. Apoyar a los operadores y despachadores en eventos que requieran de la coordinación entre las diferentes corporaciones y unidades paramédicas;
- VII. Informar inmediatamente a la persona titular de la Secretaría, del C-4 y de las demás direcciones, de los eventos o incidentes de relevancia;
- VIII. Verificar que la información que se reciba sea capturada y no se omita ningún dato que pueda ser de utilidad para el funcionamiento de los sistemas de cámaras lectoras de placas y de reconocimiento facial;
- IX. Mantener contacto y brindar apoyo a los mandos subalternos de sus respectivas corporaciones sobre la ubicación exacta del incidente, siniestro o evento que se presente;
- X. Proponer el rol de servicio del personal a su cargo, incluyendo los descansos, y llevar un registro de las faltas e incidencias del mismo; y,
- XI. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales, o la persona titular de la Secretaría, del C-4 y el Coordinador de su área le confieran.

Artículo 150 Quaterdecies.- Los monitoristas tendrán las siguiente funciones:

- I. Monitorear permanentemente las cámaras asignadas a su vigilancia.
- II. En casos de flagrancia o incidentes que requieran la atención de alguna de las unidades de emergencia, deberá informar inmediatamente a los comandantes del sector en el que estén ocurriendo los mismos.
- III. Atender las alertas de las cámaras lectoras de placas y de las de reconocimiento facial y canalizarlas a las áreas operativas, para su atención.
- IV. Subir los reportes emitidos por las autoridades competentes, a los sistemas de las cámaras lectoras de placas y de reconocimiento facial, relativos a vehículos con reporte robo o por estar involucrados en hechos probablemente constitutivos de delito, personas con mandamiento judicial, o por estar involucradas en hechos probablemente constitutivos de delito o estar no localizadas o desaparecidas
- V. Atender las alertas de los botones de pánico que son activados por la ciudadanía y los puntos violeta.
- VI. Hacer uso adecuado del equipo tecnológico que tienen asignado, reportando inmediatamente cualquier falla o anomalía que presente el mismo.
- VII. Las demás funciones que las Leyes, Reglamentos Municipales, o la persona titular de la Secretaría, del C-4 y el Coordinador de su área le confieran.

**CAPÍTULO DÉCIMO NOVENO
DE LA DIRECCIÓN DE PROXIMIDAD SOCIAL Y PREVENCIÓN DEL DELITO**

Artículo 184.- Corresponde a la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito, promover la participación ciudadana a través de las diferentes actividades de la Secretaría, a fin de atender sugerencias y opiniones para elevar la calidad de los servicios, así como organizar territorialmente a los ciudadanos del Municipio para la prevención de los delitos, mantener un sistema de comunicación abierta al público para recibir las sugerencias e inconformidades ciudadanas; así mismo, promoverá y difundirá temas de prevención del delito, autoprotección y contribuir a la formación del mapa geo delictivo que identifiquen factores de riesgo; promoverá la denuncia, la Cultura de Paz, la legalidad y el respeto a los Derechos Humanos.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AycoSolidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



EL AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
LAVA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024

"2024, año del 50º aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

...

Artículo 185.- La persona titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito, tendrá el cargo de Directora o Director, sin perjuicio de la jerarquía que le corresponda conforme al estado de fuerza anual de la Secretaría, será nombrada o nombrado por la Presidenta o Presidente Municipal a propuesta de la Secretaría o Secretario y ejercerá el mando de su área.

Artículo 186.- Para ser titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito se requiere:

I. a la V. ...

Artículo 187.- La Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

I. a la XV. ...

Artículo 188.- Corresponde a la persona Titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito, las siguientes funciones y atribuciones:

I. a la XII. ...

Artículo 189.- Para el cumplimiento de los asuntos de su competencia, la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito, contará para el cumplimiento de sus funciones con las siguientes áreas:

I. Subdirección de Proximidad Social y Prevención del Delito;
II. a la V. ...
VI. Coordinación de Prevención del Delito;
VII. Coordinación de Proximidad Social.

Artículo 190.- El titular de la Subdirección de Proximidad Social y Prevención del Delito, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

I. a la VII. ...
VIII. Dar cumplimiento a las instrucciones y órdenes que emita la Directora o Director de proximidad social y prevención del delito;
IX. Cumplir y hacer cumplir a los subalternos jerárquicos, los actos de servicio, las disposiciones, comisiones o consignas que reciba de la Directora o Director, siempre que las mismas no sean constitutivas de delito;
X. Suplir a la Directora o Director en ausencia por cuestiones de salud, comisión u alguna otra razón que lo separe de la dirección.
XI. Las demás que conforme a sus fines determine la legislación vigente o que le sean conferidas por el titular de la Secretaría o el titular de la Dirección de proximidad social y prevención del delito.

Artículo 191.- El titular de la Coordinación de Seguridad Empresarial, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

I. a la IV. ...

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx  AyuntamientodeSolidaridad  AytoSolidaridad  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO

*"2024, año del 60 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"*

V. Las demás que conforme a sus fines determine la legislación vigente o que le sean conferidas por el titular de la Secretaría o el titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito.

Artículo 192.- El titular de la Coordinación de Participación Ciudadana, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I.;
- II.;
- III.;
- IV. Realizar Jornadas de Rescate de Espacios Públicos que fomenten la Participación Ciudadana, con la finalidad de promover actividades y la participación de la comunidad, de los Comités Policiales Vecinales, así como de mejorar los espacios de esparcimiento y libre tránsito de los habitantes, reflejando sitios de armonía y limpieza, además de recuperar el espacio y prevenir el delito.
- V.;
- VI. y;
- VII. Las demás que conforme a sus fines determine la legislación vigente o que le sean conferidas por la persona titular de la Secretaría o la persona titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito.

Artículo 193.- El titular de la Coordinación de Vigilante Escolar, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. a la III. y;
- IV. Las demás que conforme a sus fines determine la legislación vigente o que le sean conferidas por el titular de la Secretaría, Subsecretaría o el titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito.

Artículo 194.- El titular de la Coordinación de Prevención Educativa, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I.;
- II.;
- III.;
- IV. Las demás que conforme a sus fines determinen la legislación vigente o que le sean conferidas por el titular de la Secretaría o el titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito.

Artículo 195.- El titular de la Coordinación de Prevención del Delito, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. a la IX.;

26

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx
 Ayuntamiento de Solidaridad
  AytaSolidaridad
  @SolidaridadAyo



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
"2024, año del 50 aniversario del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"
2021 - 2024

- X. Derogado.
- XI. a la XII. ...
- XIII. Las demás que conforme a sus fines determine la legislación vigente o que le sean conferidas por el titular de la Secretaría o la persona titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito.

Artículo 196.- La persona titular de la Coordinación de Proximidad Social, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. a la III. ...
- IV. Llevar a cabo y coordinar los Operativos de Proximidad Social (pie tierra) en todo el Municipio de Solidaridad, con la finalidad de promover el acercamiento de los Policías Municipales con la sociedad, y de esta manera darles respuesta directa a sus principales peticiones y dudas en materia de seguridad, así como promover la cultura de la denuncia.
- V.- Realizar eventos, campañas y/o programas con la Participación Ciudadana, con el propósito de prevenir y disuadir las conductas antisociales y el delito, para fortalecer los lazos familiares y el tejido social, fomentando la sana convivencia y una cultura de paz, permitiendo a los jóvenes y niños en riesgo; compartir con otros miembros de su comunidad;
- VI.- Realizar actividades que permitan fortalecer la función y dignificación policial fomentando la cultura de la denuncia, la legalidad, protección ciudadana, prevención en casa, la actividad deportiva, la disciplina, aumento de la autoestima y el trabajo en equipo, previniendo el problema de las adicciones y fomentando el respeto hacia la sociedad y la unión familiar, en niños, niñas, adolescentes y jóvenes;
- VII.- Diseñar e instrumentar campañas de prevención social e integral de la violencia y la delincuencia en el Municipio, proponiendo a la Directora o Director, las medidas que juzgue necesarias para su implementación;
- VIII.- Instrumentar campañas de participación activa de la sociedad civil organizada en campañas de prevención para desarrollar labores conjuntas de combate a la delincuencia;
- IX.- Deberá comportarse de la manera correcta dentro y fuera de las instalaciones para ser ejemplo de su personal a cargo;
- X.- Las demás que conforme a sus fines determine la legislación vigente o que le sean conferidas por el titular de la Secretaría o el titular de la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito.

Artículo 197.- Para el cumplimiento de sus funciones, la Dirección de Proximidad Social y Prevención del Delito contará con el número de agentes que el servicio requiera y que fije la persona titular de la Secretaría, distribuidos en las distintas áreas que integran la Dirección.

Artículo 201.- La Dirección de Psicología Policial, contará con las siguientes funciones y atribuciones:

- I. a la XIII. ...
- XIV. Coordinar los servicios que presta la Coordinación de Servicios Médicos de la Secretaría;
- XV. Tener a su cargo la Guardería Infantil de la Secretaría y supervisar que se presten los servicios adecuadamente; y,
- XVI. Las demás que designe el titular de la Secretaría y Subsecretaría.

Artículo 203.- Para el cumplimiento de los asuntos de su competencia, la Dirección de Psicología Policial, contará para su apoyo con las siguientes áreas:

- I. Subdirección de Psicología Policial;

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx

Ayuntamiento de Solidaridad

Ayta Solidaridad

@SolidaridadAyta



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2018 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO

"2024, año del Bicentenario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

- II. [...]
- III. Coordinación de Servicios Médicos; y,
- IV. Coordinación de la Guardería Infantil.

Artículo 205 Bis. - El o la titular de la Coordinación de Servicios Médicos, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. En materia de policía preventiva:
 - a) Efectuar dictámenes médicos de integridad física y toxicomanías de toda persona presentada e involucrada en la comisión de conductas antisociales, que deriven en faltas administrativas, por infringir los Reglamentos Municipales o conducta antisocial contemplada como delito.
- II. En materia de tránsito:
 - a) Realizar dictámenes médicos de integridad física, toxicología y de agudeza visual, de acuerdo al Código Penal vigente en el Estado de Quintana Roo, Código Penal Federal o Código Nacional de Procedimientos Penales, según sea el caso, a toda persona involucrada directamente en un hecho de tránsito, presentada u hospitalizada, y;
 - b) Realizar exámenes médicos sobre el estado físico y toxicológico con motivo de conducción, operación de vehículos del servicio público y particulares.
- III. En materia de atención médica:
 - a) Dar atención médica a todo el personal adscrito a la Secretaría, y;
 - b) Realizar valoraciones médicas a todos los aspirantes a pertenecer a esta Secretaría.
- IV. Las demás que sean afines a su función y las que las Leyes, Reglamentos municipales, y el titular de la Secretaría y el titular de la Dirección de su área le confieran.

Artículo 205 Ter. - El o la titular de la Coordinación de la Guardería Infantil de la Secretaría, tendrá las siguientes funciones y atribuciones:

- I. Dar cumplimiento a las instrucciones y órdenes que emita la persona titular de la Secretaría o la persona titular de la Dirección a la que se encuentre adscrita;
- II. Cumplir y hacer cumplir a los subalternos a su cargo, los actos de servicio, las disposiciones comisiones o consignas que reciba de la Secretaría o Secretario, siempre que las mismas no sean constitutivas de delitos;
- III. Planear, coordinar y dirigir las actividades en cuanto a la atención, seguridad y bienestar a las niñas y niños inscritos en la Guardería Infantil;
- IV. Recibir, analizar y salvaguardar la información de las y los menores; Proponer la rotación del personal de la Guardería, dentro de las diferentes áreas de la misma, previo acuerdo con la persona titular de la Dirección a la que se encuentre adscrito;
- V. Dar conocimiento inmediato a la persona titular de la Dirección a la que se encuentre adscrito, sobre asuntos relevantes ocurridos en la Guardería o relacionados con el personal de la misma;
- VI. Realizar supervisiones, reuniones de trabajo y evaluaciones del personal bajo su responsabilidad, a fin de ser eficientes en el servicio;
- VII. Imponer las sanciones y correctivos disciplinarios al personal a su cargo, en los términos de los Reglamentos y legislación vigente
- VIII. Respetar y salvaguardar la información de carácter confidencial;
- IX. Las demás funciones inherentes a su puesto o las que en su caso asigne la persona titular de la Secretaría, la Subsecretaría o de la Dirección a la que se encuentra adscrita.

Artículo 205 Quater. - El o la titular de la Coordinación de la Guardería Infantil de la Secretaría, deberá cumplir con los mismos requisitos que se señalan en el artículo 200 del presente Reglamento, con

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



Ayuntamiento de Solidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

EL AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
 SECRETARÍA GENERAL DEL AYUNTAMIENTO
 "2024, año del 50º aniversario del
 Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

excepción del requerimiento contemplado en la fracción III, que para el caso de la Guardería Infantil, será el de contar con Licenciatura en Puericultura, Educación Preescolar, Educación Primaria o Carrera afín.

Artículo 205 Quinquies.- Para el cumplimiento de sus fines, Guardería Infantil contará con las áreas siguientes:

- I. Jefatura del Área de Pedagogía;
- II. Jefatura del Área de Salud;
- III. Jefatura del Área de Filtros.
- IV. Jefatura del Área de Cocina.

Adicionalmente, se debe considerar personal de intendencia, mantenimiento, lavandería y vigilancia, necesarios para el buen funcionamiento de la Guardería.

Artículo 205 Sexies.- La persona titular de la Jefatura del Área de Pedagogía, deberá contar con el perfil de Licenciatura en Educación Preescolar o Licenciatura en Educación Primaria y le corresponderá las funciones siguientes:

- I. Proponer los planes y programas educativos a la persona titular de la Coordinación de la Guardería Infantil;
- II. Supervisar y organizar las funciones del personal que integren la plantilla de educadoras y educadores;
- III. Colaborar con la directora o director para coordinar y supervisar las operaciones diarias. Garantizar el cumplimiento de la normatividad, políticas internas, así como de los planes y programas educativos de la Guardería Infantil, por parte del personal a su cargo;
- IV. Las demás que le sean encomendadas por la persona titular de la Coordinación de la Guardería Infantil o de la Dirección a la que se encuentre adscrita la misma.

Artículo 205 Septies.- La persona titular de la Jefatura del Área de Salud deberá contar con el perfil de médico con especialidad en pediatría y le corresponderá las funciones siguientes:

- I. Administrar, coordinar y supervisar las funciones de su área y del personal bajo su cargo;
- II. Las funciones del área de psicología son:
 - a) Brindar apoyo en los planes de trabajo de las educadoras, educadores y asistentes educativos, para facilitar el aprendizaje y la construcción de capacidades y competencias en todos los planos del desarrollo psicológico-psicomotriz, cognitivo, psicosocial y psicoafectivo de la niñez.
 - b) Brindar pláticas y/o talleres en las áreas que se indiquen.
- III. Las funciones del área de enfermería:
 - a) Brindar apoyo en el filtro de entrada y salida de la Guardería Infantil.
 - b) Auxiliar al médico de la Guardería Infantil, en las labores del área de salud.
 - c) Identificar cualquier condición de salud que puedan tener los niñas y niños que hagan uso de los servicios de la Guardería Infantil, así como prevenir la propagación de enfermedades.
 - d) Participar en los programas internos de prevención en materia de salud.
- IV. En materia de nutrición:
 - a) Mantener un esquema alimentario, organizado por regímenes y preparaciones conforme a los requerimientos nutrimentales de acuerdo a la edad.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx
Ayuntamiento de Solidaridad
AytoSolidaridad
@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
MUNICIPAL DE SOLIDARIDAD

"2024, año del 50 aniversario de la
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

- b) Proporcionar menús con platillos que cubren los requerimientos nutrimentales de acuerdo a la edad de los infantes y fórmulas lácteas especiales.
- c) Propiciar un estado de nutrición adecuada en los niños que contribuya a preservar y mejorar su salud.
- d) Organizar y dirigir la preparación de dietas especiales para los niños que así lo requieran, de acuerdo con las instrucciones del médico y del nutriólogo de la Guardería Infantil.
- e) Brindar pláticas a los padres de familia de las niñas y niños de la Guardería Infantil, sobre nutrición infantil, dirigidas a mejorar la alimentación de la niñez.

Artículo 205 Octies.- La persona titular de la Jefatura del Área de Filtros, deberá contar con el perfil de Trabajo Social y le corresponderá las funciones siguientes:

- I. Elaborar y llevar el control de la bitácora de entrada y salida de los menores.
- II. Recibir a la niñez que hagan uso de los servicios de la Guardería Infantil, verificando las condiciones físicas en las que lleguen, procurando que no presenten rozaduras, alergias, golpes, heridas, hematomas o alguna enfermedad visible, que impidan su ingreso a la Guardería, o represente un riesgo para la demás infancia que se encuentra en la misma o para el propio Menor;
- III. Elaborar un reporte diario de las condiciones en las que se reciben las y los menores a la Guardería y lo informará a la persona titular de la Coordinación de la Guardería, para los efectos conducentes;
- IV. Reportar inmediatamente cualquier incidente que ocurra con las y los menores, dentro de las instalaciones de la Guardería Infantil;
- V. Garantizar el cumplimiento de la normatividad, políticas internas, así como de las instrucciones que gire la persona titular de la Coordinación de la Guardería, por parte del personal a su cargo; y
- VI. Las demás que le sean encomendadas por la persona titular de la Coordinación de la Guardería o de la Dirección a la que se encuentre adscrita la misma.

Artículo 205 Nonies.- La persona titular de la Jefatura del Área de Cocina, deberá contar con el perfil de gastronomía y le corresponderá las funciones siguientes:

- I. Elegir el menú de la semana en coordinación con la nutrióloga o nutriólogo de la Guardería;
- II. Preparar los alimentos en base a especificaciones para dar alimentación a los menores, de acuerdo con los horarios establecidos;
- III. Supervisar al personal a su cargo con el fin de cumplir con las normas de higiene establecidas para la preparación y el manejo de los alimentos, instalaciones, mobiliario y equipo;
- IV. Asignar las raciones que se proporcionan a los niños maternas y preescolares de acuerdo con las indicaciones establecidas;
- V. Colaborar en el aseo de las instalaciones, mobiliario y equipo destinado a la cocina.
- VI. Supervisar y coadyuvar en el buen uso y conservación del equipo de cocina, vajilla, cubiertos y mantelería destinados al servicio de la Guardería;
- VII. Informar a la persona titular de la Coordinación de la Guardería Infantil los desperfectos en el mobiliario y el equipo destinado a la cocina, así como de otras anomalías que se presenten en su área;
- VIII. Realizar la solicitud, a quien corresponda, de los materiales y suministros necesarios para el adecuado desempeño de sus funciones;

#RenovamosParaCrecer



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO

2023-2024
CARMEN, QUINTANA ROO
"2024, año del aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

IX. Elaborar los pedidos de víveres de acuerdo con los menús y el cuadro básico de raciones establecidos para cada edad; y

X. Las demás que le asignen las leyes y reglamentos aplicables, así como las que ordene la persona titular de la Secretaría, Subsecretaría, Dirección de Psicología y Coordinación de la Guardería Infantil, respectivamente.

Artículo 206.- Todas y todos, y cada una y uno, de las y los servidores públicos adscritos a la Secretaría, deberán de actuar con apego a la legalidad, objetividad, eficiencia, profesionalismo, honradez y respeto a los Derechos Humanos, por lo que sus acciones estarán sujetas a los siguientes deberes:

I. al I.I. ...

Cualquiera de los integrantes de la Secretaría, independientemente de la unidad administrativa a la que se encuentren adscritos, podrán intervenir ante un hecho flagrante, por la probable comisión de un delito o falta administrativa, así como por faltas al Reglamento de Tránsito Municipal, en cuyo caso, después de su intervención, solicitarán el apoyo de la Policía de Tránsito y Vialidad Municipal, para que sean quienes procedan con el procedimiento correspondiente y la aplicación de las infracciones que resulten.

TRANSITORIOS

PRIMERO. - Las reformas al presente Reglamento entrarán en vigor al día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

SEGUNDO. - A partir de la entrada en vigor de la presente Reforma, se establece un plazo de 90 días naturales para que la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal realice las gestiones necesarias para cumplir con las condiciones previstas Ley General para la Prestación de Servicios para la Atención, Cuidado y Desarrollo Integral Infantil, así como la Ley para la Prestación de Servicios para la Atención, Cuidado y Desarrollo Integral Infantil de Quintana Roo, para conseguir la autorización de apertura de la Guardería Infantil y que una vez contando con la autorización, las disposiciones que hagan referencia a ello puedan ser aplicables. En caso de que la Secretaría no cumpla con lo establecido en el presente artículo dentro del plazo mencionado, las disposiciones que hagan referencia a la implementación de una Guardería Infantil en la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal, quedarán sin efectos y por tanto no serán aplicables.

TERCERO. - A partir de la entrada en vigor de la presente Reforma, se establece un plazo de 90 días naturales para que la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal realice las gestiones necesarias para obtención del software, equipo y soporte técnico que aseguren el buen funcionamiento del C-4 Municipal y que una vez realizas dichas gestiones, las disposiciones que hagan referencia a ello puedan ser aplicables. En caso de que la Secretaría no cumpla con lo establecido en el presente artículo dentro del plazo mencionado, las disposiciones que hagan referencia a la implementación de C-4 en la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal, quedarán sin efectos y por tanto no serán aplicables.

31

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx  AyuntamientodeSolidaridad  AytoSolidaridad  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO

"2024, año del Bicentenario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

CUARTO.- Se instruye al Secretario de Seguridad Ciudadana del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, a que una vez concluidas las gestiones indicadas en los artículos transitorios marcados como "SEGUNDO" y "TERCERO", informe sobre su cumplimiento a los integrantes del H. Cabildo, así como al Secretario General del H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

QUINTO.- Publíquese la presente Reforma en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

SEXTO.- Publíquese la presente Reforma en la Gaceta Municipal de Solidaridad, Quintana Roo.

Segundo. Publíquese el presente Acuerdo en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Tercero. Publíquese el presente Acuerdo en la Gaceta Municipal de Solidaridad, Quintana Roo.

Así lo mandan, dictan y firman los integrantes del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, "Cúmplase".

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



Ayuntamiento de Solidaridad



@SolidaridadAys

Playa del Carmen, Solidaridad, Quintana Roo, a 19 días del mes de agosto del año 2024.

El que suscribe Lic. Cecilio Puc Sansores, en mi calidad de Secretario General del Honorable Ayuntamiento Constitucional de Solidaridad, Quintana Roo, administración 2021-2024 y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 62 y 120 fracción VIII de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

C E R T I F I C O

Que el presente documento consta de 32 fojas útiles escritas al anverso es una reproducción fiel y exacta del Acuerdo mediante el cual se aprueba la Reforma mediante la cual se modifica en su contenido diversos artículos del Reglamento Interior de la Secretaría de Seguridad Ciudadana Municipal de Solidaridad, Quintana Roo, aprobado en la Septuagésima Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, Administración 2021- 2024, celebrada el 16 de agosto de 2024, original que obra en los archivos de la Secretaría General de Solidaridad, Quintana Roo.

(Handwritten signature in blue ink)



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024

Lic. Cecilio Puc Sansores
Secretario General del Honorable Ayuntamiento de
Solidaridad, Quintana Roo, Administración 2021-2024



SECRETARÍA GENERAL DE
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024




RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

"2024, año del 50 aniversario del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

Acuerdo mediante el cual se aprueba el Reglamento para la Entrega del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. "Elvia Carrillo Puerto".

El Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 126, 133 y 145 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo; 2, 3, 65 y 66 fracción I, inciso c), 68, 69, 70, 72 fracción XIII, 86, 87, 221, 224 y 225 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo; 7 fracción VII, 8 fracción I y 9 del Bando de Gobierno para el Municipio Solidaridad, Quintana Roo; 1, 2 fracción III y V, 3 fracción II y IV, 16 fracción II, 23, 24, 129, 130, 132, 133 fracción XIII, 144 fracción VII, 148 fracción IV, 165 y 166 Reglamento Interno del Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo; artículo 9 fracción XXV del Reglamento del Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo y de conformidad a los siguientes:

Antecedente

Único. Que se recibió el Oficio MSOL/R11/0206/2024 signado por el C. Luis Allan Ochoa Medina, Decimo Primer Regidor y Presidente de la Comisión Edilicia Ordinaria para la Igualdad de Género, en el que solicitó se sometiera a la consideración del Honorable Ayuntamiento, el punto de Acuerdo respecto a la Iniciativa por la que se crea el Reglamento para la Entrega del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo "Elvia Carrillo Puerto"; y

Considerando

Que el Municipio libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado, el cual será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular directa, integrado por un Presidente Municipal o Presidenta Municipal y el número de regidurías y sindicaturas que la Ley determine. La competencia que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, otorga al Gobierno Municipal se ejercerá por el Ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá autoridad intermedia alguna entre este y el gobierno del Estado.

Que la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, en su artículo 126 establece que *"El Municipio Libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado de Quintana Roo; es una institución de carácter público, constituida por una comunidad de personas, establecida en el territorio que le señala a cada uno de ellos la presente Constitución, con personalidad jurídica y patrimonio propio, autónomo en su gobierno interior y libre en la administración de su hacienda."* Y continúa diciendo en su párrafo segundo que *"La Autonomía del Municipio Libre se expresa en la facultad de gobernar y administrar por sí mismo los asuntos propios de su comunidad, en el ámbito de competencia que le señala la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la presente Constitución y las leyes que conforme a ellas se*

1

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx  Ayuntamiento de Solidaridad  Ayuntamiento  @SolidaridadQR



AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

*“2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo”*

expidan.” Mismas disposiciones que se encuentran establecidas en el artículo 2 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

Que el artículo 133 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, en su primer párrafo dispone que *“Cada municipio será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular directa, que se renovará cada tres años y residirá en la Cabecera Municipal. La competencia que esta Constitución otorga al Gobierno Municipal se ejercerá por el Ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá autoridad intermedia alguna entre éste y el Gobierno del Estado.”* Misma disposición que se encuentra establecida en el artículo 7 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

Que el artículo 145 establece que *“Los Ayuntamientos, tendrán facultades para formular, aprobar y publicar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que expida la Legislatura del Estado, los bandos de policía y buen gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal”.*

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 65 *“Corresponde a los Ayuntamientos el ejercicio de las facultades y la atención de las obligaciones que sean necesarias para conseguir el cabal cumplimiento de las atribuciones que les confieren la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado y las leyes que de ellas emanen”* y 66 fracción I, inciso a) y c) de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, son facultades y obligaciones del Ayuntamiento, en materia de gobierno y régimen interior, respectivamente: *“Presentar ante la Legislatura del Estado, las iniciativas de ley o de decreto que estime convenientes conforme a lo dispuesto por la fracción III del Artículo 68 de la Constitución Política del Estado”* y *“Aprobar los Bandos de Policía y Gobierno, los Reglamentos, Circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la Administración Pública Municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal.”*

Que el artículo 7 del Bando de Gobierno para el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, establece que *“es fin esencial del ayuntamiento, dentro del ámbito de las leyes aplicables estatales y federales y su ámbito competencial municipal, lograr el bienestar general de los habitantes y visitantes del municipio, por lo tanto, las autoridades municipales sujetarán sus acciones a las siguientes disposiciones: fracción II.-“propiciar a través de cualquier instrumento jurídico, las condiciones sociales, económicas y políticas que contribuyan al logro de las metas, ideales y objetivos de los ciudadanos; fracción VI.- “garantizar la seguridad jurídica con la observancia del marco normativo que rige al municipio, de conformidad con la jerarquía del orden jurídico mexicano, dentro del ámbito de su competencia,*

Que la fracción XXV del artículo 9 del Reglamento del Instituto de las Mujeres del Municipio de

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx  Ayuntamiento de Solidaridad  Ayuntamiento  @gobdesolayto



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024




RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
MUNICIPIO OFICIAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

"2024, año del 50 aniversario del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

Solidaridad, Quintana Roo, establece que: "Artículo 9. Para efecto del cumplimiento del objetivo general y de los objetivos específicos, el Instituto tendrá las siguientes atribuciones y responsabilidades: XXV. Otorgar reconocimientos a mujeres sobresalientes, organizaciones privadas, sociales y empresas que hayan destacado por la implementación de políticas internas de igualdad sustantiva y perspectiva de género o por su labor en beneficio de las mujeres, de conformidad al Reglamento que se expida al respecto.". En este sentido, con la presente iniciativa se pretende regular el proceso para el otorgamiento del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo que establece el Reglamento del Instituto de las Mujeres y a su vez, que este reconocimiento honre el nombre de "Elvia Carrillo Puerto".

Es de destacarse que Elvia Carrillo Puerto, fue una líder feminista, política y sufragista mexicana, una luchadora social cuyo activismo le ganó el mote de la "Monja Roja del Mayab". Fue integrante del Partido Socialista del Sureste y elegida diputada para el Congreso de Yucatán en 1923, convirtiéndose en una de las tres primeras mujeres en formar parte de un cuerpo legislativo en México, en una época en que las mujeres no tenían aún el derecho al voto; derecho por el que luchó incansablemente hasta su obtención en 1953.

Elvia Carrillo Puerto, llamada la "Monja Roja del Mayab", consagró su vida a lograr el sufragio femenino, la emancipación de la mujer y sus derechos en México; es de resaltar además, que por encima de sus cualidades como maestra y poeta, destacó por su discurso en favor del control de la natalidad, la libertad sexual, el divorcio y contra lo que consideraba la opresión religiosa de la época".

Que la Entrega del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo se propone lleve el nombre de "Elvia Carrillo Puerto", en reconocimiento a una mujer destacada, que aportó a la nación, a la patria y a la lucha feminista, y distinguir el Reconocimiento con su nombre, enaltecerá su labor y servirá de inspiración para las mujeres Solidarenses en la construcción de una mejor sociedad.

Que el trabajo y dedicación de Elvia Carrillo Puerto abrieron camino para futuras activistas feministas y sentaron las bases para los avances en los derechos de las mujeres en México, recordada por su lucha encendida en favor de los derechos de las mujeres, principalmente las indígenas, campesinas mayas y las obreras mexicanas.

Por lo anteriormente expuesto se somete a la aprobación de las y los integrantes del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, el siguiente punto de:

Acuerdo

Primero. Se aprueba la creación del Reglamento para la Entrega del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo "Elvia Carrillo Puerto", mismo

3

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx | Ayuntamiento de Solidaridad | AytoSolidaridad | @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 022 - 2021

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024

*"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"*

que se inserta al presente acuerdo y que forma parte integral del mismo:

Reglamento para la Entrega del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo "Elvia Carrillo Puerto".

DISPOSICIONES PRELIMINARES

Artículo 1.- Las disposiciones del presente reglamento, regulan lo dispuesto en el artículo 9 fracción XXV del Reglamento del Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad, son de orden público, observancia general, interés social en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo y tiene por objeto regular las normas y procedimientos para la deliberación y resolución respecto al otorgamiento del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, "Elvia Carrillo Puerto" en sus diversas categorías.

Artículo 2.- Para efectos de este reglamento se entenderá por:

H. Ayuntamiento: Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Solidaridad.
Municipio: Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.
Instituto: Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad.
Reglamento: Reglamento para la entrega del Reconocimiento a las Mujeres sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, "Elvia Carrillo Puerto".
Premio: Reconocimiento a las Mujeres sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, "Elvia Carrillo Puerto".
Comité: Comité de Premiación y deliberación.

Artículo 3.- Son autoridades encargadas de la aplicación del presente reglamento, en el ámbito de su competencia:

I.- La persona titular de la Presidencia Municipal; y
 II.- La Titular del Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad.

CAPITULO PRIMERO
DEL OTORGAMIENTO DEL RECONOCIMIENTO A LAS MUJERES SOBRESALIENTES DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO, "ELVIA CARRILLO PUERTO".

Artículo 4.- El H. Ayuntamiento otorgará el Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo a través del Instituto, como reconocimiento público, a mujeres mexicanas con residencia mínima de 2 años comprobables en el municipio de Solidaridad; cuya conducta o dedicación sea ejemplo de desarrollo humano, crecimiento profesional o buenas prácticas en el ámbito social, que cause entusiasmo y admiración y pueda considerarse ejemplo estimulante para crear y desarrollar motivos de superación personal o de progreso a la comunidad.

Artículo 5.- El premio se otorgará en 4 categorías:

A) De 7 a 11 años cumplidos a la inscripción de la convocatoria;
 B) 12 a 17 años cumplidos a la inscripción de la convocatoria;
 C) De 18 a 29 años cumplidos a la inscripción de la convocatoria; y
 D) Para mujeres sin importar la edad a la inscripción de la convocatoria.

4

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx | Ayuntamiento de Solidaridad | Ayuntamiento de Solidaridad | @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
QUINTANA ROO

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024

*"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"*

Artículo 6.- Se otorgará en las cuatro categorías el Premio, anualmente el día 25 de noviembre, en cualquiera de las siguientes distinciones:

- I. Logro académico;
- II. Expresiones artísticas, artes populares y arte urbano;
- III. Compromiso social;
- IV. Derechos humanos y fortalecimiento a la cultura indígena;
- V. Protección al ambiente y desarrollo sustentable;
- VI. Ingenio emprendedor;
- VII. Aportación a la cultura política y a la democracia;
- VIII. Ciencia y tecnología;
- IX. Participación en el deporte y promoción a la actividad física; e
- X. Inclusión Social de Personas con Discapacidad y Condiciones Neuro diversas.

Artículo 7.- La participación de las candidatas sólo podrá ser en una de las diez distinciones mencionadas.

Artículo 8.- Para la selección de las galardonadas se tomará en consideración las siguientes distinciones:

I. Logro académico. - A las mujeres cuya dedicación y entrega al estudio provoque admiración y constituya un ejemplo para las mujeres, reflejado con su promedio, investigaciones elaboradas o estudios científicos, publicación de libros o artículos académicos, conferencias impartidas, ponencias en intercambios académicos y distinciones recibidas; concursos académicos, así como otros estudios curriculares, labores docentes en los diversos niveles educativos a favor de la comunidad y que trascienden las responsabilidades cotidianas, como expresión de un compromiso personal para crear un proyecto de vida que redunde en beneficio de la sociedad.

II. Expresiones artísticas, artes populares y arte urbano. - Se considerará:

- a) Expresiones artísticas: Manifestaciones culturales de artistas, actoras, productoras, ejecutantes e intérpretes, que por su trayectoria de calidad contribuyan a enriquecer nuestro acervo cultural, mismas que se pueden dar en las siguientes disciplinas: artes plásticas y visuales, artes escénicas, artes aplicadas, artes literarias, arte interactivo y medios de comunicación.
- b) Artes populares; serán tomadas en cuenta las expresiones de obras artesanales con técnicas y materiales tradicionales, así como la creación de nuevos diseños que, por su calidad y aportaciones a nuestra vida cotidiana, contribuyan al fortalecimiento de nuestra identidad municipal, al enriquecimiento de nuestro acervo cultural y genere beneficio a su comunidad.
- c) Arte Urbano y/o Arte Callejero; Intervención de un espacio público, donde la obra tenga un mensaje (político, social, cultural, racial, mural o filosófico) con mucha fuerza, capaz de remover conciencias para atacar una situación de índole pública, como pueden ser las minorías raciales, enfermedades, pobreza, entre otros.

III. Compromiso social. - Desarrollo de proyectos, programas o actividades altruistas, cuyo propósito sea la expresión de solidaridad con comunidades y grupos sociales vulnerables, que al ejecutarse generan opciones de solución a problemáticas específicas, mejorando, en su caso, la calidad y nivel de vida de sus habitantes. De igual forma, se reconocerán los proyectos para el desarrollo de capacidades y habilidades en las comunidades; la implementación de los proyectos productivos; la colaboración en situaciones de

5

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx  Ayuntamiento de Solidaridad  Ayuntamiento  @delsolidarAyto



M. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL AYUNTAMIENTO
PLAZA DEL CALMEJ, QUINTANA ROO
2024 2024



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
COORDINACIÓN 1000 - 3000

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

"2024, año del 50 aniversario del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

desastre o emergencias; proyectos para mejorar la salud física y psicológica, la alimentación, la vivienda e infraestructura en las comunidades, así como proyectos para fomentar y fortalecer los valores ciudadanos.

IV. Derechos humanos y fortalecimiento a la cultura indígena. - Se considerará:

a) **Derechos Humanos.** - Acciones destacadas que contribuyan a la promoción y defensa de los derechos humanos de las mujeres y de la población en general. Desarrollo de investigaciones, actividades docentes e iniciativas de alto impacto social; fortalecimiento de organizaciones que trabajan el tema de derechos humanos y observatorios ciudadanos, e impulso de actividades de promoción y defensa de derechos de grupos vulnerables: mujeres de las comunidades indígenas, afrodescendientes, personas con discapacidad, migrantes, personas que viven con VIH y colectivos LGTBTTIQ+.

b) **Fortalecimiento a la cultura indígena.** - Acciones de mujeres que promuevan la preservación de la cultura indígena, su identidad, desarrollo de sus pueblos y comunidades; iniciativas individuales o colectivas que fortalezcan el sentido de pertenencia a una comunidad o pueblo indígena, mismas que pueden traducirse en las siguientes vertientes: transmisión y conservación de la lengua materna, defensa y promoción de su cultura y derechos ancestrales; capacidad para entrar en contacto con otras culturas sin perder su esencia como comunidad única y plena; formas materiales o simbólicas de interactuar con otras culturas. Iniciativas para preservar, enseñar, intercambiar y aplicar conocimientos tradicionales para proteger y mejorar la salud de las y los miembros de su comunidad o pueblo indígena. Elaboración y desarrollo de proyectos productivos en beneficio de su comunidad, pueblo indígena o afrodescendiente; mejoramiento y conservación ambiental; la aplicación de tecnologías alternativas para el aprovechamiento de los recursos naturales; y actividades de capacitación y educación en materia ambiental en sus pueblos y comunidades.

V. Protección al ambiente y desarrollo sustentable. - Actividades relevantes en la concientización, rescate, protección, uso racional y desarrollo de los ecosistemas indispensables para un progreso sustentable (tierra, agua, aire, flora y fauna), incluyendo el control y tratamiento de residuos. Asimismo, acciones de recuperación y construcción de infraestructura compatible con las leyes y regulaciones ambientales.

VI. Ingenuo emprendedor. - Liderazgo emprendedor en distintas ramas económicas, que debe traducirse en habilidad para crear y desarrollar unidades de producción viables, rentables y sustentables. Implementación de iniciativas de negocios, transferencia de tecnología e innovación; fortalecimiento de la planta productiva con impacto en el aspecto económico y social de la comunidad. Desarrollo, difusión y promoción de una cultura emprendedora; inversión en el desarrollo de capital humano de las organizaciones productivas, destacando: la gestión directiva; habilidades gerenciales; así como, capacitación y adiestramiento de personal dirigidos a la productividad y el crecimiento.

VII. Apertura a la cultura política y a la democracia. - Mujeres con trayectoria destacada que impulsen una cultura política, basada en la reflexión, el análisis y la presentación de propuestas para el fortalecimiento de una cultura democrática sustentada en los valores del diálogo, la tolerancia, el respeto a la pluralidad y a la generación de acuerdos; estas acciones se pueden llevar a cabo por medio de foros, talleres, investigaciones, simulacros, iniciativas ciudadanas, modelos de prácticas democráticas, así como la elaboración de estudios, ponencias, investigaciones, trabajos o publicaciones en revistas; que por su impacto modifiquen entornos y prácticas ciudadanas.

VIII. Ciencia y tecnología. - Acciones que contribuyan a impulsar y generar investigación científica; creación e innovación tecnológica; investigaciones básicas en las ciencias naturales, sociales y las humanidades, fortaleciendo los espacios de expresión de su creatividad e inventiva; generando nuevos conocimientos, difusión y transmisión de los mismos, así como su desarrollo y aplicación sustentable.

6

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx  Ayuntamiento de Solidaridad  Ayuntamiento de Solidaridad  @GobSolidadAyo



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021-2024




RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
AYUNTAMIENTO MUNICIPAL - 1987 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

"2024, año del 50 aniversario del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

IX. Logro deportivo y promoción a la actividad física. – A las mujeres que por su actuación y desempeño hayan resaltado o sobresalido en el ámbito deportivo, cuya trayectoria y logros contribuyan a fomentar la actividad física y deportiva e impulsen a la sociedad Solidarensis a participar en este ámbito en sus diversas áreas.

X.- Inclusión social de personas con discapacidad y condiciones neuro diversas. – Aquellas mujeres que trabajen a favor de los derechos humanos y la inclusión de las personas con alguna discapacidad y condiciones neurodivergentes en el Municipio de Solidaridad.

No podrán participar en estas distinciones las mujeres que desempeñen un cargo público o tengan parentesco con algún funcionario público hasta el segundo grado.

Artículo 9.- Podrán obtener el Premio, personas físicas, ya sea postulado por sí o por tercera persona, sin que influya en la premiación la persona que haya postulado a la participante.

Artículo 10.- El premio consiste en la entrega de un Reconocimiento por parte del H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Artículo 11.- El reconocimiento será impreso, en su texto deberá asentarse un extracto de la razón por la que se otorga y será firmado por la persona titular de la Presidencia Municipal, la persona que presida la Comisión Ordinaria Edilicia para la Igualdad de Género y la Titular del Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad.

Artículo 12.- El premio se entregará a una sola persona física por categoría.

**CAPITULO SEGUNDO
DEL COMITÉ DE PREMIACIÓN Y DELIBERACIÓN**

Artículo 13.- Mediante acuerdo de la Junta Directiva del Instituto, se constituirá el Comité de Premiación para la Entrega del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, "Elvia Carrillo Puerto" que tendrá vigencia por el término de la administración municipal en turno.

Artículo 14.- El Comité determinará de manera complementaria conforme al presente Reglamento, el tiempo y forma de la convocatoria, así como las características de esta, que deberá contener por lo menos:

- I. Exposición de motivos;
- II. Fecha límite para el registro de candidaturas;
- III. Fecha, Lugar y sede de la entrega del premio;
- IV. Categorías y distinciones a reconocer, claramente delimitadas;
- V. Requisitos, proceso, formalidades y sede para el registro de candidatas;

Artículo 15.- El Comité de Premiación como Órgano Colegado será el encargado de poner en estado de resolución los expedientes que se formen para el otorgamiento del premio en cada categoría.

Artículo 16.- El comité estará conformado de la siguiente manera:

- I.- La persona titular de la Presidencia Municipal, quien presidirá el Comité;

7

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx  Ayuntamiento de Solidaridad  Ayuntamiento  @SolidaridadArto



HONORABLE AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PDRTA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
CORPORACIÓN 1921 - 1924

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

"2024, año del 50 aniversario del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

II.- La Titular del Instituto, quien fungirá como Secretaria Técnica del Comité;

III.- La persona titular de la regiduría de la Comisión Edilicia Ordinaria para la Igualdad de Género; y

IV.- Dos persona expertas en la materia por cada una de las distinciones, a consideración del Titular del Instituto.

Artículo 17.- Las personas que integren el Comité, una vez constituido, sesionarán cuantas veces consideren necesario para el cumplimiento de sus objetivos. En caso de no completarse el quórum requerido para sesionar, se convocará de nuevo y se sesionará válidamente con los integrantes que se encuentren presentes.

Artículo 18.- Las sesiones serán privadas entre sus integrantes, quedando prohibida la presencia de cualquier persona ajena al comité.

Artículo 19.- La Secretaria Técnica del Comité tendrá las siguientes facultades:

- I. Convocar a las sesiones ordinarias del Comité, por lo menos con dos días naturales de antelación anexando el orden del día;
- II. Convocar mediante oficio a las sesiones extraordinarias del Comité;
- III. Moderar el desarrollo de las sesiones llevadas a cabo por el Comité;
- IV. Recibir, a través del Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad, los expedientes que contengan las candidaturas presentadas;
- V. Informar a la Junta Directiva del Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad los resultados del Sufragio del Comité;
- VI. Informar mediante oficio a la Secretaría General el resultado de las ganadoras, donde también solicitará se agende la entrega del premio en Sesión Solemne de Cabildo misma que deberá ser el 25 de noviembre de cada año; y
- VII. Gestionar en dependencias públicas o en instituciones privadas, los recursos necesarios para llevar a cabo las obligaciones emanadas del presente Reglamento.

Artículo 20.- El Comité tendrá las siguientes atribuciones:

- I. Formular y dar publicidad a las convocatorias;
- II. Recibir y registrar las candidaturas;
- III. Realizar el estudio, análisis, discusión y votación de las propuestas planteadas;
- IV. Dictaminar sobre las propuestas planteadas, designando a la o las mujeres mercedoras del premio;
- V. Aprobar, en su caso, el otorgamiento póstumo del premio, y
- VI. Las demás necesarias para otorgar el premio de acuerdo con este Reglamento.

**CAPITULO TERCERO
DEL PROCEDIMIENTO**

Artículo 21.- El Comité, a más tardar el día 25 del mes de septiembre de cada año, publicará y vigilará que se difunda la convocatoria respectiva, en la página oficial y en las distintas redes sociales del Instituto y del H. Ayuntamiento; así como en los medios de comunicación de mayor circulación local, con el objeto de dar cumplimiento al principio de máxima publicidad.

8

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx  Ayuntamiento de Solidaridad  AytoSolidaridad  @SolidaridadAyto






RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
IMPULSANDO ALTERNATIVAS EDUCATIVAS

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
CALLE DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024

*"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"*

Artículo 22.- El periodo para el registro de candidatas a recibir el Premio, queda comprendido a partir de la fecha de publicación de la convocatoria hasta el 25 de octubre de cada año.

Artículo 23.- Las mujeres interesadas en participar deberán cumplir en tiempo y forma con las bases que establezca la convocatoria, debiendo enviar la documentación requerida al correo electrónico del Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad o bien entregarlas físicamente en las oficinas del Instituto.

En ambos casos las aspirantes señalarán domicilio para oír y recibir notificaciones, así mismo si la vía de notificación será de manera física o mediante correo electrónico.

Artículo 24.- Para solicitar el registro de las candidaturas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- I. Carta de auto-postulación: Donde cada aspirante se propone como candidata al premio;
- II. Carta de postulación: Cuando la aspirante es propuesta por alguna organización educativa, gubernamental, asociación civil, amigo o familiar;
- III. Solicitud de participación;
- IV. Clave Única de Registro de Población de la candidata;
- V. Identificación con fotografía de la candidata, por ambos lados, contenido en un único archivo pdf. (credencial de elector, cédula profesional, credencial de estudiante o pasaporte mexicano); en caso de menores bastará la CURP, constancia de estudios con fotografía y la autorización firmada por padre, madre o tutor según sea el caso.
- VI. Sombranza curricular de las acciones en que funda su propuesta;
- VII. Comprobante de domicilio con antigüedad de no mayor a tres meses, contenido en un único archivo pdf;
- VIII. Evidencias que estimen pertinentes para merecer el premio, tal como:
Pruebas documentales (materiales bibliográficos audiovisuales, gráficos, fotografías, videos, diplomas, reconocimientos, entre otros), testimoniales y cualquier otro material que estimen pertinentes;
- IX. Video no mayor a dos minutos donde las candidatas se presenten y expresen brevemente los logros más destacados de su trayectoria que consideren suficientes para ser merecedor del premio;
- X. No haber recibido en ninguna edición el premio en la distinción para la cual se ha propuesto;
- XI. Aviso de Privacidad de datos personales; y
- XII. Las demás que establezca el Comité de Premiación y el presente Reglamento.

En el caso de las fracciones I, II, III y XI el Instituto proporcionará los formatos.

Artículo 25.- En caso de entregarse en el domicilio que ocupa el Instituto, se deberá entregar mediante oficio, una carpeta previamente organizada con la documentación solicitada, ningún documento se recibirá en original.

Artículo 26.- En caso de no presentar los requisitos completos, se notificará a las personas interesadas para que en un término de 3 días hábiles contados a partir del día siguiente de la notificación pueda subsanarlo y de no hacerlo la candidatura será eliminada.

Artículo 27.- El Comité tiene la facultad de descalificar cualquier candidatura que no reúna los requisitos solicitados, así como declarar desierto los premios si lo consideran conveniente. El Comité no podrá revocar sus propias resoluciones una vez emitidas.

Artículo 28.- El Comité de Premiación verificará que los documentos, constancias, ejemplares, copias, reproducciones que fundamenten la candidatura y satisfagan los términos de la convocatoria.

9

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx
 Ayuntamiento de Solidaridad
  AytoSolidaridad
  @SolidaridadAyto






RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO AUTÓNOMO LOCAL GOBIERNO

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024

"2024, año del 50 aniversario del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

Artículo 29.- El Comité determinará, en consecuencia, la aceptación o improcedencia de las propuestas, con el propósito de poner en estado de resolución los expedientes que se integren para el otorgamiento del premio.

Artículo 30.- El Comité de Premiación seleccionará a las mujeres, que de acuerdo con los expedientes entregados por las participantes posean la documentación requerida en las bases de la convocatoria para ser evaluadas a fin de asignar una calificación a cada una de ellas comprendido en una escala del 0 al 100.

Artículo 31.- El Comité deberá solicitar que sea publicado en la página web del municipio los Currículums de todas las aspirantes que hayan solicitado su inscripción.

Para lo cual las solicitantes deberán firmar consentimiento del aviso de privacidad, elaborado por el Instituto, que permita dar a conocer a la ciudadanía su trayectoria.

Artículo 32.- El Comité evaluará bajo los siguientes criterios:

- a) **Trayectoria:** Para ser merecedoras del Reconocimiento a las Mujeres sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, "Elvia Carrillo Puerto", el Comité tendrá que valorar la trayectoria de las participantes en general, en la que demuestre su constancia, esfuerzo y dedicación enfocándose en alcanzar conocimientos y experiencias que contribuyan en su desarrollo (un mínimo de 0 puntos y un máximo 40 puntos).
- b) **Trascendencia:** Las evidencias que presente serán de gran trascendencia, relevancia, e impacto y estas además deberán causar entusiasmo y admiración en la sociedad (un mínimo de 0 puntos y un máximo de 40 puntos).
- c) **Crecimiento:** Las candidatas a través de las evidencias presentadas permitirán apreciar un aumento progresivo y constante en las acciones, actividades y logros, demostrando superación y crecimiento en metas y objetivos (un mínimo de 0 puntos y un máximo de 20 puntos).

Artículo 33.- El Comité se deberá apegar y limitar únicamente a estos criterios de evaluación al momento de dar su calificación.

Artículo 34.- El Comité de Premiación determinará el dictamen de la candidatura ganadora, teniendo voto de calidad la persona que presida el Comité en caso de empate.

CAPITULO CUARTO
DE LA ENTREGA DEL PREMIO

Artículo 35.- El Reconocimiento a las Mujeres sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, "Elvia Carrillo Puerto" será otorgado en Sesión Solemne del H. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo, que deberá celebrarse con este objeto el día 25 de noviembre de cada año, y en la misma se tendrá que dar una breve reseña del mérito por el que se está otorgando el premio.

Artículo 36.- El Instituto, tendrá a su cargo el registro de los nombres de las personas condecoradas, en el Libro autorizado para tal efecto. De igual manera integrará el archivo relacionado con el Reglamento para la Entrega del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, "Elvia Carrillo Puerto".

10

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx

 Ayuntamiento de Solidaridad

 Ayuntamiento de Solidaridad

 @SolidaridadAyo



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 1922 - 1974

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAZA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2371 2024

*"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"*

El Libro de Honor contendrá además del registro de los nombres de las personas a quienes llegue a otorgarse el premio, la fecha y lugar de entrega.

Artículo 37.- Cuando la persona propuesta por el Comité de Premiación para recibir el Premio se excusare, el Comité de Premiación elegirá y dictaminará de entre las demás candidatas propuestas, en un término no mayor de ocho días.

Artículo 38.- Los casos no previstos por el presente Reglamento serán resueltos en definitiva por la Junta Directiva del Instituto de las Mujeres del Municipio de Solidaridad.

TRANSITORIOS

PRIMERO. - El presente reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

SEGUNDO. - Se derogan todas las disposiciones que contravengan el presente reglamento.

TERCERO. - Publíquese el presente acuerdo en el Periódico Oficial del Estado y en la Gaceta Municipal de Solidaridad, Quintana Roo.

Segundo. Publíquese el presente Acuerdo en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Tercero. Publíquese el presente Acuerdo en la Gaceta Municipal de Solidaridad, Quintana Roo.

Así lo mandan, dictan y firman los integrantes del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, "Cúmplase".

11

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx  AyuntamientodeSolidaridad  AytoSolidaridad  @GobSolidaridAyto

Playa del Carmen, Solidaridad, Quintana Roo, a 19 días del mes de agosto del año 2024.

El que suscribe Lic. Cecilio Puc Sansores, en mi calidad de Secretario General del Honorable Ayuntamiento Constitucional de Solidaridad, Quintana Roo, administración 2021-2024 y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 62 y 120 fracción VIII de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

C E R T I F I C O

Que el presente documento consta de 11 fojas útiles escritas al anverso es una reproducción fiel y exacta del Acuerdo mediante el cual se aprueba el Reglamento para la Entrega del Reconocimiento a las Mujeres Sobresalientes del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. "Elvia Carrillo Puerto", aprobado en la Septuagésima Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, Administración 2021-2024, celebrada el 16 de agosto de 2024, original que obra en los archivos de la Secretaria General de Solidaridad, Quintana Roo.



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAYA DEL CARMEN, QUINTANA ROO
2021 - 2024

Lic. Cecilio Puc Sansores
Secretario General del Honorable Ayuntamiento de
Solidaridad, Quintana Roo, Administración 2021-2024



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



II. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del 50 aniversario del
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

Acuerdo mediante el cual se aprueba la creación del Reglamento Interno de la Dirección de Diversidad Sexual de la Secretaría de Justicia Social y Participación Ciudadana del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

El Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 126, 133 y 145 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo; 2, 3, 65 y 66 fracción I, inciso c), 68, 69, 70, 74, 86, 87, 221, 224 y 225 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo; 7 fracción VII, 8 fracción I y 9 del Bando de Gobierno para el Municipio Solidaridad, Quintana Roo; 1, 2 fracción III y V, 3 fracción II y IV, 16 fracción II, 23, 24, 129, 130, 132, 133 fracción XXII, 148 fracción IV, 165 y 166 Reglamento Interno del Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo; y de acuerdo con los siguientes:

ANTECEDENTES

Único. Que fue recibido en la oficina de la Secretaría General el oficio R03/157/2024, signado por la C. Petra Luisa Villar Alfonseca, Tercera Regidora, mediante el cual remite el Dictamen emitido por la Comisión Edilicia de Diversidad Sexual sobre el Proyecto de Reglamento Interno de la Dirección de Diversidad Sexual de la Secretaría de Justicia Social y Participación Ciudadana del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, así como la solicitud para que el mismo sea sometido a consideración de las y los integrantes del Ayuntamiento en Sesión de Ayuntamiento para su discusión y aprobación en su caso.

CONSIDERANDO

Que el Municipio Libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado, el cual será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular directa, integrado por un Presidente o Presidenta Municipal y el número de Regidurías y Sindicaturas que la Ley determine, de conformidad con el principio de paridad. La competencia que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, otorga al Gobierno Municipal, se ejercerá por el Ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá Autoridad intermedia alguna entre éste y el Gobierno del Estado.

Que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala en su artículo 115 fracción II, párrafo segundo, que, los ayuntamientos tendrán facultados para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los Estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana vecinal.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@SolidaridadAyto

1



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año de la
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
QUINTANA ROO

Que la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, en su artículo 126 establece que: "El Municipio Libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado de Quintana Roo; es una institución de carácter público, constituida por una comunidad de personas, establecida en el territorio que le señala a cada uno de ellos la presente Constitución, con personalidad jurídica y patrimonio propio, autónomo en su gobierno interior y libre en la administración de su hacienda." Y continúa diciendo en su párrafo segundo que "La autonomía del Municipio Libre se expresa en la facultad de gobernar y administrar por sí mismo los asuntos propios de su comunidad, en el ámbito de competencia que le señala la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la presente Constitución y las leyes que conforme a ellas se expidan." Mismas disposiciones que se encuentran establecidas en el artículo 2 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

El artículo 133 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, en su primer párrafo dispone que "Cada municipio será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular directa, que se renovará cada tres años y residirá en la Cabecera Municipal. La competencia que esta Constitución otorga al Gobierno Municipal se ejercerá por el Ayuntamiento de manera exclusiva y no habrá autoridad intermedia alguna entre éste y el Gobierno del Estado." Misma disposición que se encuentra establecida en el artículo 7 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

Que la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo en su artículo 3º dice: "Cada municipio será gobernado por el Ayuntamiento al que le corresponde la representación política y jurídica del municipio, la administración de los asuntos municipales y el cuidado de los intereses de la comunidad dentro de su circunscripción territorial. Las autoridades municipales tienen competencia plena y exclusiva sobre su territorio, población y organización política-administrativa, con las limitaciones que les señalen las leyes."

Que el artículo 65 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo mandata lo siguiente: "Corresponde a los Ayuntamientos el ejercicio de las Facultades y la atención de las obligaciones que sean necesarias para conseguir el cabal cumplimiento de las atribuciones que les confieren la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Constitución Política del Estado y las Leyes que de ellas emanen."

Que de acuerdo a lo establecido en el artículo 66 fracción I, inciso c) de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, son facultades y obligaciones del Ayuntamiento, en materia de gobierno y régimen interior: "Aprobar los Bandos de Policía y Gobierno, los Reglamentos, Circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la Administración Pública Municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal."

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@solidaridadAyto

302



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2023 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLATA DEL CARMEN, QUINTANA ROO

*"2024, año del 50 aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"*

Que el artículo 221 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, establece que: *"El Bando de Policía y Gobierno, los Reglamentos, Circulares y demás Disposiciones de observancia general deberán contener las normas que requiera el régimen gubernamental y administrativo del Municipio, cuyos principios normativos corresponderán a la identidad de los mandatos establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Constitución Política del Estado de Quintana Roo."*

Que conforme a lo establecido en el artículo 224, de la Ley de los Municipio del Estado de Quintana Roo; los Reglamentos Municipales constituyen los diversos cuerpos normativos tendientes a regular, ejecutar y hacer cumplir el ejercicio de las facultades y obligaciones que esta ley confiere a los Ayuntamientos, en los ámbitos de su competencia.

Que la Ley de los Municipios en su artículo 225 establece que: *"El Bando de Policía y Gobierno, los Reglamentos, Circulares y demás Disposiciones Administrativas, deberán contener las disposiciones generales, los objetivos que se persiguen y los sujetos a quienes se dirige la regulación; la manera como se organizarán y administrarán los ramos respectivos; la clasificación de las faltas y los tipos de sanciones administrativas; las atribuciones y deberes de las autoridades municipales; y en general, todos aquellos aspectos formales o procedimientos que permitan la aplicación a los casos particulares y concretos de los principios normativos contenidos en la presente y en las demás leyes, cuando confieran funciones específicas a los Municipios"*.

Que, la fracción I del Artículo 7 del Bando de Gobierno para el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo establece a la letra que: *es fin esencial del Ayuntamiento, dentro del ámbito de las Leyes aplicables Estatales y Federales y su ámbito competencial municipal, lograr el bienestar general de los habitantes y visitantes del municipio, por lo tanto, las autoridades municipales sujetarán sus acciones a las siguientes disposiciones: I. Preservar la moralidad pública, la dignidad de la persona humana y, en consecuencia, las garantías individuales establecidas en el título primero de la constitución política de los estados unidos mexicanos."*

Que, el Bando de Gobierno para el Municipio de Solidaridad, establece en su artículo 98 Bis que: *En el Municipio de Solidaridad queda prohibida toda discriminación motivada por origen étnico o nacional, el género, la edad, las discapacidades, la condición social, las condiciones de salud, la religión, las opiniones, las preferencias sexuales, el estado civil o cualquier otra que atente contra la dignidad humana y tenga por objeto anular o menoscabar los derechos y libertades de las personas."*

Que, durante la Trigésima Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, la presente Administración Municipal elevó a la categoría de Dirección a la entonces Unidad de Diversidad Sexual, reforma que fue publicada el 17 de enero de 2023 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. Cabe señalar que la última reforma a las facultades de la persona titular del área data del año 2022.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx

 AyuntamientodeSolidaridad
  AyuntamientodeSolidaridad
  @solidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del Bicentenario del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"

Que, los Reglamentos deben reformarse de acuerdo a los cambios sociales y las nuevas necesidades del Municipio. De ahí que el Ayuntamiento de Solidaridad, debe llevar a cabo una revisión constante de la reglamentación existente para detectar aquellos reglamentos que deben ser modificados total o parcialmente, o actualizados en base al análisis que se haga de la determinada situación municipal que trate.

Hoy en día los gobiernos enfrentan el reto de satisfacer las demandas de una sociedad cada vez más exigente y crítica del quehacer público, siendo indispensable lograr una nueva gestión pública que responda efectivamente a las necesidades de la población en general, lo cual implica un gran reto hacia el desarrollo sustancial del Municipio. Esta necesidad conlleva una evaluación constante, para contar con ordenamientos jurídicos actualizados y vanguardistas que atiendan a cabalidad las necesidades de la ciudadanía.

El presente Reglamento Interno tiene como objetivo regular el funcionamiento de la Dirección de Diversidad Sexual, resaltando su papel en la promoción, protección, defensa y garantía de los derechos de las personas LGTBTTIQA+. Es importante destacar que este Reglamento regula las facultades de la Dirección, sin implicar una modificación o ampliación de su estructura orgánica actual.

Que debido a lo anterior y en ejercicio de las facultades que le son inherentes a este Honorable Ayuntamiento, resulta viable aprobar la creación del Reglamento Interno de la Dirección de Diversidad Sexual de la Secretaría de Justicia Social y Participación Ciudadana del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Por lo anteriormente expuesto se somete a la aprobación de las y los integrantes del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, el siguiente:

ACUERDO

Primero. Se aprueba la creación del Reglamento Interno de la Dirección de Diversidad Sexual de la Secretaría de Justicia Social y Participación Ciudadana Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, mismo que se inserta al presente acuerdo y que forma parte integral del mismo:

**REGLAMENTO INTERNO DE LA DIRECCIÓN
DE DIVERSIDAD SEXUAL DE LA SECRETARÍA DE JUSTICIA SOCIAL Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA
MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO**

**TÍTULO ÚNICO
DE LA DIRECCIÓN DE DIVERSIDAD SEXUAL**

**CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES**

Artículo 1.- El presente Reglamento tiene por objeto organizar y regular la estructura orgánica y el funcionamiento de la Dirección de Diversidad Sexual.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



AytoSolidaridad



@GobSolidaridadyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
PLAN DE CARRERAS, QUINTANA ROO

"2024, año del Plan de Carreras, Quintana Roo"
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

Las disposiciones del presente instrumento jurídico tienen como finalidad regular el funcionamiento interno de la Dirección de Diversidad Sexual del Honorable Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Artículo 2. La Dirección de Diversidad Sexual, en apego a lo establecido en el artículo 1° párrafo segundo y quinto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; artículos 12, 13 párrafo I, II, IV y V; 14, 16 Y 18 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, así como el artículo 67 del Reglamento Orgánico de la Administración Pública del Municipio de Solidaridad Quintana Roo, cuenta con las facultades para el ejercicio de promover, respetar, proteger y garantizar, los derechos humanos de las personas que viven, transitan y visitan la jurisdicción del municipio de Solidaridad.

Artículo 3.- Para los efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

- I. **ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL:** A la administración pública del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, integrada por la Administración Pública Centralizada y Descentralizada cuyos órganos integrantes dependen del Ayuntamiento y están subordinados jerárquicamente a la persona titular de la Presidencia Municipal, para despachar los diferentes asuntos que les corresponden;
- II. **AYUNTAMIENTO:** El Ayuntamiento constituido en asamblea deliberante que resuelve colegiadamente los asuntos de su competencia;
- III. **COMISION EDILICIA DE DIVERSIDAD SEXUAL:** Órgano auxiliar del Ayuntamiento para el mejor cumplimiento de sus funciones públicas, encargada del análisis, consulta y dictamen, especializado en diversidad sexual, principalmente;
- IV. **MUNICIPIO:** El municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo;
- V. **DIRECCIÓN:** la Dirección de Diversidad Sexual del Honorable Ayuntamiento de Solidaridad, de Quintana Roo;
- VI. **TITULAR:** La persona encargada de la Dirección de Diversidad Sexual;
- VII. **LGBTTTTQA+:** Siglas para referirse a las personas de la comunidad de la diversidad sexual;
- VIII. **DISCRIMINACIÓN:** Toda distinción, exclusión, restricción o preferencia que, por acción u omisión, con intención o sin ella, no sea objetiva, racional, ni proporcional y tenga por objeto o resultado obstaculizar, restringir, impedir, menoscabar o anular el reconocimiento, goce o ejercicio de los derechos humanos y libertades, cuando se base en uno o más de los siguientes motivos: razón de sexo, origen étnico, género, nacionalidad, contar con alguna discapacidad, ser de talla baja, edad, color de piel, condición social o económica, tener alguna enfermedad, orientación sexual, religión, ser extranjero, haber sido privado de la libertad, identidad cultural, idioma, preferencia política, o por cualquier otro motivo que ataque y/o lastime la dignidad humana.

Artículo 4. Para el despacho de las actividades y/o facultades de la Dirección, relacionadas con la Administración Pública Municipal, tanto centralizada como descentralizada, así como con las organizaciones de la sociedad civil, las relaciones se establecerán con la persona titular de la Dirección o con quien esté asignado.

Artículo 5. La Dirección planeará y realizará sus actividades con supeditar a los objetivos y metas que establezca el Plan Municipal de Desarrollo, las metas anuales y de acuerdo con el presupuesto asignado.

CAPÍTULO II
DE LOS DERECHOS DE LAS PERSONAS LGBTTTTQA+

Artículo 6.- La Dirección, velará que las personas LGBTTTTQA+ gocen de todos los derechos que establece nuestra Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos y los tratados internacionales de los que el Estado mexicano sea parte sin ninguna distinción y libres de estigmas, prejuicios, estereotipos y discriminación, para lograr una igualdad de condiciones y oportunidades con el resto de la población.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx | Ayuntamiento de Solidaridad | AytoSolidaridad | @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO

*"2024, año del Bicentenario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo"*

En consecuencia, la Dirección vigilará que las personas LGBTTTTQA+ no sean discriminadas por acciones de gobierno.

Artículo 7.- La Dirección, en el ámbito de su competencia garantizará los derechos de las personas LGBTTTTQA+; a través de las acciones de gobierno.

Artículo 8.- La Dirección, vinculará a las personas LGBTTTTQA+ con las dependencias Municipales para que estas participen plenamente en defensa de sus derechos.

Artículo 9.- La Dirección, promoverá los derechos político-electorales de las personas LGBTTTTQA+ a través de pláticas, talleres o acciones diversas en las cuales las personas de la diversidad participarán en el diseño e implementación de políticas públicas, programas y proyectos de gobierno.

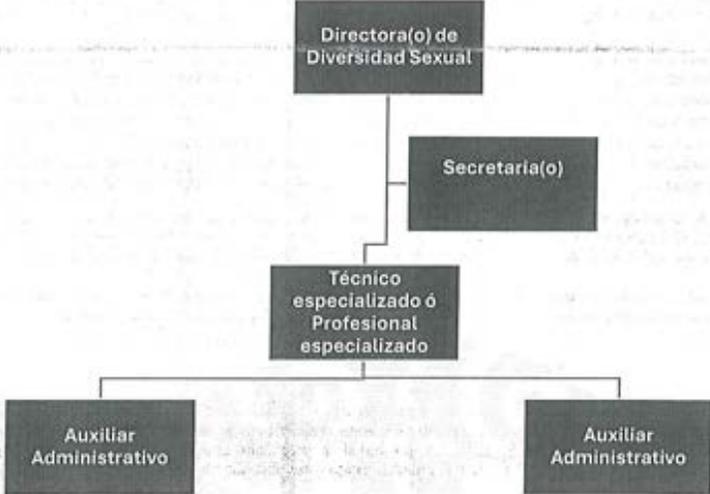
Asimismo, las autoridades de la Administración Pública Municipal procurarán incorporar a las personas de la comunidad bajo un enfoque basado en el respeto de los derechos humanos.

Artículo 10.- La Dirección, dentro de las facultades que le competen procurará implementar progresivamente las medidas y acciones afirmativas necesarias para la garantía, protección y el respeto de los derechos de las personas LGBTTTTQA+.

**CAPÍTULO III
DE LA ORGANIZACIÓN**

Artículo 11.- Para el estudio, planeación y despacho de los asuntos de su competencia, la Dirección, contará con una persona Titular nombrada por la persona Titular de la Presidencia Municipal, y esta será auxiliada por el personal asignado a los puestos autorizados en el organigrama que conforma la Dirección.

Artículo 12.- La estructura orgánica de la Dirección, estará conformada por:



```

graph TD
    A[Directora(o) de Diversidad Sexual] --- B[Secretaria(o)]
    A --- C[Técnico especializado ó Profesional especializado]
    C --- D[Auxiliar Administrativo]
    C --- E[Auxiliar Administrativo]
    
```

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx
Ayuntamientodesolidaridad
AysoSolidaridad
@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
"2024, año del 60.º aniversario"
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

Artículo 13. Las funciones de cada uno de los integrantes de la Dirección, se encontrarán descritas en el manual organización.

- I. Directora(o):
 - ✓ Establecer líneas de acción a tratar y trabajar para la creación del Plan anual
 - ✓ Organizar a los colaboradores para ejecutar sus funciones.
- II. Secretario(a):
 - ✓ Llevar la agenda diaria de actividades de la Dirección.
 - ✓ Contestar llamadas telefónicas.
 - ✓ Registro y control del Archivo.
- III. Técnico Especializado o Profesional Especializado:
 - ✓ Acompañamientos para quejas y denuncias que tengan que ver con casos de discriminación.
 - ✓ Asesoría Legal
 - ✓ Acompañamientos para cambio de identidad y matrimonios igualitarios.
- IV. Auxiliar Administrativa(o):
 - ✓ Realización de oficios, entrega de los mismo a las diferentes áreas.
 - ✓ Elaboración de SP.
 - ✓ Atención al Público en brigadas.
 - ✓ Apoyo a superiores jerárquicos.
 - ✓ Realización de eventos para conmemorar fechas descritas por la ONU.

**CAPÍTULO IV
DE LAS ATRIBUCIONES**

Artículo 14. La persona Titular de la Dirección, además de las atribuciones señaladas en el Artículo 67 del Reglamento Orgánico de la Administración Pública del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo y demás ordenamientos legales aplicables, le corresponde:

- I. Promover, atender y defender los derechos humanos de las personas LGTBTTTQA+, respetando los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad;
- II. Analizar y proponer programas y políticas públicas en materia de atención a las personas LGTBTTTQA+, mismas que permitan la inclusión;
- III. Proponer cualquier tipo de instrumento jurídico que tenga como objeto la promoción y defensa de los derechos de las personas LGTBTTTQA+ que habitan en el municipio;
- IV. Coadyuvar con las dependencias de la Administración Pública Municipal para la creación de los planes de trabajo transversales e incluyentes;
- V. Emitir opiniones técnicas cuando le sean solicitadas por la Comisión Edilicia de Diversidad Sexual y los integrantes del Ayuntamiento;
- VI. Proponer a los integrantes de la Comisión Edilicia de Diversidad Sexual, iniciativas de reforma o creación a los ordenamientos municipales con el fin de lograr soluciones a problemáticas específicas de la población LGTBTTTQA+;
- VII. Asesorar a las y los servidores públicos cuando estos así lo requieran;
- VIII. Realizar acciones de difusión a través de medios de información con los que cuente el Ayuntamiento, promoviendo el acceso a las actividades que realice la Dirección;
- IX. Proporcionar asesoría y atención integral en ámbitos de su competencia a personas en situación de discriminación por identidad de género u orientación sexual.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx

 Ayuntamiento de Solidaridad
  Aytosolidaridad
  @SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024

Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad



M. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD

SECRETARÍA GENERAL DEL

"2024, año del Bicentenario del

Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

- X. Servir como vínculo, para actividades propias de las personas LGBTTTIQA+ entre el gobierno y las organizaciones de la sociedad civil, instituciones nacionales e internacionales, y especialistas, dedicadas a la defensa de los derechos de las personas de la comunidad LGBTTTIQA+;
- XI. Diseñar, implementar y coordinar acciones, con enfoque de transversalidad y de impacto en cada área de la administración pública municipal;
- XII. Propiciar ambientes laborales inclusivos dentro de las dependencias que integran la Administración Pública Municipal y a petición de parte, emitir recomendaciones y/o sugerencias para el sector público estatal e iniciativa privada municipal;
- XIII. Desarrollar entornos de paz que también sean libres de discriminación para todas las personas de la comunidad LGBTTTIQA+; en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo;
- XIV. Visibilizar las fechas conmemorativas de la comunidad LGBTTTIQA+ en los edificios de la Administración Pública Municipal y en edificios privados que así lo permitan y conste permiso por escrito;
- XV. Impartir asesorías en la materia de diversidad sexual a la población que lo solicite;
- XVI. Coordinar acciones con la Dirección de Capacitación adscrita a la Oficialía Mayor, organismos e instituciones afines a la comunidad LGBTTTIQA+, respecto a coadyuvar con temas inherentes a la capacitación y actualización para el empoderamiento de la comunidad LGBTTTIQA+;
- XVII. Rendir un informe trimestral de actividades a la persona titular de la Presidencia de la Comisión Edilicia de Diversidad Sexual;
- XVIII. Recepcionar las quejas relacionadas a las personas LGBTTTIQA+, a la Unidad Especializada de Derechos Humanos, para su atención y seguimiento; y
- XIX. Auxiliarse de la Dirección del Centro de Mediación, adscrita a la Secretaría de Justicia Cívica y Convivencia Humana o de la Unidad Especializada de Derechos Humanos, adscrita a la Secretaría General a fin de conciliar o mediar, las quejas de naturaleza estrictamente administrativa relacionadas a las presuntas violaciones a los derechos humanos de la personas de la diversidad sexual.

CAPÍTULO V

DE LA PROMOCIÓN DE LA CULTURA PARA LA PAZ Y EL PRINCIPIO PRO-PERSONA.

Artículo 15. La persona titular de la Dirección, tendrá la encomienda de impulsar la cultura de la paz y de inclusión social, entendida como un conjunto de valores, actitudes y comportamientos que fomenten la paz en el Municipio, así como el rechazo a la violencia.

Artículo 16. La Dirección actuará como órgano de consulta, cuando así se le solicite, respecto a las acciones de gobierno que se pretendan instituir y que tengan relación a la diversidad sexual, ponderando en todo momento el Principio Pro Persona.

CAPÍTULO VI

DE LAS RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCIÓN DE DIVERSIDAD SEXUAL.

Artículo 17. Serán causas de responsabilidad administrativa a la Dirección por incumplimiento las siguientes:

- I.- Usar, sustraer, destruir, ocultar, inutilizar, divulgar o alterar total o parcialmente y de manera indebida información pública que se encuentre bajo su custodia, al cual tengan acceso o conocimiento con motivo de su empleo, cargo o comisión;
- II.- Actuar con negligencia, dolo o mala fe en los informes, materia de derechos humanos y/o actos de discriminación conforme a la Ley General de Responsabilidades Administrativas y a este Reglamento;
- III.- Denegar injustificadamente la entrega de información;
- IV.- La demora injustificada para proporcionar información requerida;
- V.- Proporcionar información falsa.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernosolidaridad.gob.mx



Ayuntamiento de Solidaridad



Ayuntamiento de Solidaridad



@SolidaridadAyto



RENOVAMOS PARA CRECER
SOLIDARIDAD
GOBIERNO MUNICIPAL - 2021 - 2024



Honorable Ayuntamiento
del Municipio de Solidaridad

AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD
ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO

2024, año del 50º aniversario del
Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

CAPITULO VII
DE LAS SANCIONES.

Artículo 18. Los titulares de las dependencias de la administración pública municipal que no atiendan y auxilien a la Dirección, se harán acreedoras a las sanciones y responsabilidades señaladas en la Ley General de Responsabilidades Administrativas y en las demás disposiciones jurídicas aplicables y en el Código de Ética y Conducta de las y los Servidores Públicos del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

Artículo 19. La persona titular de la Dirección, deberá informar al Órgano Interno de Control Municipal, sobre las presuntas faltas administrativas de los actos u omisiones que se deriven del incumplimiento establecido en el presente Reglamento en que incurran los servidores públicos de la Dirección de Diversidad Sexual para que, en el ejercicio de sus atribuciones, determinen lo que en derecho corresponda.

Abstenerse de cualquier acto u omisión que implique incumplimiento de cualquier disposición jurídica relacionada con el servicio público.

TRANSITORIOS

PRIMERO. El presente reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Segundo. Publíquese el presente acuerdo en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Tercero. Publíquese el presente acuerdo en la Gaceta Municipal de Solidaridad, Quintana Roo.

Así lo mandan dictar y firman los integrantes del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, Cúmplase.

#RenovamosParaCrecer

www.gobiernodesolidaridad.gob.mx  AyuntamientodeSolidaridad  AytoSolidaridad  @SolidaridadAyto

Playa del Carmen, Solidaridad, Quintana Roo, a **02** días del mes de **septiembre del año 2024.**

El que suscribe **Lic. Cecilio Puc Sansores**, en mi calidad de Secretario General del Honorable Ayuntamiento Constitucional de Solidaridad, Quintana Roo, administración 2021-2024 y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 62 y 120 fracción VIII de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.

C E R T I F I C O

Que el presente documento consta de **09** fojas útiles escritas al anverso es reproducción fiel y exacta del **Acuerdo mediante el cual se aprueba la creación del Reglamento Interno de la Dirección de Diversidad Sexual de la Secretaría de Justicia Social y Participación Ciudadana del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo**, aprobado en la **Septuagésima Primera Sesión Ordinaria** del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, Administración **2021-2024**, celebrada el **30 agosto de 2024**, que obran en los archivos de la **Secretaría General** del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.



H. AYUNTAMIENTO DE SOLIDARIDAD
SECRETARÍA GENERAL DEL
HONORABLE AYUNTAMIENTO
Lic. Cecilio Puc Sansores
Secretario General del Honorable Ayuntamiento de
Solidaridad, Quintana Roo, administración 2021-2024



Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tulum,
Quintana Roo.



Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización del Atlas de Riesgo del Municipio de Tulum, Quintana Roo, 2023.

El Ayuntamiento del Municipio de Tulum, Quintana Roo y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 126 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo; 2, 3, 65, 89, 90, fracciones I, III, XIV, de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo; 3, 8, 16, 19 fracción XXII de la Ley General de Protección Civil; artículo 6, 37 fracción IV, 38, fracción II, 39 y 59 fracción I de la Ley de Protección Civil del Estado de Quintana Roo; 12, fracción IV, 23, fracción IV, 179, 180, 181, 182, 183 del Reglamento de Protección Civil del Municipio de Tulum, Quintana Roo; 2, fracción VI, 12, fracciones I y XXIV, 19, XXVI del Reglamento Interior de la Dirección General de Protección Civil y Bomberos de Tulum, Quintana Roo; y

Considerando

- I. Que el primer párrafo del artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que el Municipio libre, es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa de los estados; y en la fracción II del mismo artículo constituye a los municipios con personalidad jurídica, y facultades para manejar su patrimonio conforme a la ley.
- II. Que el artículo 126 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, establece en su primer párrafo, que el municipio libre es la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado de Quintana Roo; dispone asimismo que es una institución de carácter público, constituida por una comunidad de personas, establecida en el territorio que señala la propia Constitución, con personalidad jurídica y patrimonio propio, autónomo en su gobierno interior y libre en la administración de su hacienda; en su párrafo segundo establece que la autonomía del Municipio libre, se expresa en la facultad de gobernar y administrar por sí mismo los asuntos propios de su comunidad, en el ámbito de competencia que le señala la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la propia Constitución de nuestro Estado Quintana Roo, y las leyes que conforme a ellas se expidan; la disposición es coincidente con lo previsto en el artículo 2 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo.



Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tulum,
Quintana Roo.



- III. Que la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, en su artículo 3° establece que el gobierno de cada Municipio estará a cargo del Ayuntamiento, siendo éste último al que le corresponde la representación política y jurídica del Municipio, la administración de los asuntos municipales y el cuidado de los intereses de la comunidad dentro de su circunscripción territorial. La propia disposición, establece que las autoridades municipales tienen competencia plena y exclusiva sobre su territorio, población y organización política-administrativa.
- IV. Que el artículo 65 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, dispone que corresponde a los Ayuntamientos, el ejercicio de las facultades y la atención de las obligaciones que sean necesarias para conseguir el cabal cumplimiento de las atribuciones que les confieren la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado y las leyes que de ellas emanen.
- V. Que la Ley General de Protección Civil tiene por objeto establecer las bases de coordinación entre los órdenes de gobierno en materia de protección civil, y en el artículo 3° prevé que los distintos órdenes de gobierno tratarán en todo momento que los programas y estrategias dirigidas al fortalecimiento de los instrumentos de organización y funcionamiento de las instituciones de protección civil se sustenten en un enfoque de gestión integral.
- VI. Que la citada Ley General en el artículo 19, fracción XXII prevé que el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) supervisará que se realice y se mantenga actualizado el Atlas Nacional de Riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México. El Atlas se integra con la información a nivel nacional, de las entidades federativas, Municipales y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México. Consta de bases de datos, sistemas de información geográfica y herramientas para el análisis y la simulación de escenarios, así como la estimación de pérdidas por desastres. Por la naturaleza dinámica del riesgo, deberá mantenerse como un instrumento de actualización permanente. Los atlas de riesgo constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo;
- VII. Que los artículos 38 y 39 de la Ley de Protección Civil del Estado de Quintana Roo, prevén que los Ayuntamientos establecerán sus propios Sistemas y Consejos de Protección Civil; y son estos últimos, órganos de consulta y de coordinación de los gobiernos municipales para convocar, concertar, inducir e



Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tulum,
Quintana Roo.



TULUM

integrar las acciones de los Sistemas Municipales de Protección Civil. De tal modo, que el artículo 59, fracción I de la citada ley contempla que el Sistema Estatal de Información de Protección Civil comprenderá la información relativa, disponible y contenida en los Atlas de riesgos estatal y municipales.

- VIII. Que los artículos 15, fracción II y 23, fracción IV del Reglamento de Protección Civil del Municipio de Tulum, Quintana Roo establecen que el Sistema Municipal de Protección Civil del Municipio de Tulum, se integrará entre otros por, el Consejo Municipal de Protección Civil siendo este, a quien corresponde integrar y mantener actualizado el Atlas Municipal de Riesgos sobre desastres factibles en el Municipio y las posibles consecuencias que puedan derivarse de cada uno de ellos, a efecto de organizar acciones para eliminar aquellos o disminuir el impacto de los mismos en la población, sus bienes y en la naturaleza,
- IX. Que el artículo 37, fracción IV de la Ley de Protección Civil del Estado de Quintana Roo en concordancia con el artículo 12, fracción IV del Reglamento de Protección Civil del Municipio de Tulum y el artículo 19 Fracción XXVII del Reglamento Interior de la Dirección General de Protección Civil del municipio de Tulum, Quintana Roo, prevé como atribución del Ayuntamiento, participar en la elaboración y actualización del Atlas de Riesgos, estableciendo los requisitos y disposiciones para su realización.
- X. Que en fecha 11 de enero del 2016, se aprobó en la Quincuagésima Novena Sesión Ordinaria del H. Ayuntamiento de Tulum, Quintana Roo, el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tulum, Quintana Roo 2015, mismo que fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 20 de julio de 2016;
- XI. Que en la Vigésima Segunda Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tulum, Quintana Roo de fecha 03 de agosto del 2022, se aprobó suscribir un Convenio de Colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo a fin de actualizar el Atlas de Riesgo. La actualización del Atlas de Riesgo fue entregada y presentada por la Universidad al municipio de Tulum en fecha 14 del mes de noviembre de 2023.
- XII. Con fecha 20 de febrero del año 2024, mediante oficio MT/DGPC/YB/036/2023 el Director General de Protección Civil y Bomberos del Ayuntamiento de Tulum remitió al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) la actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum, Quintana Roo para su revisión y posterior integración al atlas nacional de riesgos.



Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tulum, Quintana Roo.



XIII. Que el Centro Nacional de Prevención de Desastres mediante oficio número SSPC/CENAPRED/DG/00530/2024, de fecha 18 de abril de 2024, indicó que la información se había integrado al Atlas Nacional de Riesgos, en el entendido de que es responsabilidad del municipio la veracidad del contenido; emitiéndose recomendaciones para que en la medida de lo posible sean tomadas en cuenta en futuras actualizaciones. Cabe mencionar que el Atlas de Riesgo Municipal se encuentra disponible para su consulta en el sitio web oficial de la CENAPRED.

Que con fecha 7 de agosto de 2024, se sometió a la consideración y en su caso aprobación, de los miembros del Consejo Municipal de Protección Civil la actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum, Quintana Roo para remitirlo a la Secretaría General del H. Ayuntamiento de Tulum, a efecto de solicitar que sea considerado en un punto de acuerdo en la próxima sesión del Honorable Ayuntamiento de Tulum.

XIV. Que con la finalidad de dar cumplimiento a la obligación de actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum, que permita tener la información de los agentes perturbadores y daños esperados, los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición que se puede presentar en la demarcación territorial de Tulum, la actualización permitirá contemplar y emprender las acciones, que busque disminuir los riesgos de los habitantes del Municipio, es que se somete a consideración de este Cabildo, el presente Acuerdo para aprobar la actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum, Quintana Roo 2023.

Por lo anteriormente expuesto, fundado y motivado, los integrantes del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tulum, Quintana Roo, emiten el presente:

Acuerdo

PRIMERO. Se aprueba la actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tulum, Quintana Roo, 2023, por los motivos expuestos en los Considerandos del presente Acuerdo, mismo que se anexa al presente Acuerdo formando parte integral del mismo

SEGUNDO. Se ordena la publicación del presente Acuerdo en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo; para tales efectos se instruye al Secretario General del Ayuntamiento del Municipio de Tulum, Quintana Roo, para certificar el presente Acuerdo y el Acta de Sesión del cual sea parte.

Así lo mandan, dictan y firman los ciudadanos miembros del Ayuntamiento de Tulum, Quintana Roo. Publíquese y Cúmplase

Handwritten signatures in blue ink on the left side of the page.

Handwritten signature in blue ink at the bottom center of the page.

Vertical column of handwritten signatures and initials in blue ink on the right side of the page.



Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tulum,
Quintana Roo.



C. Diego Castañón Trejo.
Presidente Municipal de Tulum, Quintana Roo.

C. María Teresa Arana Sánchez.
Síndico Municipal.

C. David Manances Tah Balam.
Primer Regidor.

C. Beatriz Anahi Mendoza Samos.
Segunda Regidora.

C. Martín Dzib Chimal.
Tercer Regidor.

C. Fany Adriana Gallegos Sánchez.
Cuarta Regidora.

C. Carlos Adolfo Coral Basulto.
Quinto Regidor.

C. Paulina Yadira Malpica Yáñez.
Sexta Regidora.

AUSENTE
C. Víctor Mas Tah.
Séptimo Regidor.

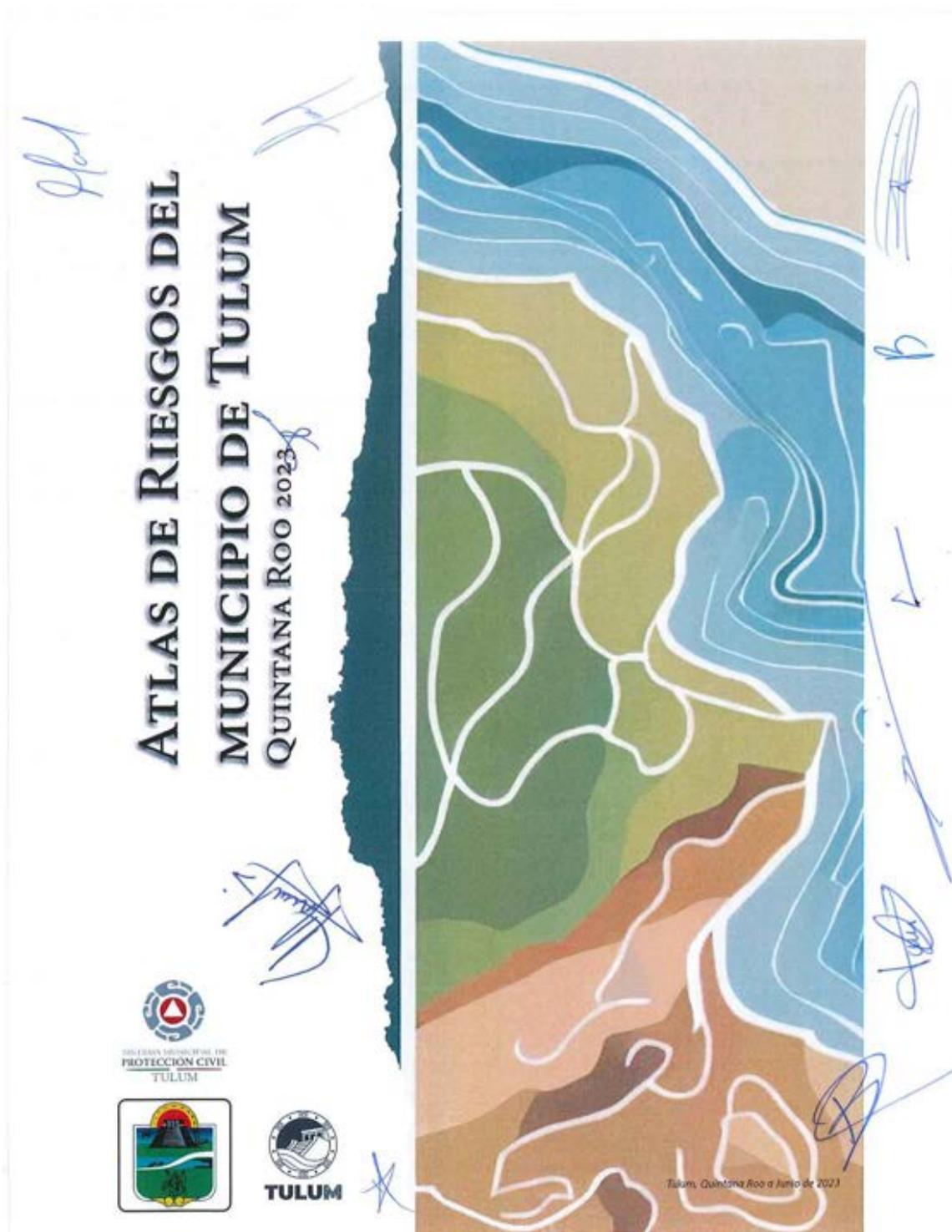
C. Tania Alejandra Ramírez Fernández.
Octava Regidora.

C. Iván Alfredo Dzul Cabañas.
Noveno Regidor.

Doy Fe.

Lic. Bernabé Jehosafat Pech Ramírez.
Secretario General del Ayuntamiento
del Municipio de Tulum, Quintana Roo.

Las presentes firmas corresponden al Acuerdo de la Septuagésima Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Tulum, Quintana Roo, de fecha lunes doce del mes de agosto de 2024.



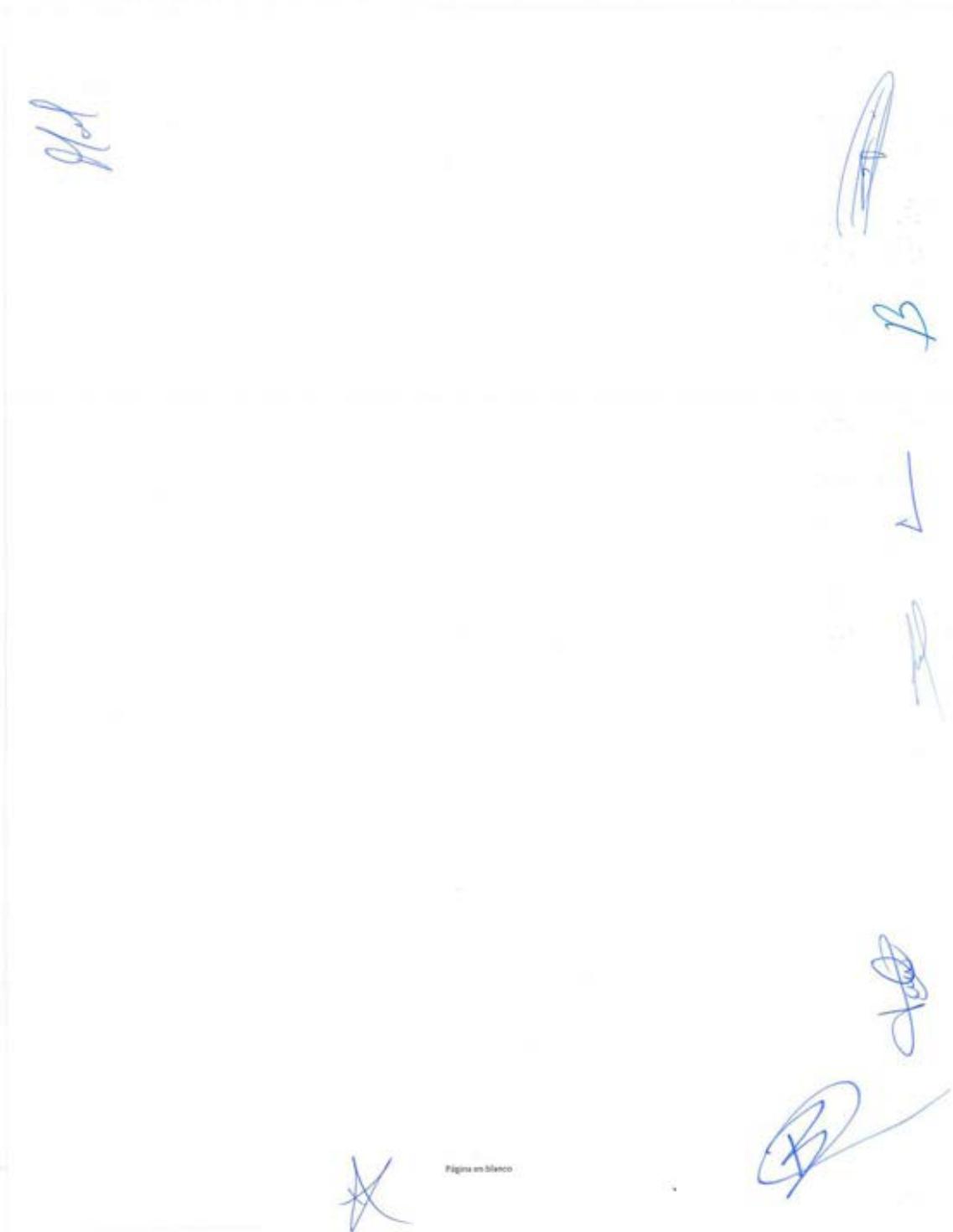


Figura en blanco

ATLAS DE RIESGOS
DEL MUNICIPIO DE TULUM
QUINTANA ROO
2023



Ayuntamiento de Tulum, Quintana Roo 2021 - 2024



Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo
Secretaría de Extensión y Vinculación
Centro de Información Geográfica
Cuerpo Académico de Geografía y Geomática

H. Ayuntamiento de Tulum, Quintana Roo 2021 - 2024

Diego Castañon Trejo
Presidente Municipal

María Teresa Arana Sánchez
Síndico Municipal
Comisión de Hacienda, Patrimonio y Cuenta

David Manances Tah Balam
Primer Regidor
Comisión de Bienestar, Salud Pública y Asistencia Social

Beatriz Anahí Mendoza Samos
Segundo Regidor
Comisión de Turismo, Industria, Comercio y Asuntos Agropecuarios

Martín Dzib Chimal
Tercer Regidor
Comisión de Anticorrupción, Participación Ciudadana y Transporte

Fany Adriana Gallegos Sánchez
Cuarto Regidor
Comisión de Educación, Cultura, Deporte y Desarrollo Juvenil

Carlos Adolfo Coral Basulto
Quinto Regidor
Comisión de Obras y Servicios Públicos

Paulina Yadira Malpica Yáñez
Sexto Regidor
Comisión de Desarrollo Urbano, Ecología, Ambiente y Protección Animal

Víctor Mas Tah
Séptimo Regidor
Comisión de Espectáculos, Diversiones, Trabajo y Previsión Social

Eva Rosely Rocha Geded
Octavo Regidor
Comisión de Desarrollo Familiar, Grupos Vulnerables, para la Igualdad de Género y Asuntos Indígenas

Iván Alfredo Dzul Cabañas
Noveno Regidor
Comisión de Seguridad Pública, Policía Preventiva, Tránsito y Derechos Humanos

Este documento es de carácter público. No es confidencial y puede ser de dominio público. Si existen errores de impresión que paguen todos los contribuyentes. Esta publicación es un acto administrativo con fines políticos, electorales, de fomento y otros relativos a las establecimientos, que no paga sus molestias deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante autoridad competente.

**ATLAS DE RIESGOS
DEL MUNICIPIO DE TULUM
QUINTANA ROO
2023**



H. Ayuntamiento de Tulum, Quintana Roo 2021 - 2024

C. Diego Castañon Trejo
Presidente Municipal

Reconocimiento especial al C. Marcelino Dzul Coamal(†) por dar inicio a este Atlas.

Comisión técnica por parte del Ayuntamiento de Tulum

Lic. Jéssica Jacqueline Martínez Barrios
Dirección General de Protección Civil y Bomberos

Arg. Libertad Vázquez Burgos
Dirección General de Ordenamiento Ambiental y Cambio Climático

Ing. Jesús Alberto Sandy Interián
Dirección General de Planeación Municipal



Elaborado por

Secretaría de Extensión y Vinculación Zona Sur
Centro de Información Geográfica

Comisión técnica por parte del Universidad de Quintana Roo

M. en P. Gerardo Daniel López Montejo
Responsable del Centro de Información Geográfica (CIG)

Dra. María Luisa Hernández Aguilar
Responsable del Área de Percepción Remota del CIG

C. Ramiro Javier Cabrera Guillermo
Analista del Centro de Información Geográfica

Tulum, Quintana Roo
Junio de 2023

Primera edición: Junio de 2023

Fotografía de portada: Vince Russell de Unplash
Diseño de portada: Gerardo Daniel López Montijo
Diseño cartográfico: María Luisa Hernández Aguilar
Cartografía digital: Randy Mauricio Martínez Torres
Edición de datos: Ramiro Javier Cabrera Guillermo

Esta publicación es propiedad del Ayuntamiento de Tulum, Quintana Roo.

Los derechos de propiedad intelectual sobre los contenidos son del dominio de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo y los autores del mismo.

© Ayuntamiento de Tulum 2021-2024, 2023
© Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, 2023

CONTENIDO

1. Introducción2

2. Antecedentes.....3

3. Objetivo6

4. FASE I MARCO TEÓRICO6

4.1. Determinación de los niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....6

4.2. Caracterización de los elementos del medio natural.....7

4.2.1. Fisiografía y geomorfología7

4.2.2. Geología.....8

4.2.3. Edafología.....9

4.2.4. Hidrografía, cuencas y subcuencas.....10

4.2.5. Cuerpos de agua.....11

4.2.6. Corrientes de agua.....11

4.2.7. Dolinas.....11

4.2.8. Clima.....12

4.2.9. Precipitación.....13

4.2.10. Escenarios climáticos.....13

4.2.11. Áreas Naturales Protegidas14

4.3. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos 15

4.3.1. Dinámica demográfica15

4.3.2. Características sociales.....19

4.3.3. Características de la vivienda38

4.3.4. Empleo e ingresos43

4.3.5. Equipamiento e infraestructura47

4.3.6. Asentamientos irregulares51

5. FASE II. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD Y LOS PELIGROS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL.....54

5.1. Fenómenos geológicos54

5.1.1. Vulcanismo55

Handwritten mark

CONTENIDO

5.1.2. Sismos 57

5.1.3. Tsunamis 61

5.1.4. Inestabilidad de laderas 74

5.1.5. Hundimientos 81

5.1.6. Subsidiencias 86

5.1.7. Agrietamientos 91

5.2. Fenómenos astronómicos 93

5.3. Fenómenos hidrometeorológicos 98

5.3.1. Ondas cálidas y frías 98

5.3.2. Sequías 103

5.3.3. Heladas 113

5.3.4. Tormentas de granizo 113

5.3.5. Ciclones tropicales 116

5.3.6. Tormentas eléctricas 125

5.3.7. Tornados 131

5.3.8. Tormentas severas 137

5.3.9. Inundaciones por lluvias extremas 143

5.4. Fenómenos químicos tecnológicos 155

5.4.1. Almacenamiento de sustancias peligrosas 155

5.4.2. Incendios forestales 159

5.5. Fenómenos sanitario-ecológicos 163

5.5.1. Contaminación aire, suelos y agua 163

5.5.2. Epidemias y plagas 190

6. FASE III. VULNERABILIDAD 196

6.1. Vulnerabilidad social 196

6.1.1. Grado de vulnerabilidad social 196

7. FASE IV. RIESGO 248

7.1. El Riesgo y sus componentes 248

7.1.1. Los componentes del riesgo 248

7.2. Riesgo por ciclones tropicales 249

7.3. Riesgo por inundaciones 252

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten marks

[Handwritten signature]

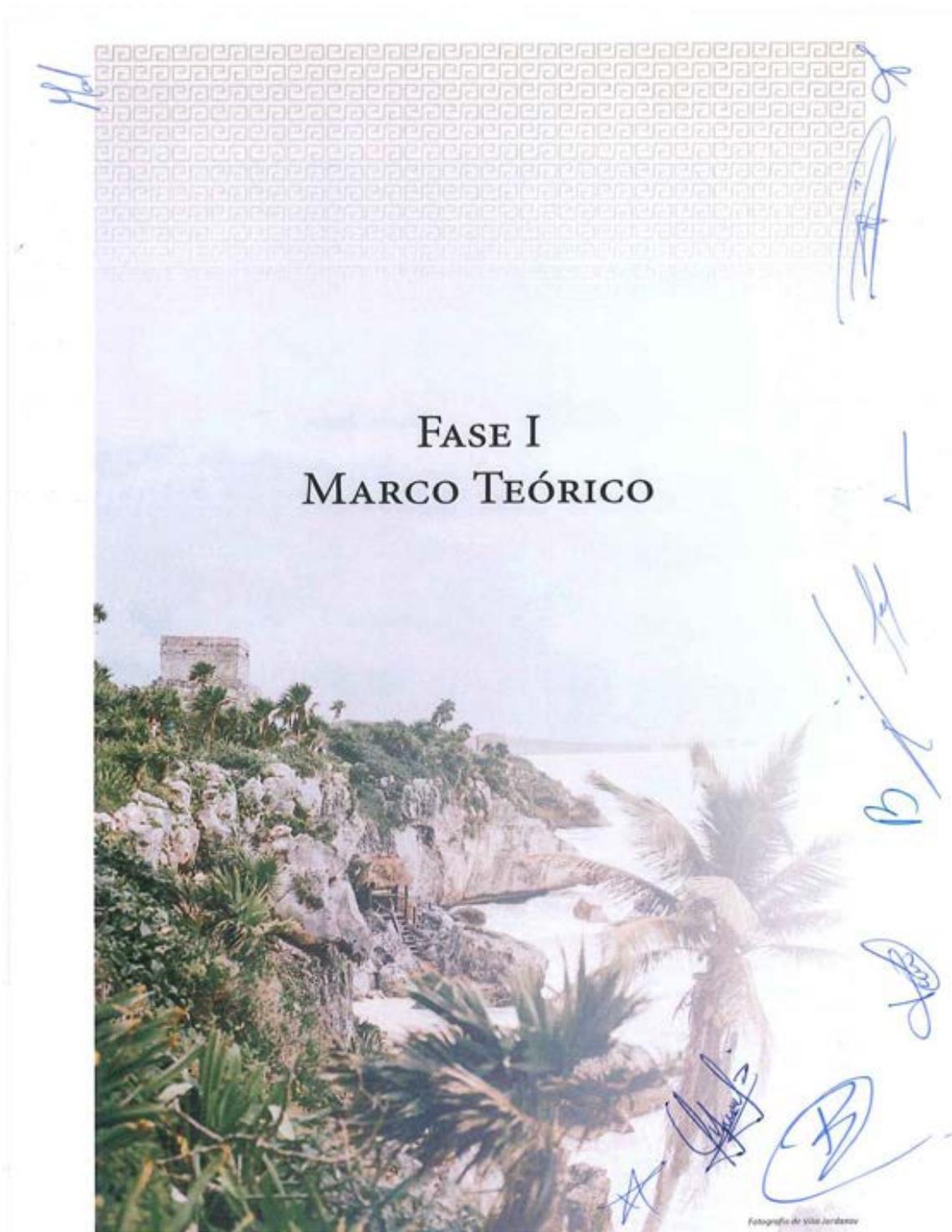
CONTENIDO

8. FASE V. PROPUESTA DE ESTUDIOS, OBRAS O ACCIONES.....256

8.1. Planteamiento de propuestas.....256

9. Referencias bibliográficas:.....265

[Handwritten signature]



1. Introducción

En materia de gestión de riesgos de desastres, sobre la base del Marco de Acción de Hyogo (MAH) (2005-2015) y Marco de Sendai (2015-2030), se ha reconocido a nivel internacional que las políticas públicas y acciones en materia de gestión integral de riesgo deben enfocarse en el aumento de la resiliencia de las comunidades y la reducción de las pérdidas y daños ante las amenazas naturales. El objetivo principal por alcanzar al 2030 es "La reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas que puedan ocasionar, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud como en bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países" (UNISDR, 2015).

Evaluar el riesgo de desastres no significa simplemente estimar el daño físico esperado, damnificados o pérdidas económicas, sino también valorar factores sociales, así como la habilidad organizacional y la capacidad institucional. En materia de gestión de riesgos de desastres, la capacidad institucional se concibe como la capacidad administrativa y de gestión de un territorio, principalmente en la aplicación de políticas públicas para responder de manera eficiente y adecuada ante las amenazas.

Entre los cambios más importantes entre estas perspectivas se encuentra el marcado énfasis puesto en la "gestión del riesgo de desastres" en lugar de la "gestión de desastres". Por lo que los gobiernos deben adoptar medidas específicas en todos los sectores, desde lo local a lo global, basándose en las cuatro prioridades de acción del Marco de Sendai: 1) comprender el riesgo de desastres, 2) fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo, 3) invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia y 4) aumentar la preparación para casos de desastres a fin de dar una respuesta eficaz y acionar una recuperación, rehabilitación y reconstrucción de mejor manera (UNISDR, 2015).

México desde 1986 ha establecido su propia gestión de riesgo, a partir de la tragedia sufrida por el temblor de 1985. Es así, que, por decreto presidencial, en 1986 se establece el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). Posteriormente, en 1988, con el apoyo del gobierno de Japón, se crea el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), instancia concebida para mejorar los conocimientos existentes en prevención de desastres, contribuyendo en actividades de investigación y desarrollo, apoyado por el personal académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quedando como un órgano administrativo desconcentrado, jerárquicamente subordinado a la Secretaría de Gobernación (SEGOB). Años más tarde, en el año 2000, para establecer las bases de coordinación entre los distintos órdenes de gobierno en materia de protección civil, se decreta la primera Ley General de Protección Civil (LGPC), la cual se reformó en junio de 2012, diciembre de 2017 y julio 2018. Lo anterior, creó un sólido marco institucional y de políticas públicas en el país, dando lugar a las funciones y responsabilidades de la evaluación de riesgos en México, cuyo enfoque involucra una mejor comprensión científica de las amenazas, que entre sus pretensiones se encuentran el desarrollo y actualización de los Atlas de Riesgo, como herramientas de planeación territorial (Hernández y López, 2020).

Los Atlas de Riesgo (AR) constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la "Gestión Integral del Riesgo"; asimismo, se establece que el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) es la institución técnica-científica de la Coordinación Nacional de Protección Civil que tiene entre sus atribuciones la Integración del Atlas Nacional de Riesgos (ANR) (DOF, 2014). De acuerdo con Guevara, et. al. (2006), los antecedentes del Atlas Nacional de Riesgo (ANR) se remontan a 1991, cuando la Secretaría de Gobernación publicó una primera versión del "Atlas Nacional de Riesgos" y posteriormente el "Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en la República Mexicana", elaborado por el CENAPRED en 2001. Asimismo, en 2004, CENAPRED publica la primera "Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel de Ciudad, Identificación y Zonificación" y la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgo". El Go-

bierno Federal, a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), desarrolló para el ejercicio fiscal 2017, el Programa de Prevención de Riesgos (PPR), actual rector para el desarrollo de los AR. Este programa tiene sus antecedentes de la fusión del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PPRAH), manejado por lo que fue la Secretaría de Desarrollo Social en 2011 (SEDESOL) y operado hasta 2015. Desde 2016, 2017 y 2018 se publica la "Guía de Contenido Mínimo para los Atlas de Riesgo" y sus reglas de operación en el Diario Oficial de la Federación (DOF), con la finalidad de contar con criterios homogéneos para establecer los elementos y características mínimas que deberán contener los AR estatales y municipales, a fin de posibilitar su integración de manera uniforme al ANR.

Los AR se conciben como instrumentos de planificación que sirven de base al conocimiento del territorio y de los peligros que pueden afectar a la población y a los servicios básicos de las ciudades, y a su vez, permiten hacer una mejor planeación del desarrollo urbano y de esa forma contribuir a la toma de decisiones para la reducción de riesgo de desastres. En los AR se establecen los diferentes niveles de peligro y riesgo, para todos los fenómenos que influyen en las distintas zonas. Dichos instrumentos deberán ser tomados en consideración por las autoridades competentes, para la autorización o no de cualquier tipo de construcciones, obras de infraestructura o asentamientos humanos. Los usuarios finales de los AR, son las autoridades competentes de los gobiernos locales, cuyo objetivo principal es que cuenten con una herramienta geográfica para 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.

Este Atlas de Riesgo del municipio de Tulum está compuesto por un conjunto de mapas de los fenómenos perturbadores (peligros) y de los riesgos naturales con las condiciones de vulnerabilidad de la población e infraestructura estratégica. Los mapas cuentan con una serie de capas relacionadas entre sí que representan la magnitud y ubicación del peligro o del riesgo para un sistema afectable. Inicialmente se hace una descripción del área de estudio (municipio de Tulum); más adelante se describen y analizan los fenómenos perturbadores que podrían presentarse en el área de estudio; se caracterizan los elementos sociales, económicos y demográficos, es decir, los elementos vulnerables ante la presencia de fenómenos perturbadores; en último capítulo se identifica el riesgo ante fenómenos perturbadores a partir de la integración y análisis de los elementos descritos en los capítulos anteriores.

Para la realización de este Atlas, primero se diseñó y construyó un Sistema de Información Geográfica (SIG) que integra los elementos de peligro, vulnerabilidad y riesgo. Los dos primeros a partir de datos base, y el último sistema a partir de los resultados derivados de un análisis espacial. Las bases de datos espaciales creadas pueden ser consultadas y actualizadas desde cualquier programa de cómputo de SIG. Las principales fuentes de datos para este estudio fueron, en primer lugar, el gobierno municipal de Tulum, INEGI, COESPQ, CONAPO, CONABIO, CONAGUA, SCT. Por otra parte, diversas dependencias del gobierno municipal aportaron datos muy valiosos y significativos. De igual manera, se desarrolló trabajo y levantamiento en campo para corroborar, corregir y actualizar datos de infraestructura urbana (gasolineras, escuelas y edificios públicos). Los límites de las zonas urbanas de las localidades fueron actualizados a partir de imágenes de satélite y fotografías aéreas con vehículo aéreo no tripulado, comúnmente conocidos como dron.

Los mapas generados tienen una escala 1:210,000 cuando el tema presentado está fuera de la cabecera municipal, para la cual se usa una escala de 1:50,000; están divididos en cuatro diferentes temáticas: la primera corresponde a las características naturales del medio físico (Fisiografía, Geología, Geomorfología, Edafología, Hidrología, Climatología, Uso de Suelo y Vegetación y Áreas Naturales Protegidas). Posteriormente se presenta el conjunto de peligros "Geológicos e Hidrológicos", en donde se muestran las áreas de ocurrencia ante cada fenómeno natural a escala 1:210,000 y 1:50,000, según correspondiera. Inseguida se muestran los mapas de vulnerabilidad calculados a partir de variables socioeconómicas en las localidades dentro del área del municipio. Por

Handwritten initials in blue ink.

último, se muestran los mapas de riesgos determinados en base al peligro y vulnerabilidad, zonificando por grado de impacto para cada fenómeno perturbador. Para estos últimos mapas se representaron algunos fenómenos como huracanes o tormentas tropicales a una escala de 1:210,000 por ser eventos de grandes dimensiones; mientras que otros fenómenos más locales como inundaciones, se representan a una escala de 1:50,000. Adicionalmente se incluyen como anexos los metadatos, memoria fotográfica, fichas de campo y demás información de apoyo empleada para la conformación de este documento.

Esta actualización aquí presentada del Atlas de Riesgo del municipio de Tulum 2022, resultado de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de los agentes afectables, fortalecerá las acciones esenciales de la protección civil y de la reducción del riesgo de desastre. La interpretación

2. Antecedentes

En México, los riesgos hidrometeorológicos tienen grandes repercusiones, positivas y negativas, debido, entre otros factores, a la ubicación geográfica de sus poblaciones, su orografía y a los diversos sistemas meteorológicos que la afectan, pero principalmente a la distribución de su población, los grandes contrastes que ésta presenta y a su dinamismo, principalmente su crecimiento, en algunas partes intenso, y en otras en movimiento derivado de los fenómenos migratorios, tal es el caso del municipio de Tulum. Tulum muestra una alta vulnerabilidad al paso de huracanes por su localización geográfica y por ser una ciudad turística costera con crecimiento poblacional descontrolado.

El 13 de marzo de 2008 la XI Legislatura del Estado aprobó por unanimidad el dictamen de minuta del proyecto de decreto por el que se crea el Municipio de Tulum, convirtiéndolo en el noveno Municipio del Estado mexicano de Quintana Roo. Se localiza en la zona centro-norte del Estado y su territorio fue disgregado del Municipio de Solidaridad. Su integración territorial está compuesta por 177 localidades, de las cuales solo la ciudad de Tulum, como su cabecera municipal, es urbana (INEGI, 2020). Cuenta con una población de 46,721 habitantes, siendo 22,331 mujeres y 24,390 hombres (INEGI, 2020).

El municipio de Tulum se localiza al sureste de México, en el Estado de Quintana Roo entre las latitudes 88° 00' a 87° 20' y longitudes entre los 19° 46' y 20' 31'. La superficie territorial del municipio es de 2,040.4 km², con colindancias al Norte con el municipio de Solidaridad, al Este con el Mar Caribe y la Bahía de la Ascensión, al Sur con el municipio de Felipe Carrillo Puerto y la Bahía de la Ascensión y al Oeste con el municipio de Felipe Carrillo Puerto, de acuerdo con su decreto de creación en 2008 (XII Legislatura del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, 2008)

Entre los últimos estudios que se han realizado para la ciudad y municipio de Tulum se encuentran el trabajo titulado "Índice de resiliencia urbana costera para el manejo de residuos sólidos urbanos" publicado en la Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (Hernández-Aguilar, Martínez-Torres y López-Montejo, 2021), en el cual se determina el grado de resiliencia en el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de la ciudad costera de Tulum tras el impacto de un huracán. En este sentido, el enfoque de resiliencia se centra en la capacidad de respuesta institucional para la continuidad de operaciones durante una situación de emergencia. Otro trabajo es el del "Diagnóstico de la ciudad de Tulum" (Hernández, et. al, 2018) capítulo publicado en el libro Diagnóstico de ciudades costeras ante huracanes para la construcción de resiliencia por la Universidad de Quintana Roo, en el cual se realiza un análisis con la perspectiva de gestión del riesgo de desastres y sus elementos sociodemográficos y urbanos. Esta investigación se enmarca en un proyecto de investigación "Resiliencia en ciudades costeras del Caribe Mexicano ante desastres por huracanes: Chetumal, Tulum y Playa del Carmen", el cual fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT:248375, 2016-2019) bajo su programa "Atención a Problemas Nacionales". De la misma manera se encuentra el capítulo "Resiliencia urbano-costera frente al cambio climático desde el enfoque socio-ecológico: el caso de Tulum, Q. Roo" (Hernández, Frausto & Arroyo, 2019) dentro de la obra titulada Resiliencia en ciudades costeras del Caribe Mexicano ante desastres por huracanes, editado por la Universidad de Quintana Roo. Su objetivo principal fue abordar desde

de los datos y la cartografía generada contribuyó a detectar, clasificar y zonificar las áreas de: peligros, vulnerabilidad y riesgos, dando lugar a una correlación entre las zonas propensas al desarrollo de fenómenos perturbadores y el espacio físico vulnerable, tomando en consideración aspectos como infraestructura, vivienda, equipamiento e indicadores socioeconómicos y demográficos, entre otros. Por lo que al poder identificar el tipo, grado de amenaza, periodos de retorno, e índices de exposición, desde una manera científica y con bases metodológicas comprobadas, el gobierno municipal se encuentra en la posición de utilizar toda esta información derivada, como una herramienta técnica para un alertamiento oportuno y formal, identificando fases, tiempos y acciones que pueden convertirse en Sistemas de Alerta Temprana (SAT) con el objetivo de proteger a las personas y sus medios de vida (Hernández y López, 2020).

el pensamiento sistémico, conceptualizando las ciudades costeras como sistemas socio-ecológicos complejos y adaptativos; y con un enfoque interdisciplinario, el estudio de la resiliencia urbana ante los desastres por huracanes.

Ahora bien, como antecedente específico de la elaboración del Atlas de Riesgo para el municipio de Tulum, se cuenta con el trabajo de "Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Tulum, Quintana Roo, 2015" elaborado por un grupo consultor y enfocado principalmente en la ciudad de Tulum, además de basarse en el Censo de Población y Vivienda de 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Diversas experiencias de desastres de gran magnitud ocurridos en las últimas décadas han marcado a muchas ciudades y regiones del país con importantes implicaciones sobre la población, la infraestructura y los sectores económicos (Mansilla y Rubio, 2010, cit. Hernández, 2014). El Estado de Quintana Roo, en general, y en particular, las localidades colindantes con el Mar Caribe son territorios de alto riesgo, amenazados principalmente por fenómenos hidrometeorológicos, en menor medida los geológicos, ambientales y humanos.

El municipio de Tulum se identifica como una de las zonas de mayor riesgo de inundación por marea de tormenta, al poseer una línea costera muy baja, que implica la posibilidad de una fuerte penetración de agua marina como consecuencia, primordialmente, los que tienen su origen en el Mar Caribe. El mayor riesgo hidrometeorológico para el municipio son los huracanes. Cuya temporalidad de afectación de estos fenómenos naturales es de aproximadamente seis meses cada año. Se espera la llegada de estos fenómenos del primero de junio al treinta de noviembre. La ocurrencia de estos eventos trae consigo daños por el empuje del agua, el arrastre y la erosión, por la velocidad relativamente alta con que el agua penetra y se retira, ocasionando la contaminación de los acuíferos, pozos y daños a la vegetación, y en menor medida, a la producción agrícola, siendo una gran amenaza para la seguridad de sus habitantes. El impacto económico de estos fenómenos naturales en el Estado de Quintana Roo se ha visto reflejado en sus principales sectores como el turismo y la agricultura.

Los huracanes se consideran las tormentas más grandes y violentas de la Tierra. Como señala Hernández (2014), el término científico de un huracán es ciclón tropical, sin embargo, en su etapa más intensa, son conocidos por varios nombres según las regiones en donde ocurren (SEGOB/CENAPRED, 2007, cit. Hernández, 2014) huracanes en el Océano Atlántico, Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe; ciclones en el Mar de Arabia, Océano Índico, al este de Isla Mauricio, Madagascar y Bangladesh y tifones en China y la costa de Japón. Dependiendo de su fuerza un ciclón tropical puede llamarse depresión tropical, tormenta tropical o huracán.

De acuerdo con la Revista Agua Simple (2022), publicación coeditada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el Consejo Consultivo del Agua, A.C., el término huracán tiene varios orígenes en primer lugar, se menciona el origen maya, derivado de un dios creador llamado Hurankán, quien, en el origen de los tiempos, separó a los cielos y puso orden en las aguas, creando así la Tierra. Este dios gobernaba el trueno

Large handwritten signature and scribbles in blue ink on the right side of the page.

no, el rayo, los vientos y las tormentas. En segundo lugar, mencionan a las Antillas y el mar Caribe, donde llamaba Juracán a un dios maligno. En tercer lugar, fueron los quechuas, en el sureste del continente americano, que usaron el nombre Huracán para referirse al dios de los truenos y las tormentas. El Centro Nacional de Huracanes CNH (National Hurricane Center, 2022) de los Estados Unidos define a un huracán como un ciclón tropical con características específicas, es decir, si los vientos máximos sostenidos se encuentran entre 119 km/h (74 mph/64 knots) o mayores se denomina huracán, y si sus vientos son mayores a 178.64 km/h (111 mph /95 knots) se designa huracán mayor. Debajo de esta clasificación se encuentran la tormenta y la depresión tropical. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2022), por su parte, señala algo muy similar al CNH, cuando la evolución de un ciclón tropical pasa sus cuatro etapas de desarrollo puede llegar a convertirse en huracán (perturbación tropical, depresión tropical, tormenta tropical y huracán). Por su parte, en el Atlas de Ciclones Tropicales en México (Rosengaus et al. 2002, cit. Hernández, 2014) señala que el término de ciclón tropical se aplica a los sistemas débiles denominados depresiones tropicales; por lo tanto, se puede concluir que el término ciclón tropical es el término "científico" para estos fenómenos meteorológicos y huracán es en sí un ciclón tropical que ha evolucionado y alcanzado vientos mayores a 119 km/h.

Ahora bien, un ciclón tropical se puede definir como una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos girando en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la temperatura del agua es mayor o igual 26° C. Cuando éstos se ubican en el hemisferio norte, giran en el sentido contrario a las manecillas del reloj. Los ciclones tropicales tienen un área casi circular con la presión más baja en el centro, transportan gran cantidad de humedad y frecuentemente se trasladan con velocidades comprendidas entre 10 a 40 km/h (Rosengaus et al. 2002, cit. Hernández, 2014). Por su parte, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país, depende de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual forma parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Esta corporación define a un huracán como "un ciclón tropical en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119 km/h", donde el área nubosa cubre una extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo lluvias intensas, asimismo el ojo del huracán alcanza normalmente un diámetro que varía entre 24 y 40 km, sin embargo, puede llegar hasta cerca de 100 km (CONAGUA, 2022).

Diversos ciclones tropicales han impactado las costas de Quintana Roo, la Coordinación Estatal de Protección Civil (COEPROC), incluye, desde su sitio web (<https://qroo.gob.mx/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal/>), los que han tenido mayor influencia en el estado (tabla 1), cubren un periodo de 22 años (1995 a 2017), sin embargo, después del 2017 existieron fenómenos meteorológicos que también tuvieron impacto, los cuales también se señalan.

Tabla 1. Ciclones tropicales con influencia en el territorio estatal (1995 – 2020)

AÑO	HURACÁN	LUGAR DE IMPACTO	ETAPA CATEGORÍA	PERIODO	VIENTOS MÁXIMOS (km/h)
1995	Rosana	Tulum	Huracán categoría 3	7 al 21 de octubre	185
1996	Dolly	Felipe Carrillo Puerto	Huracán categoría 1	19 al 25 de agosto	125
2000	Isidra	La Unión	Huracán categoría 1	28 de septiembre al 6 de octubre	140
2005	Emily	Cosumel y Playa del Carmen	Huracán categoría 5	18 al 21 de julio	269
2005	Wilma	Cosumel y Puerto Morelos	Huracán categoría 5	15 al 28 de octubre	134
2007	Dean	Mahahual	Huracán categoría 5	13 al 23 de octubre	170
2008	Arturo	Suroeste de Chetumal	Huracán categoría 2	01 de mayo a 2 de junio	160
2008	Dolly	Cosumel y el norte del poblado de Calchitán	Huracán categoría 2	20 al 24 de julio	160
2010	Karl	Playa del Carmen	Huracán categoría 3	14 al 18 de septiembre	195

Idro A. Ríos-A. Tulum

AÑO	HURACÁN	LUGAR DE IMPACTO	ETAPA CATEGORÍA	PERIODO	VIENTOS MÁXIMOS (km/h)
2011	Rita	Felipe Carrillo Puerto, Cosumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Huracán categoría 2	29 al 28 de octubre	176
2011	Harvey	Olhón P. Blanco y Bacalar	Tormenta Tropical	19 al 22 de agosto	91
2011	Don	Benito Juárez	Tormenta Tropical	27 al 30 de julio	83
2012	Ernesta	Olhón P. Blanco y Bacalar	Huracán categoría 1	1 al 10 de agosto	140
2014	Hanna	José María Morelos	Tormenta tropical	22 al 28 de octubre	64
2016	Celia	Isla Mujeres, Cosumel, Sullistá, Benito Juárez, Lázaro Cárdenas, Puerto Morelos	Tormenta tropical	Del 05 al 07 de junio	83
2016	Earl	Olhón P. Blanco	Huracán categoría 1	Del 03 al 06 de agosto	130
2017	Harvey	Felipe C. Puerto, Olhón P. Blanco, Tulum, José M. Morelos, Bacalar	Huracán categoría 4	Del 17 de agosto al 01 de septiembre	213
2017	Nate	Cosumel, Benito Juárez, Puerto Morelos, Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Sullistá, Tulum	Huracán categoría 1	Del 04 al 09 de octubre	148
2017	Freaklin	Tulum, Felipe C. Puerto, José María Morelos, Bacalar, Olhón P. Blanco	Huracán categoría 1	Del 07 al 10 de agosto	138
2020	Cristóbal	Lázaro Cárdenas, Bacalar y Olhón P. Blanco	Tormenta Tropical	Del 30 de mayo al 9 de junio	95
2020	Zeta	Playa del Carmen	Huracán categoría 3	Del 24 al 29 de octubre	185

Nota: Se presentan los años donde se registraron huracanes con influencia en el territorio estatal. La trayectoria del centro del sistema tropical Harvey en el 2017, no tuvo lugar de entrada en el territorio estatal, pero sí tuvo influencia en los municipios mencionados.

Fuente: Elaborado con base en COEPROC (2021) y National Hurricane Center (2022a).

Las ciudades costeras de todo el mundo, expuestas a los riesgos de desastre, causados por huracanes, enfrentan desafíos a largo plazo para garantizar la seguridad de sus habitantes, como resultado de los impactos directos e indirectos del cambio climático y, a menudo, acompañados por vulnerabilidades preexistentes. Hernández-Aguilar, Martínez-Torres & López-Montejo (2021) señalan que los ciclones tropicales se definen además como un fenómeno natural capaz de modificar el paisaje teniendo como agente perturbador principal el agua. El Centro Nacional de Huracanes, instancia del gobierno de Estados Unidos, es la encargada de monitorear y predecir el comportamiento de depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes. Por lo que cuenta con bases de datos desde 1855 a la fecha sobre estos fenómenos. En la tabla 2 se muestra un histórico de 166 años de estas amenazas para el municipio de Tulum. Se puede observar que en este periodo de tiempo han sido un total de 33 fenómenos hidrometeorológicos que han tenido incidencia en el municipio. De estos existen amenazas sin datos, ya que el uso de la tecnología con mayor precisión inicia a partir de los años sesenta, por tal motivo, son los últimos años donde las predicciones tiene mayor confiabilidad y datos completos.

En este periodo de tiempo analizado en la tabla 2, han sido 8 depresiones tropicales (TD por sus siglas en inglés); 9 tormentas tropicales (TS por sus siglas en inglés); 6 huracanes categoría 1 (H1); 2 huracanes categoría 3 (H3); tres huracanes categoría 4 (H4); y un huracán mayor en 1887 (MH por sus siglas en inglés), del cual no se cuenta con mayores datos por la fecha del evento, por lo que se encuentra referido "sin nombre".

Fue el huracán Emily (2005) uno de los que ha ocasionado daños en el municipio. El último fenómeno que se ha sentido, principalmente en la capital del municipio, la ciudad de Tulum fue el huracán Grace con categoría 1, con vientos máximos sostenidos de 137 km/h y 979 milbares de presión atmosférica (tabla 2).

De acuerdo con la escala de vientos sostenidos Saffir-Simpson, a partir de la categoría 3, 4 y 5 de huracán, donde los vientos oscilan entre 178-208 km/h a 252 km/h o mayores, se consideran huracanes mayores, debido a los tipos de daños que pueden ocasionar.

Tabla 3. Opciones tropicales con influencia en el municipio de Tulum (1855 - 2021)

TEMPORADA	FECHA	NOMBRE	VELOCIDAD (km/h)	PRESIÓN (mb)	CATEGORÍA
1855	1855-09-09	Sin nombre	-	-	-
1858	1858-06-13	Sin nombre	-	-	-
1870	1870-11-02	Sin nombre	74	-	Tormenta tropical
1879	1879-08-26	Sin nombre	130	-	Huracán 1
1880	1880-08-10	Sin nombre	-	-	-
1883	1883-09-20	Sin nombre	-	-	Tormenta tropical
1886	1886-06-11	Sin nombre	-	-	Tormenta tropical
1887	1887-09-19	Sin nombre	-	-	Huracán Mayor
1888	1888-09-24	Sin nombre	-	-	Tormenta tropical
1893	1893-09-04	Sin nombre	-	-	-
1894	1894-06-04	Sin nombre	-	-	Depresión tropical
1895	1895-09-28	Sin nombre	63	-	Tormenta tropical
1898	1898-09-23	Sin nombre	83	-	Tormenta tropical
1905	1905-09-25	Sin nombre	69	-	Tormenta tropical
1920	1920-09-20	Sin nombre	74	-	Tormenta tropical
1922	1922-03-18	Sin nombre	139	-	Huracán 1
1933	1933-09-23	Sin nombre	222	-	Huracán 4
1935	1938-08-30	Sin nombre	66	-	Depresión tropical
1938	1938-09-26	Sin nombre	194	-	Huracán 3
1944	1944-08-22	Sin nombre	148	-	Huracán 1
1947	1947-08-17	Sin nombre	83	-	Tormenta tropical
1952	1952-08-20	Charlie	113	-	Huracán 4
1963	1965-09-23	Delia	46	1007	Depresión tropical
1969	1969-10-18	Laura	56	1005	Depresión tropical
1972	1972-06-15	Agnes	50	-	Depresión tropical
1973	1973-09-07	Sin nombre	46	-	Depresión tropical
1995	1995-10-11	Rosanne	185	998	Huracán 3
2000	2000-09-14	Gordon	46	1007	Depresión tropical
2001	2003-09-28	Larry	37	1007	Depresión tropical
2005	2005-07-18	Emily	213	955	Huracán 4
2020	2020-10-03	Gaston	120	978	Huracán 1
2020	2020-10-27	Zeta	185	977	Huracán 1
2021	2023-08-19	Orion	137	979	Huracán 1

Nota: TD: Depresión Tropical < 63.75 km/h; TS: Tormenta Tropical entre 63.75 y 117.48 km/h; H: Huracán entre 117.48 y 177.02 km/h y MH: Huracán Mayor > 177.02 km/h.
 Fuente: NOAA's International Best Track Archive for Climate Stewardship (IB-TACS) data, accessed on [31/10/22] <https://www.ncdc.noaa.gov/data/international-best-track-archive-for-climate-stewardship-ib-tacs/v04r00/access/csw/>

Por otra parte, el municipio de Tulum, también ha sufrido daños por otras amenazas naturales, como por ejemplo, hundimientos, los cuales han sido confirmados por Protección Civil Municipal: uno en Akumal y dos en la Zona Hotelera de la ciudad de Tulum en 2015. Esto puede deberse a que en la región existen ríos subterráneos, cavernas, lo que genera que el suelo se vaya compactando, se va erosionando por la misma agua, entonces crean zonas que pueden estar en peligro de hundimiento, no olvidando que el tipo de relieve que predomina en el municipio es de tipo kárstico, que se origina por meteorización química de determinadas rocas, como la caliza, en este caso, compuesta de minerales solubles en agua.

Es importante señalar que en el municipio de Tulum convergen dos grandes sistemas de ríos subterráneos: el Sistema Sac Actun (con 369.2 km de longitud a una profundidad media de 21 m y una máxima de 120 m) y el Sistema Ox Bel Ha (319.4 km de longitud), de los cuales se inicia su exploración en 1987. De la misma manera, existen otros cientos de sistemas que no pueden omitirse. En total en Quintana Roo existen registrados 1,658 km de cuevas freáticas (subacuáticas/inundadas) y 359.7 km de cuevas de vadosa (secas o semiseacas). De acuerdo con Monroy-Ríos (2022), Sac Actun es la cueva sumergida más larga del planeta Tierra, la cual se encuentra bajo el municipio de Tulum y está conectada con el Sistema Nohoch Nah Chich, convirtiéndose en el sistema de cuevas subacuáticas más largo del mundo. Estos datos de exploración se han ido actualizando mes con mes por grupos de espeleólogos, por lo que resulta difícil tener un dato exacto de estos ecosistemas (Figura 1).

Figura 1. El área comparada de Tulum se encuentra entre dos extensos sistemas de cuevas subacuáticas llamados Sac Actun y Ox Bel Ha.



Datos: NASA/BRTM, INEGI, QRS (2020). Disponible en: <https://sites.northwestern.edu/marreprias/entradas-en-espanol/sac-actun/>

El sistema Sac Actun (cueva blanca) descarga agua dulce hacia el Mar Caribe a través de ojos de agua y en caletas como Xel-Ha. Se debe dar valiosa importancia a que estas salidas tierra adentro están controladas por fallas/fracturas y tienen una configuración lineal y de estructura trenzada y se alinean perpendiculares a la costa (Kambelis & Cole, 2016). Cuando descende el nivel del mar, las cuevas antes llenas de agua se llenan de aire, perdiendo soporte y provocando el colapso del techo en diferentes secciones. El Sistema Sac Actun cuenta con más de 220 cenotes, los cuales son derrumbes en el techo creando puntos de acceso a la cueva. Lo anterior, hace que el territorio de Tulum este propenso a hundimientos, subsidencias y colapsos. Si bien, quedan varios puntos por explorar, la conservación de estos sistemas de impactos externos debe ser prioridad.

Asimismo, los habitantes del municipio han sentido movimientos sísmicos. En el año 2015 se reportó un sismo de 4.2 con epicentro a pocos kilómetros de Tulum (Servicio Sismológico Nacional, SSN, 2015). Fue sensible en esa área, se presentó a 56 kilómetros al suroeste de Playa del Carmen a una profundidad de 5 km (Figura 2).

Figura 2. Sismo de 4.2 en el municipio de Tulum, 2015



Disponible en: <http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/lig/index.jsp>

De la misma manera, en el municipio se han presentado lluvias intensas en 2014 y 2015 que han provocado inundaciones. En la primera hasta de 7 metros, principalmente en zonas bajas de la ciudad de Tulum, donde existe un parque vehicular y se encontraban camiones de basura, algunos de ellos siendo pérdida total. Se han tenido episodios de meses para que bajara el agua, donde se ubican las playas públicas, hacia la zona arqueológica. También se han presentado incendios en la parte urbana, en el basurero municipal, e incendios forestales en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Igualmente, se han presentado, en menor medida fenómenos socio-organizacionales, principalmente donde existe concentración de población, como estadios, parques, donde se hacen bailes populares, entre otros. Otra amenaza de este tipo es el terrorismo por ataques armados, principalmente en la ciudad de Tulum. Existe también accidentes terrestres y aéreos con el desplome de una avioneta, a parte de los más comunes como son los accidentes de tránsito o carreteros.

Es por lo anterior que algunos fenómenos naturales pueden llegar a convertirse en desastres. Para indicar si se declara desastre, emergencia o contingencia climatológica, se sigue la clasificación de fenómenos causantes de desastres utilizada en el Atlas Nacional de Riesgos, del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, <https://www.gub.mx/cenapred>) de la Secretaría de Gobernación.

Cada declaratoria responde a aspectos diferentes ante un evento perturbador: la declaratoria de emergencia está dirigida a la atención de la vida y la salud de la población, la declaratoria de desastre tiene por objeto proporcionar recursos para la reconstrucción de los daños sufridos en las viviendas y la infraestructura pública; en tanto que el objetivo específico de la declaratoria de contingencia climatológica (o de desastre natural en el sector agropecuario) es apoyar a productores agropecuarios, pesqueros y acuícolas, de bajos ingresos, para reincorporarlos a sus actividades en el menor tiempo posible ante la ocurrencia de contingencias climatológicas atípicas, relevantes, no recurrentes e impredecibles (SEMARNAT, 2015).

En la Tabla 3 se listan las declaratorias de emergencia registradas desde el año 2020 para el municipio de Tulum, se pueden observar que, solo se han declarado desastres y emergencias, no contingencias climatológicas.

3. Objetivo

El objetivo de este Atlas es que el H. Ayuntamiento de Tulum, Quintana Roo cuente 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.

4. FASE 1 MARCO TEÓRICO

4.1. Determinación de los niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

Para lograr una adecuada interpretación y evaluación del riesgo es importante tener el nivel de análisis de los elementos perturbadores que permita reconocer las características de peligrosidad de cada tipo de amenaza y proponer métodos de prevención y/o mitigación adecuados a las mismas.

El Atlas de Riesgo de Tulum está compuesto por un conjunto de mapas de referencia, peligros, vulnerabilidad y riesgos para la zona urbana de Tulum y el municipio del mismo nombre. La cobertura territorial y la desagregación de los datos de cada mapa dependerá de la temática que se indique en el apartado correspondiente. De acuerdo con la metodología desarrollada por la SEDESOL (2011), los mapas que componen el Atlas deben contar con una serie de capas relacionadas para representar la magnitud del peligro o del riesgo para un sistema afectable, así como la ubicación y dimensión física del peligro y del riesgo.

El presente trabajo constituye una actualización del Atlas de Riesgo publicado en el 2015. Sin embargo, a partir del análisis realizado a dicho documento se concluye que, para mejores resultados, los datos incorporados a esta nueva versión deberían ser, en lo posible, obtenidos a partir de sus fuentes originales y no directamente del Atlas mencionado.

Por las características geográficas y la extensión territorial del municipio, se han establecido dos escalas de análisis, una denominada municipal (escala 1:300,000) que abarca la extensión completa del municipio y su entorno geográfico adyacente. La otra escala corresponde a la extensión urbana de la localidad de Tulum (escala 1:28,000). Los mapas están divididos en grandes temáticas que corresponden a la descripción del medio físico (Fisiografía, Geología, Geomorfología, Edafología, Hidrología, Climatología, Uso de Suelo y Vegetación, y Áreas Naturales Protegidas).

Posteriormente se presentan los mapas de peligros (geológicos, hidrometeorológicos, químico-tecnológicos, sanitario ecológicos y socio-organizacionales).

Tabla 3. Declaratorias de desastres, emergencias y contingencia climatológicas para el municipio de Tulum.

Fecha de publicación	Fecha de ocurrencia	Tipo de declaratoria	Tipo de fenómeno	Clasificación del fenómeno	Observaciones
09/11/2020	26/10/2020	Emergencia	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa
09/11/2020	26/10/2020	Desastre	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa
21/12/2019	01/05/2019 al 20/11/2019	Desastre	Sequía	Hidrometeorológicos	Sequía severa
03/08/2018	23/07/2018 al 26/03/08	Emergencia	Temperatura extrema	Hidrometeorológicos	Onda cálida
03/08/2018	24/05/2018	Emergencia	Temperatura extrema	Hidrometeorológicos	Onda cálida
26/06/2018	15 de junio, 2018	Emergencia	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa
26/06/2018	14/06/2018 al 15/06/2018	Desastre	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa
26/10/2015	16/10/2015 al 17/10/2015	Emergencia	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa
23/04/2015	13/06/2015 al 14/06/2015	Emergencia	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa
23/04/2015	13/06/2015 al 14/06/2015	Desastre	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa y vientos fuertes
03/11/2014	22/10/2014	Desastre	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa
13/04/2014	31/05/2014 al 03/06/2014	Desastre	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa
13/04/2014	31/05/2014 al 03/06/2014	Emergencia	Ulluvia	Hidrometeorológicos	Ulluvia severa

Fuente: Diario Oficial de la Federación (DOF).

meteorológicos, químico-tecnológicos, sanitario ecológicos y socio-organizacionales). Se continúa con los mapas de vulnerabilidad (social y física) para concluir con los mapas de riesgos determinados a partir de los mapas de riesgos y vulnerabilidad y con una valoración del nivel de afectación de los fenómenos perturbadores.

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE ANÁLISIS	ESCALA DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA
FENÓMENOS GEOLÓGICOS			
Vulcanismo	Investigación de la historia eruptiva de los volcanes más cercanos al municipio.	1	1:5,000,000
Sismos	Se ubicará al municipio en un mapa de la regionalización sísmica del país.	1	1:5,000,000
Tsunami	Descripción del fenómeno.	1	1:5,000,000
Susceptibilidad de laderas	Se ubicarán en un mapa las zonas con pendientes pronunciadas.	1	1:95,000
Flojos, caídas y derrumbes	Se ubicarán en un mapa las zonas con antecedentes de caídas y derrumbes.	1	1:95,000
Hundimientos	Se ubicarán en un mapa las zonas con antecedentes de hundimientos.	1	1:350,000
Subsistencia	Se ubicarán en un mapa las zonas con potencial de presentar subsidencia.	1	1:350,000
Agritamientos	Se ubicarán en un mapa las zonas con potencial de presentar agritamientos.	1	1:950,000
FENÓMENOS ASTRONÓMICOS			
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS			
Ondas cálidas y frías	Análisis a partir de las estaciones hidrometeorológicas.	1	1:350,000
Sequías	Índices de aridez. Cartografía general de sequías en el municipio.	1	1:350,000
Hielos	Análisis de las estaciones hidrometeorológicas. Cartografía general de heladas en el municipio.	1	1:350,000
Tempestades de granizo y nieve	Análisis de registros históricos. Cartografía general en el municipio.	1	1:300,000
Ciclones tropicales	Descripción del fenómeno. Análisis del Índice de Peligro por Ciclones Tropicales (IPCT).	2	1:3,300,000

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE ANÁLISIS	ESCALA DE REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA
Tormentas	Descripción del fenómeno. Se elaborará cartografía general.	1	1:2,000,000
Tormentas de polvo	Descripción del fenómeno.	1	1:950,000
Tormentas eléctricas	Descripción del fenómeno. Análisis de las estaciones hidrometeorológicas. Se elaborará cartografía general.	1	1:950,000
Lluvias extremas	Descripción del fenómeno. Análisis de las estaciones hidrometeorológicas. Cálculo de los periodos de retorno de lluvias extremas y su inundación.	2	1:950,000
Inundaciones	Descripción del fenómeno. Análisis de las estaciones hidrometeorológicas.	2	1:950,000
Revoltes, conteras y locustos	Cálculo de los periodos de retorno de manifestaciones por especie de tormenta.	2	1:950,000
FENÓMENOS QUÍMICOS/TECNOLÓGICOS			
Almacenamiento de sustancias peligrosas	Análisis de los sitios de producción y/o almacenamiento de sustancias peligrosas.	1	1:950,000
Incendios forestales	Análisis para determinar el potencial de incendios forestales en el municipio.	2	1:950,000
FENÓMENOS BIOLÓGICOS/ECOLÓGICOS			
Contaminación de suelo, agua y aire	Descripción del fenómeno. Se elaborará cartografía general.	1	1:950,000
Epidemias y plagas	Descripción del fenómeno. Se elaborará cartografía general.	1	1:950,000
FENÓMENOS SOCIO-ORGANIZATIVOS			
Demonstraciones de inconformidad social	Descripción del fenómeno. Se elaborará cartografía general.	1	1:300,000
Concentración masiva de población	Descripción del fenómeno. Se elaborará cartografía general.	1	1:300,000
Terrorismo	Descripción del fenómeno. Se elaborará cartografía general.	1	1:300,000
Vandalismo	Descripción del fenómeno. Se elaborará cartografía general.	1	1:300,000
Accidentes terroristas	Descripción del fenómeno. Se elaborará cartografía general.	1	1:300,000

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de proyección cartográfica empleado para la elaboración de la cartografía en este Atlas es Universal Transversa de Mercator (UTM) y como Datum de referencia el ITRF08 Época 2010, que es el nuevo Sistema Geodésico de Referencia Oficial para México (INEGI). La indicación de este sistema de referencia es observable en la esquina inferior derecha de cada mapa generado.

Figura 3. Mapa base del municipio de Tulum



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Caracterización de los elementos del medio natural

4.2.1. Fisiografía y geomorfología

México es un territorio de gran biodiversidad, caracterizado por una topografía contrastada con enormes sistemas montañosos, llanuras y mesetas. Por ejemplo, su compleja y diversa topografía en más del 65% de su superficie se encuentra a más de mil metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y alrededor del 47% tiene pendientes superiores a 27°. Por un lado, algunas cumbres montañosas superan los 5,000 m.s.n.m., por otro lado, ciudades en la costa como Tulum, Playa del Carmen, etc., tienen una altitud no mayor a 10 metros.

Esta diversidad del terreno se ha clasificado en 15 provincias fisiográficas (INEGI, 1981) con orígenes geológicos similares y condiciones topográficas, hidrológicas y edafológicas similares. A su vez, estas provincias se dividen en subprovincias fisiográficas, que son superficies del territorio con características topográficas distintivas. Finalmente, dentro de cada subprovincia se delimitan las topoformas, que son el conjunto de formas del terreno asociadas a algún patrón estructural, degradativo y/o acumulativo (INEGI, 2016).

En este sentido, el municipio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica "Península de Yucatán". Esta es una plataforma calcárea de superficie plana cercana al nivel del mar y con algunos lomeríos conocidos comúnmente como "Sierrita de Ticul". Es de origen marino por lo que empezó a emerger hace 26 millones de años.

Esta provincia fisiográfica ha desarrollado una red cavernosa subterránea por la cual fluyen corrientes de agua lo que da origen a colapsos del terreno (cenotes) y hondonadas que se llenan de agua en época de lluvias (aguadas).

Esta provincia fisiográfica se subdivide en tres subprovincias denominadas Carso Yucateco, Carso y Lomeríos de Campeche y Costa Bajo de Quintana Roo. El municipio de Tulum se encuentra en dos de estas subprovincias, el 95% de su territorio se encuentra sobre la subprovincia denominada Carso-yucateco y el otro 5% en la subprovincia Costa Bajo de Quintana Roo.

Figura 4. Mapa de fisiografía de Tulum



Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en el mapa, la parte del territorio de Tulum que se encuentra dentro de la subprovincia Corso Yucateco se encuentra al norte del mismo, presenta un relieve plano y está constituida por rocas calizas del terciario con presencia de fósiles de tipo arrecifal; presenta abundante estructura de hundimiento (dólmis) y estructura de colapso (cenotes) (INEGI, 2016).

La porción costera al sur del municipio de Tulum corresponde a la subprovincia Costo de bajo de Quintana Roo, misma que limita al este con el Mar Caribe presentando suelos poco profundos, mayormente salinos y saturados.

Las topoformas presentes en el municipio de Tulum se dividen en LlANURAS (34.4% de su superficie) y Playas en la zona costera (5.6% de su superficie). En la Tabla 4 pueden observarse las superficies y porcentajes de las topoformas presente en Tulum.

Tabla 4. Superficies de las topoformas presentes en el municipio de Tulum.

Topoforma	Superficie (km ²)	Porcentaje
Llanura rocosa con hondonadas someras de piso rocoso o cementado	165.71	8.32%
Llanura rocosa de piso rocoso o cementado	1,003.79	50.43%
Llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado	709.76	35.65%
Playa o barra de piso rocoso o cementado	57.49	2.88%
Playa o barra inundable y salina	53.98	2.71%
Total resultado	1,990.82	100%

Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales del INEGI (2014).

Las llanuras rocosas o de piso cementado presentan un pobre desarrollo del suelo, mientras que las llanuras rocosas con hondonadas se presentan en las partes bajas y es común que tengas zonas inundadas y suelos un poco mejor desarrollados, de color rojizo a oscuro.

Las playas o barras de piso rocoso o cementado tienen suelos de textura media donde predominan los leptosoles; y las playas o barras inundables y salinas están conformada por suelos arenosos producto de la desintegración de roca caliza y restos minerales de los arrecifes cercanos a la costa, es común la presencia de lagunas costeras.

4.2.2. Geología

La Península de Yucatán emergió del mar hace aproximadamente 65 millones de años, durante el período Cretácico Superior y el Paleógeno. Su constitución es principalmente una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino con algunos depósitos de limo y arena que se han acumulado por millones de años en el fondo del océano.

La actividad tectónica ha levantado y expuesto la superficie de lo que hoy es la Península de Yucatán, sin embargo, se encuentra en un lento y continuo hundimiento (Bonnet & Butterlin, 1962).

Figura 5. Diagrama de la estratigrafía de la Península de Yucatán.



Fuente: Traducción del Diagrama elaborado por el Dr. Emiliano Manóy Ríos en *Witzro Geológico de la Península de Yucatán* (<https://sites.northwestern.edu/manoyrios/resources/historia-geologica-pu/>)

Para poder determinar la escala temporal geológica (tiempo de formación de la superficie terrestre) se utilizan las divisiones de los cuerpos de roca del subsuelo, en lo que se llama Unidades Cronoestratigráficas. Estas divisiones están dadas por las características de formación de las capas terrestres y su registro en las rocas.

Figura 6. Descripción de las Eras Geológicas.

Era	Período	Edad (Ma)
Fanerozoico	Cuaternario	Presente
	Cenozoico	2.58
	Neógeno	23.03
	Paleógeno	-65
	Mesozoico	-145.0
	Triásico	201.3 ± 0.2
Precámbrico	Pérmico	251.9 ± 0.02
	Carbonífero	298.9 ± 0.15
	Devoniano	356.9 ± 0.4
	Silúrico	-419.2 ± 1.0
	Ordovícico	-443.0 ± 1.5
	Cambriano	-485.4 ± 1.9
Proterozoico	-	-541
	Arcaico	2500

Fuente: Elaboración propia a partir del gráfico de la *International Commission of Stratigraphy* (2017) (www.stratigraphy.org).

La unidad cronoestratigráfica presente en el municipio de Tulum corresponde a la Era Cenozoica, particularmente al período Neógeno, está conformada por roca caliza y distribuida en el 96.27% de la superficie municipal, tal como se puede observar en la tabla 5. La superficie restante está cubierta por cuerpo de agua (0.11%) y suelos (3.62%) de tipo eólico, lacustre, litoral y palustre.

Figura 7. Mapa de geología del municipio de Tulum.



Fuente: Elaboración propia.

Las formaciones calizas del municipio alcanzan espesores mayores a los 1,500 metros (Ward et al., 1985), y yacen sobre rocas ígneas y metamórficas. Los primeros 120 metros, desde la superficie, corresponden a calizas masivas cristalizadas y cavernosas de gran permeabilidad. Hacia el norte de estas calizas se encuentra otra capa de margas y calizas casi impermeables con espesor de varios centenares de metros (García Gil & Grael Castro, 2011).

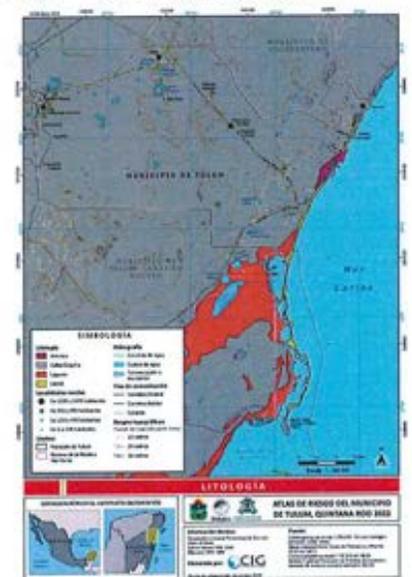
Tabla 5. Superficie de las unidades cronostratigráficas del municipio de Tulum.

Cuerpo de agua estero							
Superficie (km ²)	%						
2.248	0.11%						
Caliza (del Terzera)							
Superficie (km ²)	%						
2964.911	98.27%						
Suelo (del Cuaternario)							
Edific	%	Lacustr	%	Urbal	%	Palustr	%
4.350	0.21%	47.163	2.33%	18.996	0.93%	1.2756	0.10%

Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales del INEGI (2016).

Este tipo de rocas calizas provoca que en periodos de lluvias se infiltre rápidamente el agua, disolviéndolas y formando un relieve denominado karst o cárstico. El relieve cárstico se forma por la disolución de rocas calcáreas formadas por caliza, y dolomita y evaporitas como el yeso. Se caracteriza por la formación de depresiones cerradas (de tamaños que van desde formas milimétricas como los lapiaz, hasta grandes extensiones como los poljes) por la rápida infiltración del agua, la casi nula presencia de corrientes superficiales, un sistema subterráneo de agua y la abundancia de cuevas y cavernas (de Waelle, et al, 2011).

Figura 8. Mapa de litología del municipio de Tulum



Fuente: Elaboración propia.

La distribución de fallas, fracturas y formas cársticas no es homogénea. Por el contrario, a pesar de encontrarse distribuidas en gran parte de la península, tienden a concentrarse más en algunos sitios (Fragato et al, 2014). Los sitios que tienen procesos avanzados de disolución cárstica y donde se concentra más la presencia de fallas y fracturas pueden ser denominadas sitios tectocársticos.

La región costera es una franja paralela a la costa de más o menos 20 km de ancho, en la que afloran calizas compactas recristalizadas, de ambiente marino en facies de banco y litoral de textura fina a media, dispuestas en capas masivas de color crema y blanco, con abundantes microfósiles conservados en la mayoría de los casos como moldes externos de pelecípodos, así como milúlidos indeterminados. La unidad presenta algunos horizontes calcáreo-arcillosos friables y margas blancas; se encuentran rocas del Cuaternario principalmente (coquinas, suelos residuales, arenas, arcillas y turbas); y comprende playas de barrera

y lagunas de inundación, así como una serie de bahías someras en las que se presenta el fenómeno de intrusión salina. La zona costera está constituida por calizas masivas de moluscos de color blanco a crema del Pleistoceno-Holoceno. Sus afloramientos conforman una banda más o menos amplia a lo largo de la costa, la cual registra un espesor estimado de 80 m y descansa sobre las calizas de la formación geológica denominada Camillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno.

4.2.3. Edafología

La edafología se centra en el estudio de los suelos, así como en el análisis de los procesos que llevan a su formación y cambio. La formación del suelo está relacionada con tres principales sucesos, que ocurren secuencialmente. El primero de ellos es la meteorización física o mecánica de la roca madre, el segundo es un proceso químico donde los minerales reaccionan con elementos del entorno natural y el último proceso es biológico donde la descomposición de la materia orgánica forma una capa llamada humus.

El suelo está formado por capas denominadas horizontes definidos por el color, textura, estructura, contenido de materia orgánica, presencia de minerales. El grosor de ellos depende de la madurez del suelo. Los horizontes se denominan del A al C, el A es la capa superficial de color oscuro formada por el humus y donde se asientan los seres vivos; el B es el horizonte de acumulación de sales minerales e iones procedentes del horizonte A, y arrastrados por el agua; y el horizonte C es la zona donde el suelo hace contacto con la roca madre (Buol, 2011).

En México existen 26 grupos de tipos de suelo, sin embargo dominan los Leptosoles (28.3% del territorio), Regosoles (13.7%), Phaeozems (11.7%), Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%), este tipo de suelos agrupan el 82% de la superficie nacional (INEGI, 2017).

La región de Tulum es una zona calurosa y húmeda, consecuencia de una gran cantidad de precipitación y un clima cálido. Esto significa que el suelo de la región es muy fértil, rico en nutrientes orgánicos y minerales (calcio, magnesio y fósforo) y con un contenido de materia orgánica alto. Sin embargo, existen suelos arenosos y arcillosos.

En este apartado se presentan los suelos dominantes y su superficie calculada a partir de la extensión total del municipio de Tulum (2,040.94 km²), los cuales son:

Tabla 6. Tipos y superficie de suelos dominantes en el municipio de Tulum.

Tipo de suelo	Superficie (km ²)	Porcentaje
Gleyzol Eutroco	4.69	0.23%
Gleyzol mólico	14.15	0.69%
Leptosol	1763.99	86.43%
Cuerpo de agua	5.02	0.25%
Regosol calcáreo	38.09	1.87%
Rendzina	147.87	7.25%
Solonchack gleyico	10.41	0.51%
Solonchack mólico	96.63	4.73%
	2,040.94	100.00%

Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales del INEGI (2016).

Figura 9. Tipos de suelo en Tulum



Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse, la mayor parte del territorio del municipio de Tulum está cubierta de suelos tipo Leptosol. Este tipo de suelo es delgado y poco desarrollado con una gran cantidad de material calcáreo; se encuentran en todos los climas y es común en las planicies de calizas superficiales como las de la Península de Yucatán. Sus condiciones calcáreas y de alta peligrosidad limitan su uso en la agricultura, por lo que es preferible mantenerlos con su vegetación original.

Estos suelos son muy susceptibles a la erosión hídrica y la salinización, por lo que es importante conservarlos para evitar la degradación de los ecosistemas y la reducción de los recursos hídricos. La conservación de estos suelos también es importante para mantener la biodiversidad y los servicios ambientales que proporcionan, como el filtrado y la retención del agua.

La erosión hídrica y la salinización son dos problemas ambientales comunes en muchas partes del mundo. La erosión hídrica ocurre cuando el agua de lluvia o de ríos arrastra la capa superior del suelo, llevándose consigo nutrientes y otros materiales esenciales para la supervivencia de las plantas y otros organismos del ecosistema. La salinización, por su parte, se produce cuando el agua de lluvia o de ríos se evapora, dejando atrás sales y otros minerales que pueden dañar el suelo y afectar a la producción agrícola.

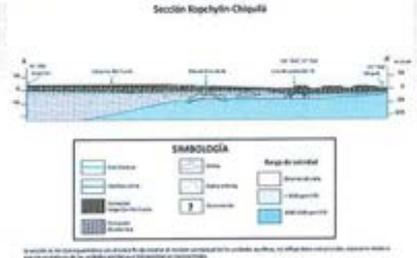
Para conservar estos suelos y evitar la degradación de los ecosistemas, es importante implementar medidas de conservación del suelo, como la plantación de árboles y otras plantas que ayuden a mantener la capa vegetal del suelo y protejan contra la erosión, así como la implementación de técnicas de riego y drenaje adecuadas para evitar la salinización. También es importante promover prácticas agrícolas sostenibles que no dañen el suelo y aprovechen de manera eficiente sus recursos. La conservación de estos suelos es esencial para mantener la biodiversidad y los servicios ambientales que proporcionan, así como para garantizar la producción agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos en el futuro.

4.2.4. Hidrografía, cuencas y subcuencas

La División de Aguas Superficiales a nivel nacional consta de tres niveles de desagregación, el primero es la Región Hidrográfica, la cual combina

por lo menos dos cuencas hidrográficas, cuyas aguas desembocan a un cauce principal. El segundo es la Cuenca Hidrográfica, delineada por una divisoria cuyas aguas fluyen hacia una corriente principal o cuerpo de agua. En tercer lugar, la Subcuenca Hidrográfica, área considerada como una subdivisión de la cuenca hidrográfica con características particulares de escorrentía y extensión.

Figura 10. Diagrama del acuífero en la zona norte de Quintana Roo



Fuente: Tomado de Emiliano Manoy-Rios (<https://sites.northwestern.edu/manoyriof/>)

El municipio de Tulum está dentro de dos Regiones Hidrográficas, la denominada Yucatán Norte (RH32) y la Yucatán Este (RH33), la primera de ellas ocupa el 93% (1,898.07 km²) de la superficie del municipio, la segunda el 7% restante al sureste.

Figura 11. Mapa de hidrología superficial y cuencas hidrográficas



Fuente: Elaboración propia.

La RH32 se caracteriza por tener una precipitación anual de 1,143 mm y por su orografía casi plana un escurrimiento natural medio superficial de 0 hm³/año; mientras que la RH33 registra una precipitación anual de 1,210 mm y un escurrimiento natural medio superficial de 1,441 hm³/año (Comisión Nacional del Agua, 2015).

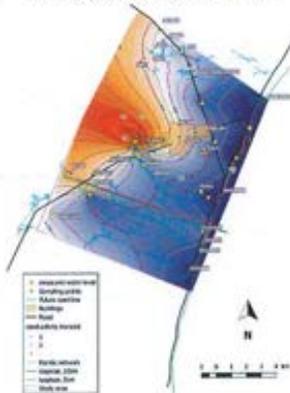
Por otra parte, derivado de la alta precipitación pluvial, la alta permeabilidad del terreno y la poca pendiente del mismo, la captación de agua por parte del subsuelo es muy alta. Lo anterior ocasiona que el acuífero

en la Península de Yucatán sea el más extenso de todo el país (124,409.1 km²) con una recarga anual de 14,542.2 hm³/año de acuerdo con CONAGUA (2023).

Este acuífero es libre y con un espesor de la cula hidráulica de 30 metros en promedio, aunque aumenta tierra dentro. Presenta un alto desarrollo kárstico con cenotes y dolinas de gran tamaño y alineados a debilidades estructurales (fallas y fracturas).

Es importante señalar que el municipio de Tulum presenta una alta densidad de cenotes y una profundidad al acuífero que no supera los 30 metros, disminuyendo hacia la costa. El nivel de saturación se mantiene menor a 5 metros en una franja costera de 10 a 40 km de ancho a partir de la costa (SEMARNAT, 2013). En la ciudad de Tulum el nivel de saturación del agua se encuentra a menos de 1.5 metros por debajo de la superficie como puede apreciarse en la figura 12.

Figura 12. Niveles piezométrico en la localidad de Tulum.



Fuente: Tomado de (Salvo Loup et al., 2018).

4.2.5. Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua superficiales se identifican como lagunas, lagos, embalses, arroyos y cenotes, estos contienen importantes reservas de agua utilizable. En todo el municipio se encuentra presente la roca caliza (karst), la cual es altamente permeable, permitiendo que la mayor parte de la lluvia se infiltre al subsuelo (Schmitter-Soto et al., 2002). Es por ello que no existen cuerpos de agua y corrientes superficiales importantes, aunque sí varias lagunas y cenotes de importancia:

Tabla 7. Cuerpos de agua más representativos del municipio de Tulum.

Nombre	Ubicación	Uso predominante
Gran Cenote	A 3.8 km al noroeste de la ciudad de Tulum, sobre la carretera a Cobá	Recreativo, Turístico
Cenote Calavera	A 1.8 km al noroeste de la carretera federal 307, sobre la carretera a Cobá	Recreativo, Turístico
Cenote Car Wash	A 6 km al noroeste de la carretera federal 307, sobre la carretera a Cobá	Recreativo, Turístico
Cenote Cristal	A 6.5 km al sur de la localidad de Tulum sobre la carretera federal 307	Recreativo, Turístico
Cenote Zac-Ha	A 8 km al noroeste de la carretera federal 307, sobre la carretera a Cobá	Recreativo, Turístico
Cenote Escudillas	A 2.5 km al sur de la localidad de Tulum sobre la carretera federal 307 Latitud: 20° 13' 11" norte, Longitud: 87° 31' 50" oeste. Acceso por caminos comunales al oeste de la ciudad de Tulum	Recreativo, Turístico
Laguna La Unión	A 5.5 km al sur de la localidad de Tulum	Recreativo, Recarga
Laguna Nochobán	A 5.5 km al sur de la localidad de Cobá, sobre la carretera Nuevo Progreso - Cobá	Recreativo, Recarga
Laguna Sire Atal	A 2.5 km al sur de la localidad de Cobá, sobre la carretera Nuevo Progreso - Cobá	Recarga
Laguna Mucamoc	A 500 metros al este de la localidad de Cobá	Recreativo, Turístico
Laguna Coba	En la localidad de Cobá	Recreativo, Turístico
Laguna Boca Paila	Laguna costera de agua salobre situada a 26 kilómetros al sur de la ciudad de Tulum, sobre la carretera costera Tulum - Punta Allen	Recreativo, Turístico, Pesca

Nombre	Ubicación	Uso predominante
Laguna Caaperhen	Laguna costera, de agua salobre situada a 55 kilómetros al sur de la ciudad de Tulum, sobre la carretera costera Tulum - Punta Allen	Recreativo, Turístico, Pesca
Laguna Ekan Luum	A 58 km al sur de la localidad de Tulum sobre la carretera federal 307	Recreativo, Turístico

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de fotointerpretación y digitalización de imágenes de satélite de alta resolución y mapas, se ha logrado identificar 52 cenotes dentro de la geografía del municipio. La mayor parte de ellos (46) cercanos a la ciudad de Tulum y la carretera federal 307, los restantes están cercanos a la localidad de Cobá.

4.2.6. Corrientes de agua.

Como la gran mayoría del territorio la Península de Yucatán, el territorio del municipio de Tulum es prácticamente plano, sin relieve notable y constituido por una planicie kárstica que no retiene las corrientes superficiales, por lo que la hidrografía está constituida únicamente por algunas lagunas pequeñas y los cenotes, que son afloramientos superficiales de ríos subterráneos.

Por otra parte, las corrientes subterráneas identificadas, se localizan al este del municipio en varios sistemas de cuevas entre otros: Sac Actun, Sistema Ox Bel, Aktun-Ha y demás sistemas de menor extensión que se encuentran principalmente debajo de los cenotes. Las direcciones de flujo observadas tienen su escurrimiento de noroeste-sureste.

4.2.7. Dolinas

Antes se ha señalado que el municipio de Tulum tiene un relieve kárstico (endokarst y el exokarst). Cuando la disolución se lleva a cabo en el subsuelo las formas encontradas se llaman endokársticas, como las cuevas y los espeleotemas (estalactitas, estalagmitas, etc.) que se forman dentro de ellas y de las cuales se han mencionado en el apartado anterior los principales sistemas cartografiados hasta la fecha.

Figura 13. Mapa de corrientes subterráneas



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el relieve kárstico superficial (exokarst) está conformado por las dolinas (del eslavó "dolínque") que significa depresión y su

equivalente en maya son los cenotes, siempre que contengan agua. Sin embargo, los cenotes en este municipio casi siempre contienen agua al estar el nivel freático cerca de la superficie topográfica. Como las rocas carbonatadas son muy solubles, el agua de lluvia en lugar de fluir como río, se infiltra completamente en el subsuelo hasta encontrar una barrera que ya no la deja pasar, y se acumula a partir de ese momento. El nivel freático es el límite superior de esta acumulación de agua.

Las dolinas son depresiones cerradas, que pueden medir desde algunos metros hasta un kilómetro de diámetro. Se establecen donde convergen varias fracturas, y muchas veces están cubiertas de suelo que impide identificarlas, a menos que haya cortes en el terreno, como en las carreteras. Su formación es variada, a partir de la solubilidad de la roca, la cantidad de agua que pase por ella y sus conexiones con alguna cavidad que reciba los elementos disueltos.

A través de los procesos anteriores la roca se va disolviendo y ensanchando, posteriormente los techos colapsan por gravedad y se forma una oquedad conocida como cenote (del maya dzonoot: "hoyo con agua") si es que esa oquedad esta inundada. Existen varios tipos de cenotes: a cielo abierto, semiabierto y subterráneo o en gruta, aunque puedan parecer lagos pequeños, usualmente son cilíndricos y más profundos que amplios. Con frecuencia los cenotes tienen conexión hidráulica entre sí, a través de cuevas y galerías subterráneas, que en muchos casos tienen salida directa al mar (Schmitter-Soto, et al., 2002). Si el colapso de una dolina permite la entrada a un sistema subterráneo de cuevas, entonces lleva el nombre de "ventana kárstica".

Uno de estos sistemas es el Sistema de cavernas Sac Actun, uno de los más grandes del planeta y del que hasta ahora se han cartografiado 347 kilómetros de cavidades interconectadas aunque algunos expertos señalan que podrían ser hasta 1,000 kilómetros (Guillermo de Anda, 2018). A este sistema pertenecen los cenotes Dos Ojos, Nohoch Nah chich, Muul-Ha, Nohoch Kin, Calavera, entre otros.

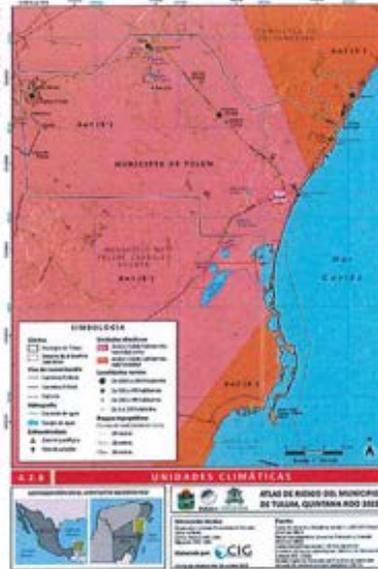
4.2.8. Clima

El clima es el tiempo atmosférico en un lugar determinado durante un período de tiempo prolongado. Puede incluir factores como la temperatura, la humedad, la precipitación, el viento y la presión atmosférica. Es producto de las interacciones atmosféricas y los océanos, y se define con la medición, por más de tres décadas, de variables como la lluvia, la humedad y el viento entre otras.

El clima se clasifica por regiones con características similares que se relacionan estrechamente con la distribución de la flora, la fauna y los recursos naturales. Existen diferentes formas de clasificar el clima, una de las más comunes es la clasificación de Köppen, que divide el clima en cinco grandes grupos: clima tropical, clima templado, clima mediterráneo, clima continental y clima polar. Dentro de cada uno de estos grupos, se pueden distinguir diferentes subtipos de clima en función de las características específicas de cada lugar.

Enriqueta García (1964) adaptó para las condiciones de México la clasificación mundial de Wilhelm Köppen. Este es el sistema de clasificación utilizado de manera oficial en México. En la Península de Yucatán solo se presentan dos tipos de clima, el seco estepario en la costa noroeste (BS) y el cálido subhúmedo en el resto (Aw).

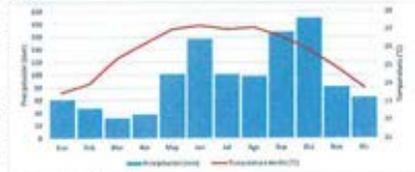
Figura 14. Climas en el municipio de Tulum



Fuente: Elaboración propia.

Esto se debe a su posición geográfica rodeada por mares, su cercanía al Trópico de Cáncer y su orografía casi plana; esto ocasiona que exista un gradiente de precipitación de la parte norte más seca hacia al sur con mayor precipitación. El municipio de Tulum presenta un tipo de clima Cálido Subhúmedo [Aw1(x')] con una temperatura del mes más frío mayor de 18° C, temperatura promedio anual mayor de 22° C, lluvias en verano y alto porcentaje de lluvia invernal (10.2%). La menor cantidad de días con lluvia es durante el mes de abril (3.2 días), mientras que el mes más lluvioso es septiembre (12.8 días). Este clima es propicio para el desarrollo de la selva mediana subcaducifolia.

Figura 15. Climograma de la estación meteorológica en la localidad de Tulum.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Variación anual de temperatura y clima en Tulum.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura máxima	28.5	26	25.4	24.2	27	27.3	27	27.3	26.4	25.9	24.9	23.8
Temperatura mínima	25.5	25.8	26.5	27.6	28.2	28	27.5	26.4	25.8	25.3	24.3	23.4
Temperatura promedio	27.4	26.2	26.9	25.9	27.6	27.6	27.4	26.7	26.1	25.6	24.6	24.2
Precipitación	40.7	47	34.7	37.6	50.1	56.5	59.9	57.3	53.7	49.9	40.8	33.3

Fuente: Elaboración propia.

La época más cálida del año en Tulum es de junio a septiembre, cuando también es común experimentar lluvias frecuentes. Sin embargo, el clima generalmente soleado durante todo el año lo que lo ha convertido en un destino popular entre los turistas.

4.2.9. Precipitación

Tulum tiene una precipitación anual de entre 1,200 a 3,500 mm, el mes más seco es marzo, con una precipitación promedio mensual de 31.7 mm; y el más lluvioso es octubre con un promedio de precipitación de 189.2 mm.

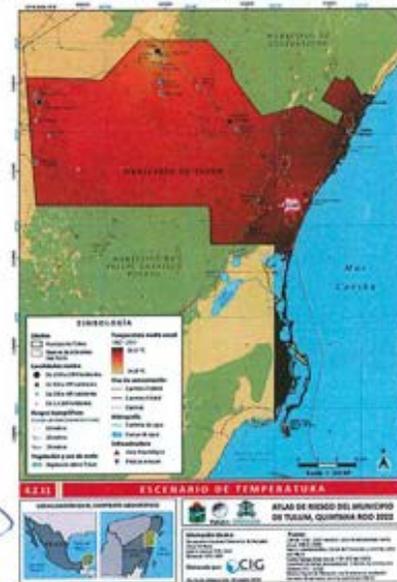
4.2.10. Escenarios climáticos

A continuación se presenta el escenario de condiciones climáticas para el municipio de Tulum, basado en el Atlas de escenarios de Cambio Climático para la Península de Yucatán, del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CIICY) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Dentro de este Atlas se utilizaron 4 modelos atmosféricos, combinados cada uno con 4 escenarios de emisiones. Para el Atlas de Riesgo de Tulum se ha seleccionado la combinación que se adecua mejor a la dinámica regional (modelo HADCM3), desarrollado por el laboratorio Hadley Centre, en Inglaterra. Este modelo considera 19 capas de información atmosférica y 19 capas de información oceanográfica.

El escenario de emisiones seleccionado es el A2 que establece una tasa de emisiones de gases de invernadero muy parecidas a las actuales. Este escenario toma en cuenta el crecimiento continuo de la población, sin embargo, el crecimiento económico se proyecta fragmentado por regiones y más lento que los otros tres escenarios usados en ese Atlas.

De acuerdo con este modelo, la temperatura promedio anual tiene un gradiente espacial desde el noroeste del municipio (25.42 °C) hacia la costa suroccidental (25.98 °C) donde se encuentra la localidad de Punta Allen.

Figura 16. Mapa de escenario de temperatura del municipio de Tulum



Fuente: Elaboración propia.

Del mismo escenario (HADCM3A21) los datos de precipitación señalan un rango espacial de precipitación promedio anual de 1,140 a 1,216 mm, teniendo en el sur del municipio la zona con mayor precipitación y la zona de menor precipitación es la costa este.

Figura 17. Mapa de escenario de precipitación del municipio de Tulum



Fuente: Elaboración propia.

Este escenario presenta una modificación en ambas variables climáticas con respecto a los datos históricos recabados por la estación meteorológica de la CONAGUA, ubicada en la ciudad de Tulum. Dicha estación registra una temperatura promedio de 25.7 y una precipitación anual de 1,615.4 mm durante un periodo de 35 años. Si comparamos con los datos del escenario anterior vemos un aumento en la temperatura y una disminución en la precipitación, lo que indica que la tendencia del cambio global en el clima ya tiene repercusiones en la geografía del municipio.

4.2.10.1. Uso de suelo y vegetación

Las asociaciones vegetales en la Península de Yucatán se tornan cada vez más diversas en relación con el gradiente de humedad que incrementa de norte a sur. La vegetación típica del municipio de Tulum es la selva tropical húmeda, con una gran variedad de especies de flora. Respecto del uso del suelo, éste ha sido históricamente agrícola y de silvicultura, debido a la fertilidad del suelo y la presencia de agua en la zona. Sin embargo, en los últimos años ha habido un gran aumento en el turismo, lo que ha llevado a una mayor urbanización y desarrollo residencial, aun así, el porcentaje de suelo urbanizado es del 2% de acuerdo con la Serie VII de Usos de Suelo y Vegetación del INEGI.

Figura 18. Vegetación y Usos de suelo en Tulum



Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla 9 la asociación vegetal que ocupa la mayor superficie del municipio corresponde a la vegetación secundaria de selva mediana. Esta vegetación secundaria está presente en aquellas superficies en las cuales la vegetación primaria es eliminada o alterada por diversos factores, ya sea naturales o antrópicos. El desarrollo natural de la vegetación secundaria la lleva a estar en diferentes fases sucesionales, tales como la arbórea, arbustiva y herbácea.

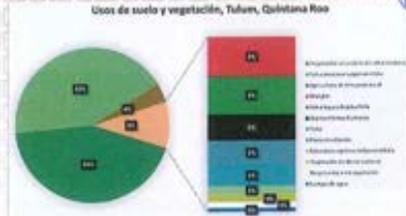
Tabla 9. Distribución de tipos de vegetación y usos de suelo en Tulum.

Descripción	Superficie (km ²)	Porcentaje
Vegetación secundaria de selva mediana	890.56	44%
Selva mediana subperennifolia	889.50	43%
Agricultura de temporal maíz	88.13	4%
Manglar	44.30	2%
Selva baja subcaducifolia	43.23	2%
Asentamientos humanos	39.11	2%
Tular	37.83	2%
Pantanal cultivado	34.00	2%
Selva baja espinosa subperennifolia	31.00	0%
Vegetación de dunas costeras	7.90	0%
Desperdicio o sin vegetación	6.83	0%
Cuerpo de agua	4.77	0%
	2,040.94	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía vectorial de la Serie VII de la capa de Vegetación y Uso de suelo del INEGI (2016).

En relación con la vegetación natural del municipio, ésta es la de selva mediana subperennifolia, misma que se presenta en las regiones con climas cálido-húmedos con precipitaciones de más de 1,000 hasta 1,300 mm anuales y sequías estacionales a mitad de año. Las especies importantes de esta asociación vegetal son la *Swietenia macrophylla* (Caoba), *Manihara zapota* (Zapote), *Bucida buceras* (Puche), *Metopium brownei* (Chechen), *Brosimum alicestrum* (Ramon), *Bursera simaruba* (Chaka), *Cedrela odorata* (Cedro rojo), entre otras.

Figura 19. Distribución de la vegetación y uso de suelo en Tulum



Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía vectorial de la Serie VII de la capa de Vegetación y Uso de Suelo del INEGI (2016).

Aunque superficie de las zonas urbanas no llega a ocupar el 2% del municipio, el territorio es objeto de una fuerte presión de desarrollo inmobiliario, por su principal actividad productiva, el turismo, por lo que deberán atenderse las condicionantes del territorio de tal forma que solo se urbanicen las áreas con aptitudes y se preserven las áreas que representan un riesgo y las que por su valor medio ambiental deban permanecer prístinas.

4.2.11. Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas son los mecanismos de ordenamiento territorial que han resultado más efectivos para conservar los ecosistemas, permitir el desarrollo de la biodiversidad y combatir los efectos del cambio climático. En México son aquellas zonas del territorio nacional en donde los ambientes originales no se han alterado notablemente por la actividad antrópica o aquellos territorios que requieren ser conservados y/o restaurados por su importancia ecológica (SEMARNAT, 1987).

Dentro del municipio de Tulum se encuentran 4 áreas naturales protegidas, 2 de ellas están completamente en el interior del polígono municipal y las otras dos se encuentran de manera parcial al interior. Las Áreas Naturales Protegidas dentro del municipio son el Parque Nacional de Tulum y el Área de Protección de Flora y Fauna Jaguar. Por su parte, la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an cubre una superficie de 87.77 km², y la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Tulum una superficie de 0.04 km², ambas al sur del municipio.

Tabla 10. Áreas Naturales Protegidas y sus superficies en Tulum.

Nombre	Categoría de manejo	Decreto de creación	Superficie (km ²)	Porcentaje de la superficie municipal
Tulum	Parque nacional	23/04/1981	0.6683213	0.03%
Arrecifes de Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	02/03/1998	0.048249623	0.00%
Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	20/01/1986	8.777123564	0.43%
Jaguar	Área de protección de flora y fauna	25/03/2022	2.24975043	0.11%

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía digital de las ANP de CONABIO (2016)

Figura 20. Áreas naturales protegidas en Tulum



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

4.3.1. Dinámica demográfica

Para los próximos años en Latinoamérica y el Caribe se prevé un crecimiento poblacional moderado que ocurrirá en medio de grandes cambios entre el crecimiento económico, la disminución de la pobreza, y el esfuerzo por disminuir desigualdades existentes entre la población de mayores y menores ingresos (UN/ISDR, 2012). Los cambios en la distribución espacial de la población implicarán un desafío de políticas, por lo que es necesario prever servicios adecuados para esta creciente población urbana, teniendo en cuenta que dicho crecimiento debe orientarse en el marco de un desarrollo sustentable, minimizando los impactos ambientales.

Uno de los temas importantes de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD) es el conocimiento y la explicación de las cargas de población, y la comparación de las densidades en función de los modos de vida y de los elementos que ofrece el medio natural. El conocimiento detallado de la situación de la población constituye, por lo tanto, un insumo esencial para el diseño de estrategias correctivas y de respuestas rápidas. Más aún, el análisis demográfico, el cual aporta la comprensión de los factores de la dinámica demográfica su incidencia sobre los cambios poblacionales, y los mecanismos que permitirían modificar o al menos moderar la evolución demográfica. Este conocimiento permite, por un lado, construir escenarios futuros que permitan anticipar los niveles de exposición, en consecuencia, orientar las políticas y planes de ordenamiento territorial para mitigar el riesgo.

Por lo tanto, se debe conocer los cambios en la dinámica demográfica de las regiones y ciudades, ya que el crecimiento de la población y sus actividades han sido ampliamente reconocido como uno de los factores globales que inciden en el aumento de vulnerabilidad a desastres y es un elemento importante en el tratamiento y análisis de la configuración del riesgo.

En este apartado se muestra la composición de la población del municipio de Tulum y sus principales ciudades.

4.3.1.1. Análisis comparativos

De acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), levantado en 2020, la población total del municipio de Tulum para ese año fue de 46,721 habitantes, la mayor parte (71%) se concentra en la ciudad de Tulum, la capital municipal con 33,374 habitantes.

La población total del municipio representa el 2.5% del Estado de Quintana Roo. El tamaño promedio de los hogares del municipio es de 3.33 integrantes. En consideración a su superficie, el municipio representa una densidad poblacional de 23 habitantes por km². El 84.4% de la población se concentra en cinco localidades, Tulum, Akumal, Cobá, Francisco UH May y Chanchén Primero. En la tabla 11 se muestran los principales indicadores poblacionales para el municipio de Tulum de acuerdo a los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

Tabla 11. Distribución de la población del municipio de Tulum 2020.

Variable	Total	Porcentaje
Población total	46,721	100%
Hombres	24,790	52.2%
Mujeres	21,931	47.8%
Relación hombres-mujeres	109.12	
Población de 0 a 14 años	15,269	32.6%
Población 15 a 64 años	32,083	68.9%
Población de 65 años y más	1,295	2.7%
Índice de masculinidad	26	-
Índice de envejecimiento	-	16.74%
Razón de dependencia	-	45.88%

Notas: *Esta medida divide la distribución por edades de una población determinada en dos grupos numéricamente iguales, la mitad de los casos quedan por debajo de la mediana y la otra mitad por encima. Para su cálculo se excluye a la población con edad no especificada.

**El índice de envejecimiento es la relación de la población de 60 años y más de edad, entre la población de 0 a 14 años, cuyo resultado generalmente se expresa por cien. **La razón de dependencia es un cociente de la población de 0 a 14 años más la de 65 años y más entre la población de 15 a 64 años multiplicado por cien.

Tabla 12. Población en localidades de 1 y 2 viviendas.

Localidades de una vivienda	334	136
Localidades de dos viviendas	96	43

Fuente: INEGI (2020). Principales resultados por localidad (ITER).

Se entiende por localidad, de acuerdo con el INEGI (2020), "todo lugar ocupado por una o más viviendas, las cuales pueden estar o no habitadas; este lugar es reconocido por un nombre dado por la ley o la costumbre". De la misma manera, el INEGI define a localidades rurales y localidades urbanas por el número de habitantes de una localidad, lo cual determina si es rural o urbana. De acuerdo con el INEGI, una población se considera rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2,500 personas.

A partir de la definición anterior el municipio de Tulum solo cuenta con 1 localidad urbana y el resto se consideran rurales (176). La población del municipio de Tulum se distribuye de la siguiente manera (tabla 14).

Tabla 14. Población total y población total por porcentaje.

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACION TOTAL (habitantes)	PORCENTAJE DEL TOTAL MUNICIPAL (%)
Tulum	33,374	71.43
Akumal	2,054	4.41
Cobá	1,738	3.72
Francisco UH May	1,288	2.76
Chanchén Primero	1,078	2.31
Maravilla Gómez	884	1.9
Tan Itza	770	1.65
Manuel Antonio Ay	621	1.33
Chanchén Palmer	597	1.28
Sabah Manay	596	1.28
Ciudad Chemuyil	548	1.17
Javier Rojas Gómez (Punta Alca)	393	0.84
Hondoyut	391	0.84
Yeroh	367	0.79
Oxital (Soheta)	352	0.75
Tan Pedro	136	0.29
Chan Chemuyil	127	0.27
Jacinto Pal	100	0.21
La Unión	74	0.16
Tanah Tres	62	0.13
La Unión	62	0.13
Bahías de Punta Soliman	56	0.12

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL (habitantes)	PORCENTAJE DEL TOTAL MUNICIPAL (%)
La Ceiba	45	0.01
Kilómetro Ocho	49	0.00
Machis	36	0.08
El Pequeño Paraíso	34	0.07
San Biagio	33	0.07
San Felipe	32	0.07
Gran Bahía Príncipe	29	0.06
Julia Blanca	26	0.06
Ángeles Tulum	20	0.04
Indio Blanco	29	0.04
Los Dos Hermanos	18	0.04
Tres Hermanos	18	0.04
Aña y Maja	16	0.03
San Nazario	16	0.03
Punta Sur	16	0.03
Alamud Sur	15	0.03
Restaurante Alamud	15	0.03
Calota Cisamón	15	0.03
Kilómetro Ocho Punta-Cinco	15	0.03
Tres Virgenes	14	0.03
Quelme Azul	12	0.03
Baham Luani	11	0.02
El Cedro	11	0.02
Yello	10	0.02
Koax Campeche	9	0.02
Mozales (Rancho)	9	0.02
Santa María	9	0.02
Paraiso (Rancho)	9	0.02
Carrito de Cielo	9	0.02
Luani Ha (Bahia)	9	0.02
San José	8	0.02
Ek Che	7	0.02
Tankah Cahne	7	0.02
Cenote Calavera	7	0.02
Rob Ashlan	7	0.02
El Palomar	7	0.02
Vivero Jariño	7	0.02
Chonita	7	0.02
Icchil (Rancho)	7	0.02
Cayetano Nisha Cobá	6	0.01
El Lagunero	6	0.01
Arriba	6	0.01
El Venado	6	0.01
Yelki	6	0.01
La Casa de las Mariposas	6	0.01
Los Dos Cerros	6	0.01
San Antonio	6	0.01
Tulum Monkey Sanctuary (TMS)	6	0.01
Dylan Chimal Herrera	6	0.01
Walle de Ranch	6	0.01
Baham Cenote	5	0.01
Kauichas	5	0.01
San Felipe	5	0.01
San Miguel	5	0.01
Ninguno	5	0.01
Tres Niños (Don Lope)	5	0.01
Duña Martina (Vivero)	5	0.01
Yax'nuul (Rancho)	5	0.01
Cobá (Hacienda)	5	0.01
Indakich	5	0.01
Mouch (Cenote)	5	0.01
Casa Natur	4	0.01
Playa Mamal	4	0.01
Empire Ha	4	0.01
Casa Amparo	4	0.01
Los Gallos Negros	4	0.01
Casa de los Palomas	4	0.01
Los Amantitas	4	0.01
Camino Maya	4	0.01
Sac-Ba	4	0.01
El Lince	4	0.01
Ramón Francisco Sekane	4	0.01
Haji'baax (Rancho)	4	0.01
Alupitani	4	0.01
Paraiso	4	0.01
Machista (Rancho)	4	0.01
El Tigre (Rancho)	4	0.01
El Palancar	3	0.01
Boca Palla	3	0.01
La Esperanza	3	0.01
El Paraíso	3	0.01
Padre Palla	3	0.01
San Juan	3	0.01
Antonio Pool	3	0.01
Cenote Juuli Ha	3	0.01
Reserva Ancestral González López	3	0.01
Kilómetro Siete	3	0.01

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL (habitantes)	PORCENTAJE DEL TOTAL MUNICIPAL (%)
The Jungle Place	1	0.00
Casa Tulum	1	0.00
Shira Capuchí	1	0.00
Mamlico (Rancho)	1	0.00
Los Cabañas	1	0.00
Casa del Sol	1	0.00
Duña Leonor	1	0.00
EA	1	0.00
Houston	1	0.00
Jorge Patricia Manika	1	0.00
Lot Bah	1	0.00
Pedra Maya	1	0.00
La Nueva Esperanza	1	0.00
San Mateo	1	0.00
SIEMPRE	1	0.00
La Termita	1	0.00
Xbacal	1	0.00
La Coladera	1	0.00
Mauay (Rancho)	1	0.00
Luzma Linda	1	0.00
El Peñonal	1	0.00
The Swilling Iguala	1	0.00
Ninguno (Vivero)	1	0.00
Alon	1	0.00
Casa Celeste	1	0.00
Elbrin Cen	1	0.00
Wen' Xim	1	0.00
Tha (Cenote)	1	0.00
Casa Indi	1	0.00
Mi Amigo Felipe (Restaurante)	1	0.00
Xbacal (Residencia)	1	0.00
Casa Wium	1	0.00
Calota Tankah	1	0.00
Chan Ha	1	0.00
Cruceiro de las Ruinas de Tulum	1	0.00
El Campesino	1	0.00
María Magdalena	1	0.00
Rancho Mariposa	1	0.00
San José	1	0.00
Sol Caribe	1	0.00
Sol Maya	1	0.00
Don Renato	1	0.00
El Tereneto	1	0.00
Ashlan Ha	1	0.00
El Álamo	1	0.00
Alonso	1	0.00
Yakumah	1	0.00
La Pescadora	1	0.00
Alejandra Terrazas	1	0.00
San Mateo	1	0.00
Sancti Domingo	1	0.00
Ranitas (Vivero)	1	0.00
Baham Al'ab	1	0.00
Ellestar Pool (Vivero)	1	0.00
Señora y Uno (Lote)	1	0.00
Manuel Chirero	1	0.00
Pueblita Chemistry	1	0.00
Dreams Tulum (Poblado de Apoyo del Hotel)	1	0.00
Número Siete	1	0.00
Candelas (Rancho)	1	0.00
Palchen (Rancho)	1	0.00
La Píscuda	1	0.00
Rancho Antigua	1	0.00
Dentalita (Vila)	1	0.00
Villa Dentalita	1	0.00
Cobá (Rancho)	1	0.00
Padre Mamá	1	0.00
San Felipe	1	0.00
Total del municipio	46,721	1

Fuente: INEGI (2020). Principales resultados por localidad (ITER).

4.3.1.2. Proyección al 2020-2030-2050

De acuerdo con los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2020 del INEGI, se realizó el cálculo de proyección de la población del municipio de Tulum (tabla 15). Así como el procesamiento de datos para obtener la tasa de crecimiento proyectada a 2050 (tabla 16).

Tabla 15. Proyección de la población municipal

Municipio de Tulum	Población Total		
	2020	2030	2050
	46,721	127,679	348,888

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INEGI (2020). Principales resultados por localidad (ITER).

Tabla 16. Tasa de crecimiento de la población municipal

Municipio de Tulum	Tasa de crecimiento medio anual de población		
	2009-2010	2010-2020	2010-2050
	7.48	5.85	3.15

Nota: El método empleado para el cálculo de la tasa de crecimiento se determinó con la Tasa de Crecimiento Geométrico.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INEGI (2020). Principales resultados por localidad (ITER).

Las proyecciones demográficas constituyen dentro del proceso de planeamiento un ejercicio obligado e imprescindible, toda vez que es preciso disponer de una estimación de la población futura para poder dimensionar adecuadamente las necesidades, en primer lugar, de suelo para viviendas, actividades económicas y equipamiento debidas a la evolución previsible de dicha población. Y en segundo para poder estimar la población que puede verse afectada en caso de que se presente una amenaza natural. Por lo que se emplea un método analítico aritmético para su cálculo a partir de los datos 2020 (INEGI, 2020) (tabla 17).

Tabla 17. Proyección de la población por localidad

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL (habitantes)	POBLACIÓN A 2030 (habitantes)	POBLACIÓN A 2050 (habitantes)
Tulum	85,324	91,200	249,120
Alumal	1,134	5,886	16,085
Coba	1,738	4,749	13,979
Franchuca Oh May	1,288	3,528	9,618
Chanchar Palmera	1,078	2,946	8,050
Macario Gómez	884	2,418	6,661
San Juan	770	2,104	5,750
Manuel Antonio Ay	621	1,697	4,647
Chanchar Palmera	587	1,631	4,458
Sabah Meruy	586	1,629	4,451
Ciudad Chemuyil	548	1,498	4,092
Javier Rojo Gómez (Punta Alca)	393	1,074	2,935
Hondsonat	391	1,068	2,930
Yaché	367	1,003	2,741
Cristal (Colonia)	352	962	2,629
San Pedro	336	922	2,509
Chac Chemuyil	327	887	2,388
Isidoro Puit	300	778	2,127
La Unión	74	202	553
Taukah Tees	62	169	460
La Unión	62	169	460
Bahías de Punta Solimán	56	153	418
La Ceiba	45	123	336
Kilómetro Once	40	109	295
Maritú	36	98	269
El Pequeño Paraiso	34	93	244
Dos Brígidos	33	90	240
Dos Palmitos	32	87	233
Gran Bahía Privéges	29	78	217
India Blanca	26	71	194
Árbolitos Tulum	20	55	149
India Blanca	19	52	142
Las Dos Hermanas	18	49	134
Tres Hermanas	18	49	134
Añá y Maja	18	48	133
San Nazario	16	44	121
Punta Sur	16	44	121
Alumal Sur	15	41	112
Reventón Alumal	15	41	112
Calero Cimarrón	15	41	112
Kilómetro Once Punta Caca	15	41	112
Tres Virreyes	14	38	105
Ondame Aul	13	35	99
Balam Luum	11	30	82
El Cedro	11	30	82
Yalla	10	27	75
Rioz Campesino	9	25	67
Moralas (Rancho)	9	25	67
Santa María	9	25	67
Paraiso (Rancho)	9	25	67
Cuchillo de Cielo	9	25	67
San Ha (Jardín)	9	25	67
San José	8	22	60
El Cha	7	19	53
Taukah Cuatro	7	19	53
Cañote Calavera	7	19	53
Bah Aakhu	7	19	53
El Palomar	7	19	53
Vivero Jardín	7	19	53
Chonka	7	19	53
Teche (Rancho)	7	19	53
Coytano Nuevo Cello	6	16	45
El Lagunero	6	16	45
Kidob	6	16	45
El Venado	6	16	45
Yalá	6	16	45

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL (habitantes)	POBLACIÓN A 2030 (habitantes)	POBLACIÓN A 2050 (habitantes)
La Casa de los Marlinos	6	16	45
San Dos Luces	6	16	45
San Antonio	6	16	45
Tulum Mirador Sanitary (TMS)	6	16	45
Dolva Chimal Herrera	6	16	45
Valle de Banak	6	16	45
Belen Cauché	5	14	37
Kashuba	5	14	37
San Felipe	5	14	37
San Miguel	5	14	37
Ninguno	5	14	37
Tres Nietos (Don Jese)	5	14	37
Dolva Martina (Vivero)	5	14	37
Yachumul (Rancho)	5	14	37
Coba (Residencia)	5	14	37
Isidobach	5	14	37
Isidobach (Canote)	5	14	37
Casa Salom	4	11	30
Playa Manatí	4	11	30
Kaape Ha	4	11	30
Casa Amparo	4	11	30
Los Gatos Negros	4	11	30
Casa de los Pelicanos	4	11	30
Las Américas	4	11	30
Camino Miya	4	11	30
Sac-De	4	11	30
El Ucoo	4	11	30
Manantí Familia Solano	4	11	30
San Lucas (Rancho)	4	11	30
Alampanam	4	11	30
Passion	4	11	30
Marchate (Rancho)	4	11	30
El Tigre (Rancho)	4	11	30
El Palancar	3	8	22
Boca Pala	3	8	22
La Esperanza	3	8	22
El Paraiso	3	8	22
Pedro Peña	3	8	22
San Juan	3	8	22
Antonio Poot	3	8	22
Cañote Zapir-Ha	3	8	22
Indio Aracely González López	3	8	22
Kilómetro Seis	3	8	22
The Jungle Place	3	8	22
Casa Talam	3	8	22
Silva Cauché	3	8	22
Maurota (Rancho)	3	8	22
Las Cabañas	2	5	15
Casa del Sol	2	5	15
Dolva Leonor	2	5	15
SA	2	5	15
Houston	2	5	15
Jorge Perilla Manica	2	5	15
Lol Bah	2	5	15
Pearce Miya	2	5	15
La Nueva Esperanza	2	5	15
San Mateo	2	5	15
SEMARNAT	2	5	15
La Tancita	2	5	15
Mercal	2	5	15
La Culebra	2	5	15
Muruy (Rancho)	2	5	15
Luna Linda	2	5	15
El Pedregal	2	5	15
The Swilling Iguala	2	5	15
Ninguno (vivero)	2	5	15
Alca	2	5	15
Casa Celeste	2	5	15
Elnon Can	2	5	15
Yun' K'lin	2	5	15
Tho (Canote)	2	5	15
Casa Indi	2	5	15
Mi Amigo Felipe (Restaurante)	2	5	15
Jesús (Residencia)	2	5	15
Casa Vivon	2	5	15
Cabeta Taukah	1	3	7
Chan Ha	1	3	7
Crucero de los Ruinos de Tulum	1	3	7
El Campesino	1	3	7
María Magdalena	1	3	7
Rancho Mariposa	1	3	7
San José	1	3	7
Sol Caribe	1	3	7
Sol Maya	1	3	7
San Benito	1	3	7
El Terrenito	1	3	7
Árbol Ha	1	3	7
El Águila	1	3	7
Alam	1	3	7

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TO- TAL (habitantes)	POBLACIÓN A 2020 (habitantes)	POBLACIÓN A 2050 (habitantes)
Tulum	1	3	7
La Perceutora	1	3	7
Alejandra Terremán	1	3	7
San Manuel	1	3	7
Santo Domingo	1	3	7
Ranitas (Nimay)	1	3	7
Balam Al'oh	1	3	7
Elvazar Pool (Vivenda)	1	3	7
Trota y Uuc (Jote)	1	3	7
Manuel Chivero	1	3	7
Pueblito Chamsujil	1	3	7
Dreama Tulum (Poblado de Apo- yo del Nute)	1	3	7
Himeno Sota	1	3	7
Caribán (Rancho)	1	3	7
Palchen (Rancho)	1	3	7
La Pinda	1	3	7
Rancho Antigua	1	3	7
Dobichá (Jote)	1	3	7
Villa Doolichá	1	3	7
Cobá (Rancho)	1	3	7
Pacha Mamá	1	3	7
San Pablo	1	3	7
Total del municipio	46,721	127,473	148,583

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INEGI (2020). Principales resultados por localidad (ITER).

4.3.1.3. Distribución de población

La forma en que se distribuye la población se comporta de manera desigual, algunas ciudades tienen una población muy grande y otras son de menor tamaño. No se encuentran ordenadas de manera uniforme. Debido a la migración del campo a las ciudades el número de localidades rurales ha disminuido. En la siguiente tabla se muestra el número de localidades de acuerdo con el tamaño de población al interior del municipio de Tulum.

Tabla 18. Localidades y población total por municipio según tamaño de localidad

Municipio de Tulum	Total de localidades y población	Habitantes por tamaño de localidad			
		1 a 249	250 a 499	500 a 999	1,000 o más
Localidades	177	142	4	6	4
Población	46,721	1,170	1,103	4,018	6,258

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados del Cuestionario Básico (INEGI, 2020).

4.3.1.4. Composición por edad y sexo

La composición de la población de acuerdo con el número de hombres y mujeres y rangos de edad es el resultado acumulativo de las tendencias de la fecundidad, mortalidad y migración. En la tabla siguiente se muestra la composición de la población del municipio de Tulum por rangos de edad, asimismo, se muestra la población proyectada a 2030 y 2050 a partir de los datos proporcionados por el Censo de Población y Vivienda del INEGI 2020.

Tabla 19. Grupos quinquenales de edad y sexo y su proyección a 2050

Año	Rangos de edad (años)	Censo		Población proyectada	
		Total	Hombres (H) y Mujeres (M)	2030	2050
0 a 4	3,001	M: 2,498 H: 2,503	13,666	37,345	
5 a 9	4,345	M: 2,100 H: 2,245	11,876	32,454	
10 a 14	3,922	M: 1,854 H: 2,068	10,718	29,288	
15 a 19	3,786	M: 1,870 H: 1,916	10,346	28,272	
20 a 24	4,720	M: 2,211 H: 2,509	12,888	35,247	
25 a 29	5,111	M: 2,706 H: 2,405	13,967	38,166	
30 a 34	4,689	M: 2,269 H: 2,420	12,841	35,020	
35 a 39	4,081	M: 1,929 H: 2,152	11,152	30,475	
40 a 44	3,161	M: 1,304 H: 1,857	8,638	23,605	
45 a 49	2,467	M: 881 H: 1,520	6,742	18,432	
50 a 54	1,868	M: 881 H: 987	5,105	13,949	

Atlas de Desarrollo de Tulum

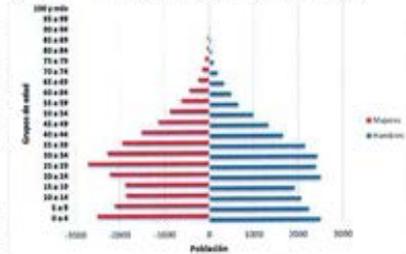
35 a 39	1,274	M: 618 H: 656	3,481	8,514
40 a 44	926	M: 436 H: 490	2,530	6,915
45 y más	1,295	M: 568 H: 707	3,539	9,870
Total	46,657	46,657	127,498	148,411

Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados del Cuestionario Básico (INEGI, 2020).

La estructura demográfica hace referencia a la composición de la población según sexo y edad, para un tiempo determinado; y suele expresarse a través de la pirámide poblacional, que no es más que un histograma de barras horizontales donde se pueden representar las proporciones de hombres y mujeres por grupos de edad (generalmente quinquenios) con respecto al total de la población. Para este trabajo se expresa la pirámide de población a escala municipal y de la ciudad de Tulum, esta última, la única localidad urbana con la que cuenta el municipio (Figura 10).

Como se puede observar en la Figura 21 el grupo de la población más grande se encuentra en el rango de 25 a 29 años en mujeres y 20 a 24 años hombres. De la misma manera, y para ambos sexos, se da en el rango de 0 a 4 años. La forma de la pirámide de población del municipio (triangular) significa población joven, su base es ancha, debido a su alta tasa de natalidad e inmigración. La población desciende rápidamente hacia la cima reflejando una población en su mayoría joven y poca población longeva. Por su parte, la pirámide de población para la ciudad de Tulum, la localidad más poblada del municipio tiene el mismo comportamiento que la del municipio, esto se debe a que la ciudad de Tulum concentra aproximadamente el 70% de la población municipal total (Figura 9).

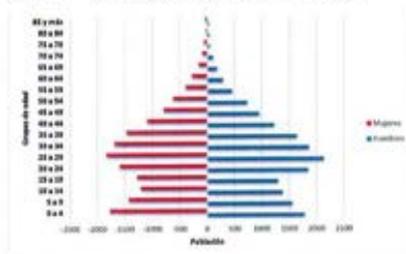
Figura 21. Pirámide de Población del municipio de Tulum 2020



Fuente: Principales Resultado por Localidad. Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México (INEGI, 2020).

Ahora bien, a escala urbana, la ciudad de Tulum (única ciudad urbana del municipio) en 2020 contaba con 33,374 habitantes. La cual se distribuye en 15, 830 mujeres y 17, 544 hombres. La edad mediana del estado fue en 2020 de 28 años, para el municipio fue de 26, menor a la estatal y para la ciudad de Tulum 27. Con lo anterior, el grado de envejecimiento de la población es menor que en otras ciudades (Figura 22).

Figura 22. Pirámide de Población de la ciudad de Tulum 2020



Fuente: Principales Resultado por Localidad. Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México (INEGI, 2020) Densidad de la población (por hectárea en zonas urbanas)

Página 25

4.3.1.5. Densidad de la población

La distribución de la población de una ciudad, región, país no es igual en todas las áreas, en algunas se concentra en las zonas urbanas o económicamente más activas o zonas industriales, y en otras, se encuentra más dispersa.

El municipio de Tulum representa una densidad poblacional de 23 habitantes por km² con una tasa de crecimiento del 5.1%. No obstante, el 70% de la población total del municipio se concentra en la ciudad de Tulum, por tal motivo su crecimiento interno ha sido desmedido y muy acelerado. Para poder obtener la densidad aproximada actual de la ciudad, se anexó a la traza de la ciudad urbana de Tulum áreas urbanas no contempladas por el INEGI, pero que son áreas que forman parte de la ciudad de Tulum (Figura 23).

Figura 23. Traza urbana de la ciudad de Tulum 2020



A partir de lo anterior, el total de la superficie contemplada integral para la ciudad de Tulum fue de 1,263 hectáreas (12.63 km²) con una población total de 33,837 habitantes (INEGI, 2020), por lo consiguiente la densidad de población para la ciudad de Tulum es de 27 habitantes por hectárea.

Se calculó la densidad poblacional para las 10 localidades principales del municipio de acuerdo con su población (tabla 20), teniendo como criterio un mínimo de 500 habitantes, así la localidad con menos habitantes es Ciudad Chemuyil (548 habitantes) con un área superficial de 14 hectáreas y una densidad de 39 hab/ha (tabla 20) y la mayor Akumal con 2,154 habitantes y una densidad de 35 hab/ha (tabla 20).

Tabla 20. Densidad poblacional de las principales localidades del municipio de Tulum

Localidad	Población total (habitantes)	Superficie (ha)	Densidad de población (hab/ha)
Akumal	2,154	62	35
Cobá	1,798	54	33
Francisco Urb. May	1,788	69	29
Chanchón Pintano	1,578	47	36
México Gómez	884	42	21
San Juan	770	39	22
Manuel Antonio Ag	621	30	21
Chanchón Palmar	597	26	23
Sahab-Mosay	596	22	27
Ciudad Chemuyil	548	14	39

Fuente: Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020) y Marco Geoespacial 2011 (INEGI, 2022).

La densidad de población también se calculó a nivel manzana urbana, para lo cual se tomó como base la traza urbana de la ciudad de Tulum (Figura 12), la cual se divide en 41 Áreas Geoespaciales Básicas (AGEB). Las AGEB se definen como áreas geográficas ocupadas por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, y sólo son asignadas al interior de las zonas urbanas que son aquellas con población mayor o igual a 2,500 habitantes y en las cabeceras municipales. El total de manzanas contenidas en los cuarenta y uno AGEBs son 978.

En la figura 24 se observa 38 manzanas con densidades de 250 habitantes o más, las cuales se concentran en el centro de la ciudad, lo que podemos identificar como el primer cuadro urbano. En contraste, se observa en los límites de la ciudad áreas con densidades de 1 a 50 habitantes por hectárea (582 manzanas). Referidos a la expansión de la ciudad y los nuevos desarrollos habitacionales. También se observan manzanas sin habitantes o población, pero ya con áreas urbanas lottificadas (268 manzanas). Las noventa manzanas restantes la densidad observada se encuentra entre 51 a 249 hab/ha.

La población de la ciudad de Tulum se encuentra concentrada hacia su interior, pero se observa un crecimiento urbano en expansión, debido a su principal actividad económica centralizada en las actividades turísticas y los procesos de migración. Lo anterior conlleva retos como la dotación de los servicios básicos y el manejo de la basura. Como ejemplo, ante un posible desastre producido por el impacto de un huracán, uno de los servicios más afectados y, por lo general, no atendido con la prioridad debida, es el sistema de manejo y recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Este servicio puede verse interrumpido y provocar la acumulación de escombros de edificios, árboles y otro tipo de basura, como animales muertos (Hernández-Aguilar, et al., 2021).

4.3.2. Características sociales

Los factores sociales de cualquier país o región determinan el aumento de la población, entre ellos se encuentran la natalidad, la mortalidad, los servicios y la migración. En las últimas décadas, la mortalidad ha decrecido debido al aumento del nivel de vida de la población. Un factor negativo de crecimiento de la población se concreta en la mortalidad infantil, es decir, en el de las defunciones de niños menores de un año, defunciones que, en la medida que son más numerosas, indican el estado de atraso económico y social de una región, país o ciudad.

En México, en las últimas décadas esta mortalidad ha descendido considerablemente, sin embargo, aún no se ha abatido por completo este grave problema.

En las costas de Quintana Roo, el fomento al turismo, como principal motor de la economía, se ha basado en el crecimiento turístico de la modalidad de sol y playa. Por lo tanto, Tulum, como municipio costero obedece a esta dinámica como en otras ciudades costeras de la entidad. Sus conexiones económicas con el mundo se dan a través de empresas transnacionales que estratégicamente apoyan esta expansión territorial y su competitividad con otros destinos, haciendo inequitativo el crecimiento económico dentro del mismo municipio.

De acuerdo con Arroyo et al. (2015) el espacio turístico litoral de Tulum se ha convertido en una unidad de circulación de capital donde se ha privilegiado la inmigración tanto de nacionales como de extranjeros, con un crecimiento lineal de consorcios turísticos u otros negocios vinculados al turismo, observados principalmente a lo largo de su costa y en el centro de la ciudad, dando lugar a un ambiente multicultural y a una economía con mercados extranjeros, principalmente.

Lo anterior, ha ocasionado cambios en el territorio y en la estructura urbana manifestándose en desigualdades de los grupos sociales, minimizando el desarrollo local. Este último aspecto se refleja también en el empleo, que al igual que el resto de México, la gran mayoría de los empleos que genera el ramo turístico es de baja calificación laboral y con bajas remuneraciones (Arroyo et al., 2015).

Esta sección muestra estas condiciones o factores sociales de la población radicada en el municipio de Tulum con base, principalmente, de los resultados del último Censo de Población y Vivienda del INEGI 2020.

4.3.2.1. Analfabetismo

De acuerdo con el INEGI (2020), aunque en el país la educación básica (preescolar, primaria y secundaria) cada vez llega a más lugares, muchos jóvenes, por diversas razones, no asisten a la escuela y, por lo tanto, algunos de ellos no saben leer ni escribir. Podemos definir a un "analfabeto(a)" como la persona de 15 o más años de edad que no sabe leer ni escribir un recado" (INEGI, 2020).

En México, durante los últimos 50 años, el porcentaje de personas analfabetas de 15 y más años bajó de 25.8 % en 1970 a 4.7 % en 2020, lo que equivale a 4,456,431 personas que no saben leer ni escribir (INEGI, 2020).

En este sentido, existe un porcentaje de la población que no asiste a la escuela, para el municipio de Tulum se muestra este dato por rango de edad desde los 3 años a los 24 (Tabla 21). Para el cálculo de este indicador se señala el porcentaje total por rango de edad de la población que no asiste a la escuela y se muestra la proporción por género para esta variable (Tabla 21). Por ejemplo, se destaca un mínimo porcentaje de población que no asiste a la escuela entre los 6 y 11 años (9%); y de ahí va incrementándose, como se observa en la población entre 12 a 14 con el 15% y de 15 a 17 con el 36% (Tabla 21). Es de llamar la atención el rango de los 18 a 24 años, edad en la que la población inicia su vida laboral, muestra que el 85% no asiste a la escuela. Lo anterior puede deberse a la dinámica económica que vive el municipio.

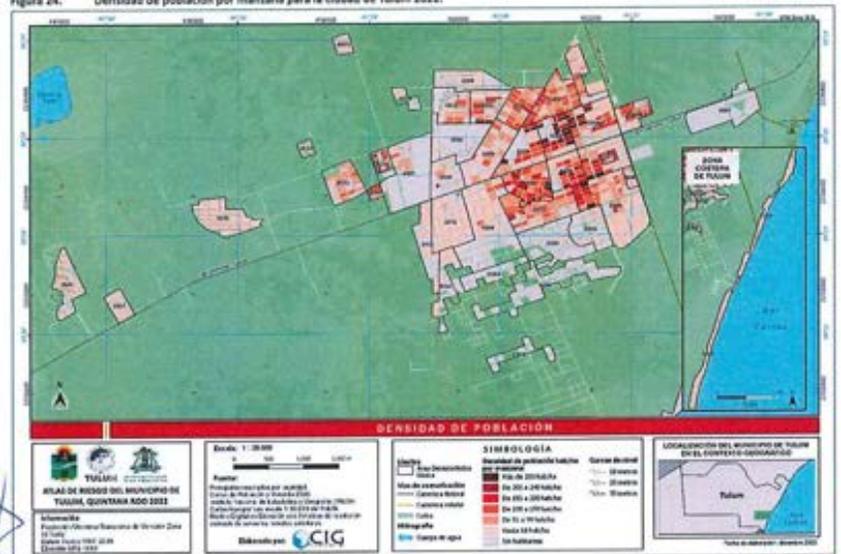
Tabla 21. Población municipal que no asiste a la escuela por rango de edad

Población total de 3 a 5	Femenina	%	Masculina	%
3,043	1,512	50	1,529	50
Población de 6 a 11 que no asiste a la escuela				
1,272	646	46	626	57
Población total de 6 a 11				
2,702	1,305	48	2,398	54
Población de 12 a 14 que no asiste a la escuela				
466	224	48	242	52
Población total de 12 a 14				
2,384	1,071	47	2,113	53
Población de 15 a 17 que no asiste a la escuela				
349	181	52	168	48
Población total de 15 a 17				
2,048	1,053	49	1,097	51
Población de 18 a 24 que no asiste a la escuela				
262	127	49	135	51
Población total de 18 a 24				
3,108	1,528	49	3,578	54
Población de 18 a 24 que no asiste a la escuela				
5,407	2,543	47	2,864	53

Fuente: INEGI (2020). Principales Resultados por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Por otra parte, si observamos a nivel localidad urbana, es decir, la ciudad de Tulum, los porcentajes tienen una tendencia similar a los del municipio, resaltando los mismos rangos de edad, como la población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela (10%); la de 12 a 14 años con el 14%; la de 15 a 17 con el 35% y finalmente, también se muestra un 85% de población que no asiste a la escuela entre los 18 y 24 años (Tabla 22).

Figura 24. Densidad de población por manzana para la ciudad de Tulum 2022.



Fuente: Elaboración propia con base a los Principales Resultados por Localidad. Censo de Población y Vivienda 2020, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México.

Tabla 22. Población municipal que no asiste a la escuela por rango de edad

Población total de 3 a 5 años	Femenina	N.	Masculina	N.	
2,133	1,060	50	2,079	97	
Población de 3 a 5 que no asiste a la escuela	N.	Femenina	N.	Masculina	N.
1,603	48	565	50	510	55
Población total de 6 a 11 años	Femenina	N.	Masculina	N.	
1,233	1,564	43	9,728	53	
Población de 6 a 11 que no asiste a la escuela	N.	Femenina	N.	Masculina	N.
333	30	157	49	306	51
Población total de 12 a 14 años	Femenina	N.	Masculina	N.	
1,499	703	43	796	53	
Población de 12 a 14 que no asiste a la escuela	N.	Femenina	N.	Masculina	N.
225	34	108	50	107	50
Población total de 15 a 17 años	Femenina	N.	Masculina	N.	
1,458	711	49	747	52	
Población de 15 a 17 que no asiste a la escuela	N.	Femenina	N.	Masculina	N.
504	35	237	47	200	53
Población total de 18 a 24 años	Femenina	N.	Masculina	N.	
4,589	2,151	47	2,398	53	
Población de 18 a 24 que no asiste a la escuela	N.	Femenina	N.	Masculina	N.
3,476	85	1,788	48	2,090	54

Fuente: INEGI (2020). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

En el municipio de Tulum con relación al grado de escolaridad y la población analfabeta, los indicadores señalan que de los 33,388 pobladores de 15 años y más, 47% son mujeres y 53% hombres, de los cuales solo existen 1,579 analfabetas (5%). Por otro lado, el grado promedio de escolaridad nos permite conocer el nivel de educación de una población determinada, en este sentido, en el municipio de Tulum el grado promedio fue de 9.28 en general y en el caso de mujeres 9.08 y para los hombres de 9.47, lo que significa que se cursó un poco más que el primer año de bachillerato (Tabla 23). Lo que coincide con la población que no asiste a la escuela entre los 18 y 24, ya que es la edad en que se debería estar cursando la educación superior (Tabla 23).

Tabla 23. Población analfabeta y grado promedio de escolaridad del municipio de Tulum

Población de 15 años y más	Femenina	N.	Masculina	N.
33,388	15,847	47	17,541	53
Población de 15 años y más analfabeta	Femenina	N.	Masculina	N.
1,579	904	58	645	41
Población de 15 años y más sin escolaridad ¹	Femenina	N.	Masculina	N.
1,585	1,063	54	522	46
Grado promedio de escolaridad ²	Femenina	N.	Masculina	N.
9.28	9.08		9.47	

Notas:
 1 Personas de 15 a 130 años de edad que no saben leer y escribir un recado.
 2 Personas de 15 a 130 años de edad que no aprobaron ningún grado escolar o que sólo tienen nivel preescolar.
 3 Resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad. Excluye a las personas que no especificaron los grados aprobados.
 Fuente: INEGI (2020). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

En el caso de la ciudad de Tulum, la estadística muestra algunas características similares al municipio (Tabla 24), lo que tiene sentido al concentrar un 70% de su población total. Por ejemplo, el porcentaje de población de 15 años y más en hombres y mujeres es similar al del municipio (47% y 53%, respectivamente). En cuanto a la población analfabeta el porcentaje es de 57% mujeres y 43% hombres. Existen 1,029 personas que no terminaron algún nivel escolar (Tabla 24). El grado promedio de escolaridad para la ciudad fue de 9.75, es decir, que la población de 15 años y más (24,203), en su mayoría alcanza el inicio del bachillerato o que no terminaron de estudiar ese nivel (Tabla 24).

Tabla 24. Población analfabeta y grado promedio de escolaridad de la ciudad de Tulum

Población de 15 años y más	Femenina	N.	Masculina	N.
24,203	11,362	47	12,841	53
Población de 15 años y más analfabeta	Femenina	N.	Masculina	N.
792	397	57	395	43

Población de 15 años y más sin escolaridad ¹	Femenina	N.	Masculina	N.
1,579	904	58	645	41
Grado promedio de escolaridad ²	Femenina	N.	Masculina	N.
9.28	9.08		9.47	

Notas:
 1 Personas de 15 a 130 años de edad que no saben leer y escribir un recado.
 2 Personas de 15 a 130 años de edad que no aprobaron ningún grado escolar o que sólo tienen nivel preescolar.
 3 Resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad. Excluye a las personas que no especificaron los grados aprobados.
 Fuente: INEGI (2020). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

4.3.2.2. Discapacidad

De acuerdo con los principales resultados por localidad (ITER), el cual es un registro por localidad con los datos de identificación geográfica, así como 222 indicadores con las características de la población, los hogares censales y las viviendas que componen el Censo de Población (INEGI, 2020); la población con discapacidad se define como:

Personas que realizan con mucha dificultad o no pueden hacer al menos una de las siguientes actividades: ver, aun usando lentes; oír, aun usando aparato auditivo; caminar, subir o bajar; recordar o concentrarse; bañarse, vestirse o comer; hablar o comunicarse.

En situaciones de riesgo, las personas con discapacidad se ven afectadas de manera extrema en situaciones de desastre, emergencia y conflicto debido a que las medidas de evacuación, respuesta (incluidos los refugios, hospitales y la distribución de alimentos) y recuperación les resultan inaccesibles. Los gobiernos en reconocimiento de las vulnerabilidades concretas de las personas con discapacidad en situaciones de riesgo se han comprometido a garantizar la protección y seguridad de estas personas.

La Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad de las Naciones Unidas aprobada en diciembre de 2006, entró en vigor el 3 de mayo de 2008 (ONU, 2014). Marca un "cambio de paradigma" en las actitudes y criterios respecto de las personas con discapacidad. Va un paso más allá en el proceso de dejar de considerar a las personas con discapacidad como "objetos" de caridad, tratamiento médico y protección social para considerarlas "sujetos" con derechos, capaces de reclamar esos derechos y de tomar decisiones sobre su vida basadas en su consentimiento libre e informado, además de ser miembros activos de la sociedad.

Con esta definición se muestra la población con discapacidad en el municipio de Tulum, así como las localidades que cuentan con información, con el fin de garantizar una mayor libertad de actuación en la toma de decisiones bajo una amenaza natural o antropogénica (Tabla 25).

Como se muestra en la Tabla 25 el total de personas con discapacidad en el municipio de Tulum fue de 1,211, lo que representa un 3% de la población total para el año 2020. Con relación a su población total las localidades con un mayor porcentaje de población con discapacidad fueron Kilómetro Diez Punto Cinco con el 13.3%, Bahías de Punta Solimán con el 7.1%, Aventuras Akumal y Cafeto Cimarrón con el 6.7% y Cobá con el 5.2%.

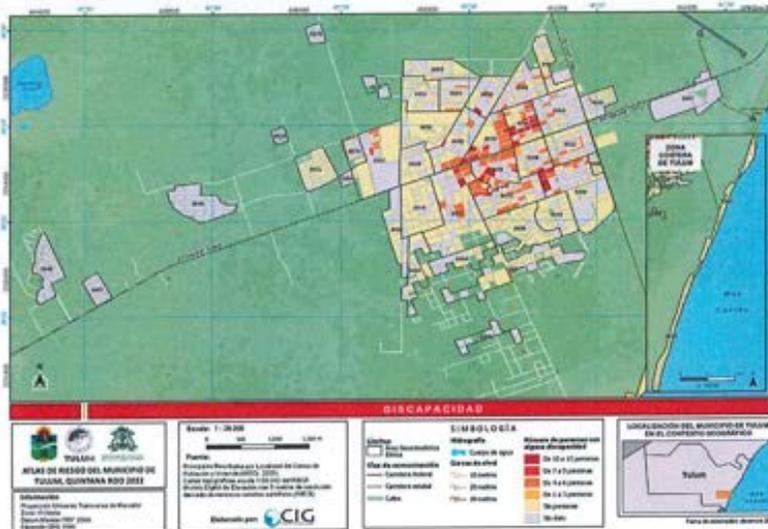
Tabla 25. Población con discapacidad por localidad

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL (habitantes)	POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD	%
Tulum	33,378	809	2.4
Akumal	2,354	30	1.3
Cobá	1,288	30	2.3
Francisco Iñ. May	1,288	30	2.3
Chanchén Prietas	1,078	41	3.8
Nazarío Gómez	884	22	2.5
San Juan	770	35	4.5
Manuel Antonio Ay	621	21	3.4
Chanchén Palmer	597	9	1.5
Selcub Manoy	586	8	1.3
Ciudad Chemuyil	548	15	2.7
Isabel Rojas Gómez (Punta Allen)	513	5	1.0
Hondónes	511	15	2.9
Tuchá	367	14	3.8
Cristal (Colonie)	352	5	1.4
San Pedro	186	5	2.7
Chan Chemuyil	127	2	1.6
La Unión	74	1	1.4
Bahías Tres	62	2	3.2
Bahías de Punta Solimán	34	4	7.1

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL (habitantes)	POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD	N.
El Pequeño Paraiso	34	1	2.9
Des Palmas	31	1	3.2
San Bahá Príncipe	29	1	3.4
Árboles Tulum	20	1	5.0
Tres Hermanos	18	1	5.6
Apuhcah Akumal	15	1	6.7
Calles Camerón	15	1	6.7
Kilometro Dos Puntos Cinco	15	2	13.3
Total	45,744	1,593	3

Fuente: INEGI (2020). Principales Resultados por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Figura 25. Población con discapacidad por localidad



Fuente: Elaboración propia con base a los Principales Resultados por Localidad. Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México.

Localidades de una vivienda	314	14	4.2
Localidades de dos viviendas	34	9	4.3
Total	428	18	4.2

Fuente: INEGI (2020). Principales Resultados por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Por otro lado, para un análisis a nivel ciudad urbana, se identificaron 41 AGEB (Área Geostatística Básica) para la ciudad de Tulum. Los AGEB se definen como áreas geográficas ocupadas por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas. Este tipo de AGEB urbanas se asignan en áreas geográficas de localidades que tengan una población igual o mayor a 2,500 habitantes. Estos identificadores sirven para georreferenciar la información que el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) genera, sumando los identificadores de localidades y manzanas.

En este caso para la ciudad de Tulum, se analizó la distribución de la población con alguna discapacidad a nivel manzana. Como se puede observar en la figura 13 son mínimas las manzanas donde se localizan personas con alguna discapacidad (AGEB: 0064; 0079; 0295; 0488; 0280 y 0030), concentrándose en el centro de la ciudad donde se indica en color rojo manzanas con 10 a 12 personas con alguna discapacidad, en color naranja fuerte de 7 a 9, en naranja de 4 a 6 y en amarillo fuerte de 1 a 3.

Tener una discapacidad es otro de los factores que hacen mucho más riesgoso enfrentarse a un desastre natural, dada la serie de desigualdades que la discapacidad imprime en la cotidianidad de quienes viven con ella.

Las diferencias de género, edad, condición económica, discapacidad, en-

tre otras, influyen en cómo nos impactan los distintos fenómenos naturales y antropogénicos, por lo que el tener acceso a información sobre estos y sus riesgos, así como en ser parte de las estrategias de protección para los planes de mitigación es trascendental.

4.3.2.3. Lengua indígena

Los pueblos indígenas de todo el mundo plantean que es necesario el reconocimiento de sus derechos, sistemas y saberes en los procesos de prevención, emergencia y reconstrucción. Si bien, se encuentran entre los grupos con mayor vulnerabilidad a los eventos climáticos, también son ellos quienes se han adaptado a estos cambios desde su visión cultural. Los conocimientos indígenas pueden y deben incidir en el fortalecimiento institucional y organizativo propio, ser sujetos de derechos y salvaguardas, además de contar con incidencia y participación en la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD).

Para que los pueblos indígenas sean partícipes, se necesita conocer el número y distribución de estos, para poder tomar medidas e involucrarlos en el desarrollo de los procesos de gestión cultural de los territorios indígenas como mecanismo de resiliencia y adaptación, incluyendo acciones de análisis, planificación, evaluación, monitoreo y comunicación en idiomas indígenas.

En este sentido, la tabla 26 muestra la población que habla alguna lengua indígena en el municipio y su porcentaje con relación a la población total. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), en 40 de las 177 localidades del municipio hay población que habla alguna lengua indígena (22.6% de las localidades totales).

En la tabla 26 se puede observar que las localidades que cuentan con población mayor a 3 años y que solo HABLA UNA LENGUA INDÍGENA y NO HABLAN ESPAÑOL son de mayor a menor: Yaxché (23.2%), Sahcab Mucuy y Chanchén Palmar con el 14.6%, San Juan (10.6%), Hondoconot (10.2%), Chanchén Primero (5.9%), Cobá (3.9%), San Pedro (2.9%) y Kilómetro Doce (2.5%), las restantes solo alcanzan un 1% o menos.

El total de población que HABLA ALGUNA LENGUA INDÍGENA fue de 11,088 y el total de población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y NO HABLA ESPAÑOL fue de 620 (tabla 26), lo anterior representa el 24% y 1%, respectivamente.

Tabla 26. Población que habla alguna lengua indígena y población que no habla español por localidad

NOMBRE LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	Población de 3 años y más que HABLA ALGUNA LENGUA INDÍGENA		Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y NO HABLA ESPAÑOL	
		(%)	(N)	(%)	(N)
Tulum	33,374	5,349	36	52	0.2
Alamal	2,354	392	38	14	0.6
Alamal Sur	15	2	13	0	0.0
Aventuras Alamal	15	2	13	0	0.0
Gran Bahía Príncipe	29	2	7	0	0.0
Bahías de Punta Solimón	56	12	21	0	0.0
Chanchén Palmar	597	441	74	87	14.4
Chanchén Primero	3,078	517	48	64	5.9
Chan Chemuyil	127	5	4	0	0.0
Ciudad Chemuyil	548	134	21	1	0.2
Cobá	5,738	1,077	59	48	3.9
Las Dos Hermanas	18	1	6	0	0.0
Des Palmes	32	8	25	0	0.0
Francisco Uh May	1,388	358	43	14	1.1
Hondoconot	391	238	58	40	10.2
Isicito Pal	100	25	23	0	0.0
Jauier Rojas Gómez (Punta Alcaná)	393	36	4	0	0.0
El Pequeño Paraiso	34	0	26	0	0.0
Macarío Gómez	884	237	27	10	1.1
Manuel Antonio Ay	621	313	50	6	1.0
Sahcab Mucuy	596	336	49	87	14.6
San Juan	770	603	78	82	10.6
Alfo y Mago	16	1	6	0	0.0
Tandah Ties	62	24	33	0	0.0
Tres Hermanas	18	11	63	0	0.0
Yaxché	367	237	92	85	23.2
Cenote Calavera	7	3	43	0	0.0
India Blanca	19	8	26	0	0.0
La Ceiba	49	0	0	0	0.0
La Unión	74	1	1	0	0.0
La Unión	62	5	8	0	0.0
India Blanca	26	7	27	0	0.0
Punta Sur	16	6	38	0	0.0
Panque [Rancho]	9	1	11	0	0.0
Arboles Tulum	20	8	40	0	0.0
San Pedro	136	100	74	4	2.9
Cristal [Colonia]	352	64	38	1	0.3
Marbón	36	6	17	0	0.0
Don Brígido	33	3	9	0	0.0
Kilómetro Doce	40	11	28	1	2.5
Localidades de una vivienda	314	94	78	4	1
Localidades de dos viviendas	64	22	23	0	0
TOTAL DEL MUNICIPIO	46,723	11,088	24	620	1

Fuente: INEGI (2020). Principales Resultado por Localidad (TER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

4.3.2.4. Salud

El propósito de conocer los servicios de salud con los que cuentan las ciudades y municipios es seguir fortaleciendo la reducción del riesgo de desastres para prevenir muertes, enfermedades y el impacto psicológico de las amenazas. Además de la edad, en muchos desastres existe un riesgo de morir asociado a las condiciones sociales de las personas en el momento del impacto, el que exista la posibilidad de que queden atrapadas, el tiempo empleado para su rescate y la ayuda médica, son fundamentales en estos contextos.

Por tal motivo, es necesario conocer cuanta población está afiliada y cuanta no está afiliada a servicios médicos en alguna institución pública o privada. Este conocimiento permite a los gobiernos identificar, cuantificar, analizar, hacer seguimiento e intervenir (desde la prevención hasta la atención) evitando o reduciendo los riesgos para la salud de las personas, familias y comunidades.

El municipio de Tulum cuenta con una población afiliada de 28, 331, lo que equivale a un 61% de su población total (tabla 27). Esto significa que aún un 40% de la población no tiene acceso a servicios de salud.

En este sentido se muestra la población del municipio y localidades que se encuentra afiliada y cuánta de ella no cuenta con algún servicio de salud.

Tabla 27. Población que se encuentra afiliada a servicios de salud y población no derechohabiente.

Localidad	Población Total	Sin afiliación a servicios de salud		Afiliada a servicios de salud	
		N	%	N	%
Tulum	33374	15,765	47	35,480	58
Alamal	2354	874	41	1,278	59
Alamal Sur	15	2	13	13	87
Aventuras Alamal	15	7	47	8	53
Gran Bahía Príncipe	29	7	24	22	76
Bahías de Punta Solimón	56	15	27	37	66
Bahen Cancón	5	1	20	4	80
Chanchén Palmar	597	90	15	507	85
Chanchén Primero	3078	396	13	302	85
Chan Chemuyil	127	39	31	88	69
Ciudad Chemuyil	548	39	7	509	90
Cobá	5738	687	12	5,051	86
San Dos Hermanas	18	4	22	13	72
Des Palmes	32	16	50	16	50
Francisco Uh May	1388	478	37	910	63
Hondoconot	391	38	10	353	90
Isicito Pal	100	40	40	60	60
Jauier Rojas Gómez (Punta Alcaná)	393	160	41	233	59
El Pequeño Paraiso	34	12	35	22	65
Kirabo	6	5	83	1	17
Macarío Gómez	884	341	39	543	63
Manuel Antonio Ay	621	145	23	476	77
Sahcab Mucuy	596	40	7	547	92
San Juan	770	299	39	471	63
Alfo y Mago	16	8	50	8	50
Tandah Ties	62	2	3	60	94
Tres Hermanas	18	7	39	11	62
Yaxché	367	132	36	235	64
Bahen Loxum	11	6	55	5	45
Cenote Calavera	7	1	14	6	86
India Blanca	19	12	63	7	37
La Ceiba	49	21	47	28	55
La Unión	74	62	84	12	16
La Unión	62	50	81	12	19
India Blanca	26	4	15	22	85
Punta Sur	16	8	50	8	50
Panque [Rancho]	9	1	11	8	89
Arboles Tulum	20	1	5	19	95
San Pedro	136	74	54	62	45
Cristal [Colonia]	352	269	75	83	23
Cachito de Cielo	9	5	56	4	44
Marbón	36	29	83	7	19
Don Brígido	33	20	61	13	39
Océano Azul	17	9	53	8	47
Kilómetro Doce	40	23	58	17	42
Luz Ha [Rancho]	9	5	56	4	44
Kilómetro Bías Punto Ocas	15	6	40	9	60
Total Localidades	46,723	18,044	39	28,311	61
Localidades de una vivienda	314	158	50	165	49
Localidades de dos viviendas	64	35	37	29	43
Total	428	203	47	224	52
Total del Municipio	46,723	18,044	39	28,311	61

Fuente: INEGI (2020). Principales Resultado por Localidad (TER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Como se puede observar las localidades donde existe un mayor riesgo de afiliación a servicios de salud, donde el promedio de población sin servicios de salud fluctúa entre el 50% al 80%, son: La Unión (84%), Kirabo (83%), La Unión (81%), Océano Azul (75%), Cristal [Colonia] (75%), Cafeto Cimarrón (73%), India Blanca (63%), Don Brígido (61%), Yax'muu [Rancho] (60%), Kilómetro Doce (58%), San Pedro (56%), Cachito de Cielo (56%).

lo (56%), Lum Ha [Lotes] (56%), Balam Luum (55%), Marités (53%), Dos Palmas (50%) y Alfa y Mega (50%) (Tabla 27).

De las 17 localidades señaladas, se puede observar que cuentan con pocos habitantes y se identifican como localidades del contexto rural. Su población se encuentra entre 5 y 350 habitantes aproximadamente. En contraste, localidades que también son identificadas como rurales y que sí tienen un alto porcentaje de población afiliada son: Punta Sur (94%), Tankah Tires (94%), Ciudad Chemuyil (93%), Sahcab Mucuy (92%), Hondonot (90%), Akumal Sur (87%), Cenote Calavera (86%), Chanchén Palmar (85%), Chanchén Primero (85%) el ITER (INEGI, 2020) la institución con mayor número de afiliados a servicios médicos se enumera en la Secretaría de Salud, mediante el Instituto de Salud para el Bienestar con 15,861 personas (gráfica x), le sigue el IMSS con 9,775 y en tercer lugar Instituciones privadas con 1,175 (gráfica 1).

Gráfica 1. Personas afiliadas por institución a servicios médicos en el municipio de Tulum



Fuente: INEGI (2020). Principales Resultados por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Médicos por cada 1,000 habitantes

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), al segundo trimestre de 2021, realizado por el INEGI, en México existen 305,418 personas ocupadas como médicos, de las cuales 54% son hombres y 46% mujeres (INEGI, 2021).

Uno de los indicadores más importantes para la prestación de servicios de salud, es el de médicos por cada 1,000 habitantes. Este indicador muestra la relación entre el número de médicos en contacto directo con el paciente, por cada mil habitantes.

De acuerdo con la Organización Mundial de Salud (OMS), se debe tener entre 1.2 médicos especialistas por cada cien mil habitantes; México tiene 0.07 (De la Rosa, 2022). En México el número de personas ocupadas como médicos por cada 1,000 habitantes en el país es de 2.4, valor superior al promedio de 2 médicos por cada mil habitantes de América Latina y el Caribe, pero inferior al valor promedio que señala la Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que es de 3.5 médicos por cada mil habitantes (INEGI, 2021).

En el caso de Quintana Roo, existen 1.3 médicos por cada 1,000 habitantes, lo anterior de acuerdo con los datos de la Secretaría de Salud (Secretaría de Salud, 2021), donde se señala que en el estado se contabilizan 2,453 médicos para una población de 1,857,985 habitantes (INEGI, 2020).

Para el municipio de Tulum, el indicador muestra que existen solo 0.3 médicos por cada 1,000 habitantes. Lo que hace indispensable dotar de mayores recursos al sector salud municipal para una mejor planeación y asistencia en caso de desastre a las ciudades.

Tabla con 2 columnas: 'Número de médicos' y 'Población objetivo'. Muestra 35 médicos para una población de 46,721, resultando en 0.3 médicos por cada 1,000 habitantes.

Fuente: Secretaría de Salud (2021). Recursos en Salud Sectorial 2021. Datos abiertos. Disponible en: https://datos.gob.mx/busca/datos/recursos-en-salud-nivel-central. Gobierno de México.

Tasa de mortalidad

Los estudios de los efectos de los desastres en la salud han demostrado que son útiles para planificar las medidas de prevención y socorro y evaluar su eficacia. La tasa de mortalidad por edades puede ayudar a identificar grupos vulnerables y poder planificar la cantidad de suministros y personal necesario.

La Tasa Bruta de Mortalidad (TBM) expresa la salida de individuos de una población debido a la mortalidad. Se considera que es baja cuando está por debajo de 10 por mil y alta si supera 15 por mil. Los países más pobres tienen una TBM alta debido a la mal nutrición y las epidemias, lo que se observa principalmente en los países menos desarrollados. En contraste, en países mejor desarrollados la TBM es baja gracias al desarrollo de la asistencia médica y la buena alimentación.

En México en 2021 fallecieron 1,122,249 personas, de las cuales 58% corresponden a hombres y 42% a mujeres (INEGI, 2021a). El grupo más vulnerable fueron las personas de 65 años y más, principalmente por la COVID-19 con un 49% (INEGI, 2021a). Por otra parte, la tasa de defunciones registrada por cada 10 mil habitantes por entidad Federativa al estado de Quintana Roo le corresponde 59 por cada 10,000 habitantes la más baja del país (INEGI, 2022).

En este apartado se presenta la Tasa Bruta de Mortalidad (TBM) para el municipio de Tulum, la cual refleja el número de defunciones ocurridas en un año por cada 1,000 habitantes. El registro de fallecimientos, en las estadísticas de mortalidad del INEGI, señalan que para el municipio de Tulum fueron 215 personas para 2021 (INEGI, 2021b). Por su parte, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en sus estadísticas de proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030 (base 2), señala que la población a mitad de año para el municipio fue de 37,689 personas (CONAPO, 2019).

El cálculo para la TBM para el municipio de Tulum arroja un resultado de 5.7 defunciones por cada 1,000 habitantes en 2021, una tasa baja de fallecimientos.

Tabla de cálculo de la Tasa Bruta de Mortalidad 2021. Muestra 215 defunciones registradas en un año y una población a mitad de año de 37,689, resultando en una tasa de 5.7 defunciones por cada 1,000 habitantes.

Fuente: INEGI (2021a). Estadísticas de Defunciones Registradas 2021. Mortalidad. Quintana Roo. Población de México; CONAPO (2019). Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030 (base 2).

De la misma manera, uno de los más importantes indicadores sanitarios es la mortalidad infantil que tiene en cuenta los fallecidos en el primer año de vida, los refiere al número total de recién nacidos vivos en una población para un periodo de tiempo determinado.

Debido a la importancia que tiene la fecha de muerte en este primer año de vida se analizan diferentes tipos de tasas, entre las que se encuentra la Tasa de Mortalidad Infantil (TMI), es decir, la estadística para los fallecidos en el primer año de vida o la probabilidad que tiene un recién nacido de morir antes de cumplir un año de vida.

A partir de los datos proporcionados por el Subsistema de Información Demográfica y Social del INEGI (https://www.inegi.org.mx/programas/natalidad/#Tabulados) se calculó la TMI para 2021 del municipio. El número de defunciones registradas para menores a un año de vida fue 7 y el número de nacidos vivos para ese mismo año fue de 535, lo que da una tasa de 13.08 por cada 1000 habitantes. Lo que significa que por cada mil niños que nacen en el municipio de Tulum mueren alrededor de 13 antes de cumplir su primer año de vida.

Dado que la mayoría de las muertes en menores de un año son prevenibles, se considera un indicador de la calidad de vida y bienestar de una población y es imprescindible como indicador de monitoreo del derecho a la salud.

Tabla de cálculo de la Tasa de Mortalidad Infantil 2021. Muestra 7 defunciones registradas en menores de un año y 535 nacidos vivos, resultando en una tasa de 13.08 defunciones por cada 1,000 nacidos vivos.

Fuente: INEGI (2021b) Subsistema de Información Demográfica y Social. Mortalidad INEGI (2021c) Subsistema de Información Demográfica y Social. Natalidad.

4.3.2.5. Pobreza

En México se cuenta con tres apreciaciones de los indicadores de la medición multidimensional de la pobreza en el tiempo a escala municipal. Estas evaluaciones se han realizado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y da a conocer los resultados de la medición de pobreza a nivel municipal 2020 y su comparativo con los años 2010 y 2015, lo que permite observar la evolución de la pobreza a este nivel de desagregación.

Desde su sitio de Internet el CONEVAL señala que la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) en su artículo 37 insta a que es este Consejo el que deberá estimar la pobreza con una periodicidad mínima de dos años para cada entidad federativa y, a nivel municipal, cada cinco años con información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través de censos, conteos y encuestas. Lo que brinda la posibilidad de identificar los cambios ocurridos en materia de pobreza a lo largo de una década. Asimismo, también se señala que las estimaciones sobre pobreza en los municipios de México constituyen una herramienta primordial que apoya y fortalece la planeación y la evaluación de la política de desarrollo social en el país.

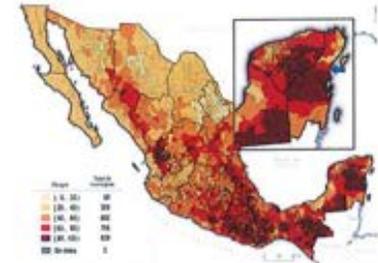
De acuerdo con el CONEVAL se puede clasificar a la pobreza en pobreza y pobreza extrema. La primera se define como "una persona se encuentra en situación de pobreza cuando no tiene garantizado el ejercicio de al menos uno de sus derechos para el desarrollo social y si sus ingresos son insuficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias" (CONEVAL, s.f.). Y la segunda como "una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando no tiene garantizado el ejercicio de al menos tres de los derechos constitutivos para el desarrollo social y sus ingresos sean inferiores a la línea de pobreza extrema por ingresos" (CONEVAL, s.f.).

La diversidad social, económica y geográfica del territorio hace necesaria la existencia de información a diferentes escalas y dimensiones para comprender la dinámica del fenómeno de la pobreza al interior de las entidades federativas y sus municipios.

Con los resultados de 2020, en general, se observa una mayor concentración de la pobreza en algunas zonas específicas, para el caso del municipio de Tulum se puede observar en la figura 26 que el porcentaje de población en situación de pobreza se encuentra en el rango de 60 a 80%.

Ahora bien, en el país existen zonas donde se registran mayores rezagos socioeconómicos, como se puede observar en la figura 27. En esta figura podemos identificar que para el municipio de Tulum el indicador de pobreza extrema se sitúa en el rango del 50 al 20% de su población, por lo que existe aún un porcentaje de personas que viven en situación de extrema pobreza hoy en día en el municipio de Tulum.

Figura 26. Porcentaje de población en situación de pobreza, según municipio, México, 2020



Fuente: CONEVAL (s.f.). Medición de la pobreza. Pobreza a nivel municipio 2010-2020. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>

[Handwritten signature]
Jefe de Registro Tulum

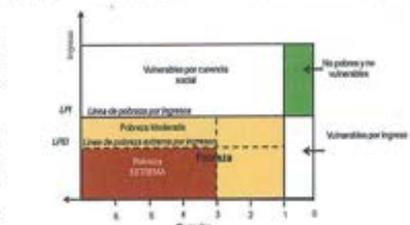
Figura 27. Porcentaje de población en situación de pobreza extrema, según municipio, México, 2020



Fuente: CONEVAL (s.f.). Medición de la pobreza. Pobreza a nivel municipio 2010-2020. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>

De acuerdo con la metodología usada por el CONEVAL para la medición de la pobreza, se entiende que existen personas con pobreza moderada, las cuales tiene de 1 a 3 carencias sociales, en contraste tenemos que cuando las carencias son mayores a 3 hablamos de pobreza extrema (figura 28). Estas carencias se encuentran contenidas en tres grandes dimensiones: 1) Bienestar Económico medido por el ingreso; 2) Derechos Sociales (resago educativo, servicios de salud, seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos de la vivienda y alimentación); y 3) Contexto Territorial (cohesión social).

Figura 28. Metodología para la medición multidimensional de la pobreza

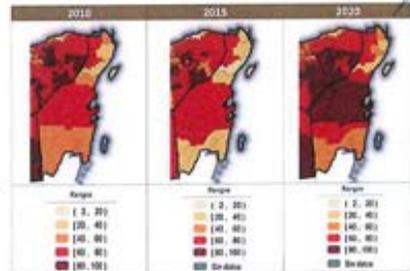


Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020.

A partir de los resultados de la medición multidimensional de la pobreza a nivel municipal CONEVAL pone a disposición de los gobiernos la posibilidad de visualizar las carencias sociales y la situación de pobreza en la que se encuentran y el cambio que esta presenta para los periodos de 2010, 2015 y 2020.

De lo anterior, se presentan las variaciones en la población del municipio de Tulum en cuanto a pobreza, pobreza moderada, pobreza extrema y población vulnerable por carencias sociales (figuras 29 a 32).

Figura 29. Porcentaje de población en situación de pobreza.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL, con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010 y 2020 INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Página 23

Como se puede observar en la figura 29, el municipio de Tulum en 2010 muestra que de un 40% a 60% de la población se encuentra en situación de pobreza, para 2015 este porcentaje disminuye al rango anterior (entre 20% y 40%), sin embargo, el porcentaje para 2020 es mayor, situándolo entre el 60 y 80%.

Para datos más puntuales en la tabla 28 el año 2010 expone un porcentaje de población en situación de pobreza del 45.31% (12,709 personas) de un total de 28,049 habitantes para ese año (INEGI, 2020). En 2015 se observa una disminución, sin embargo, hay que tener presente que este año se basa solo en un conteo y no en un censo, por eso en 2020 este porcentaje aumenta al 61.81% de población en situación de pobreza.

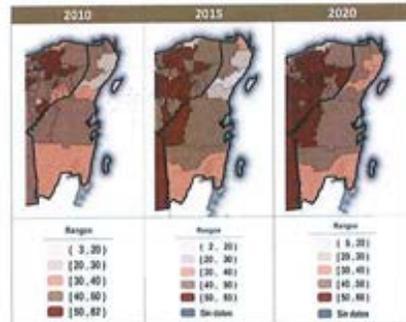
Tabla 28. Pobreza municipio de Tulum

Porcentaje		Pobresas Personas			Carencias (promedio)			
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
45.31	32.21	65.81	12,709	12,306	26,542	2.83	2.48	3.81

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

El siguiente indicador presentado es el de pobreza moderada (figura 30). En la figura se simboliza que el porcentaje de población del municipio de Tulum viviendo en pobreza moderada ha variado con los años, para 2010 el rango se encuentra entre el 30% y 40%, disminuyendo para 2015 al rango entre el 20% y 30%, y en 2020 vuelve a incrementarse entre un rango del 40% y 50%, de una población total para ese año de 46,180 personas (INEGI, 2020).

Figura 30. Porcentaje de población en situación de pobreza moderada, Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Ahora bien, para conocer los datos puntuales correspondientes al municipio para pobreza moderada, se puede observar en la tabla 29 que para el primer año analizado (2010) la cantidad de población fue de 9,981 personas (35.58%) con un promedio de carencias sociales de 2.35%. Para 2015 disminuye en porcentaje al 26.87% para incrementarse en 2020 al 43.01%, es decir, 19,861 personas de un total de 46,180 para ese año, sin embargo, el promedio de carencias sociales sigue disminuyendo.

Tabla 29. Pobreza moderada municipio de Tulum

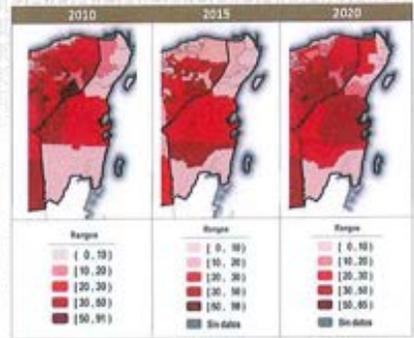
Porcentaje		Pobresas Personas			Carencias (promedio)			
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
35.58	26.87	43.01	9,981	12,315	19,861	2.35	2.10	3.19

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

En la figura 31, el indicador representado es el de pobreza extrema, uno de los más importantes para que los gobiernos conozcan cuánta población tiene una gran carencia de acceso a servicios e ingresos. Para los años 2010 y 2015 el porcentaje se encuentra entre 0 al 10% y para 2020

esta población incrementó entre el 20% y 30%, es decir la población que vive en pobreza extrema para ese año fueron 8,682 personas (tabla 30).

Figura 31. Porcentaje de población en situación de pobreza extrema, Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

La pobreza extrema es la falta de recursos de una persona para satisfacer sus necesidades básicas. En este sentido, un 18.80% de la población del municipio tiene tres o más carencias de las seis posibles. Estas personas se encuentran por debajo de la línea de bienestar en 2020 (tabla 30).

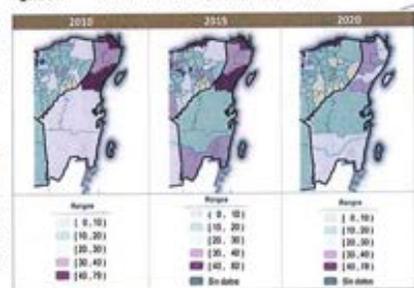
Tabla 30. Pobreza extrema municipio de Tulum

Porcentaje		Pobresas Personas			Carencias (promedio)			
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
9.73	5.34	18.80	2,728	2,051	8,682	3.40	3.37	3.58

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

De acuerdo con la metodología para la medición multidimensional de la pobreza realizada por el CONEVAL (2021) la población que presenta una o más carencias sociales, pero cuyo ingreso es superior a la línea de bienestar, es población vulnerable por carencias sociales. Las carencias sociales pueden ser seis: 1) por rezago educativo; 2) por acceso a los servicios de salud; 3) por acceso a seguridad social; 4) por calidad y espacios de la vivienda; 5) por servicios básicos en la vivienda y 6) por acceso a la alimentación. Estas son las que han presentado en tres años el mayor número de municipios con más de la mitad de su población en esta condición (CONEVAL, 2021). A continuación, se exponen la información recabada para el municipio de Tulum (figura 20 y tabla 31).

Figura 32. Población vulnerable por carencias sociales.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

La figura 20 muestra que el municipio de Tulum en 2010 contaba con un porcentaje entre el 40% y 75% de población vulnerable por carencias sociales, para 2015 se sigue encontrando en el rango más alto, ahora bien, para 2020 disminuye entre el 30% y 40%.

En efecto, el porcentaje de la población pasó del 44.19, 58.21 y 30.04 entre 2010, 2015 y 2020, respectivamente (tabla 31). Entre 2010 y 2020, años donde se realizaron Censos de Población, pasó de 12,395 a 13,870 personas. El promedio de carencias sociales para el último año analizado se situó en 1.94 (tabla 31).

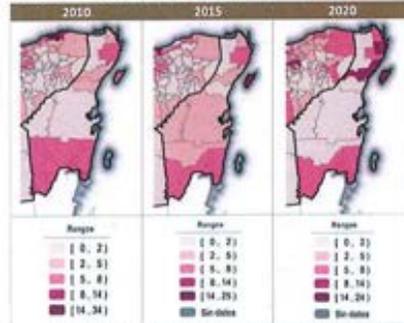
Tabla 31. Población vulnerable por carencia social municipio de Tulum

Vulnerables por carencia social								
Porcentaje			Personas			Carencias (promedio)		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
44.19	58.21	30.04	12,395	22,347	13,870	2.15	2.06	1.94

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Por otro lado, también se contabiliza a la población vulnerable por ingresos, que es la población que no presenta carencias sociales pero cuyo ingreso es inferior o igual a la línea de bienestar (CONEVAL, 2021). Para el municipio de Tulum el porcentaje en 2010 se encontraba entre el 2% y 5%, en 2015 y 2020 disminuye de rango quedando entre el 0 y 2% (figura 33).

Figura 33. Población vulnerable por ingresos, Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Por lo tanto, las cifras para el municipio de la población vulnerable por ingreso en porcentaje y personas son 2.09% (586) para 2010; 0.96% (368) para 2015; y 1.95% (900) para 2020. Si bien se observa un aumento en esta vulnerabilidad 900 personas solo representan menos del 2% de la población total del municipio (tabla 32).

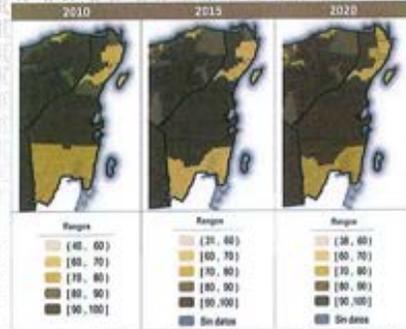
Tabla 32. Población vulnerable por ingreso municipio de Tulum

Vulnerables por ingreso								
Porcentaje			Personas			Carencias (promedio)		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
2.09	0.96	1.95	586	368	900			

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

De la misma manera, en la figura 34 se muestra el porcentaje de población que vive con al menos una carencia social, que en 2010 era entre el 80 y 90 por ciento vivían con esa condición, para 2015 y 2020 esta situación se ha incrementado llegando al 90% y 100% de personas. Lo que significa que existen un gran porcentaje de personas que no cuentan o tienen acceso a un derecho social en el municipio de Tulum.

Figura 34. Población con al menos una carencia social, Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

En la tabla 33 se puede observar que para 2020 el municipio de Tulum contaba con 42,413 personas viviendo con al menos una carencia social (91.84% del total), situación que se ha ido incrementando desde 2010 (figura 22 y tabla 33).

Tabla 33. Población con al menos una carencia social municipio de Tulum

Población con una carencia social								
Porcentaje			Personas			Carencias (promedio)		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
88.56	90.43	91.84	25,104	36,719	42,413	2.39	2.37	2.39

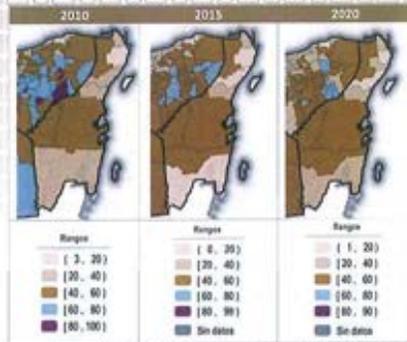
Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Debe considerarse que la evolución de la pobreza y sus carencias se explica en gran medida por el crecimiento y desarrollo económico del país (Huerta Pineda, 2016), en este sentido el crecimiento de Tulum los últimos años ha sido exponencial. Tampoco debe atribuirse que la evolución de las carencias sociales se debe a la limitación en el presupuesto de los programas federales, ya que existen otros programas de orden estatal o municipal, así como fondos de otros ramos federales con objetivos similares.

Por otra parte, también se contabiliza a la población con al menos tres carencias sociales de las seis que se analizan. En la figura 35 se puede observar que en el municipio de Tulum los tres periodos analizados no tuvieron variación alguna, estando en el rango de 20% al 40%. En un contexto de bajo crecimiento económico y limitación por parte de la federación en gasto público, es importante que para la toma de decisiones en la aprobación del presupuesto de egresos para los municipios también se considere la evolución de las carencias sociales.

Los programas de apoyo tienen una contribución directa en abatir las carencias sociales, la conceptualización de la pobreza ha migrado a una perspectiva de múltiples dimensiones. Sin embargo, es complejo saber qué dimensiones considerar, los valores para definir, las ponderaciones asignadas y el número de dimensiones (Vela et al., 2015).

Figura 35. Población con al menos tres carencias sociales.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2020 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Es por esa razón que las personas que viven con al menos tres carencias sociales no tienen el mismo peso en cada una de las localidades del municipio. Si bien es menor la cifra de población para 2020 (16,933 personas) que la de una carencia, aún es un porcentaje significativo del casi 37% (tabla 34).

Tabla 34. Población con tres carencias sociales municipio de Tulum

Población con tres carencias sociales								
Porcentaje			Personas			Carencias (promedio)		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
37.62	32.91	36.67	15,932	12,483	16,933	3.50	3.33	3.52

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

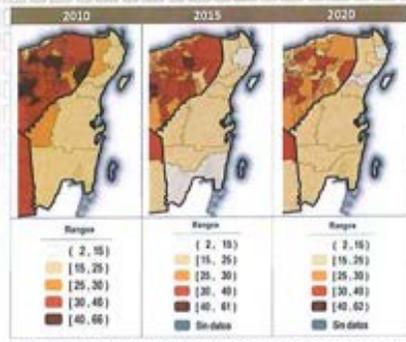
El CONEVAL, también muestra una serie de indicadores de privación social para los municipios de México, 2020. De estos resultados, se muestran los correspondientes al municipio de Tulum también clasificados en tres periodos de tiempo (Figuras 24 a 28).

Para lo anterior se toman en consideración al menos los siguientes indicadores: ingreso corriente per cápita, rezago educativo promedio en el hogar, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y grado de cohesión social (CONEVAL, 2021). A continuación, se exponen los resultados por cada uno de los indicadores de derechos sociales para el municipio de Tulum (CONEVAL, 2021), clasificados en tres periodos de tiempo (Figuras 36 a 40).

Rezago educativo: La Norma de Escolaridad Obligatoria del Estado Mexicano (NEOEM) establece que la población con carencia por rezago educativo es aquella que tenga de tres a quince años, y que no cuenta con la educación básica obligatoria y no asiste a un centro de educación formal. Que nació antes de 1982 y no cuenta con el nivel de educación obligatoria vigente en el momento en que debía haberla cursado (primaria completa). Y que nació a partir de 1982 y no cuenta con el nivel de educación obligatoria (secundaria completa).

El municipio de Tulum entre 2010 y 2015 se mantiene con el mismo porcentaje de personas (de 15% a 25%) para 2020 se mantiene en la misma proporción quedando en el mismo rango (Figura 36).

Figura 36. Población con rezago educativo.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

En la tabla 35, se puede observar que de 22.72% para 2010 disminuye al 18.68% para 2020. Si bien en porcentaje se observa disminución, en número de personas no, pero hay que tomar en cuenta el crecimiento poblacional del municipio.

Tabla 35. Porcentaje de población por carencia social Rezago Educativo municipio de Tulum

Porcentaje			Carencias (promedio)			Personas		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
22.72	18.34	18.68	6,374	7,040	8,676	3,28	3,07	3,78

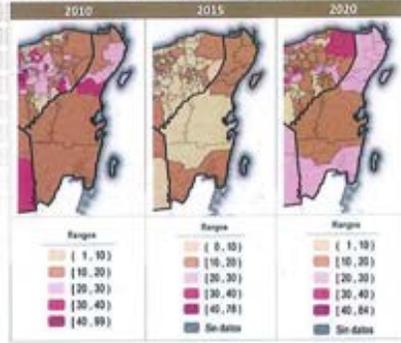
Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Acceso a Servicios de Salud: En la Constitución, en su Artículo 4° se establece que toda la población mexicana tiene derecho a la protección de la salud. En términos de la Ley General de Salud (LGS), se refiere al derecho de todos los mexicanos a ser incorporados al Sistema de Protección Social en Salud (CONEVAL, 2021).

A partir de estos criterios, se considera que una persona se encuentra en situación de carencia por acceso a los servicios de salud cuando: No cuenta con adscripción o derecho a recibir servicios médicos de alguna institución que los presta, incluyendo el Seguro Popular, las instituciones públicas de seguridad social (IMSS, ISSSTE federal o estatal), Pemex, Ejército o Marina) o los servicios médicos privados.

Para el municipio de Tulum el indicador señala que en 2010 no tenían acceso a servicios de salud entre el 30% y 40% de la población. Lo anterior cambia para 2015 donde se muestra solo de un 10% a un 20% con esta carencia, es hasta 2020 que el porcentaje alcance entre un 20% a un 30% (Figura 37).

Figura 37. Población con carencia por acceso a los servicios de salud.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

De acuerdo con los datos más puntuales, se puede observar que en 2010 eran 9,353 personas con esta carencia, disminuyendo para 2015, pero aumentando de nuevo para 2020 a 13,195 personas (tabla 36). La disminución se puede distinguir mejor en el porcentaje que pasó en 2010 de 33.35% a 28.57% en 2020.

Tabla 36. Porcentaje de población por carencia social Acceso a Servicios de Salud municipio de Tulum

Porcentaje			Personas			Carreras (promedio)		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
33.35	28.57	33.35	9,353	6,370	13,195	2.99	2.89	3.79

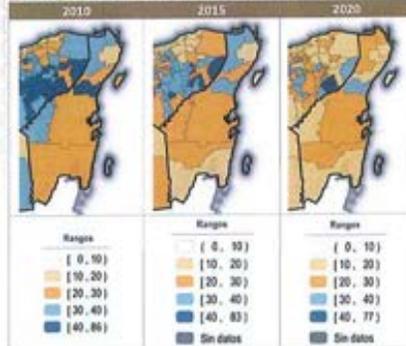
Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Calidad y espacios de la vivienda: CONEVAL (2021) señala que la Constitución en su Artículo 4° establece el derecho de toda familia a disponer de una vivienda digna y decorosa; sin embargo, ni en este ordenamiento ni en la Ley de Vivienda se especifican las características mínimas que debe tener ésta.

Los criterios formulados por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) para el indicador de calidad y espacios de la vivienda señalados en la página del CONEVAL (s.f.) se incluyen dos subdimensiones: el material de construcción de la vivienda y sus espacios. De acuerdo con estos criterios, se considera como población en situación de carencia por calidad y espacios de la vivienda a las personas que residan en viviendas que presenten, al menos, una de las siguientes características:

- El material de los pisos de la vivienda es de tierra.
- El material del techo de la vivienda es de lámina de cartón o desechos.
- El material de los muros de la vivienda es de barro o bajareque; de carrizo, bambú o palma; de lámina de cartón, metálica o asbesto; o material de desecho.
- La razón de personas por cuarto (hacinamiento) es mayor que 2.5.

Figura 38. Población con carencia por calidad y espacios en la vivienda, Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Se advierte en la figura 38 que el porcentaje de población que vive en carencia por calidad y espacios en la vivienda para Tulum fue en 2010 entre el 40% y 86%, para 2015 disminuye quedando entre el 30% y 40%, manteniendo este rango para 2020.

Tabla 37. Porcentaje de población por carencia social Calidad y espacios de la vivienda municipio de Tulum

Porcentaje			Personas			Carreras (promedio)		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
47.81	39.33	33.35	13,410	15,099	15,401	2.82	2.79	3.19

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

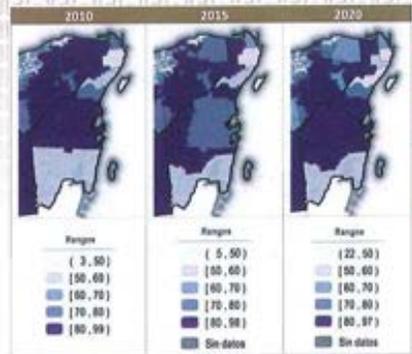
En la tabla 37 el total de personas con la carencia de calidad y espacios de la vivienda que se puede notar es de 13,410 (47.81%) para 2010, 15,099 (39.33%) para 2015 y 15,401 (33.35%) para 2020. Lo anterior reitera lo que la cartografía nos muestra en la figura 26.

Acceso a la seguridad social: se refiere al "conjunto de mecanismos diseñados para garantizar los medios de subsistencia de los individuos y sus familias ante eventualidades, como accidentes o enfermedades, ante circunstancias socialmente reconocidas, como la vejez y el embarazo" (CONEVAL, s.f.). El indicador considera diferentes posibilidades de acceso, para lo cual se establecieron los siguientes criterios:

- No es personal asalariado
- No dispone de servicios médicos como prestación laboral o por contratación voluntaria al régimen obligatorio del IMSS y, además, cuenta con SAR o Afore.
- No goza de alguna jubilación o pensión o es familiar de una persona dentro o fuera del hogar con acceso a la seguridad social.
- En edad de jubilación no es beneficiario de algún programa social de pensiones para adultos mayores.

En la figura 39 podemos distinguir que el municipio de Tulum la población con esta carencia era de un 70 a 80 por ciento del total para 2010. Para 2015 se percibe un aumento al pasar a la siguiente clase mayor indicando que entre un 80% a 98% de la población se encontraba con esta carencia. Sin embargo, para 2020 a Tulum se le sitúa de nuevo entre la clase de 70% a 80%.

Figura 39. Población con carencia por acceso a la seguridad social, Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Ahora bien, en la tabla 38, se advierte que de 2010 a 2020 la población que viven con esta carencia ha aumentado, no obstante, hay que tomar en cuenta el crecimiento del municipio de Tulum. Los programas que más han apoyado para minimizar esta carencia son: Programa de Apoyo al Empleo (PAE) y Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores (CONEVAL, s.f.).

Tabla 38. Porcentaje de población por carencia social Acceso a la seguridad social municipio de Tulum.

Porcentaje			Personas		Carencias (promedio)			
2010	2015	2020	2010	2020	2010	2015	2020	
77.34	80.31	73.88	31,636	30,430	33,632	2,56	2,36	2,62

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la muestra del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la muestra del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

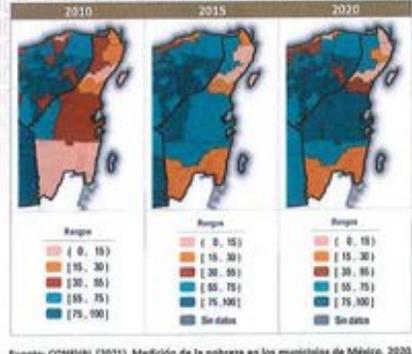
Acceso a servicios básicos en la vivienda: Como ya se mencionó, en la Constitución en su Artículo 4º se menciona el derecho de toda familia a disponer de una vivienda digna y decorosa, sin embargo, no se especifican las características de ésta.

De acuerdo con los criterios propuestos por la CONAVI (CONEVAL, s.f.), se considera como población en situación de carencia por servicios básicos en la vivienda a las personas que residen en viviendas que presentan, al menos, una de las siguientes características:

- El agua se obtiene de un pozo, río, lago, arroyo, pipa; o bien, el agua entubada la obtienen por acarreo de otra vivienda, o de la llave pública o hidrante.
- No cuentan con servicio de drenaje, o el desagüe tiene conexión a una tubería que va a dar a un río, lago, mar, barranca o grieta.
- No disponen de energía eléctrica.
- El combustible que se usa para cocinar o calentar los alimentos es leña o carbón sin chimenea.

En la figura 40 se expone que en 2010 y 2015 de la población total un 15% a un 20% de personas vivían bajo esta carencia. La variación se observa en 2020 ya que el porcentaje de población para ese año incrementa entre el 30% y 55%.

Figura 40. Población con carencia por acceso a los servicios básicos de la vivienda, Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

En la tabla 39 se indican las cifras exactas de acuerdo con el CONEVAL (2021a), en la cual se muestra que para 2010 el porcentaje de población con esta carencia fue del 17.72%; para 2015 el 28.61% y para 2020 del 38.07%.

Tabla 39. Porcentaje de población por carencia social Acceso a servicios básicos en la vivienda municipio de Tulum.

Porcentaje			Personas		Carencias (promedio)			
2010	2015	2020	2010	2015	2010	2015	2020	
17.72	28.61	38.07	4,971	35,985	37,578	3,41	3,65	3,88

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la muestra del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la muestra del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

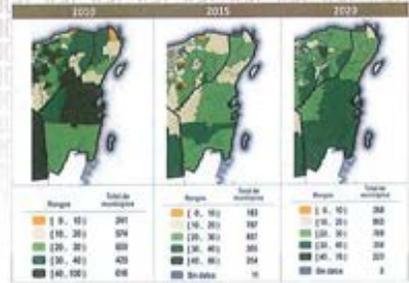
Acceso a la alimentación: Esta carencia intenta reflejar a las personas que de alguna manera ven vulnerado su derecho a la alimentación, para lo cual se guía en el concepto de seguridad alimentaria; que "comprende el acceso a comida suficiente para llevar una vida activa y sana" (<https://www.coneval.org.mx/>).

Para medir el indicador se utiliza una escala que considera cuatro niveles de inseguridad alimentaria: severa, moderada, leve y seguridad alimentaria. Consecuentemente, se considera que una persona está en carencia por acceso a la alimentación si presenta un grado de inseguridad alimentaria de moderado o severo.

En la figura 40 se observan los resultados para este indicador para 2010, 2015 y 2020. En la tabla 39 se muestran las cifras calculadas para estos tres periodos de tiempo.

En 2010 el municipio de Tulum obtuvo una condición para este indicador entre el 10% y 20%. Para 2015, se sitúa en la misma clase, sin cambio para esta carencia social. Por otra parte, en 2020, esta carencia incrementó, quedando en la tercera clase entre los valores del 20% y 30%, es decir, casi el 30% de la población municipal para ese año presenta un grado de inseguridad alimentaria moderado o severo (tabla 40).

Figura 41. Población con carencia por acceso a la alimentación, Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Como ya se mencionó en la tabla 40, se puede distinguir el porcentaje y número de personas con la carencia de acceso a la alimentación. Se advierte que para 2010 eran 4,300 personas viviendo con esta carencia (15.33%); 4,854 (12.65%) y 13,014 (28.18%) para 2015 y 2020, respectivamente.

Tabla 40. Porcentaje de población por carencia social Acceso a la alimentación municipio de Tulum.

Porcentaje			Personas			Carencias (promedio)		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
15.33	12.65	28.18	4,300	4,854	13,014	3.77	3.33	2.32

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Finalmente, se puede señalar que para el municipio de Tulum la carencia más significativa es la de acceso a seguridad social (tabla 38) con el 72.83% para 2020, de ahí la segunda carencia en orden de importancia sería acceso a los servicios básicos en la vivienda (38.07% ver tabla 38) y en tercer lugar la carencia acceso por calidad y espacios en la vivienda (tabla 36).

Por otro lado, hay indicadores que aumentaron en proporción de un periodo a otro, como por ejemplo el de acceso a los servicios básicos en la vivienda que paso de 17.72% en 2010 a 38.07% en 2020. También es el caso de carencia por acceso alimentación que paso de 15.33% a 28.18% entre 2010 y 2020 (tablas 39 y 37).

Si bien, unos aumentaron también se observa disminución en otros, por ejemplo, en rezago educativo de 22.72% a 18.68% entre 2010 y 2020; otro indicador es el de acceso a servicios de salud (tabla 35) que paso de 33.35% a 28.57% para los mismos periodos. Aunque se contempla un porcentaje de alrededor del 33.35% para 2020, este tuvo una disminución, ya que en 2010 su valor fue de 47.81%, es decir, se acortó en 14.46 puntos porcentuales para 2020.

Una tercera dimensión de indicadores se presenta por el CONEVAL (2021), son los indicadores de Ingresos en los municipios de México, 2020, enumerando los que se encuentran arriba de la línea de la pobreza y por debajo.

Para la medición del bienestar económico de las personas, contemplado en la metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México (figura 28), el CONEVAL define dos líneas de pobreza: la Línea de Pobreza Extrema por Ingresos (LPEI), que equivale al valor monetario de la canasta alimentaria por persona al mes; y la Línea de Pobreza por Ingresos (LPI), que equivale al valor monetario total de la canasta alimentaria más la no alimentaria por persona al mes (CONEVAL, 2021b).

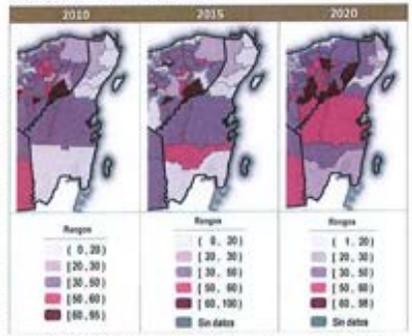
Por consiguiente, el propósito de información para medir en Líneas de Pobreza por Ingresos es contar con un referente monetario para determinar si lo que perciben las personas es mayor o menor a ciertos umbrales de ingreso establecidos de acuerdo con criterios específicos, es

decir, si el ingreso corriente por persona es suficiente para adquirir los productos de la canasta básica.

Bajo esta perspectiva, se exponen los resultados proporcionados por el CONEVAL (2021) de la LPEI (figura 42 y tabla 40) y la LPI (figura 43 y tabla 40) que corresponden al municipio de Tulum, también clasificados en tres periodos de tiempo.

En la figura 42 se sitúa al municipio en 2010 y 2015 en el rango de 0 a 20% de población viviendo en la Línea de la Pobreza Extrema por Ingresos (LPEI). Para 2020 el rango aumenta a la siguiente clase quedando entre el 30% y 50% de población en este contexto.

Figura 42. Población con ingreso inferior a la Línea de Pobreza Extrema por ingresos (LPEI), Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

En ese sentido, las cifras exactas del número de personas viviendo con ingreso inferior a la LPEI para Tulum se localizan en la tabla 40, donde se distingue que en 2010 era un 15.70% de la población (4,405 personas); en 2015 equivalente al 9.04% (3,470 personas); y en 2020 fue de un 36.54% de la población censada para ese año.

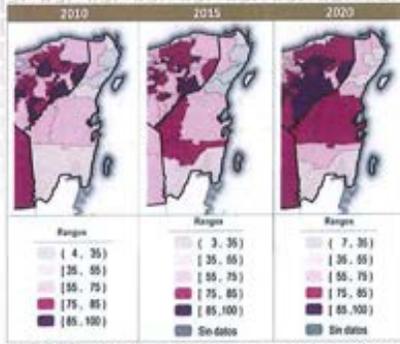
Tabla 41. Población con ingreso inferior a la Línea de Pobreza Extrema por ingresos (LPEI) municipio de Tulum.

Porcentaje			Personas			Carencias (promedio)		
2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
15.70	9.04	36.54	4,405	3,470	16,872	2.87	2.66	2.71

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

En la figura 43 observamos que la población viviendo con un ingreso inferior a la LPI en el municipio de Tulum se situaba entre el 35% al 55% de personas en 2010; entre el 3% y 35% en 2015 y entre el 55% y 75% en 2020.

Figura 43. Población con ingreso inferior a la Línea de Pobreza por Ingresos (LPI), Municipio de Tulum.



Fuente: CONEVAL (2021). Medición de la pobreza en los municipios de México, 2020. Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI. Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

En cuanto a cifras exactas tenemos que en 2010 eran 13,295 personas (47.40%); en 2015 existieron 12,734 (33.17%) y para 2020 fueron 29,442 (63.75%), es decir, más de la mitad de la población vivían con un ingreso inferior a la LPI (tabla 42).

Tabla 42. Población con ingreso inferior a la Línea de Pobreza por Ingresos (LPI) municipio de Tulum

Porcentaje		Personas			Crecencia (promedio)		
2010	2015	2010	2015	2020	2010	2015	2020
47.40	33.17	13,295	12,734	29,442	2.51	2.41	2.53

Fuente: CONEVAL (2021a). Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010, la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010, el Modelo Estadístico 2015 para la continuidad del MCS-ENIGH, la Encuesta Intercensal 2015, el Modelo Estadístico 2020 para la continuidad del MCS-ENIGH y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2020.

Entre 2015 y 2020, los mayores aumentos en el porcentaje de población en situación de pobreza (mayor o igual a 5 puntos porcentuales) se observaron en 339 municipios a nivel nacional, entre los que destaca Tulum en Quintana Roo (CONEVAL, 2021).

Los resultados expuestos a partir del análisis del CONEVAL de la medición de la pobreza (CONEVAL, 2021) permite que los tres niveles de gobierno puedan visualizar las distintas carencias sociales y la situación de pobreza y pobreza extrema de la población, con lo cual es posible generar y priorizar intervenciones de política social, acorde al contexto heterogéneo de cada municipio del país.

Para la Gestión Integral de Riesgos de Desastres (GIRD), estos resultados son de gran importancia, ya que la población en situación de pobreza y pobreza extrema tiene muchas menos oportunidades para recuperarse de las consecuencias de los desastres y tampoco encuentran opciones para prepararse frente a ellos. Frecuentemente, existen grandes concentraciones de personas que viven en la pobreza, las cuales tienden a asentarse en áreas marginales, por lo que se hace necesario identificarlas para poder actuar en consecuencia.

4.3.2.6. Hacinamiento

El hacinamiento puede definirse como "la proporción de ocupantes con más de tres personas por dormitorio" o "el promedio de ocupantes por cuarto utilizado como dormitorio" (Centro de Información Geográfica-UQROO, 2009).

Es de suma importancia que el espacio para el desarrollo de las actividades de los ocupantes de una vivienda sea suficiente, lo anterior, propicia la disminución de los riesgos de contraer enfermedades por contagio y de daño físico por la proximidad de artefactos y de las instalaciones que los proveen de energía, que pudieran estar deteriorados o defectuosos. Asimismo, contribuye a atenuar las consecuencias negativas asociadas a la falta de privacidad, lo cual, en muchos casos da lugar a patrones de conducta no deseados en la sociedad.

Para el CONEVAL (2021) se considera en "situación de carencia de hacinamiento a las personas que residen en viviendas cuya razón de personas por cuarto es mayor que 2.5". Con base en lo anterior se realizó el análisis respectivo, específicamente para la ciudad de Tulum, capital del municipio.

Tabla 43. Población en viviendas con carencia por hacinamiento para la ciudad de Tulum

AGEB	Población total	Viviendas habitadas	Promedio de ocupantes por cuarto	Viviendas particulares habitadas con # cuartos		
				1	2	3 y MÁS
0190	31	11	2.9	9	0	0
0473	2,565	788	2.6	635	76	77
0469	2,244	668	2.4	460	187	32
0454	36	5	2.3	3	0	0
0468	2,777	867	2.3	579	159	84
0200	167	47	2.2	26	4	4
0401	193	58	2.1	35	29	21
0205	3,403	1,086	2.0	728	183	162
0083	1,253	394	1.9	244	44	61
0100	1,731	538	1.8	302	90	111
0079	1,972	617	1.8	369	89	138
0008	1,768	577	1.8	389	69	103
0054	2,447	747	1.7	329	131	249
0446	113	47	1.7	32	6	6
0117	1,985	594	1.7	290	137	147
0327	424	119	1.7	20	23	43
0064	3,006	899	1.7	500	163	237
0331	904	251	1.7	82	41	80
0026	1,329	428	1.6	218	83	96
0111	729	251	1.5	51	111	87
0280	791	278	1.5	145	22	67
0216	728	237	1.2	12	87	129
0278	420	158	1.0	34	21	66
0399	67	29	1.0	0	9	15
0045	1,056	424	0.9	21	113	286
0184	335	128	0.7	0	0	124
0420	13	4	0.5	0	0	4
0058	4	3	0.4	0	0	3
0419	5	0	0.4	0	0	0
29	28,856	8,845	2.0	5,113	1,415	1,327

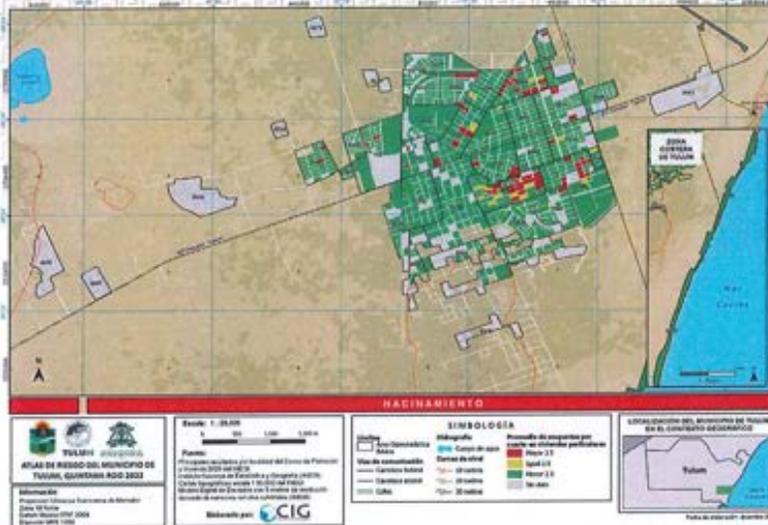
Fuente: INEGI (2021). Principales resultados por AGEB y manzana urbana 2020. Censo de Población y Vivienda 2020, 2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México.

Como ya se mencionó en apartados anteriores, las Áreas Geoadministrativas Básicas (AGEB) que conforman la ciudad de Tulum son un total de 41, de las cuales solo 29 cuentan con información para el análisis de hogares que viven en condiciones de hacinamiento (tabla 43).

En otras palabras, se identificaron 29 AGEBs y 542 manzanas urbanas conteniendo viviendas que no tiene capacidad para albergar a todos sus miembros (tabla 43 y figura 32). En la tabla 43, se observa dos AGEBs donde las personas por cuarto son mayores a 2.5 (AGEBs 0350 y 0473) y un AGEB cercano a este criterio con 2.4 (AGEB 0469). En los dos primeros el total de población fue de 2,596 personas habitando en 799 viviendas. En el segundo el número de personas fue de 2,244 y 668 viviendas en total. Para estos tres AGEBs se advierte que existen 1,104 viviendas con un solo cuarto (tabla 43).

Ahora bien, en el análisis a nivel manzana, como ya se expuso se realizó sobre 542 manzanas, de las cuales 71 manzanas superan el criterio de 2.5, es decir, el 13.1% de las personas en esos hogares viven en situación de hacinamiento mayor al criterio establecido, es decir, más de 3 personas duermen en un solo cuarto; lo anterior se pueden observar en la figura 32 en color rojo, concentrándose al centro de la ciudad de Tulum y más dispersas al norte. De estas 542, solo 18 obtuvieron el valor de 2.5 (3.3%) también viven en hacinamiento en el límite del valor del indicador y se identifican en color amarillo, por lo que también deben ser tomadas en cuenta para esta carencia. Finalmente, 453 manzanas no viven en hacinamiento, ya que el promedio de ocupante por cuarto es menor a 2.5, siendo la parte más significativas de las manzanas urbanas, identificables en color verde (figura 44). Las manzanas que se encuentran en color gris no se tiene el dato para realizar el cálculo o se encuentran sin población.

Figura 44. Hacimientos por manzana



Fuente: Elaboración propia con base a los Principales Resultados por Localidad, Censo de Población y Vivienda 2020, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México.

4.3.2.7. Marginación

El Consejo Nacional de Población (CONAPO), señala en su página electrónica (<https://www.conapo.gob.mx>) que los índices de marginación se exponen por entidad federativa, municipio, localidad urbana, con base en los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020. Para el caso del municipio de Tulum, se presenta en este Atlas de Riesgo, solo los datos para el municipio y para la localidad urbana cabecera municipal, ya que sus otras localidades aun no son consideradas urbanas.

El Índice Marginación (IM), de acuerdo con la CONAPO (2021) se emplea para identificar las zonas y regiones con más carencias, y la población asentada en ellas. Define al IM como:

"El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas" (CONAPO, 2021).

La construcción del IM toma como base la información censal generada en el país por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), enfocándose en los temas de educación, vivienda, distribución territorial e ingresos de la población. Se ha estimado para 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 y 2015, así como para 2020, a pesar de la pandemia de la COVID-19.

Este índice se compone de 9 indicadores que representan nueve formas de exclusión de la marginación en las dimensiones: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios.

Educación:

- Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más
- Porcentaje de población 15 años o más sin educación básica

Vivienda:

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni sanitario
- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada
- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra
- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares con hacimiento

Distribución de la población:

- Porcentaje de población en localidades con menos de cinco mil habitantes

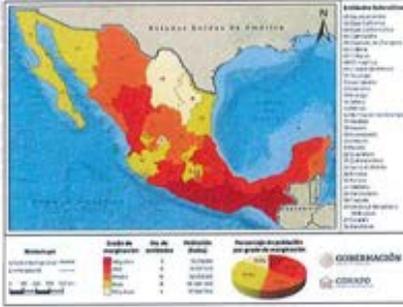
Ingresos:

- Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos

Para este índice es importante tomar en cuenta los valores extremos. Cada indicador simple toma valores de 0 a 100%, los cuales se normalizan para no causar ruido en los casos extremos. Con la normalización del índice se puede analizar de forma sencilla la posición que cada estado o municipio ocupa de acuerdo con su grado de marginación estimada, su distancia respecto a otras unidades del mismo nivel de desagregación geográfica o hacia los valores ideales o más críticos, así como su evolución y comportamiento en el tiempo (CONAPO, 2021).

De acuerdo con los principales resultados por entidad federativa, Quintana Roo cuenta con un grado de marginación medio (Figura 33), siendo Guerrero, Chiapas y Oaxaca los estados con mayor marginación, en contraparte se ubican los estados de Nuevo León, Ciudad de México, Coahuila y Aguascalientes con un IM muy bajo (Figura 45).

Figura 45. Grado de marginación por entidad federativa, México 2020.



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Por otro lado, en el ámbito municipal (ver figura 46), la estimación del IM muestra que prácticamente 1 de cada 3 municipios presenta alta y muy alta marginación, en donde se asientan más de 11.4 millones de personas, esto representa 9.1 por ciento de la población nacional (CONAPO, 2021).

En contraste, los resultados señalan que 48% de los municipios tienen muy bajo y bajo grado de marginación, donde reside poco más de 83% de la población del país, es decir, 105.2 millones de personas (CONAPO, 2021).

Figura 46. Grado de marginación por municipio, México 2020.



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla 45. Población total e indicadores socioeconómicos de las localidades del municipio de Tulum 2020

Localidad	Población total	Porcentaje de la población (%)							
		ANALF	5RASC	DS10C	DS10E	DS10A	DS10T	DS10M	DS10R
San Pedro	136	11.39	63.29	40.29	5.11	0.00	25.29	87.90	55.15
Chanchén Palmar	597	20.89	44.79	32.58	18.43	9.88	27.14	62.10	70.85
Arbolitos Tulum	30	43.75	68.75	0.00	0.00	0.00	0.00	75.00	70.00
Hondolal	391	31.95	49.82	22.78	7.89	5.12	23.51	77.24	45.27
Yucchi	26	7.69	38.46	3.85	42.34	0.00	0.00	61.54	84.62
Sahabá Mucuy	387	25.48	53.67	18.97	1.37	4.68	28.49	82.42	33.15
India Blanca	596	12.80	59.79	11.09	3.35	0.00	9.33	88.81	63.56
India Blanca	19	7.34	35.71	0.00	34.84	0.00	0.00	100.00	57.89
Chanchén Palmar	1,078	18.74	44.48	29.57	3.54	1.77	9.24	78.36	35.63
San Juan	770	14.23	39.68	25.08	2.47	3.73	13.90	68.62	44.29
Mecanas Gómez	484	7.96	46.47	2.31	16.40	15.19	4.29	58.57	36.70
Don Palmero	32	9.09	31.82	0.00	0.00	0.00	18.75	48.63	75.00
Manuel Antonio Ay	621	8.41	46.65	3.52	2.83	1.34	8.99	55.30	28.69
Francisco Urb May	1,288	7.83	41.37	2.71	2.87	1.48	5.25	67.27	26.00
La Unión	62	0.00	33.33	0.00	38.53	0.00	0.00	93.55	36.13
Cobá	1,738	8.89	37.43	6.39	1.50	1.61	8.75	58.17	24.80
La Ceiba	45	3.23	19.35	0.00	11.11	0.00	13.33	68.89	35.56
Alfonso Doza	40	9.68	32.36	0.00	0.00	0.00	0.00	82.50	30.00
Paraiso (Rancho)	9	0.00	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00	77.78	33.33
Jacinto Paz	100	5.48	32.88	0.00	1.03	0.00	21.45	45.36	35.05
Tres Hermanas	18	0.00	35.71	0.00	0.00	0.00	0.00	88.89	0.00

Localidad	Población total	Porcentaje de la población (%)								
		ANALF	SBASC	DVSE	DVSEE	DVSAE	DVPT	DVHAC	DVREF	
Tulum	33,378	2.95	26.00	1.39	0.74	2.83	7.00	37.32	21.70	
Las Dos Hermanas	18	0.00	7.69	0.00	0.00	0.00	0.00	77.78	33.33	
Dos Brígido	33	4.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.70	32.12	
Punta Sur	16	0.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	
Akumal	2,154	4.81	31.31	0.79	0.05	0.51	2.93	52.16	11.39	
Añá y Maja	16	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.25	0.00	
Javier Rojo Gómez (Punta Allen)	103	4.90	39.54	0.00	6.15	0.27	2.71	30.95	10.84	
Kilómetro Ocho Punta Cinco	15	0.00	27.27	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	6.67	
Bahías de Punta Solimán	56	4.55	25.00	0.00	7.14	0.00	0.00	37.50	14.79	
Tankah Tres	42	0.00	35.29	0.00	0.00	0.00	0.00	43.55	0.00	
Akumal Sur	15	0.00	15.88	0.00	0.00	0.00	0.00	68.00	0.00	
Ciudad Chemuyil	948	1.41	24.41	0.00	0.00	0.00	0.00	28.50	1.28	
Oxhaca Añil	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	33.33	
Concoto Calonsa	7	0.00	28.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.57	
Lum Ha (Jutei)	8	0.00	13.50	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	11.11	
Cachila de Carlo	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.56	0.00	
El Pequeño Paraiso	34	0.00	29.63	0.00	0.00	0.00	5.88	8.82	8.82	
Balam Luum	11	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.18	
Gran Bahía Príncipe	29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.69	0.00	
Aventuras Akumal	15	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Balam Cauchá	5	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Chan Chemuyil	127	0.00	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	5.74	0.00	
Kirabu	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Tulla	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cafeta Cimarrón	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Yax'maul (Rancho)	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Nota: POB_TOT: Población total; ANALF: % de población de 15 años o más analfabeta; SBASC: % de población de 15 años o más sin educación básica; DVSE: % de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni escusado; DVSEE: % de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica; DVSAE: % de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada; DVPT: % de ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra; DVHAC: % de ocupantes en viviendas particulares habitadas con saneamiento; DVREF: % de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin refrigerador.

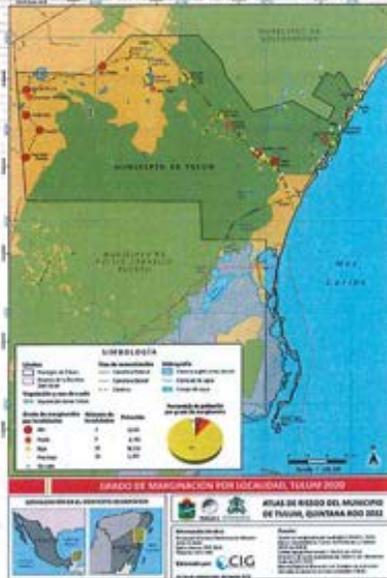
Fuente: CONAPO (2021a). Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

A partir del procesamiento de datos de estos indicadores se estimó el Índice de Marginación (IM), el Índice de Marginación Normalizado (IMN) y el Grado de Marginación (GM) por localidad, el cual se expone en la tabla 46.

Tabla 46. Índice y grado de marginación de las localidades del municipio de Tulum 2020

Nombre Localidad	IM	GM	IMN
San Pedro	26.15	Alto	0.62
Chanchén Palmar	18.26	Alto	0.62
Arbolés Tulum	17.44	Alto	0.67
Hondamut	18.04	Alto	0.69
Inila Blanca	18.18	Alto	0.69
Yachá	18.30	Alto	0.70
Sahcab Mucuy	18.59	Alto	0.71
Inila Blanca	18.83	Medio	0.72
Chanchén Primero	18.99	Medio	0.73
San Juan	19.49	Medio	0.74
Macario Gómez	20.37	Medio	0.78
Oca Palmas	20.73	Medio	0.79
Manuel Antonio (y)	21.30	Bajo	0.81
Rancho La May	21.33	Bajo	0.81
La Unidad	21.36	Bajo	0.82
Cahá	21.52	Bajo	0.82
La Ceiba	21.55	Bajo	0.82
Kilómetro Ocho	21.60	Bajo	0.83
Paraiso (Rancho)	21.60	Bajo	0.83
Jacinto Pat	21.83	Bajo	0.83
Tres Hermanas	22.41	Bajo	0.86
Tulum	22.51	Bajo	0.86
Las Dos Hermanas	22.58	Bajo	0.86
Dos Brígido	22.65	Bajo	0.87
Punta Sur	22.88	Bajo	0.87
Akumal	22.88	Bajo	0.87
Añá y Maja	22.96	Bajo	0.88
Javier Rojo Gómez (Punta Allen)	23.24	Muy bajo	0.89
Kilómetro Ocho Punta Cinco	23.34	Muy bajo	0.89
Bahías de Punta Solimán	23.40	Muy bajo	0.89
Tankah Tres	23.79	Muy bajo	0.91
Akumal Sur	23.90	Muy bajo	0.91
Ciudad Chemuyil	24.10	Muy bajo	0.92
Oxhaca Añil	24.16	Muy bajo	0.92
Concoto Calonsa	24.41	Muy bajo	0.93
Lum Ha (Jutei)	24.46	Muy bajo	0.93
Cachila de Carlo	24.50	Muy bajo	0.94
El Pequeño Paraiso	24.58	Muy bajo	0.94
Balam Luum	25.12	Muy bajo	0.96
Gran Bahía Príncipe	25.56	Muy bajo	0.98
Aventuras Akumal	25.57	Muy bajo	0.98
Balam Cauchá	25.57	Muy bajo	0.98
Chan Chemuyil	25.89	Muy bajo	0.99

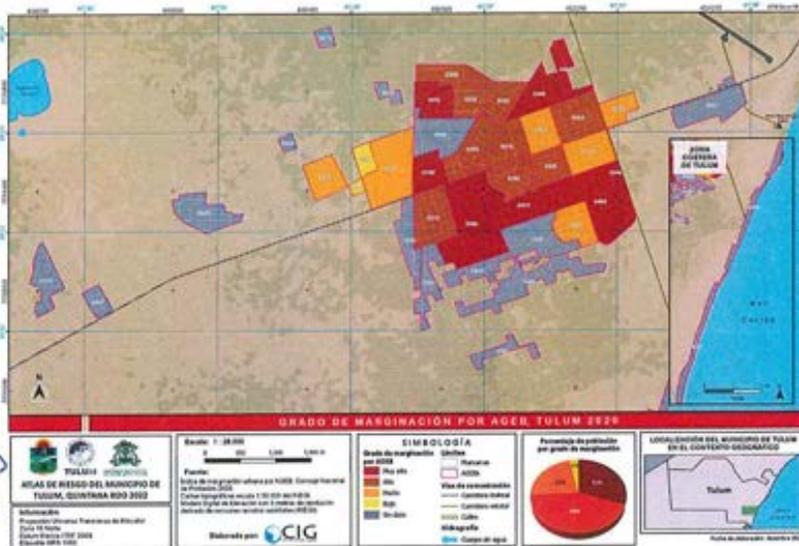
Figura 47. Índice de marginación por localidad de Tulum 2020.



Fuente: CONAPO (2021a). Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Por otro lado, un siguiente análisis a nivel urbano (nivel AGEB) para la ciudad de Tulum se realizó utilizando datos del CONAPO (2021b) y los microdatos del Censo de Población y Vivienda 2020.

Figura 48. Índice de marginación urbana (AGEB), ciudad de Tulum 2020.



Fuente: CONAPO (2021b). Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

John A. Zúñiga de Talam

Figura 48

De lo anterior, se estimaron los indicadores que representan 11 formas de exclusión de la marginación en las dimensiones: educación, salud, vivienda y disponibilidad de bienes a nivel urbano. En la tabla 47 se muestra por AGEB los valores alcanzados para el IM, GM y el INM.

Tabla 47. Índice de marginación urbana por AGEB, ciudad de Tulum 2020

CVE_AGEB	Población Total	IM	GM	INM
2300900010473	2,587	105.9	Muy alto	0.83
2300900010486	524	106.7	Muy alto	0.83
2300900010401	629	107.2	Muy alto	0.84
2300900010488	2,789	107.8	Muy alto	0.84
2300900010920	220	109.2	Muy alto	0.85
2300900010489	2,249	109.7	Muy alto	0.86
2300900010912	751	114.8	Muy alto	0.90
2300900010285	815	115.2	Muy alto	0.90
2300900010276	437	116.4	Alto	0.91
2300900010054	2,476	116.8	Alto	0.91
2300900010295	3,498	117.7	Alto	0.92
2300900010083	1,298	117.8	Alto	0.92
2300900010026	1,847	117.8	Alto	0.92
2300900010030	1,731	117.9	Alto	0.92
2300900010399	79	118.0	Alto	0.92
2300900010079	1,922	118.1	Alto	0.92
2300900010308	1,728	118.5	Alto	0.92
2300900010112	1,083	118.7	Medio	0.92
2300900010327	427	118.8	Medio	0.92
2300900010373	913	118.9	Medio	0.92
2300900010004	3,006	119.0	Medio	0.92
2300900010045	1,062	120.9	Medio	0.94
2300900010330	51	121.0	Medio	0.95
2300900010314	728	121.4	Bajo	0.95
2300900010384	335	123.3	Bajo	0.96

Nota: CVE_AGEB: Clave de Área Geostatística Básica. IM: Índice de Marginación. GM: Grado de Marginación. INM: Índice Normalizado de Marginación.

Fuente: CONAPO. (2021b). Índice de marginación urbana 2020. Nota técnica metodológica. Septiembre 2021.

Bajo esta unidad de análisis se expone en la figura 36 la distribución de los valores alcanzados por AGEB para el IM y el GM de la localidad urbana de Tulum. Este nivel de análisis permite diferenciar las AGEB urbanas según las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación y la salud, la residencia en viviendas inadecuadas, y la carencia de bienes sobre estas unidades territoriales (CONAPO, 2021b).

CONAPO (2021b) contabilizó 25 unidades para este análisis a nivel urbano, sin embargo, como ya se ha mencionado en este documento, se adecuaron otras unidades que conforman la traza urbana de toda la ciudad de Tulum, con esta actualización para fines de este Atlas se manejan 41 AGEs. No obstante, hay que señalar que no se tiene la información para estos nuevos 16 AGEs a este nivel de desagregación, pero a nivel colonia urbana la mayoría ha sido cubierto.

Continuando con el análisis a nivel urbano, el 44% de los AGEs obtuvieron un nivel "Alto" de marginación observándose en la figura 48 de color naranja fuerte hacia el centro de la ciudad. Un 31% de AGEs tiene un grado "Muy Alto", los cuales se observan más alejados del centro de la ciudad, su distribución se observa posterior a la zona centro. El nivel "Medio" se localiza disperso en toda el área urbana y solo dos AGEs expresan un grado "Bajo", los cuales se pueden observar al noroeste de la ciudad en color amarillo (figura 36).

Por otro lado, el índice de marginación, como una de las principales herramientas analíticas y operativas para la dirección de acciones de políticas y estrategias sociales logra expresar desigualdades territoriales. Bajo este contexto se anexa el análisis del Índice de Marginación Urbana por Colonia 2020 para la ciudad de Tulum a través de la tabla 48 y la figura 49 (CONAPO, 2022).

Para la obtención del IM a nivel de colonia se emplean once indicadores socioeconómicos, a diferencia de los 8 que se utilizan a nivel localidad o municipio:

- Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela
- Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica
- Porcentaje de población sin derechohabiente a los servicios de salud
- Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado
- Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica
- Porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada
- Porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra
- Porcentaje de ocupantes en viviendas con hacinamiento
- Porcentaje de ocupantes en viviendas sin refrigerador
- Porcentaje de ocupantes en viviendas sin internet
- Porcentaje de ocupantes en viviendas sin celular

Cabe señalar, que la expansión urbana de la ciudad de Tulum abarca localidades rurales que se encuentran ya dentro de la traza urbana de la ciudad, por tal motivo se anexan como colonias, aunque su IM, GM y si IMN fue calculado metodológicamente como una localidad, las cuales se enlistan al final de la tabla 48. Por lo que el total de colonias urbanas son 28, de las cuales solo una no cuenta con datos (Aldea Tulum).

Tabla 48. Índice y grado de marginación urbana por colonia, ciudad de Tulum 2020

Nombre de la colonia	Clasificación	Población total	IM	GM	IMN
Kukulcán	Colonia	253	132.51	Muy alto	0.84
Yuc Balam	Colonia	722	133.61	Muy alto	0.85
Tulum	Colonia	1,546	134.70	Muy alto	0.86
San Nombre 1	Colonia	1,493	134.93	Muy alto	0.86
Frederico Zapata	Colonia	533	137.18	Muy alto	0.87
Centra Juergin	Colonia	356	137.33	Muy alto	0.88
López Obrador	Colonia	430	137.92	Muy alto	0.88
San Ben	Colonia	1,601	142.30	Muy alto	0.89
Aldea Yame	Residencial	66	141.71	Muy alto	0.90
SGI Kilo	Colonia	454	142.30	Muy alto	0.91
De Nombre 2	Fraccionamiento	2,064	143.04	Muy alto	0.91
La Verdad	Colonia	1,128	143.42	Muy alto	0.91
Tumben - Kas	Fraccionamiento	1,801	144.39	Alto	0.92
Epitaf	Colonia	3,217	144.53	Alto	0.92
Centro	Colonia	10,928	144.63	Alto	0.92
Riviera Tulum	Residencial	371	144.64	Alto	0.92
Guerra de Cental	Fraccionamiento	816	144.72	Alto	0.92
Jaguaret	Colonia	696	144.91	Alto	0.93
Maya Fin	Colonia	1,364	144.84	Alto	0.94

Atlas de Recurso de Tulum

Nombre de la colonia	Clasificación	Población total	IM	GM	IMN
Huacucías	Fraccionamiento	230	146.97	Alto	0.94
Xel-Haah	Fraccionamiento	201	147.42	Medio	0.94
Yuc Au Tulum	Fraccionamiento	804	147.63	Medio	0.94
Villas de Tulum	Fraccionamiento	1,204	148.80	Medio	0.95
Las Palmas Tulum	Fraccionamiento	1,443	150.24	Bajo	0.96

Localidades identificadas como colonias urbanas

Localidad	Clasificación	Población total	IM	GM	IMN
La Unión	Colonia	74	17.80	Alto	0.68
Cristal	Colonia	912	18	Alto	1
Maridón	Colonia	35	19	Medio	1
Aldea Tulum	Colonia	ND	ND	ND	ND

Nota: IM: Índice de Marginación; GM: Grado de Marginación; IMN: Índice de Marginación Normalizado.

Fuente: CONAPO (2022). Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Los escenarios extremos del Índice de Marginación por Colonia, 2020 (CONAPO, 2021) indican el valor 0 como el mínimo y el valor 156.85% como máximo. Por los valores atípicos que pueden resultar del cálculo del índice este se ajusta o normaliza entre 0 y 1. Con el procedimiento anterior, se puede analizar de forma sencilla la posición que cada colonia ocupa de acuerdo con su intensidad de marginación estimada.

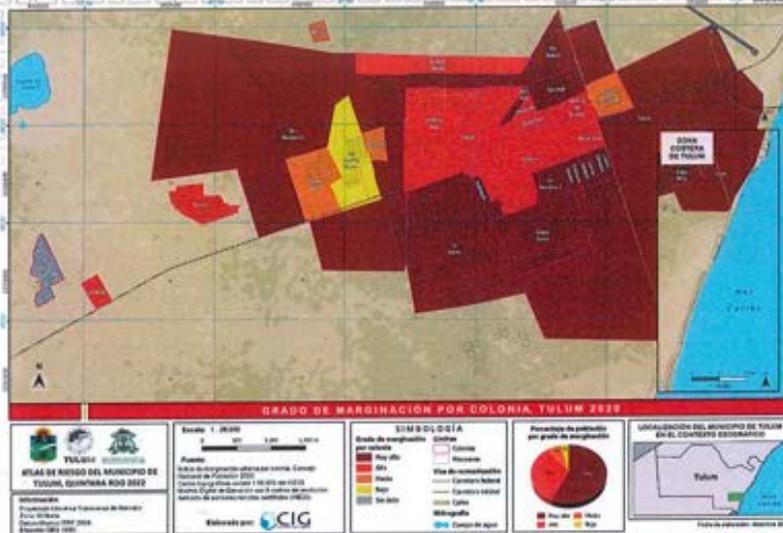
Partiendo de lo anterior, tenemos que de las 28 colonias identificadas por CONAPO (2022) doce obtuvieron un Grado de Marginación "Muy Alto", donde habitan alrededor de 10,760 personas; diez colonias son identificadas con grado "Alto" (19,810 personas); cuatro con grado "Medio" (2,037 personas); y solo una obtuvo un grado "Bajo" de marginación (1,141 personas) que fue el Fraccionamiento Las Palmas Tulum (tabla 4).

En la figura 49 se puede observar la distribución espacial del Grado de Marginación en la ciudad de Tulum por colonia urbana para 2020. Se observa que el 57% de la población que habita en la ciudad de Tulum tiene un Grado de Marginación "Muy Alto" en contraste con solo el 4% que obtuvo un "Bajo" grado de marginación. El centro de la ciudad, donde se concentran las actividades económicas y quedan pocas viviendas muestra un grado "Alto" y Fraccionamientos más recientes un grado "Medio" (tabla 47 y figura 49).

En conclusión, la identificación de los niveles de marginación y pobreza en las que viven las comunidades incrementan su vulnerabilidad ante las amenazas, pero a su vez es un insumo para la atención y recuperación ante un desastre, que conlleve un reto para la implementación de acciones de mitigación y prevención desde lo local a lo nacional por parte de los gobiernos.

Página 27

Figura 49. Grado de marginación urbana por colonia, ciudad de Tulum 2020



Fuente: CONAPO (2022). Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

4.3.3. Características de la vivienda

4.3.3.1. Tipología de vivienda

El INEGI (<https://www.inegi.org.mx/tomas/vivienda/>) maneja, entre los temas Demográficos y Sociales, la información sobre el volumen de las viviendas del país, sus características de construcción, así como el número de sus ocupantes, incluyendo los servicios con los que cuentan las viviendas y sus bienes.

En esta sección se muestra espacialmente para la ciudad de Tulum las viviendas distribuidas en manzanas urbanas de acuerdo con su material de construcción y los servicios en la vivienda.

4.3.3.2. Material de construcción

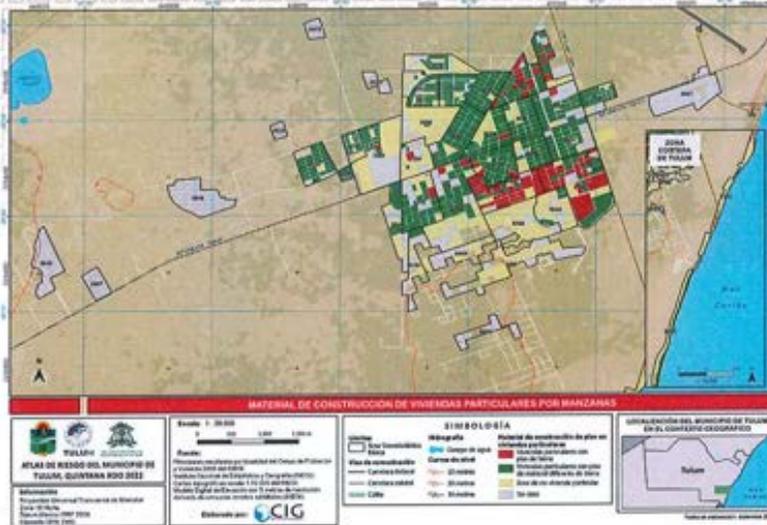
Las viviendas particulares con piso de tierra, comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de vivienda particular. Incluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes (INEGI, 2020a).

Tabla 49. Viviendas particulares con piso de tierra, ciudad Tulum 2020

Total de viviendas particulares	Total de viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
13,637	10,313	9,753	560

Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultado por Localidad (TER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Figura 50. Material de construcción de viviendas particulares habitadas por manzanas, ciudad de Tulum, 2020



Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Del total de viviendas particulares habitadas (10,313) el 5.43% son viviendas con piso de tierra, el resto de las manzanas que contienen viviendas, el 94.57% son viviendas con material de piso diferentes a tierra, las cuales constituyen la mayoría de las viviendas en la ciudad.

La distribución en la ciudad de Tulum se observa en la figura 50 donde las viviendas con piso de tierra se localizan en las áreas de asentamientos irregulares, más concentradas hacia el sur rumbo a la zona hotelera y al norte de la ciudad.

4.3.3.3. Servicios en la vivienda

En esta sección se señalan el total de viviendas particulares habitadas que tienen energía eléctrica, agua entubada dentro de la vivienda o sólo en el patio o terreno y drenaje conectado a la red pública de la ciudad de Tulum.

Como se puede constatar, en la tabla 50, el total de viviendas particulares habitadas fue de 10,313 para 2020, de las cuales 9,754 cuentan con servicios de agua entubada, luz eléctrica y drenaje, lo que equivale a un 94.6% de cobertura de servicios en la ciudad de Tulum y existe un 5.4% de viviendas sin datos.

Tabla 50. Servicios en viviendas particulares, ciudad Tulum 2020

Total de viviendas particulares	Total de viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	Viviendas particulares habitadas que NO disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje
12,637	10,313	9,754	S.D.

Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Ahora bien, si estos indicadores los desagregamos, tenemos que de las 10,313 viviendas el 98.9% de ellas cuentan con energía eléctrica y un mínimo porcentaje no. En el caso de agua entubada en la vivienda un 99.8% cuenta con este servicio dentro de la vivienda y un 97.3% cuenta con drenaje (tabla 51).

Tabla 51. Cobertura de los principales servicios en viviendas particulares, ciudad Tulum 2020

Total de viviendas particulares	Total de viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	Cobertura (%)	
12,637	10,313	10,199	98.9%	
		Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada	9,978	96.8%
		Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	10,030	97.3%

Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

4.3.3.4. Zonificación

La zonificación determina el potencial de desarrollo de cada predio (tabla 52). Con base en el trabajo de Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007) se actualizó la zonificación para el área urbana de la ciudad de Tulum.

No obstante, a la zonificación primaria establecida en los Programas de Desarrollo Urbano (PDU) le pueden aplicar excepciones y modificaciones de conformidad con los instrumentos de desarrollo urbano y aplicación de Normas de Ordenación del territorio en cuestión.

La zonificación definida en ese instrumento establece el tipo de aprovechamiento urbano en áreas y predios comprendidos dentro de su límite, mediante el establecimiento de usos, destinos y reservas, sin embargo, para este instrumento de planeación (Atlas de Riesgo del Municipio de Tulum) y con fines de evaluar el riesgo en la ciudad de Tulum, algunas zonificaciones se conjugaron de acuerdo con su tipo principal de uso de suelo. Esta modificación se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 52. Variables de zonificación Tulum

Variable	Significado	Expresión	Fundamento
Uso de suelo	Expresa el destino o uso de suelo o actividades que se pueden realizar en dicho predio.	H: Habitacional MA: Monumentos/Lito Arqueológicos PRES: Preservación Ecológica Bos Subterráneos PEFF: Preservación Ecológica Flora y Fauna F: Parques C: Comercial Central/Central T: Turístico M: Mixto comercial/habitacional E: Equipamiento Institucional/Regional I: Industria SC: Subcentro urbano /3 significa que solo se permiten tres niveles contando Planta Baja	Los usos de suelo se establecen en los Programas de Desarrollo Urbano
		Niveles máximos de construcción	
Área libre mínima	Establece el porcentaje de área libre mínima en donde NO se permite la construcción.	Son dos tipos de normas las que regulan la intensidad de aprovechamiento del suelo para el centro de urbano de la ciudad de Tulum: COS = [(% de área libre (expresado en número decimal)) / superficie total del predio] CUS = [(superficie de desplante + número de niveles permitidos) / superficie total del predio]	El porcentaje de área libre se establece en los Programas de Desarrollo Urbano y Parciales de Desarrollo Urbano de cada municipio, de acuerdo con la zonificación asignada a cada predio.
Densidad de vivienda	Indica el número total de viviendas que pueden construirse en un predio		La densidad del predio también está establecida en la zonificación que asigna a cada predio los Programas de Desarrollo Urbano o Parciales de Desarrollo Urbano de cada municipio.

Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

4.3.3.5. Uso de suelo

Las ciudades son espacios geográficos transformados por las personas que habitan en ellas, además de que existe intercambio de bienes y servicios. Estos espacios dan derechos a sus propietarios para su uso y aprovechamiento bajo términos establecidos en instrumentos de zonificación como los PDU.

El uso de suelo determina qué actividades están permitidas al interior de ese predio o espacio geográfico. También en los PDU se establece la disponibilidad de suelo para los próximos 20, 30 o 40 años. El objeto primario del uso del uso en una ciudad es habitacional, éste puede ser solo habitacional o habitacional mixto donde se permiten otras actividades necesarias para vivir.

Los usos de suelo pueden ser tan diversos como las actividades humanas y varían de un territorio a otro. Pero para determinar el uso de suelo deben conocerse sus características:

- Suelo apto: condiciones de ubicación, geología, topografía, disponibilidad de agua, costos de desarrollo y otros factores físicos que permitan que sea adecuado para uso urbano (DOF, 2014).

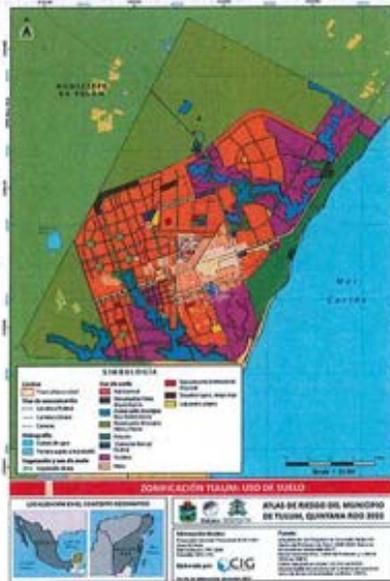
- Suelo de conservación: espacios donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana, y que por condiciones de carácter ambiental y equilibrio ecológico deben preservarse (Sedesol, 2007a, cit. INSUS, 2020).
- Suelo servil: condicionado con redes de servicios, infraestructura de transporte, equipamiento público y diversos tipos de edificaciones para que las actividades humanas puedan llevarse a cabo (Baer, 2013, cit. INSUS, 2020).
- Suelo vacante: terrenos que permanecen desocupados o que están subutilizados, se reconocen como urbanos y se localizan muy próximos a infraestructuras ya instaladas, pero que no se desarrollan, contrariando el principio de la función social del suelo (Cardona, 2015 cit. INSUS, 2020)

El rápido y desarticulado proceso de urbanización ha dado lugar a la ocupación en suelos no aptos, lo que contribuye a poseer distintos grados de peligro y riesgo. En ese contexto resulta indispensable identificar esos espacios geográficos, para disminuir o evitar la exposición de los asentamientos humanos a condiciones de riesgo, así como para disminuir su vulnerabilidad.

El ordenamiento territorial y la regulación del crecimiento urbano es una herramienta fundamental para una adecuada gestión del riesgo; permite reducir sus escenarios actuales y evitar la construcción de escenarios futuros expuestos a amenazas.

Bajo este contexto se muestra en la figura 51, la distribución de uso de suelo para la ciudad de Tulum partiendo de su traza urbana actual y superponiendo los usos establecidos dentro del documento Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030.

Figura 51. Zonificación por uso de suelo, Tulum, Quintana Roo



Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

4.3.3.6. Niveles de construcción

Los niveles de construcción permitidos establecen el número máximo de pisos que se pueden construir en un inmueble, y se encuentran relacionados a los usos de suelo (tabla 53 y figura 52).

De acuerdo con el uso de suelo definido en la tabla 53 se identifica como el primer uso el "Habitacional" que a su vez se clasifica por su tipo de densidad, en la siguiente tabla se muestra el tipo de densidad, su altura máxima y sus niveles de acuerdo con su clasificación.

Tabla 53. Niveles de construcción para uso habitacional

Clasificación	Densidad Tipo	Alturas	
		Metros	Niveles (pisos)
H8 Unifamiliar	Baja	9	2
H1 Unifamiliar		9	2
H1 Plurifamiliar Horizontal		9	2
H1 Plurifamiliar Vertical		9	2
H2 Unifamiliar	Media Baja	9	2
H2 Plurifamiliar Horizontal y Vertical		9	2
H3* Unifamiliar	Alta	12	3
H3* Plurifamiliar Horizontal y Vertical		12	3

Atlas de Riesgo de Tulum

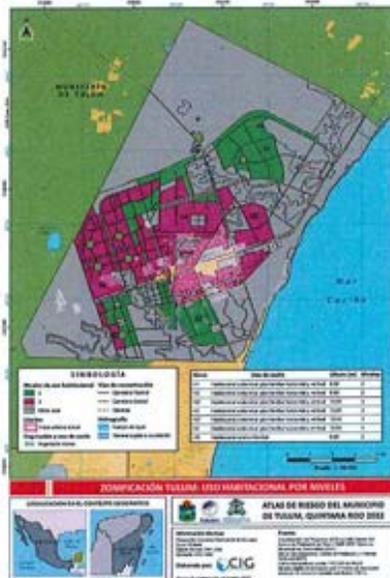
Clasificación	Densidad Tipo	Alturas	
		Metros	Niveles (pisos)
H2 Unifamiliar	Media Alta	12	3
H3 Plurifamiliar Horizontal y Vertical		12	3
H3* Unifamiliar		12	3
H3* Plurifamiliar Horizontal y Vertical		12	3
H4 Unifamiliar	Alta	12	3
H4 Plurifamiliar Horizontal		12	3

Nota: H8: Habitacional Rural; H1: Habitacional Densidad Baja 6 viviendas/ha; H2: Habitacional Densidad Media Baja 12 viviendas/ha; H3*: Habitacional Densidad Media Baja 16 viviendas/ha; H3: Habitacional Densidad Media Alta 24 viviendas/ha; H3* Habitacional Densidad Media Alta 37 viviendas/ha; H4: Habitacional Densidad Alta 60 viviendas/ha.

Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

En la figura 52 se puede observar la distribución planeada del uso de suelo para el uso habitacional. Se muestran por tipo, niveles y alturas máximas permitidas. No obstante, se advierten espacios geográficos aun no urbanizados, pero ya definido su uso de suelo y niveles de 2 y 3 (zonas en color verde y rosa). También, dentro de la traza urbana para la ciudad de Tulum, podemos ver que el uso habitacional actual corresponde a la clave H4 (centro) y hacia Este con la clave H3, para ambas se especifica una altura máxima de 12 metros y 3 niveles.

Figura 52. Zonificación habitacional por niveles



Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

Para los otros usos, los niveles (pisos) se identifica como sigue:

Uso de suelo MA (Monumentos/Sitio Arqueológicos) no está permitida construcción alguna por lo que el nivel y altura máxima es nula.

Para la Preservación Ecológica Ríos Subterráneos (PERS), la cual está definida como superficie conservación con el objetivo evitar la expansión física en sitios con fragilidad y riqueza ambiental, sin embargo, se permite la instalación de elementos constructivos para la realización de actividades especificadas que no excederán el 7% de la superficie del predio y con solo 1 nivel constructivo y máximo 5 metros de altura.

Página 41

En su caso la PEFF (Preservación Ecológica Flora y Fauna) el nivel permitido es 1 y la altura máxima 5 metros, pero solo se permiten construcciones no urbanas y vivienda de baja densidad de tipo rural (HR). Al igual que para Parques (P) solo un nivel y 5 metros de altura con un uso de solo 7% del total del predio.

Tanto para el área comercial C (Comercial Barrial/Central), el M: Mixto comercio/habitacional, el E: Equipamiento Institucional/Regional, el Industrial (I) y el Subcentro urbano (SC) son 3 niveles con una altura máxima de 12 metros.

En cuanto al uso Turístico (T) éste comprende dos tipos: el turístico hotelero y el turístico residencial, éstos a su vez se clasifican por tipo, que da su altura y el máximo de niveles (tabla 54).

En la primera categoría se señalan densidades hoteleras de 2.5, 5, 10, 15 y 40 cuartos por hectárea; la segunda categoría establece en conjunto con las zonificaciones turístico residencial (TR1b, TR1 y TR2) con densidades de 20, 25 y 30 cuartos por hectárea respectivamente.

Los Turísticos Hoteleros de densidad muy baja, son aquellos cuya densidad máxima es de 2.5 y 5 cuartos hoteleros por hectárea y corresponden a la clave TH1 y TH1* respectivamente.

Turístico Hotelero densidad baja, son aquellos cuya densidad máxima es de 10 cuartos hoteleros por hectárea que corresponden a la clave TH2. Por su parte el Turístico Hotelero densidad media baja son aquellas cuya densidad máxima es de 15 cuartos hoteleros por hectárea que corresponden a la clave TH3.

Se señala también, el Turístico Hotelero densidad media, este uso comprende dos tipos de densidades, por un lado, TH4 con 20 cuartos por hectárea, y por otro el TH4* con 25 cuartos por hectárea.

Finalmente se tiene el Turístico Hotelero densidad alta, donde la densidad máxima es de 40 cuartos hoteleros por hectárea que corresponden a la clave TH5 (tabla 54).

Tabla 54. Niveles de construcción para uso turístico

Clasificación	Densidad (cuartos/ha)	Alturas	
		Metros	Niveles (piso)
TR1b	Turístico Residencial densidad baja	20	12 3
TR1	Turístico Residencial densidad media	25	12 3
TR2	Turístico Residencial densidad alta	30	12 3
TH-1	Turístico Hotelero densidad muy baja	2.5	9 2
TH-1*	Turístico Hotelero densidad muy baja	5	9 2
TH-2	Turístico Hotelero densidad baja	10	9 2
TH-3	Turístico Hotelero densidad media baja	15	9 2
TH-4	Turístico Hotelero densidad media	20	9 2
TH-4*	Turístico Hotelero densidad media	25	9 2
TH-5	Turístico Hotelero densidad alta	40	12 3

* Se deberá preservar la calidad paisajística y ambiental con aprovechamientos turísticos sustentables de bajo impacto
Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

Figura 53. Zonificación turística por niveles



Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

4.3.3.7. Área libre

De acuerdo con las Normas y Disposiciones para Regular la Intensidad de Uso del Suelo en el instrumento Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007), existen dos tipos de normas las que regulan la intensidad de aprovechamiento del suelo para el centro urbano de la ciudad de Tulum:

1. El **Coefficiente Máximo de Ocupación de Suelo (COS)** que es la relación aritmética existente entre la superficie construida en planta baja y la superficie total del terreno y se calcula de la siguiente manera:

$$COS = (1-5\% \text{ de área libre (expresado en número decimal)}) / \text{superficie total del predio.}$$

La superficie de desplante es el resultado de multiplicar el COS, por la superficie total del predio.

2. El **Coefficiente Máximo de Utilización del Uso del Suelo (CUS)** que expresa el número de veces que se puede construir la superficie del predio. Se calcula con la siguiente expresión:

$$CUS = (\text{superficie de desplante} \times \text{número de niveles permitidos}) / \text{superficie total del predio}$$

Por ejemplo, para el uso habitacional "Uso Habitacional Rural 2.5 viviendas/ hectárea (solares mayas). Clave HR"

- La superficie mínima del lote será de 10,000 metros cuadrados;
- El frente mínimo del lote no será menor de 50 metros lineales;
- El coeficiente de ocupación del suelo (COS) no será mayor de 0.50 y la superficie edificable no deberá ocupar más del 5% de la superficie total del lote.

- El coeficiente de utilización del suelo (CUS) no deberá ser superior a 0.10, y la superficie edificable no deberá ocupar más del 10% de la superficie total del lote.

Las características de las construcciones se sujetarán a los parámetros de intensidad de ocupación y utilización de acuerdo con las densidades de ocupación, los coeficientes de ocupación y utilización. La superficie máxima construida en los predios será la que se determine de acuerdo con la zonificación y a las intensidades de uso de suelo definidas en el PDU vigente (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

4.3.3.8. Densidad de vivienda

Las zonas habitacionales están destinadas a la construcción de viviendas unifamiliares o conjuntos habitacionales que cuentan con los servicios necesarios para cumplir su función. En la tabla 53 se expuso los niveles y alturas máximas permitidas por tipo de clasificación habitacional y su densidad de manera cualitativa.

Partiendo de lo anterior, en la tabla 55 se presenta la densidad de vivienda para la ciudad de Tulum de acuerdo con la clasificación habitacional definida en Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007), tanto cualitativamente (baja, media-baja, media-alta, alta) como cuantitativamente (viviendas/ha).

Tabla 55. Densidad de vivienda para uso habitacional

Clasificación	Densidad tipo	Densidad por viviendas/ha
H8	Unifamiliar	2
H1	Unifamiliar	6
H1	Plurifamiliar Horizontal	6
H1	Plurifamiliar Vertical	6
H2	Unifamiliar	12
H2	Plurifamiliar Horizontal y Vertical	12
H2*	Unifamiliar	24
H2*	Plurifamiliar Horizontal y Vertical	24
H3	Unifamiliar	24
H3	Plurifamiliar Horizontal y Vertical	24
H3*	Unifamiliar	37
H3*	Plurifamiliar Horizontal y Vertical	37
H4	Unifamiliar	60
H4	Plurifamiliar Horizontal	60

Nota: H8: Habitacional Rural; H1: Habitacional Densidad Baja 6 viviendas/ha; H2: Habitacional Densidad Media Baja 12 viviendas/ha; H2*: Habitacional Densidad Media Baja 24 viviendas/ha; H3: Habitacional Densidad Media Alta 24 viviendas/ha; H3*: Habitacional Densidad Media Alta 37 viviendas/ha; H4: Habitacional Densidad Alta 60 viviendas/ha.

Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

La distribución de densidades habitacionales se puede observar también en la figura 55, ya que estas siguen la clasificación del uso habitacional definido. Por ejemplo, para la H4, tanto la unifamiliar como plurifamiliar horizontal tienen una densidad alta de 60 viviendas por hectárea. En contraste, las HR (Habitacional Rural) solo tiene una densidad de 2 viviendas por hectárea.

Las mayores densidades se ubican al centro de la ciudad y las de menor densidad se localizan mucho más alejadas del centro, pero más cercanas a las zonas de conservación y reserva ambiental (figura 52).

4.3.4. Empleo e Ingresos

Desde la perspectiva del mundo laboral, se debe tomar en cuenta la fragilidad de los mercados de trabajo y la gobernanza, con la pandemia de COVID-19 se pudo constatar que los niveles económicos descendieron y se perdieron muchos empleos, afectando el ingreso de las personas.

La carencia de mecanismos eficientes de preparación y atención de emergencias para hacer frente a los desastres puede crear dificultades y demoras en la respuesta de los gobiernos hacia las poblaciones, lo que podría agravar las consecuencias en términos de pérdidas humanas y económicas. La desaparición de infraestructura productiva paraliza o retarda la actividad económica en general, afectando los niveles de ingreso y empleo de la población del sector laboral formal o informal.

Al mismo tiempo, aunque la exposición de la población y de los activos físicos a los desastres sigue en crecimiento, es poca la atención que se da a la construcción de una sociedad resiliente ante fenómenos naturales adversos. Por lo que se hace importante conocer el estado actual del empleo y sectores productivos de los municipios y sus localidades.

En México el INEGI, a través de su Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), es la instancia encargada de obtener información estadística sobre las características ocupacionales de la población de 15 años y más a nivel nacional, por entidad federativa y ciudades, así como de variables demográficas y económicas para el análisis de la fuerza de trabajo, la toma de decisiones, el diseño y seguimiento de las políticas laborales.

En esta sección se analizan los sectores económicos con el indicador de porcentaje de ocupación para el municipio de Tulum, la población económicamente activa, la tasa de desempleo abierto y la dependencia económica.

4.3.4.1. Sectores económicos

El INEGI a través de los Indicadores laborales para los municipios de México 2020, estimó las características laborales sobre la Población Económicamente Activa, la Población Ocupada y la Población no Ocupada informal a un nivel de desagregación municipal, por lo que es la fuente principal de esta sección (INEGI, s.f.).

Los sectores productivos, o los sectores de la economía, se utilizan para establecer una clasificación de la actividad económica de una región en función del tipo de proceso productivo que la caracteriza. El ordenamiento de los sectores en México se basa en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, SCIAN. Actualmente en México se emplea el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018 (SCIAN 2018) y tiene su base en la agrupación tradicional de actividades económicas en tres grandes grupos: actividades primarias, secundarias y terciarias.

Como se aprecia en la siguiente tabla el primer sector corresponde a las actividades primarias, relacionadas con el aprovechamiento directo de los recursos naturales; el segundo sector comprende las actividades mediante las cuales se efectúa la transformación de todo tipo de bienes o productos, identificado como sector secundario, y el último sector de actividades corresponde a las terciarias, que se refieren al comercio y a los servicios (INEGI, 2018).

Tabla 56. Sectores SCIAN MÉXICO

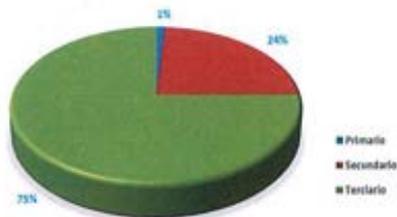
Agrupación	Características generales	Sector
Actividades primarias	Explotación de recursos naturales	Agricultura, cta y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
Actividades secundarias	Transformación de bienes	Minería Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final Construcción Industrias manufactureras

Agrupación	Características generales	Sector
Operación de bienes	Comercio al por mayor	Comercio al por mayor
	Comercio al por menor	
Operaciones con información	Transportes, correo y almacenamiento	Información en medios masivos
	Operaciones con activos	
Actividades terciarias	Servicios financieros y de seguros	Servicios financieros y de seguros
	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
	Servicios profesionales, científicos y técnicos	Servicios profesionales, científicos y técnicos
	Corporativos	Corporativos
	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación
	Servicios educativos	Servicios educativos
	Servicios de salud y de asistencia social	Servicios de salud y de asistencia social
Servicios relacionados con la recreación	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
Servicios residuales	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	Otros servicios excepto actividades gubernamentales
Actividades gubernamentales	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales

Fuente: INEGI (2018). Estructura del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SICIAN 2018).

Bajo este esquema se muestra la distribución de los puestos de trabajo ocupados por la población mayor de 15 años en el sector primario, sector secundario y sector terciario en el municipio de Tulum (Gráfico 2).

Gráfico 2. Proporción de la población de 15 años y más ocupada por sector económico.



Fuente: INEGI. (s.f.). Indicadores laborales para los municipios de México 2020. Estimación en áreas pequeñas.

Como bien se sabe, Tulum centra su actividad económica en su sector terciario (75%), principalmente, en las actividades relacionadas con el turismo, tales como los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. El secundario tiene su eje en la construcción e industrias manufactureras, debido a su crecimiento y expansión hotelera, y finalmente, su sector primario es el que menos población ocupada tiene con sólo un 1%.

Según datos del Censo Económico 2019 (INEGI, 2019), los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Tulum fueron Comercio al por menor (833 unidades), Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (610 unidades) y Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales (190 unidades).

4.3.4.2. Población Económicamente Activa

El concepto de Población Económicamente Activa (PEA) fue introducido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 1958 en sus principios y recomendaciones relativos a los censos de población de 1960, tal como señala Peralta (2016), el "Centro Latinoamericano de Demografía, define a la PEA como "grupo constituido por todas las personas, de uno u otro sexo, que suministran la mano de obra disponible para la

producción de bienes y servicios"; producción que hoy se estima con el Producto Interno Bruto (PIB).

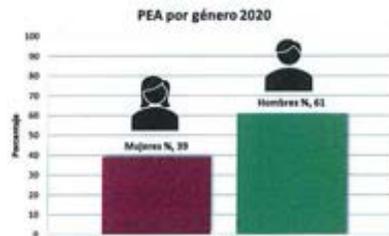
La PEA incluye personas con y sin ocupación; los grupos llamados de ocupación están conformados por quienes dependen de un empleador, también lo constituyen aquellas personas que trabajan por cuenta propia, como en el sector informal (Peralta, 2016). Por otro lado, la desocupación, incluye a quienes buscan un trabajo sin vincularse aún a una actividad productiva.

Por otro lado, y de acuerdo con el INEGI, la Población Económicamente Activa (PEA), se define como el "Conjunto de personas que constituyen la mano de obra disponible para la producción de bienes y servicios. Es decir, la integran las personas que tienen una ocupación o que sin tenerla la están buscando activamente. Está compuesta por la población ocupada más la población desocupada" (INEGI, 2020).

Sin embargo, la PEA se define en la descripción del banco de datos de los "Principales resultados por localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020a) como: "Personas de 12 a 130 años de edad que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia".

Bajo este contexto, se expone a la PEA para el municipio de Tulum para 2020. De un total de población 46,721 personas solo 25,969 componen la ocupación laboral, lo que equivale a un 55.58% del total de la población. De éstas, 10,134 (39%) son mujeres y 15,835 (61%) son hombres (gráfico 3). En contraste, la PNEA (Población No Económicamente Activa), integrada por "las personas que menores no escolarizados, estudiantes y escolares, personas dedicadas a las labores del hogar, incapacitados permanentes para el trabajo, retirados, jubilados o pensionados", fue de 9,584 personas, casi equivalente a la fuerza laboral femenina del municipio, de éstas 6,745 fueron mujeres y 2,839 fueron hombres.

Gráfico 3. Población Económicamente Activa (PEA), municipio Tulum, 2020.



Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultados por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

En la tabla siguiente de muestra la PEA por género y también la PNEA para 2020, para las localidades del municipio con más de tres viviendas, porque son las que disponen de información.

Tabla 57. PEA y PNEA para Tulum y sus localidades, 2020

Nombre local-idad	Población total	PEA	PEA Mu- jeres		PEA Ho- mbres		PNEA	PNEA Mu- jeres		PNEA Ho- mbres	
			N	%	N	%		N	%	N	%
Cerro Calavera	7	7	100.0	2	28.6	5	71.4	0	0.0	0	0.0
Eneko	6	6	100.0	4	66.7	2	33.3	0	0.0	0	0.0
Lum Ha (Jotes)	9	8	88.9	3	37.5	5	62.5	0	0.0	0	0.0
Tres Hermanos	18	15	83.3	6	40.0	9	60.0	0	0.0	0	0.0
Kilómetro Dope	40	32	80.0	17	53.1	15	46.9	0	0.0	0	0.0
India Blanca	19	15	78.9	7	46.7	8	53.3	0	0.0	0	0.0
La Ceiba	45	31	73.3	13	39.4	20	60.6	0	0.0	0	0.0
Alumal Sur	15	11	73.3	6	54.5	5	45.5	2	13.3	2	100.0
Kilómetro Diez Punta Ceiba	15	11	73.3	5	45.5	6	54.5	0	0.0	0	0.0
La Unión	62	45	72.6	20	44.4	25	55.6	0	0.0	0	0.0
Los Dos Hermanos	18	13	72.2	5	28.5	8	60.5	0	0.0	0	0.0
Hondolot	391	279	71.4	135	48.4	144	50.6	15	3.8	5	33.3
Chanchón Palmer	387	418	70.0	210	52.2	208	49.8	6	1.0	2	33.3
Yachá	367	256	69.8	120	46.9	136	53.1	17	4.6	11	64.7
Bólas de Punta Salomé	56	39	69.6	14	35.9	25	64.1	5	8.8	4	80.0
Javier Rizo Gómez (Punta Aká)	393	366	93.1	117	44.0	149	56.0	39	15.0	48	78.0
El Pequeño Paraiso	34	23	67.6	11	47.8	12	52.2	4	11.8	3	75.0
Paraiso (Rancho)	9	6	66.7	4	66.7	2	33.3	0	0.0	0	0.0
Sahrah Muty	596	397	66.6	202	50.9	195	49.1	20	3.4	9	45.0
Ally y Maja	16	10	62.5	8	80.0	2	20.0	3	18.8	1	33.3
Tankah Tres	62	38	61.3	17	44.7	21	55.3	13	21.0	9	69.2
Chan Chemuyil	127	77	60.6	29	37.7	48	62.3	43	34.0	26	60.5
Caleta Cimarrón	15	9	60.0	5	55.6	4	44.4	0	0.0	0	0.0
La Unión*	74	44	59.5	23	52.3	21	47.3	0	0.0	0	0.0
Ciudad Chemuyil	549	234	58.1	148	45.7	186	54.3	124	22.6	83	66.9
Ciudad San Pátero	1,078	637	58.1	303	47.6	334	52.4	133	12.5	91	69.0
Tulum	33,374	18,902	56.6	7,371	39.0	11,531	61.6	6,737	20.2	4,689	69.6
Alumal	2,154	1,197	55.6	480	40.1	717	59.9	461	21.4	307	66.6
Balam Locum	11	6	54.5	3	50.0	3	50.0	0	0.0	0	0.0
India Blanca	26	14	53.8	8	57.1	6	42.9	1	3.8	0	0.0
Jacinto Pat	100	53	53.0	15	28.3	38	71.7	24	24.0	18	75.0
Martín*	36	19	52.8	8	42.1	11	57.9	8	22.2	8	100.0
Central (Colonias)*	352	176	50.0	57	32.4	119	67.6	74	21.0	57	77.0
Árboles Tulum	20	10	50.0	1	10.0	9	90.0	6	30.0	5	83.3
Yala	10	5	50.0	0	0.0	5	100.0	5	100.0	3	60.0
Don Brígido	31	16	51.6	9	56.2	7	43.8	12	38.4	9	75.0
Macaco Gómez	884	420	47.6	139	32.7	281	66.3	207	23.4	165	79.7
Manuel Antonio Ay	621	269	43.3	73	27.1	196	72.9	185	29.8	149	80.5
Colóns Akul	17	5	29.4	3	60.0	2	40.0	5	41.7	2	40.0
Coba	1,738	696	40.1	220	31.6	476	68.4	582	33.5	412	39.8
Aventuras Alumal	15	6	40.0	4	66.7	2	33.3	0	0.0	4	44.4
Balam Canché	3	2	66.7	2	100.0	0	0.0	3	60.0	2	66.7
Yac'noal (Rancho)	5	2	40.0	0	0.0	2	100.0	3	60.0	2	66.7
Francisco Uh May	1,288	510	39.6	195	26.5	315	79.5	396	30.7	290	74.7
Gran Bahía Pri- vada	29	11	37.9	7	63.6	4	36.4	9	31.0	4	44.4
Dos Primeros	32	17	53.1	5	41.7	12	58.3	11	34.4	6	54.5
Punta Sur	38	6	15.8	1	16.7	5	50.0	4	25.0	2	50.0
San Juan	770	271	35.2	44	16.2	327	83.8	296	38.4	234	79.1
San Pedro	136	38	27.9	5	13.2	33	86.8	50	36.8	40	80.0
Total	40,145	23,118	57.6	9,285	42.2	13,833	59.8	7,642	19.0	5,790	69.2

Nota: Las localidades con * forman parte de la zona urbana de la ciudad de Tulum.
Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultados por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

En la tabla 56 se observa que son dos localidades las que su PEA es el 100% de las personas que las habitan; las siguientes once van de una PEA entre el 70% al 90%. Las siguientes 22 van del 50% a un 69%, y las 14 localidades restantes tienen una PEA menor al 50%.
En este sentido, se calcula la Tasa de Empleo para el municipio de Tulum y sus localidades, aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Tasa de empleo} = \frac{\text{Población ocupada}}{\text{PEA}} \times 100$$

El resultado muestra que para el municipio de Tulum la Tasa de Empleo fue de 99.22%, es decir, que 99 de cada 100 personas económicamente activas tienen empleo (tabla 58).
En cuanto a la PEA por género, se advierte que la Población Económicamente Activa se concentra en la población masculina. Por ejemplo, en la localidad de Alumal Sur la PNEA son solo mujeres, al igual que en Maritén, aunque esta última se considera colonia de la ciudad de Tulum (tabla 56).

4.3.4.3. Desempleo

La falta de empleo ha sido, por muchos años, el problema social más grave de México es uno de los indicadores que más acentúa la pobreza (Ruiz & Ordaz, 2011).

Los indicadores de Tasa de Empleo y Tasa de Desempleo permiten distinguir las condiciones del mercado laboral.

La primera, se puede definir como la razón entre la población ocupada y la población económicamente activa (que está en condiciones de formar parte del mercado laboral). Permite indicar qué porcentaje de trabajadores tienen efectivamente empleo.

Tabla 58. Personas con empleo, municipio de Tulum 2020

	Tasa de Empleo
Población ocupada	23,767
PEA	23,969
	$\times 100 = 99.22\%$

Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultados por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Por género la tasa de empleo queda de la siguiente manera (tabla 58): 99.13% para hombres y 99.36% para mujeres.

Tabla 59. Hombres y mujeres con empleo, municipio de Tulum 2020

Tasa de Empleo por género: Hombres		
Población ocupada masculina	15,898	X 100 = 99.13%
PEA hombres	15,835	
Tasa de Empleo por género: Mujeres		
Población ocupada femenina	15,069	X 100 = 99.38%
PEA mujeres	15,134	

Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Ahora bien, a nivel localidad este porcentaje varía mínimamente, por ejemplo, se puede observar en la tabla 53 que solo en ocho localidades la Tasa de empleo no llega al 100% pero se encuentra muy cercana.

Tabla 60. Tasa de Empleo por localidad, municipio Tulum 2020

Nombre localidad	POBTOT	PEA	POCUPADA	Tasa de Empleo
Akamul Sur	15	11	11	100.00
Aventuras Akamal	15	6	6	100.00
Gran Bahía Priocpe	23	11	11	100.00
Bahías de Punta Solimán	56	39	39	100.00
Balam Caachá	5	2	2	100.00
Chanchén Palmar	597	418	418	100.00
Chan Chemuyil	127	77	77	100.00
Los Dos Hermanos	18	13	13	100.00
Dos Palmas	32	12	12	100.00
Hondónot	391	279	279	100.00
Instituto Pat	300	53	53	100.00
Jardín Rojo Gómez (Punta Allen)	393	268	268	100.00
El Pequeño Paraíso	14	23	23	100.00
Erabó	6	6	6	100.00
Manuel Antonio Ay	421	269	269	100.00
Sahobá-Mintoy	596	397	397	100.00
Año y Mingo	16	10	10	100.00
Tankah Teto	62	38	38	100.00
Tres Hermanos	18	15	15	100.00
Nachá	367	256	256	100.00
Balam Totem	11	6	6	100.00
Caronte Calentía	7	7	7	100.00
Isola Blanca	10	15	15	100.00
La Ceiba	45	33	33	100.00
La Unión	74	44	44	100.00
La Unión	62	45	45	100.00
Nalla	10	5	5	100.00
Cañito Cimarrón	15	9	9	100.00
Isola Blanca	26	14	14	100.00
Punta Sur	16	6	6	100.00
Paraiso (Rancho)	8	6	6	100.00
Yax'maul (Rancho)	5	2	2	100.00
Ardules Tulum	20	10	10	100.00
San Pedro	136	38	38	100.00
Cristal (Colonia)	152	176	176	100.00
Cachito de Cielo	9	8	8	100.00
Mantón	36	19	19	100.00
Don Rigoberto	33	16	16	100.00
Ochoano Anil	12	5	5	100.00
El Estero Guac	48	32	32	100.00
Lum Ma (Jofre)	9	8	8	100.00
El Estero Guac Punta Caca	15	11	11	100.00
Akamul	2,154	1,197	1,195	99.83
San Juan	770	271	270	99.63
Cobá	1,738	696	693	99.57
Chanchén Primero	1,078	637	634	99.53
Tulum	33,374	18,902	18,739	99.14
Ciudad Chemuyil	548	324	319	98.46
Francisco Uh May	1,288	510	498	97.65
Micaco Gómez	884	410	397	96.83

Nota: POBTOT: Población Total; PEA: Población Económicamente Activa; POCUPADA: Población Ocupada.
Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Por otro lado, el segundo indicador la Tasa de Desempleo, es el índice más habitual, ya que expone la cantidad de desempleados sobre la población económicamente activa.

Este índice se calcula bajo la fórmula siguiente:

$$\text{Tasa de desempleo} = \frac{\text{Población desocupada}}{\text{PEA}} \times 100$$

Aquí el resultado para el municipio de Tulum fue de solo el 0.78% (tabla 54), es decir, menos de 1 persona de cada 100 se encuentra desempleada.

Tabla 61. Personas con sin empleo, municipio de Tulum 2020

Tasa de Desempleo		
Población desocupada	202	X 100 = 0.78%
PEA	25,969	

Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que estas estadísticas nunca son precisas. Una persona puede formar parte de la PEA y no tener trabajo porque no lo busca o no le interesa trabajar. Dicho individuo será considerado como un desempleado pese a que, tal vez, exista la oferta laboral suficiente para que forme parte del mercado.

4.3.4.4. Dependencia económica

La tasa de dependencia es un índice demográfico. Expresa la proporción de personas dependientes sobre la población activa, que esta en edad de trabajar. Este indicador es muy utilizado para conocer la sostenibilidad del sistema de pensiones. Esto se debe a que muestra la proporción de personas que, en edad de trabajar, financian una pensión.

De acuerdo con los censos nacionales de 1970 y 2020, en México la relación de dependencia disminuyó de 108 a 59 dependientes por cada 100 personas en edades productivas (INEGI, 2022a). Lo anterior, representa una ventaja o desventaja del bono demográfico, para las políticas económicas y sociales en los territorios, que depende de la capacidad que tiene la economía de un país para absorber productivamente a las personas que ingresan a la actividad económica y no simplemente del proceso demográfico.

Para Quintana Roo la razón de dependencia fue de 41.54% para 2020 (INEGI, 2020). Es decir, hay 42 personas por cada 100 personas en edades productivas.

Para conocer la Tasa de Dependencia Económica para el municipio de Tulum se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de dependencia} = \frac{\text{Población vieja (65 y más)} + \text{Población joven (0 a 14)}}{\text{Población adulta (15 a 64)}} \times 100$$

De esta manera la Tasa de Dependencia fue de 45.38% muy cercana a la del Estado de Quintana Roo (tabla 55).

Tabla 62. Tasa de dependencia económica, municipio de Tulum 2020

Dependientes teóricos sobre la población activa		
Población vieja (65 años y más)	1,291	+ Población joven (0 a 14 años) 13,249
Población adulta (15 a 64 años)	31,099	
X 100 =		45.38%

Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultado por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

En México los hogares de territorios rural-urbano pequeños presentan mayores tasas de dependencia tanto los encabezados por hombres como por mujeres.

A continuación, en la tabla siguiente se indica la Tasa de Dependencia Económica para las localidades del municipio de Tulum.

Se puede señalar que Punta Sur tiene una tasa de dependencia del 100% por otro lado, se observa que son 27 localidades que se sitúan por arriba de la tasa municipal, es decir, tiene más de 45 personas dependientes

económicos por cada 100 en edad productiva. En contraste, existen 19 localidades con menor tasa de dependencia.

Tabla 63. Razón de dependencia económica para las localidades del municipio de Tulum, 2020

Nombre Localidad	POB0_14	POB15_64	POB65_MAS	Tasa de Dependencia Económica
Punta Sur	6	8	2	100.00
San Pedro	57	72	7	88.89
Cafeta Cimarrón	6	8	1	87.50
Balam (Luz)	5	6	0	83.33
Gran Bahía Príncipe	10	16	3	81.25
Paraiso (Rancho)	3	5	1	80.00
India Blanca	11	15	0	73.33
Dos Palmas	10	19	3	68.42
La Unión	30	44	0	68.18
Macarilo Gómez	330	526	28	68.06
Chanchén Palmer	213	356	28	67.70
Saharib Maruy	221	317	18	66.95
Kilómetro Dos Punto Cero	4	9	2	66.67
Francoza Uñe May	469	780	39	65.13
San Juan	265	470	35	63.83
Chanchén Primero	362	642	54	62.84
India Blanca	5	12	2	58.33
Cristal (Colonia)	173	223	6	57.85
Manuel Antonio Ay	203	398	20	56.03
Cobá	552	1124	62	54.63
Árboles Tulum	4	13	3	53.85
Woodson	108	255	28	53.33
Yachá	108	244	15	50.41
Maribá	12	24	0	50.00
La Unión	29	42	0	47.62
Alamal	415	1487	79	46.69
Aña y Muga	4	11	1	45.45
La Ceiba	14	31	0	45.16
Don Beltrán	8	23	2	43.48
Jacinto Pati	37	70	3	43.86
Tulum	9109	23444	759	43.09
Bahías de Punta Solimán	12	40	4	40.00
Isel Rijo Gómez (Punta Allen)	87	283	23	38.87
Las Dos Hermanas	5	13	0	38.46
Kilómetro Doce	9	29	2	37.93
Alamal Sur	2	11	2	36.36
Ciudad Chamuyil	127	406	20	34.98
Ociloano Aul	2	9	3	33.33
El Pequeño Paraiso	7	26	1	30.77
Tres Hermanos	4	14	0	28.57
Luz Ha (Luz)	1	7	1	28.57
Yalá	0	8	2	25.00
Tankah Tres	11	50	1	24.00
Chan Chamuyil	30	106	11	19.81
Aventura Alamal	0	13	2	15.38
Cachito de Cielo	1	8	0	12.50

Nota: POB0_14: Población de Joven; POB15_64: Población adulta; POB65_MAS: Población vieja.
Fuente: INEGI (2020a). Principales Resultados por Localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

4.3.5. Equipamiento e infraestructura

4.3.5.1. Salud

De acuerdo con el Diagnóstico situacional en materia de Salud para el año 2022 (SESA, 2022), en Quintana Roo las principales causas de morbilidad son las infecciones respiratorias agudas, las infecciones intestinales y las infecciones de vías urinarias; que en su conjunto representaron el 75% de los casos de enfermedad (569,423) en el año 2022. Por otra parte, 7 de las 10 causas de defunción principales fueron ocasionadas por enfermedades no transmisibles y representan el 65% del total de defunciones de ese año.

La infraestructura para atención a la salud es fundamental para garantizar un acceso adecuado y equitativo de atención médica de calidad, sobre todo para la población que tiene alguna situación de vulnerabilidad. De igual manera, los programas de vacunación, detección temprana y tratamiento ayudan a la prevención y control de las enfermedades mejorando las condiciones de salud y bienestar de la población.

Cabe señalar que el Sistema Nacional de Salud en México clasifica en tres niveles la atención a la salud, el primer nivel es el que brinda atención primaria y es el nivel más cercano a la población. Esta formado por unidades médicas ambulatorias (Consultorios) y en este nivel se tratan el 80% de los padecimientos de una población.

El segundo nivel corresponde a los hospitales generales donde se da atención de urgencias, hospitalización, procedimientos de complejidad media y tratamiento de pacientes referidos del primer nivel de atención.

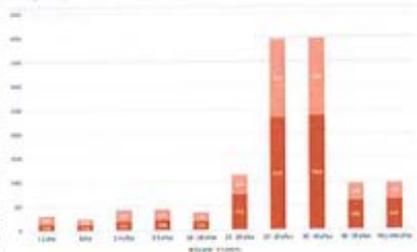
El tercer nivel corresponde a los hospitales de alta especialidad y subespecialidad, en ellos se atienden los casos de alto riesgo o complejos.

En el municipio de Tulum existen algunas instalaciones que brindan atención a la salud en el primer nivel. Los Centros de Salud de la Secretaría de Salud Estatal en el municipio son:

- Centro de salud urbano Tulum
- Centro de salud rural Chanchén I
- Centro de salud rural Cobá
- Centro de salud rural San Silverio
- Centro de salud rural Yalchén
- LINEME CAPA Tulum

De acuerdo con los Servicios Estatales de Salud (SESA) en el año 2022 se proporcionaron un total de 12,691 consultas médicas. De ellas, el 59% en atención a mujeres y el 41% restante a hombres. Los grupos de edad con mayor número de consultas fueron el grupo de 20 a 29 años y el de 30 a 40 años (ambos con el 31% del total).

Tabla 64. Consultas médicas por grupo de edad en el municipio de Tulum (2022).



Fuente: Elaboración propia a partir de SESA(2022)

Hay que señalar que el servicio de atención médica de segundo nivel más cercano se encuentran en la ciudad de Playa del Carmen, se trata del Hospital General de esa ciudad.

En la localidad de Tulum se encuentra también una Unidad Médica Especializada en Centros de Atención en Adicciones (LINEME - CAPA) que brinda atención gratuita para la prevención y tratamiento de problemas relacionados con el consumo de drogas, a personas en riesgo.

4.3.5.2. Educativo

En 2020 el grado promedio de escolaridad en Quintana Roo de la población 15 a más años era de 10.2 años (un poco más de primer año de bachillerato). En Tulum es de 9.3 años (un poco más del último año de secundaria). El porcentaje de personas mayores de 15 años o más que saben leer y escribir es del 95.0% que es un poco menor al porcentaje estatal (96.6%), dentro de este mismo grupo de edad el 14.1% tiene instrucción de nivel superior. Otro indicador que señala un ligero rezago en materia de educación es el de que el 53.6% de la población de 15 años o más tiene un nivel de escolaridad básica.

En el municipio se tiene registro de 43 centros educativos, divididos en varios niveles de acuerdo a la siguiente tabla.

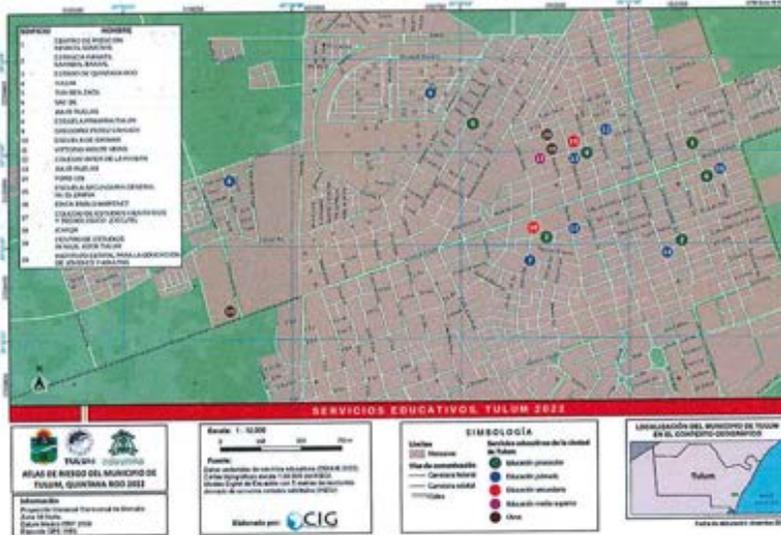
Tabla 65. Centros educativos en el municipio de Tulum

Tipo	Cantidad
Escuela de idiomas	1
Plaza consultoría	1
Guardería	2
Instituto de capacitación	2
Mezcla superior	2
Telebachillerato	2
Escuela secundaria	3
Telesecundaria	4
Unión de niños	13
Escuela primaria	15

Fuente: Elaboración propia a partir del DENUE (2022a).

Como puede verse en la figura 54, la localización de las escuelas públicas todavía es algo dispersa y la infraestructura presenta deficiencias, los grados de escolaridad disponibles no son suficientes para el municipio que ahora tiene una dinámica de crecimiento acelerada.

Figura 54. Centros educativos de la ciudad de Tulum



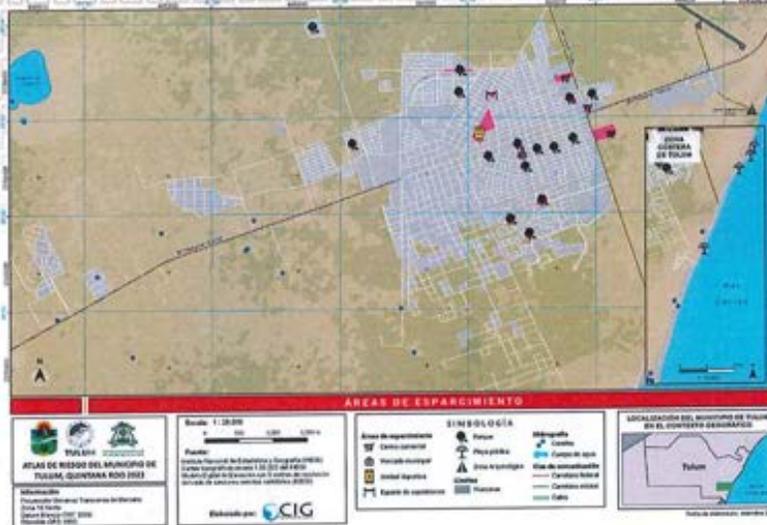
Fuente: Elaboración propia a partir del DENUE (2022a).

4.3.5.3. Recreativo y/o de esparcimiento (plazas, centros comerciales, teatros, cines, auditorios, etc.)

La ciudad de Tulum, como capital del municipio, es la localidad que agrupa una mayor cantidad de servicios. Se registra una superficie de 17.54 hectareas para parques urbanos en la ciudad de Tulum, esta superficie corresponde al 1.74% de la superficie de dicha localidad.

Está distribuida en 19 parques que tienen en promedio una superficie de 5,230 m². El parque urbano de mayor extensión es el denominado "Unidad Deportiva Tulum" con una superficie de 71,302 m².

Figura 55. Ubicación de los parques urbanos de la ciudad de Tulum.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.5.4. Bomberos, seguridad pública, gas y combustible, plantas de tratamiento, estaciones eléctricas, etc.

De acuerdo con el INEGI (2020c) el 97.5% de las viviendas en el municipio cuenta con el servicio de energía eléctrica, suministrado por la CFE. Este servicio se genera a través de la subestación eléctrica ubicada a 5 Km. de la ciudad de Tulum, sobre la carretera a Cobá, y es alimentada por una línea de alta tensión de 34.5 kV. El tipo de tendido para la distribución de la misma es de tipo aéreo con postes de concreto armado.

Existe una central de teléfonos ubicada al centro de la localidad que da servicio a toda la zona. La localidad también cuenta con el servicio telefónico que es precario.

Dentro del polígono municipal hay 19 estaciones de servicio de combustible (gasolineras, 11 de ellas en la localidad de Tulum, 1 más en la localidad de Cobá, otra a 5 kilómetros al noroeste de la localidad de Tulum, sobre la carretera federal 109 Tulum-Cobá y las 6 restantes al norte sobre la carretera federal 307 Cancún-Chetumal (Figura 44).

Cobá del lado oriente y poniente. Son las únicas instalaciones de riesgo, no se cuenta con una distribuidora de gas doméstico, siendo éste suministrado desde la ciudad de Cancún por medio de cilindros repartidos a domicilio a la población, y a la pequeña industria que hace uso del energético por medio de pipas - tanque.

Por otro lado, para el tratamiento de las aguas residuales residenciales se cuenta con 2 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) ubicadas en las localidades de Tulum y Akumal.

La PTAR de Tulum opera desde 2010 con una capacidad de que aumento en tres etapas hasta alcanzar en 2016 145 litros por segundo y un tiempo de vida proyectado en 50 años

La PTAR en Akumal, nombrada "Ak-Tun" (gruta en lengua maya), comenzó su operación en enero de 2021 con una capacidad de tratamiento de hasta 40 litros por segundo de aguas residuales y un tiempo de vida proyectado a 15 años.

Figura 56. Ubicación de la infraestructura de soporte en la localidad de Tulum.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.5.5. Reserva territorial

Para el polígono de reserva territorial se utilizó el Límite del Centro de Población (LCP) definido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tulum 2006-2030. Este colinda al norte con el Ejido Jacinto Pat y terrenos de propiedad privada; al sur con la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y terrenos del Ejido Pino Suárez; al oeste con el ejido de Tulum y al este con el Mar Caribe.

Figura 57. Reserva territorial.



Fuente: Elaboración propia.

El LCP incluye los polígonos original y ampliado del Fondo Legal y aquellas áreas de propiedad federal como sería el caso de las declaradas como Zona de Monumentos del Decreto Presidencial de 1993, y las declaradas como Parque Nacional, también por Decreto Presidencial de 1981. La razón de incluir estas dos últimas áreas es que en necesario que las autoridades municipales también regulen el uso de ellas.

El área del LCP tiene una extensión de 13,655.35 hectáreas. Como puede observarse en la figura 42, existe una superficie de 4,405.34 ha destinadas a la conservación (32.92%), un área de crecimiento sujeta a un plan parcial con una superficie de 2,505.69 has (18.35%) y un polígono de desarrollo urbano de 6,654.80 (48.74%).

En la superficie destinada al desarrollo urbano se ha establecido una superficie de 4,565.96 hectáreas para usos habitacionales con distintas densidades que van desde las 2 viviendas hasta 60 viviendas por hectárea que albergarán un total de 45,313 viviendas para 181,250 habitantes. De acuerdo al PDU(2006 - 2030) se estima que para el año 2030 la tasa de crecimiento anual pase de 14.9% a 5.7% por lo que se requiere que para esa fecha se hayan incorporado 45,313 viviendas en una superficie de 2,919.43 has.

4.3.5.6. Expansión de la mancha urbana 1980 a 2022.

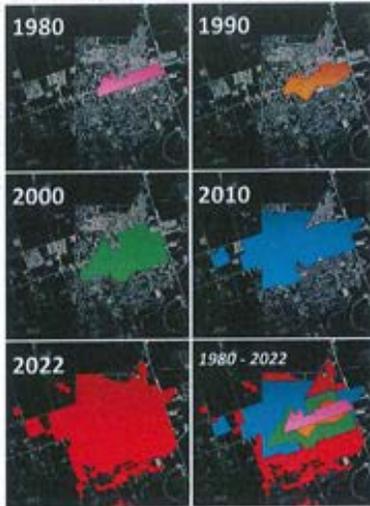
Tendencia de crecimiento urbano hacia la zona sureste en ambos lados de la Carretera federal 307

Tabla 65. Superficie urbanizada

Año	Superficie (km²)
1980	0.83
1990	1.14
2000	2.30
2010	5.30
2020	11.6%

Fuente: Elaboración propia

Figura 58. Crecimiento de la ciudad de Tulum.

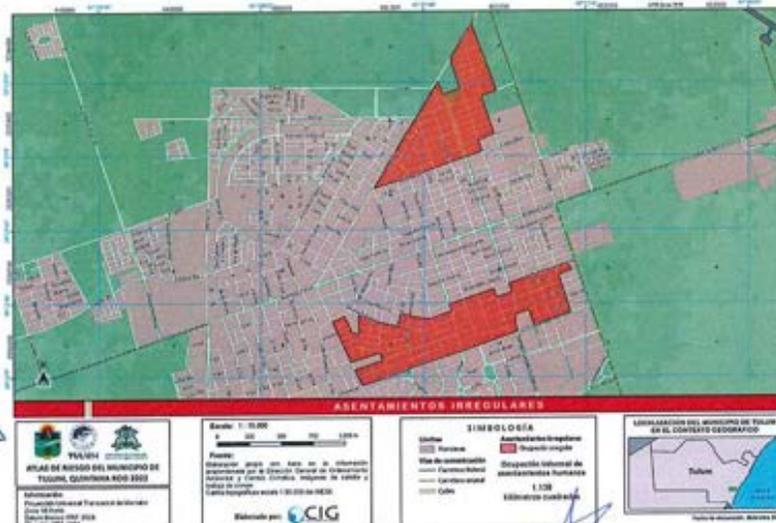


Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. Asentamientos Irregulares

La falta de una oferta de suelo accesible origina la ocupación informal de asentamientos humanos localizados en suelo ejidal en el que, a pesar de contar con títulos de posesión, sus habitantes han carecido por años de la seguridad jurídica de la propiedad, excluyéndolos así del acceso a los beneficios que ofrece la urbanización. Otra de las causas es la especulación del uso, principalmente en ciudades turísticas o con una gran dinámica económica.

Figura 59. Asentamientos irregulares, ciudad de Tulum



Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por la Dirección General de Ordenamiento Ambiental y Cambio Climático, imágenes de satélite y trabajo de campo.

4.3.6.1. Tipo de vivienda

La existencia de asentamientos irregulares se identifican con ingresos bajos de la población y la precariedad de la vivienda, actualmente no existe un mosaico nacional sobre la localización de asentamientos irregulares y las características de todos los regímenes de propiedad del suelo, lo anterior limita la toma de decisiones (INSUS, 2020).

Al interior de la ciudad de Tulum los tipos de vivienda que se observa en los polígonos ZIN y ZIS son los siguientes:

Tabla 67. Material de construcción de la vivienda en asentamientos irregulares

Asentamientos Irregulares	Total de viviendas particulares	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
ZIN	929	794	687	99
ZIS	1,714	1,332	1,289	374

Nota: ZIN: Zona Irregular Norte, ZIS: Zona Irregular Sur.
Fuente: INEGI (2020a), Principales Resultados por Localidad (ITER), Censo de Población y Vivienda 2020, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

4.3.6.2. Servicios en la vivienda

Las áreas legalmente urbanizadas cuentan con redes de infraestructura, equipamientos y servicios. A diferencia de los predios fraccionados o subdivididos, producto de una ocupación informal, irregular o ilegal de terrenos, donde los habitantes no ostentan derecho de tenencia de la tierra y suelen carecer de servicios urbanos e infraestructura.

No obstante, en las áreas de asentamientos irregulares de la ciudad de Tulum, cuentan con algunos servicios en la vivienda, se advierte más en la ZIS (tabla 69).

Tabla 68. Cobertura de servicios en viviendas particulares de ocupación informal, ciudad Tulum 2020

Asentamientos Irregulares	Total de viviendas particulares	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	Cobertura (%)
ZIN	929	794	808	87%
			742	79.9%
ZIS	1,714	1,332	744	80.1%
			1,673	97.3%
ZIN	1,714	1,332	1,540	89.8%
			1,681	92.2%

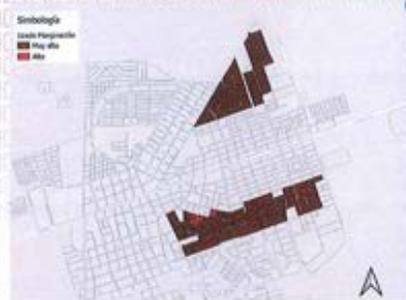
Nota: ZIN: Zona Irregular Norte, ZIS: Zona Irregular Sur.
Fuente: INEGI (2020a), Principales Resultados por Localidad (ITER), Censo de Población y Vivienda 2020, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

4.3.6.3. Grado de Marginación

Para conducir la gestión del suelo en el país y en sus ciudades, se debe prever la demanda de suelo apto para todas las personas, priorizando a la población en situación de riesgo, rezago social y marginación, con la aplicación de políticas de desarrollo territorial.

Para este análisis se realizó una intersección geoespacial con las capas de información del grado de marginación urbana y las zonas de asentamientos irregulares de la ciudad de Tulum, el resultado se muestra en la figura siguiente.

Figura 60. Grado de Marginación Zonas Irregulares



Fuente: Elaboración propia con base en el CONAPO (2023a) e INEGI (2020a).

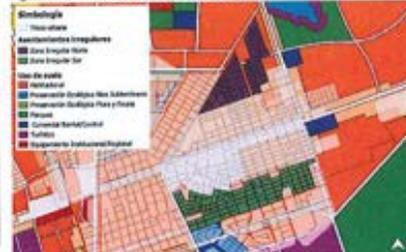
Como se puede observar, ambos asentamientos humanos irregulares poseen un Grado de Marginación "Alto" y "Muy Alto". La informalidad afecta la calidad de vida de la población. Los habitantes de estos asentamientos suelen tener condiciones precarias en la vivienda, falta de servicios adecuados de agua y drenaje, poca conectividad mediante los sistemas de transporte y carencia de equipamientos y servicios urbanos. Se deben tomar en cuenta análisis de riesgos en las acciones de planeación, regulación y previsión de suelo.

4.3.6.4. Uso de suelo

De acuerdo con el INSUS (2020), el sistema de financiamiento de la vivienda que prevaleció durante las últimas décadas tuvo un efecto regresivo sobre la mitad más pobre de la población, que se vio obligada a ocupar suelo irregular y a depender de procesos de autoconstrucción. Lo que implica que un alto porcentaje de la población tiene que vivir en condiciones de hacinamiento o asentándose de manera ilegal, informal o irregular.

En la ciudad de Tulum, los asentamientos de ocupación irregular se establecen sobre usos de suelo "habitacional" (figura 61). Si bien, se localizan sobre suelo planificado para viviendas, la ocupación informal, irregular o ilegal de terrenos, se da a partir de que los habitantes no ostentan derecho de tenencia de la tierra y los servicios con los que cuentan son precarios.

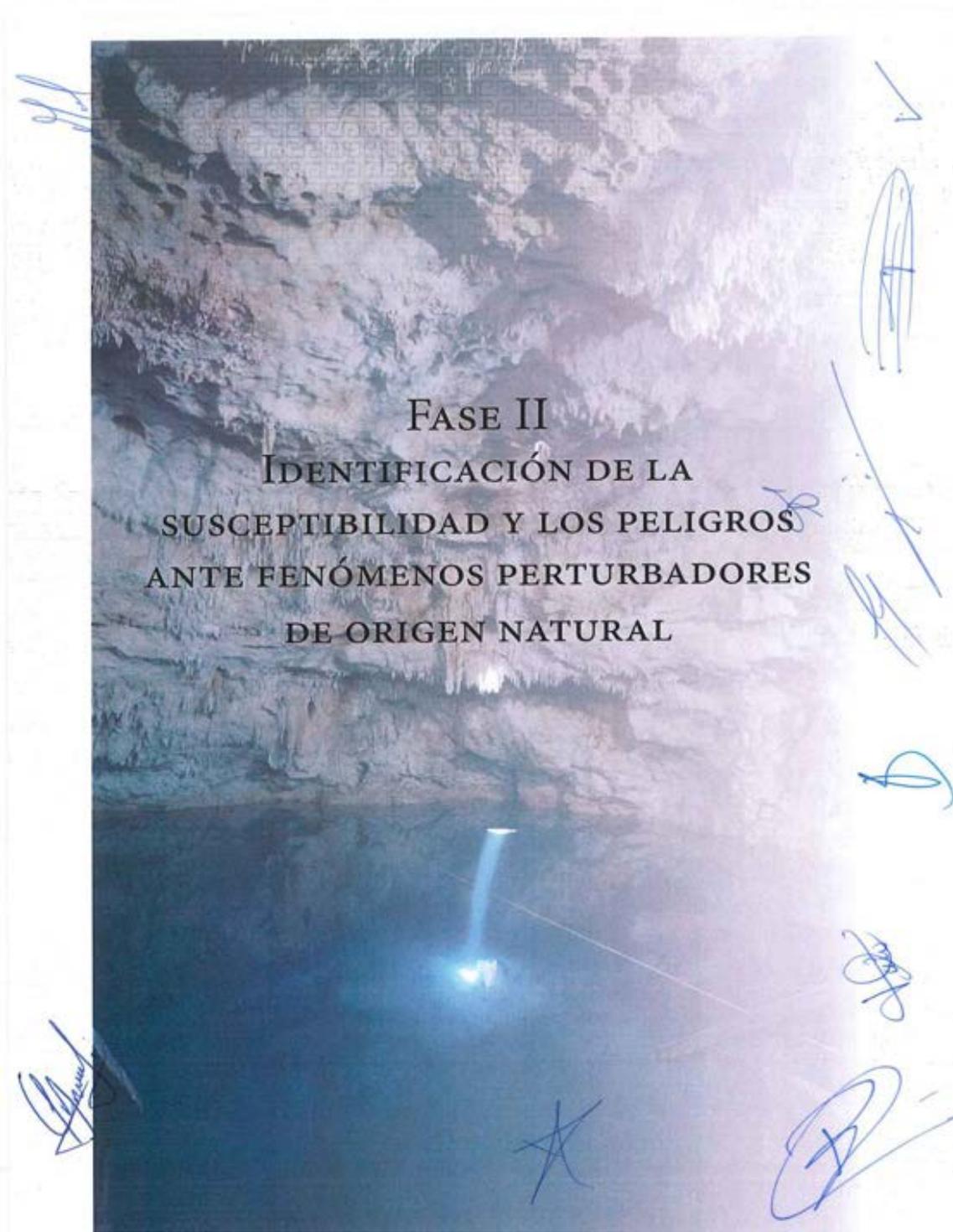
Figura 61. Uso de suelo de Zonas Irregulares



Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

4.3.6.5. Superficie de Invasión

De acuerdo con lo ya detallado, las dos zonas de asentamientos irregulares ocupan aproximadamente 114 hectáreas del total de la zona urbana de la ciudad de Tulum, esto equivale al 9.02% de las 1,263 hectáreas (12.63 km²) que comprenden la traza urbana total.



5. FASE II. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD Y LOS PELIGROS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

En materia de gestión de riesgos de desastres, sobre la base del Marco de Acción de Hyogo (MAH) (2005-2013) y Marco de Sendai (2015-2030), se ha reconocido a nivel internacional que las políticas públicas y acciones en materia de gestión integral de riesgo deben enfocarse en el aumento de la resiliencia de las comunidades y la reducción de las pérdidas y daños ante las amenazas naturales. El objetivo principal por alcanzar al 2030 es "La reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas que puedan ocasionar, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud como en bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países" (UNISDR, 2015).

Evaluar el riesgo de desastres no significa simplemente estimar el daño físico esperado, damnificados o pérdidas económicas, sino también valorar factores sociales, así como la habilidad organizacional y la capacidad institucional. En materia de gestión de riesgos de desastres, la capacidad institucional se concibe como la capacidad administrativa y de gestión de un territorio, principalmente en la aplicación de políticas públicas para responder de manera eficiente y adecuada ante las amenazas.

Entre los cambios más importantes entre estas perspectivas se encuentra el marcado énfasis puesto en la "gestión del riesgo de desastres" en lugar de la "gestión de desastres". Por lo que los gobiernos deben adoptar medidas específicas en todos los sectores, desde lo local a lo global, basándose en las cuatro prioridades de acción del Marco de Sendai: 1) comprender el riesgo de desastres, 2) fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo, 3) invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia y aumentar la preparación para casos de desastres a fin de dar una respuesta eficaz y accionar una recuperación, rehabilitación y reconstrucción de mejor manera (UNISDR, 2015).

México desde 1986 ha establecido su propia gestión de riesgo, a partir de la tragedia sufrida por el temblor de 1985. Es así, que, por decreto presidencial, en 1986 se establece el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). Posteriormente, en 1988, con el apoyo del gobierno de Japón, se crea el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), instancia concebida para mejorar los conocimientos existentes en prevención de desastres, contribuyendo en actividades de investigación y desarrollo, apoyado por el personal académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quedando como un órgano administrativo descentralizado, subordinado a la Secretaría de Gobernación (SEGOB). Años más tarde, en el año 2000, para establecer las bases de coordinación entre los distintos órdenes de gobierno en materia de protección civil, se decreta la primera Ley General de Protección Civil (LGPC), la cual se reformó en junio de 2012, diciembre de 2017 y julio 2018. Lo anterior, creó un sólido marco institucional y de políticas públicas en el país, dando lugar a las funciones y responsabilidades de la evaluación de riesgos en México, cuyo enfoque involucra una mejor comprensión científica de las amenazas, que entre sus pretensiones se encuentran el desarrollo y actualización de los Atlas de Riesgo, como herramientas de planeación territorial (Hernández y López, 2020).

Los Atlas de Riesgo (AR) constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la "Gestión Integral del Riesgo"; asimismo, se establece que el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) es la institución técnica-científica de la Coordinación Nacional de Protección Civil que tiene entre sus atribuciones la integración del Atlas Nacional de Riesgos (ANR) (DOF, 2014). De acuerdo con Guevara, et. al. (2006), los antecedentes del Atlas Nacional de Riesgo (ANR) se remontan a 1991, cuando la Secretaría de Gobernación publicó una primera versión del "Atlas Nacional de Riesgos" y posteriormente el "Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en la República Mexicana", elaborado por el CENAPRED en 2001. Asimismo, en 2004, CENAPRED publica la primera "Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel de Ciudad, Identificación y Zonificación" y la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgo".

La identificación de la susceptibilidad y los peligros ante fenómenos perturbadores es un proceso importante para la gestión integral del riesgo de desastres. Se deben identificar las causas y los efectos de los fenómenos perturbadores y las áreas y poblaciones que son vulnerables. Esto ayuda a los responsables de la toma de decisiones a tomar medidas de prevención y mitigación para reducir los riesgos asociados con estos fenómenos.

Para cumplir con ello, en 2016 en México, dentro del Plan Nacional 2013-2018, en el contexto del Programa Nacional de Protección Civil, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos, donde se homogenizan los criterios para la elaboración de los Atlas Estatales y Municipales (DOF, 2016).

Con base en lo anterior, un atlas de riesgos debe contener las amenazas establecidas en el artículo 2, fracciones XXII, XXIII, XXIV, XXV y XXVI de la Ley General de Protección Civil (LGPC, 2012), "así como aquellos que no estén previstos en el ordenamiento señalado pero que se pueden evaluar las consecuencias cuando existan antecedentes documentados del peligro". Entre los fenómenos se encuentran los geológicos, hidrometeorológicos, químicos-tecnológicos, sanitario-ecológicos y socio-organizativos.

Todos los Atlas de Riesgos deberán integrar las secciones mínimas que establece el Reglamento de la Ley General de Protección Civil, en su artículo 112 (LGPC, 2012), los cuales consisten en un sistema de información geográfica, mapas de peligro, mapas de susceptibilidad para el caso de inestabilidad de laderas, u otro fenómeno cuando así aplique, inventario de bienes expuestos, inventario de vulnerabilidades, mapas de riesgo y escenarios de riesgos (DOF, 2016).

En esta sección se identifican los peligros para el municipio de Tulum, Quintana Roo, elaborando bases de datos que sustentan la cartografía correspondiente, se expone la metodología utilizada para ello.

5.1. Fenómenos geológicos

Los fenómenos geológicos son procesos naturales derivados de la interacción entre el núcleo, el manto y la corteza terrestre. A través de éstos se libera la energía acumulada en el centro de la Tierra. Entre los principales se encuentran las erupciones volcánicas, remociones en masa, terremotos y tsunamis.

De acuerdo con la Ley General de Protección Civil este tipo de fenómenos está ocasionado por un "agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos" Art. 2 fracc. XXII

Los peligros geológicos de mayor impacto en México son, principalmente, los sismos, volcanes e inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2021), los que producen las mayores catástrofes son los sismos. Son fenómenos impredecibles y cuyo impacto puede causar grandes niveles de daño. La actividad volcánica es otro peligro que representa una amenaza para la sociedad, ya que afecta a las personas, sus actividades y sus pertenencias. Sin embargo, Tulum no cuenta con algún volcán y los sismos que se han presentado son de magnitudes menores.

Otro peligro importante son los deslizamientos de laderas, que se producen, principalmente como consecuencia de otros fenómenos naturales como las lluvias, los sismos, las erupciones volcánicas, pero que pueden ser detectados a tiempo. Por tal motivo, y con para actuar de forma preventiva y minimizar el impacto de estos peligros, tanto de las personas como de bienes, es necesario conocer su comportamiento y su distribución en el territorio. Debido a la topografía casi plana del municipio y a las características de kaniticidad del subsuelo, el peligro por deslizamiento de laderas en casi nulo, sin embargo, el peligro por hundimientos y subsidencias puede llegar a ser muy alto en algunas zonas.

5.3.1. Vulcanismo

El vulcanismo es un fenómeno geológico que involucra procesos físico-químicos en el interior de la Tierra que generan magma¹ y lo ubican en la corteza terrestre. La actividad volcánica puede ser influenciada por diversos factores como la composición y temperatura del magma, las condiciones de presión y temperatura en el interior de la Tierra, la presencia de agua, la tectónica de placas y la interacción del magma con los materiales encajantes.

La generación de magma puede originarse por diferentes mecanismos, entre los que destacan la fusión parcial de la corteza o el manto terrestre, la asimilación de rocas por parte del magma, la mezcla de magmas, entre otros. Posteriormente, el magma asciende hacia la superficie a través de las fisuras y fracturas de la corteza terrestre, y en algunos casos, alcanza la superficie a través de volcanes.

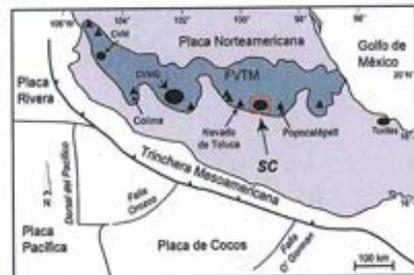
Una vez que el magma se encuentra en la corteza, comienzan procesos como la cristalización fraccionada, la diferenciación magnética y la contaminación, que dan lugar a la formación de diferentes tipos de rocas ígneas. Además, la actividad volcánica puede generar fenómenos como flujos piroclásticos, la formación de cráteres y calderas, la emisión de gases volcánicos y la formación de estructuras volcánicas complejas como los complejos volcánicos.

La actividad volcánica puede ser de distintos tipos y depende de las características de cada volcán. Algunos volcanes pueden presentar erupciones explosivas, mientras que otros pueden tener erupciones efusivas. Las erupciones explosivas son aquellas en las que se liberan grandes cantidades de material piroclástico, mientras que las erupciones efusivas son aquellas en las que el magma fluye más fácilmente y se produce una emisión de lava.

El vulcanismo puede tener diversos efectos en el medio ambiente y en las poblaciones cercanas. Las cenizas y los gases emitidos durante las erupciones pueden afectar la calidad del aire, mientras que las corrientes de lava pueden afectar la infraestructura y la agricultura. Además, algunos volcanes pueden generar otros fenómenos perturbadores como terremotos, tsunamis y deslizamientos.

En México, gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción formada por las placas tectónicas de Rivera y Cocos en contacto con la gran placa de Norteamérica, y tiene su expresión volcánica en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Esta faja se caracteriza por estar formada por una diversidad de volcanes (estratovolcanes, conos de ceniza y volcanes escudo).

Figura 62. Faja Volcánica Transmexicana (FVTM)



Fuente: Smithsonian Institution, 2002

En el sureste de México, la presencia de la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Chiapas, han dado lugar a la formación de una amplia variedad de volcanes, entre los que destacan los estratovolcanes como el Popocatepetl, el Itzacchhuatl y el Tacaná, así como los volcanes de escudo

¹ Magma.- Materia en estado semifundido —resultado de la fusión de silicatos que contienen gases y minerales ácidos dispersos y otros compuestos que integran las rocas, encontrándose a temperaturas entre 700 y 1200°C— que forma la región situada debajo de la corteza terrestre. Cuando se encuentra en el interior de la tierra es denominado concretamente magma y lava cuando es expulsado a la superficie.

como el San Martín y el Ixcotlán. Además, también se encuentran conos volcánicos, domos y cráteres de explosión.

Cada año se registran alrededor de 50 erupciones volcánicas en alguno de los 600 volcanes activos en el mundo (CENAPRED, 2001). En México hay más de 2,000 volcanes, 15 se consideran activos; coincidentemente ha habido 15 erupciones importantes en los últimos 500 años, algunas de ellas han sido muy destructivas. De acuerdo con (UNDRR/UNESCO, 1985) cerca de 270,000 personas han muerto por efecto de las erupciones volcánicas desde el año 1700, sin embargo, el número total de víctimas no se puede estimar ya que las erupciones volcánicas ocasionan otros efectos negativos como las hambres o tsunamis en zonas costeras.

Otros desastres asociados a los volcanes pueden ser los lahares o los deslizamientos de ladera: que pueden ocurrir sin erupción o terremoto, ocasionados simplemente por unas lluvias anormales que inestabilizan los materiales volcánicos.

Actualmente se estima que el 10% de la población mundial vive cerca de algún volcán activo, es decir, más de 700 millones de personas podrían estar en riesgo por el peligro de los volcanes. De esos más de 700 millones el 90% viven en la región del Pacífico (Tilling, 2005).

De los volcanes más cercanos al municipio de Tulum se puede señalar la erupción del volcán El Chichón (Chichón), ubicado en el Estado de Chiapas, el 4 de abril de 1982. Dicha erupción emitió una columna de 24 kilómetros de altura y 100 km de radio, provocando 2,000 muertes y 20,000 damnificados. Otra erupción reciente ocurrió el 3 de junio de 2018 en el volcán de Fuego, ubicado en Guatemala dejando 300 muertos y 1.7 millones de damnificados.

Para analizar la peligrosidad de los volcanes en el municipio se localizaron y caracterizaron los volcanes a nivel mundial, para ello se utilizó la Base de datos global de volcanes (Smithsonian Institution, 2002) publicada por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y con 1,604 registros de estructuras volcánicas. De estos registros se localizaron 26 volcanes activos a menos de 1,000 km del municipio.

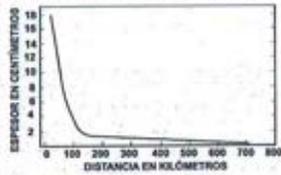
Tabla 65. Volcanes activos a 1,000 km o menos de distancia la municipio.

Nombre	País	Elevación (mts)	Tipo	Última erupción conocida	Distancia al municipio
Conejaguita		550	Estratovolcán	1800-1899	
Popocatepetl		450	Caldera	1800-1899	
Julica		1950	Estratovolcán	1964 a posterior	
San Marcelino	El Salvador	2181	Estratovolcán	1900-1963	
San Miguel		2130	Estratovolcán	1964 a posterior	
San Salvador		2893	Estratovolcán	1900-1963	
Santa Ana		2381	Estratovolcán	1900-1963	
Acaticangá		2976	Estratovolcán	1964 a posterior	
Almolegá		3173	Estratovolcán	1800-1899	
Atitlán		3535	Estratovolcán	1800-1899	
Pueyrí	Guatemala	3763	Estratovolcán	1964 a posterior	
Picapa		2568	Volcán complejo	1964 a posterior	
Santa María		3745	Estratovolcán	1964 a posterior	
Tehuacaná		1845	Estratovolcán	Holoceno (A.C.)	
El Chichón		1258	Cono de ceniza	1964 a posterior	
Colte de Perote		4282	Volcán de escudo	1-1499	
San Martín	México	1610	Volcán de escudo	1700-1799	
Tacaná		4054	Estratovolcán	1964 a posterior	
Apoyaque		518	Escudo piroclástico	Holoceno (A.C.)	
Coligüina		872	Estratovolcán	1800-1899	
Mixapa		594	Caldera	1964 a posterior	
Monoteón	Nicaragua	1270	Estratovolcán	1900-1963	
Rogán, Cerro		738	Cono de ceniza	1964 a posterior	
Las Pilas		1088	Volcán complejo	1900-1963	
San Cristóbal		1745	Estratovolcán	1964 a posterior	
Julica		1096	Estratovolcán	1964 a posterior	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos por Fenómenos Geológicos" el CENAPRED (2004) para determinar la peligrosidad volcánica se debe trazar un círculo de 35 a 100 km de diámetro, que es la región dentro de la cual los lahares, cenizas, flujos piroclásticos, etc. pueden ser peligrosos (Martínez Bringas et al., 2004).

Figura 63. Espesor de la capa de cenizas por distancia a un volcán



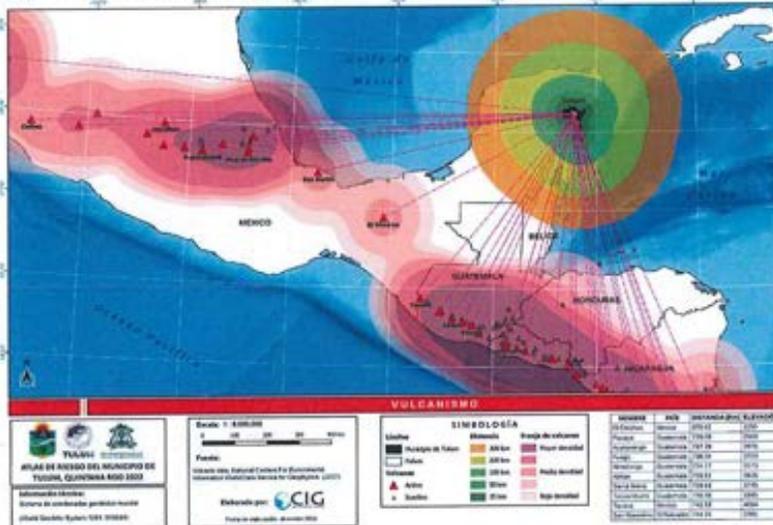
Fuente: Elaboración propia.

Para el municipio de Tulum, los volcanes más cercanos se encuentran a una distancia mayor respecto a los valores antes señalados, por lo que el peligro por una erupción volcánica es nulo.

Los volcanes activos más cercanos al municipio Tulum son el volcán Chichónal, el Tacaná, ambos en el estado de Chiapas a 667 y 734 kilómetros respectivamente; y el volcán de Fuego en Guatemala a 721 km al sur del municipio.

Debido a la lejanía de los volcanes activos al municipio el único peligro de tipo volcánico tendría que ser la caída de cenizas, que es un peligro de mayor alcance ya que las cenizas pueden alcanzar al estratosfera (11 km de altitud) y viajar a miles de kilómetros de su origen provocando daños en la salud (enfermedades respiratorias, trastornos gastrointestinales, daños oculares, etc.), afectar cultivos, provocar accidentes viales y colapsar estructuras (las cenizas tienen una densidad de 700 kg/m³ secas y 1,400 kg/m³ húmedas). De acuerdo con CENAPRED (2004) una capa de cenizas de 2 a 3 cm de espesor podría hacer colapsar un techo de materiales endeble o de mala calidad.

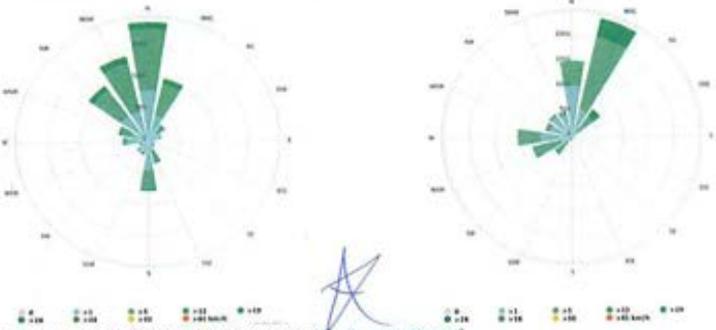
Figura 64. Distancia del municipio de Tulum a volcanes activos



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, la dispersión de la ceniza está completamente afectada por los patrones de dirección y velocidad de los vientos en la región de estudio. Como puede observarse en las siguientes ilustraciones, en caso de registrarse una nueva erupción las cenizas arrojadas por los volcanes cercanos viajarían en direcciones diferentes a la del municipio de Tulum.

Figura 65. Rosa de los vientos dominantes en el volcán Chichónal y en el Tacaná respectivamente.



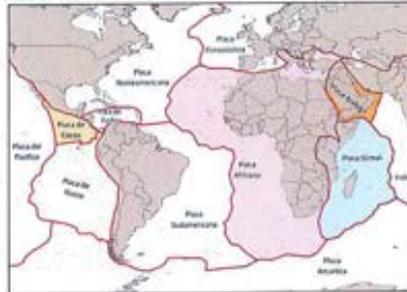
Fuente: Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados de Meteotilus (<https://www.meteotilus.com/>)

5.1.2. Sismos

Los sismos son movimientos violentos y repentinos de la Tierra que ocurren cuando se libera la energía acumulada en las capas más profundas del planeta. Esta energía se libera en forma de ondas sísmicas que se propagan por la Tierra y pueden ser detectadas y medidas por instrumentos especiales llamados sismómetros. Pueden ser causados por diversas fuerzas geológicas, como el movimiento 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. Sin embargo, la mayoría de los sismos son causados por la actividad de las placas tectónicas.

Las placas tectónicas son enormes bloques de la corteza terrestre que flotan sobre el manto terrestre y se desplazan lentamente. Cuando dos placas chocan, se deslizan una contra la otra o se separan, se produce una gran cantidad de energía acumulada. Si esta energía no puede ser liberada gradualmente, puede acumularse hasta que la fuerza necesaria para liberarla sea mayor que la resistencia de la roca. En ese momento, se produce una ruptura y se libera una gran cantidad de energía en forma de ondas sísmicas.

Figura 66. Placas tectónicas del mundo



Fuente: Elaboración propia

El movimiento de las placas tectónicas puede experimentarse de tres formas:

- **Divergente:** cuando las placas tectónicas se alejan entre sí, creando un espacio en el medio. Este tipo de movimiento ocurre generalmente en los límites de las placas oceánicas, donde se forma nueva corteza oceánica.
- **Convergente:** cuando las placas tectónicas chocan entre sí y una placa se sumerge debajo de la otra. Este tipo de movimiento ocurre generalmente en los límites de las placas continentales y oceánicas, donde se forma una zona de subducción.
- **Transformante:** cuando las placas tectónicas se mueven una junto a la otra, deslizándose horizontalmente en direcciones opuestas. Este tipo de movimiento ocurre generalmente en los límites de las placas, donde se produce una falla transformante.

Figura 67. Tipos de movimiento de las placas tectónicas



Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento_tect%C3%B3nico/](https://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento_tect%C3%B3nico)

Atlas de Recursos de Inhen

Es importante destacar que estos tipos de movimientos pueden ocurrir en diferentes combinaciones y no todos los límites de las placas tectónicas tienen el mismo tipo de movimiento. Los sismos son causados por la liberación repentina de energía acumulada en el interior de la Tierra, generalmente debido al movimiento de las placas tectónicas. Cuando las placas se desplazan, generan ondas sísmicas que se propagan a través de la Tierra y causan la vibración y el movimiento del suelo en la superficie.

La medición de los sismos se realiza mediante sismógrafos, que son instrumentos que registran las vibraciones y los movimientos del suelo. Estos registros se utilizan para determinar la magnitud y la ubicación del terremoto, así como su duración y otras características. La información recopilada por los sismógrafos es fundamental para el estudio y la prevención de los sismos. La escala sísmológica de magnitud de momento (M_w) es una escala logarítmica (corresponde a un incremento de raíz cuadrada de 1,000, o bien, de aproximadamente 32 veces la energía liberada) usada para medir y comparar terremotos. Es decir que, un sismo de magnitud 8 es 32 veces más grande que uno de magnitud 7, 1,000 veces más grande que uno de magnitud 6, 32,000 veces más grande que uno de magnitud 5, y así sucesivamente. (Choy & Boatwright, 1995). Está basada en la medición de la energía total que se libera en un sismo. Fue introducida en 1979 por Thomas C. Hanks y Hiroo Kanamori como la sucesora de la escala sísmológica de Richter.

Figura 68. Escala sísmológica de magnitud de momento (M_w)



Fuente: Elaboración propia

Una ventaja de la escala de magnitud de momento es que no se satura cerca de valores altos. Es decir, a diferencia de otras escalas, ésta no tiene un valor por encima del cual todos los terremotos más grandes reflejen magnitudes muy similares. Otra ventaja que posee esta escala es que coincide y continúa con los parámetros de la escala sísmológica de Richter. Por estas razones, la escala de magnitud de momento es la más usada por sismólogos para medir y comparar terremotos de grandes proporciones.

Memoria de cálculo

México es un país que se encuentra ubicado en una de las regiones sísmicas más activas del mundo, dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico, donde se concentra la mayor parte de los terremotos del planeta (80% de la sismicidad mundial). En México está en el límite de varias placas tectónicas que interactúan entre sí, generando fricción, deformación y liberación de energía.

Las principales placas que afectan al país son la placa de Norteamérica, la placa del Pacífico, la placa de Cocos, la placa de Rivera y la placa del Caribe. La placa de Norteamérica se separa de la del Pacífico pero rozca con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, provocando sismos en diferentes regiones del país, principalmente en la costa del pacífico.

La costa del Pacífico Mexicano se encuentra sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona de alta actividad sísmica debido a la interacción de varias placas tectónicas. Esta región es conocida por su actividad sísmica, que ha sido documentada por los expertos geólogos y los servicios de monitoreo de terremotos en todo el mundo.

Los sismos en la región del Cinturón de Fuego del Pacífico son causados por la interacción de varias placas tectónicas, incluyendo la placa de

Coco, la placa del Pacífico y la placa de Norteamérica. Estas placas se están moviendo constantemente, lo que produce una gran cantidad de energía que se libera en forma de terremotos.

Recientemente, la costa del Pacífico de México ha experimentado varios sismos significativos. El 7 de septiembre de 2021, un terremoto de magnitud 7.1 sacudió la región de Acapulco, dejando a su paso importantes daños materiales y humanos. Este terremoto se produjo a una profundidad de 10 km y se sintió en una amplia zona del país. Aunque se produjeron réplicas, no hubo un tsunami importante.

En otras partes de la región del Cinturón de Fuego del Pacífico, también se han registrado sismos significativos en los últimos años. En septiembre de 2017, un terremoto de magnitud 8.1 sacudió el sur de México, causando daños generalizados y la pérdida de vidas humanas. En febrero de 2018, un terremoto de magnitud 7.2 sacudió la región de Oaxaca, causando daños significativos a las estructuras y la infraestructura.

En los últimos 250 años se han documentado al menos 319 grandes sismos en México, con magnitudes mayores a 6 y menores que 8.6. A continuación se presenta la lista de estos sismos:

Tabla 3a. Sismos de magnitud mayor a 6 registrados desde 1900 a 2023

Table with 6 columns: Mag, Lat, Long, Prof (km), Referencia de localización, Año. Lists seismic events from 1900 to 2023 with their respective magnitudes, coordinates, depths, and locations.

Table with 6 columns: Mag, Lat, Long, Prof (km), Referencia de localización, Año. Continuation of the seismic event list from 1900 to 2023.

En la región entre Zihuatanejo y Acapulco se encuentra el área conocida como la Brecha Sísmica de Guerrero, tiene un segmento de aproximadamente 200 kilómetros en los límites de las placas de Cocos y América del Norte. No donde hace más de 100 años (el último terremoto registrado fue en 1911) que no sucede un sismo mayor de 7.5, y si bien no se sabe cuándo pueda ocurrir, sólo por su extensión de área existe la posibilidad de uno de magnitud 8.2 [CENAPRED, 2022].

Resultado análisis

Aunque existen regiones bien definidas en el mundo: es prácticamente imposible predecir la ocurrencia de un sismo a través de un procedimiento confiable que arroje el momento de su ocurrencia ni de su magnitud. En México, como ya se señaló, la región sísmica más cercana al municipio de Tulum es la costa de los estados de Oaxaca y Guerrero, particularmente la zona de subducción de la Placa de Cocos con la norteamericana.

Por otra parte, cualquier catálogo sísmico mundial o regional, que cubra un periodo de varios años (50 ó 100 años), nos mostrará que el promedio de temblores por cualquier periodo definido es muy similar (Gutiérrez Martínez, 2006). Es por ello que en México, a través del programa Peligro Sísmico en México (1996), se han elaborado mapas de aceleración máxima del terreno para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años a nivel nacional.

Se sabe también que aquellas aceleraciones que rebasan el 15% del valor de la aceleración de la gravedad (o 150 gals), producen daños y efectos considerables, sobre todo para los tipos constructivos que predominan en México (Gutiérrez Martínez, 2006).

Basado en lo anterior y empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno, se ha definido la Regionalización Sísmica de México. La Comisión Federal de Electricidad ha elaborado un mapa con cuatro regiones sísmicas. Este mapa permite conocer el nivel de peligro sísmico que tiene un área en particular. Clasifica el territorio mexicano en regiones de la A a la D, con un nivel creciente de peligro.

Con esta clasificación puede emplearse en los reglamentos de construcción para fijar los requisitos mínimos a seguir por parte de los constructores en el diseño de las edificaciones y otras obras civiles de tal manera que éstas resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo.

Figura 69. Regionalización sísmica de México



Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2008)

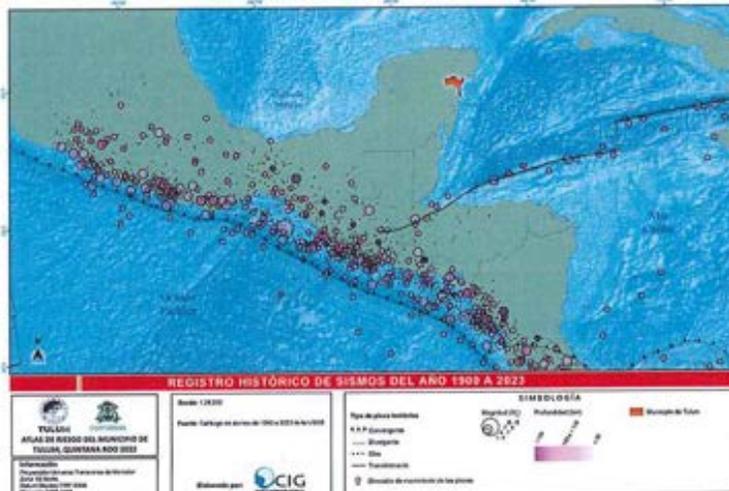
La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos de sismos y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% de g. En la zona D ocurren con frecuencia temblores de gran magnitud ($M > 7$) y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores al 70% de g. Los niveles de sismicidad y de aceleración propios de las zonas B y C están acotados por los valores correspondientes de A y D, los temblores grandes son poco frecuentes y se estima que las aceleraciones se mantendrán por debajo del 70% de g. De acuerdo con la Regionalización Sísmica de la CFE, todo el territorio de Tulum pertenece a una de las regiones con menos actividad sísmica registrada en el país. Esto se debe a que está en una zona menos activa que por ejemplo la zona costera del Pacífico. Quintana Roo pertenece a la zona A y no ha reportado sismos importantes desde hace más de 100 años.

Figura 70. Sismos registrados en la superficie del municipio de Tulum



Fuente: Catálogo de sismos del SGM (2023)

Figura 71. Mapas del registro histórico de sismos (Periodo de 1500 a 2023)



Fuente: Elaboración propia a partir del catálogo de sismos del SGM (2023)

5.1.3. Tsunamis

Inicialmente el término tsunami proviene del japonés y se le podría dar un significado de ola de puerto; internacionalmente se usa para designar el fenómeno que en español se denomina maremoto (IGN, 2021; CENAPRED, 2014). En la actualidad este término se ha sido adoptado por la comunidad científica a nivel mundial.

Tsunami se utiliza para referirse a una secuencia de olas con gran energía y de onda larga que se producen en el agua al ser esta empujada y desplazada violentamente (IGN, 2021). 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. Sin embargo, existen otros generadores causales de menos frecuencia, como: erupciones de volcanes sumergidos, impacto de meteoritos, deslizamientos submarinos y explosiones nucleares (CENAPRED, 2014).

Por su parte, la NOAA (2023) (National Oceanic and Atmospheric Administration) define a un tsunami como una serie de olas causadas por

terremotos o erupciones volcánicas submarinas (https://oceanic.noaa.gov/facts/tsunami.html). Asimismo, como señala IGN (2021), por sus características físicas, los tsunamis pueden ser muy destructivos, pero por fortuna ocurren con poca frecuencia en la Tierra, alrededor de uno al año.

De la misma manera, la NOAA (2023) destaca que, en las profundidades del océano, las olas de los tsunamis no aumentan drásticamente en altura. Pero a medida que las olas viajan tierra adentro, alcanzan alturas cada vez más altas a medida que disminuye la profundidad del océano (figura 72).

La velocidad de las olas de un tsunami depende de la profundidad del océano y no de la distancia desde la fuente de la ola. Las olas de los tsunamis pueden viajar tan rápido sobre aguas profundas, y solo disminuyen la velocidad cuando llegan a aguas poco profundas (figura 72). Si bien, los tsunamis a menudo se denominan maremotos, los oceanógrafos desaconsejan este nombre porque las mareas tienen poco que ver con estas olas gigantes (NOAA, 2023).

Figura 72. Tsunami: altura, longitud de onda y velocidad



Fuente: https://www.lifeder.com/tsunami/

Por otro lado, sus características hacen que en alta mar pasen inadvertidos, pero cuando llegan a la costa, su velocidad ya disminuyó su altura aumentó, generando inundaciones, arrastre de objetos, corrientes y efectos de amplificación y resonancia en puertos y bahías, entre otros fenómenos (figura 73).

Figura 73. Formación de un tsunami



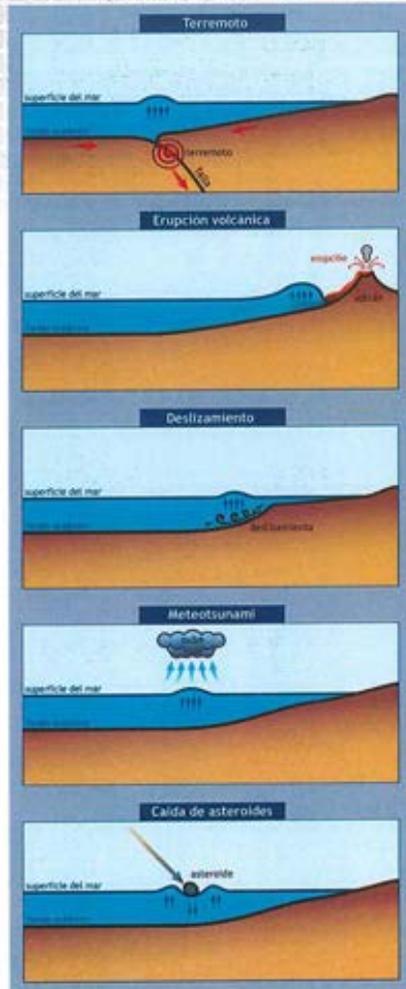
Fuente: ONAMET: https://onamet.gob.do/index.php/tsunami/concepto-tsunami

Estos efectos pueden incrementarse cuando el tsunami coincide con pleamar, es decir, el momento más alto de una marea (IGN, 2021). Los alcances de un tsunami no se limitan al litoral marítimo o del agua embalsada, sino que puede propagarse por ríos y canales conectados y afectar a poblaciones lejanas a la costa.

La energía que transporta la masa de agua desplazada por un tsunami puede ser muy grande y así, puede atravesar fácilmente océanos en poco tiempo, llegando a afectar las costas de varios continentes y, como resultado, tener un impacto a gran escala. Por ejemplo, tsunamis que se originaron en aguas de Chile (mayo de 1960) y de Alaska (marzo de 1964), se desplazaron grandes distancias y arribaron a litorales de México y causaron daños menores (CENAPRED, 2014).

La mayor parte de los tsunamis a nivel mundial tienen su origen por terremotos en el fondo del mar o cercanos a la costa. En menor medida son causados por deslizamientos costeros o submarinos y erupciones volcánicas (figura 73). No obstante, estas causas se pueden combinar, por ejemplo, un terremoto que dispara un deslizamiento o una erupción volcánica que se asocia a un deslizamiento por colapso del edificio volcánico (IGN, 2021).

Figura 74. Orígenes más comunes de los tsunamis



Fuente: IGN (2021). Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de maremotos. Edición comentada. Instituto Geográfico Nacional. 1ª Edición - Editado en diciembre de 2021. Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado. Madrid, España

Además, como señala el Instituto Geográfico Nacional de España (IGN, 2021), no solo los procesos sísmo-tectónicos pueden dar origen a los tsunamis, sino también varios procesos atmosféricos, como la acción del viento o los cambios de presión, estos también pueden provocar oscilaciones del nivel del mar de gran longitud de onda, conocidas como meteotsunamis (Figura 74). En ocasiones, este fenómeno puede verse amplificado por la geometría de la costa y generar grandes amplitudes. Por último, la caída de asteroides de gran tamaño en las masas de agua de la Tierra también podría generar tsunamis, sin embargo, es menos probable que los anteriores (Figura 74).

Los tsunamis más destructivos han sido generados por terremotos como el de Tohoku, Japón (2011) con un aproximado de 20,000 personas

muertas, el de Sumatra-Andamán (2004) que se generó en el Océano Índico y llegó alrededor de 300 mil muertes, o el de Lisboa en 1755, conocido como el Gran Terremoto de Lisboa causando la muerte de entre 60 mil y 100 mil personas. Con relación a los tsunamis generados por volcanes, se encuentra el producido por las erupciones del Krakatoa en Indonesia en 1883, el cual también en 2018 este volcán entró en erupción y produjo un tsunami que provocó la muerte de 437 personas (Figura 74).

Tabla 71. Tsunamis que causaron muertes a más de 1,000 km de la fuente según los registros existentes

Fecha		Nº estimado de muertes o desaparecidos				
Día	Mes	Año	Ubicación de la fuente	Locales	Lejanas	Localidades lejanas con víctimas
27	1	1790	Zona de subducción de Cascadia (EE. UU.)	0	2	Japón
1	13	1755	Lisboa (Portugal)	50000	9	Brazil
7	13	1837	Sur de Chile	0	16	EE. UU. (Hawaii)
13	8	1883	Norte de Chile**	*25000	7	Nueva Zelanda, Samoa, sur de Chile, Fil. Japón, Perú, EE. UU. (Hawaii)
10	5	1877	Norte de Chile	277	2005	
27	8	1883	Krakatoa (Indonesia)	34417	1	Sri Lanka
15	1	1899	Fajos Hueros Guineas	0	Cientos	Islas Carolinas, Islas Salomón
9	6	1901	Islas de la Lealtad (Nueva Caledonia)	0	Varios	Islas Santa Cruz
3	2	1933	Kamoharua (Subducción de Rusia)	2	1	EE. UU. (Hawaii)
27	11	1945	Costa de Malabar (Pakistán)	*4000	15	India
5	4	1946	Isla de Unimak (Alaska, EE.UU.)	5	362	Islas Marquesas, Perú, EE. UU. (California, Hawaii), EE. UU. (Hawaii), muertes indirectas por un accidente de avión durante un ejercicio de reconocimiento del tsunami
9	3	1957	Islas Andreanof (Alaska, EE.UU.)	0	10	Japón, Filipinas, EE. UU. (California, Hawaii)
22	5	1960	Centro de Chile	2000	226	EE. UU. (California, Oregon)
28	3	1964	Prince William Sound (Alaska, EE.UU.)	106	18	Bangladesh, India, Kenia, Madagascar, Maldivas, Myanmar, Seychelles, Somalia, Sudán, Sri Lanka, Tailandia, Yemen
26	12	2004	Banda Aceh (Indonesia)**	*175817	12072	Sri Lanka (muertes durante la evacuación)
28	3	2005	Sumatra (Indonesia)	0	10	Indonesia, E.E. UU. (California)
11	3	2011	Tohoku (Japón)	*18432	2	EE. UU. (Hawaii), muerte durante la evacuación
28	10	2013	Haida Gwaii (Canadá)	0	1	

* Puede incluir víctimas por el terremoto ** Muertes locales y regionales en Chile y el Perú *** Muertes locales y regionales en Indonesia, Malasia y Tailandia Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Tsunamis que causaron muertes a más de 1,000 km

Día	Mes	Año	Localización de la fuente	Nº estimado de muertos o desaparecidos
10	10	1975	Faja de Filipinas	1
29	11	1975	Hawaii (EE.UU.)	2
16	8	1976	Bahía de Moro (Filipinas)	4376
19	8	1977	Sumbawa (Indonesia)	189
18	7	1978	Isla Lambeh (Indonesia)**	1229
12	9	1979	Islas Izu (Indonesia)	100
16	10	1979	Ricardo Franco**	9
12	12	1979	Nariño (Colombia)	* 400
1	9	1981	Islas Samoa	Perros
26	5	1983	Noshino (Japón)	106
10	8	1988	Islas Salomón	1
22	4	1991	Linda (Costa Rica)	7
2	9	1992	Costa de Nicaragua	170
12	12	1992	Mar de Flores (Indonesia)	1169
12	7	1993	Mar de Japón	208
2	6	1994	Izua (Indonesia)	238
8	10	1994	Isla de Malabucca	1
4	11	1994	Shagunoy (Alaska, EE.UU.)**	1
14	11	1994	Islas Filipinas	* 81
14	5	1995	Sinar (Indonesia)	11
9	10	1995	Manzanillo (México)	1
1	1	1996	Islas de Célebes (Indonesia)	9
17	2	1996	Islas Jaya (Indonesia)	110
21	2	1996	Perú septentrional	12

Día	Mes	Año	Localización de la fuente	Nº estimado de muertes o desaparecidos
17	7	1988	Papua Nueva Guinea	9538
17	8	1999	Bahía Innit (Japón)	155
26	13	1999	Islas Vanuatu	5
19	6	2001	Perú meridional	28
25	9	2003	Hokkaido (Japón)	2
26	12	2004	Banda Aceh (Indonesia)	** 227899
28	3	2005	Somera (Indonesia)	10
14	3	2006	Isla de Seram (Indonesia)	4
17	7	2006	Isla de Java (Indonesia)	802
1	4	2007	Islas Salomón	50
21	4	2007	Chile meridional	8
15	8	2007	Perú Meridional	3
29	9	2009	Islas Samoa	193
12	1	2010	Italia	2
27	2	2010	Chile meridional	7
25	10	2010	Manado (Indonesia)	431
11	3	2011	Tohoku (Japón)	** 18434
6	2	2013	Islas Salomón	17
18	9	2015	Centro de Chile	8
17	6	2017	Groenlandia**	4
28	8	2018	Sulawesi (Indonesia)	* 2256
22	11	2018	Kralanta (Indonesia)***	437
Total				214 619

* Puede incluir muertes a causa del terremoto
 ** Tsunami generado por deslizamiento de tierras
 ***Tsunami generado por una erupción volcánica
 ^ Incluye personas desaparecidas /muertes cerca y lejos de la fuente
 Fuente: CCI-UNESCO (2019).

Tabla 78. Tsunamis regionales y locales con más de 2000 muertes

Día	Mes	Año	Localización de la fuente	Nº estimado de muertes o desaparecidos
21	7	365	Isla de Crota (Japón)	5000
7	8	887	Niigata (Japón)	2000
31	10	1341	Prefectura de Aomori	2000
30	9	1498	Mar de Endousai (Japón)	2000
8	3	1572	Centro de Chile	2000
18	1	1348	Bahía de Ise (Japón)	*8000
3	2	1605	Nankaido (Japón)	5000
2	12	1611	Sarukiu (Japón)	5000
17	2	1674	Mar de Banda (Indonesia)	2244
20	10	1687	Perú meridional	*5000
7	6	1682	Puerto Royal (Jamaica)	2000
10	12	1709	Península de Bonin (Japón)	*5000
28	10	1707	Mar de Enoshima (Japón)	2000
28	10	1707	Nankaido (Japón)**	*5000
29	8	1741	Nankaido (Japón)**	2000
29	10	1746	Centro de Perú	4800
20	5	1751	Bonanza de Honshu (Japón)	2200
1	11	1755	Unión (Portugal)	* 50000
24	4	1771	Islas Ryukyu (Japón)	15486
2	5	1783	Estrecho de Messina (Italia)	* 30000
21	5	1792	Isla de Miyako (Japón)	15000
28	12	1854	Nankaido (Japón)	* 3000
13	8	1868	Kralanta (Indonesia)	34417
19	5	1877	Chile Septentrional	2282
27	8	1883	Sarukiu (Japón)	36000
15	6	1896	Mar de Banda	* 27122
29	9	1899	Banda Sea, Indonesia	* 2460
28	12	1968	Estrecho de Messina (Italia)	2000
1	9	1922	Bahía de Sagami (Japón)	2144
2	3	1933	Sarukiu (Japón)	3022
25	6	1941	Mar de Andaman (India)	5000
22	5	1960	Chile Meridional	* 2226
18	8	1976	Gulfo de Moro (Filipinas)	4456
12	12	1992	Mar de Flores (Indonesia)	* 2500
26	12	2004	Banda Aceh (Indonesia)	**227899
11	3	2011	Tohoku (Japón)	**18434
28	8	2018	Sulawesi (Indonesia)	* 2256
Total				228 525

* Puede incluir muertes a causa del terremoto
 ** Tsunami generado por deslizamiento de tierras
 ***Tsunami generado por una erupción volcánica
 ^ Incluye personas desaparecidas /muertes cerca y lejos de la fuente
 Fuente: CCI-UNESCO (2019).

En México, un riesgo aún mayor son los tsunamis generados por sismos en la Fosa Mesoamericana, que es la zona de hundimiento de la Placa de Cocos y de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norteamérica, adyacente al litoral suroccidental. Haciendo un recuento de ellos tenemos los ocurridos en: Zihuatanejo, Guerrero, en noviembre de 1925, que afectó con olas de 11 metros; el de Cuyutlán, Colima, en septiembre 1985, con olas de 10 metros de altura, que causaron cuantiosos daños y pérdidas de vidas; el de Lázaro Cárdenas, Michoacán e Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, con olas de 3 metros de altura, y el de octubre de 1995, en

varias poblaciones costeras de Colima y Jalisco, con olas de hasta 5 metros de altura que causaron algunos daños de consideración y una víctima (CENAPRED, 2014).

Para las costas de Quintana Roo, situadas sobre la Placa de Norteamérica, los eventos sísmicos o movimientos de placas tectónicas originados entre la Placa de Norteamérica y la Placa del Caribe pueden generar alerta de probabilidad de peligro de tsunamis, lo que puede poner en alerta a sus municipios costeros incluyendo el municipio de Tulum.

Figura 75. Placas tectónicas de la región Caribe - Pacífico



Fuente: Elaboración propia

Generación y características generales de los Tsunamis

Como ya se señaló la causa más frecuente de generación de tsunamis son los terremotos, siendo estos los responsables de al menos el 80% de los tsunamis (IGN, 2021). Los terremotos ocurren principalmente en las zonas cercanas a los bordes de placas litosféricas (figura 75). Estos se producen en todas las cuencas oceánicas del mundo, pero no todos generan tsunamis (figura mundo). Los factores que influyen en la generación de tsunamis principalmente son: la magnitud del sismo y el tamaño de la falla que rompe y el desplazamiento en esta, su profundidad y el tipo de ruptura. También influye el espesor de la capa de agua, ya que cuanto mayor sea el volumen de agua que desplaza, mayor será el tsunami (IGN, 2021).

De acuerdo con el CENAPRED (2014) para que un sismo genere un tsunami, es necesario que:

- a). el punto de origen del sismo (hipocentro) en el interior de la Tierra, donde empieza la ruptura, se extienda formando un plano de falla 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, y
- c). en cierto lapso el sismo libere suficiente energía, y que ésta se transmita eficientemente.

En cuanto al tamaño del terremoto, se necesita una magnitud mínima para que genere un tsunami, esto es, para que libere la suficiente cantidad de energía capaz de desplazar el volumen de agua necesario. Esta magnitud mínima dependerá del conjunto de factores anteriormente mencionados (profundidad, tipo de ruptura de falla y espesor de la capa de agua). En general se estima que un terremoto con magnitud momento (Mw) mayor que 6 ya tiene energía suficiente para generar un tsunami

Localización de zonas generadoras de tsunamis

El 94% de los tsunamis ocurridos han tenido su origen en el Océano Pacífico (CENAPRED, 2014). Específicamente en lo que se conoce como el "Anillo de Fuego". Esto debido a la gran cantidad de grandes terremotos asociados con las zonas de subducción a lo largo de los márgenes de la cuenca del Océano Pacífico. Existen zonas de subducción con fosas de aguas profundas asociadas frente a Chile, Alaska, Japón e Indonesia, por ejemplo, que han producido grandes terremotos y tsunamis

devastadores, muchos de los cuales causaron daños y pérdidas de vidas en las islas de Hawái (Figura 76).

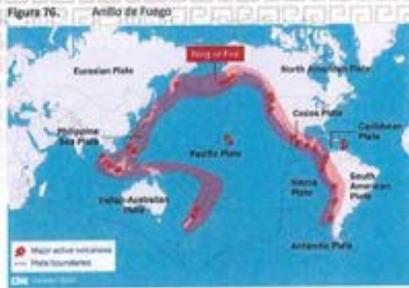
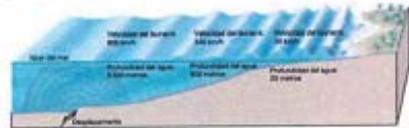


Figura 76. Anillo de Fuego

Fuente: USGS. Los lugares principales de generación de tsunamis son: zonas cercanas al borde de placas tectónicas de subducción, el fondo oceánico con grandes pendientes y actividad volcánica cercana a la costa (Figura 76).

Desde donde se generan, mientras se desplazan por aguas profundas, las olas de los tsunamis son de gran longitud (cientos de kilómetros) y exigua altura (centímetros). No obstante que se propagan a gran velocidad (cientos de kilómetros/hora), visualmente esto los hace indetectables desde embarcaciones y aviones. De acuerdo con CENAPRED (2014) sus periodos (lapso entre el paso de dos olas sucesivas) son de 15 a 60 minutos. NO se debe confundir con las olas cortas de tormentas generadas por el viento, que comúnmente llegan a las costas, NI con las ondas mucho más extensas de las mareas, que una a dos veces arriban todos los días (Figura 77).

Figura 77. Velocidad del tsunami y profundidad



Fuente: Tomado de <https://en.usc.edu/documento/educativo/otros-temas/516-que-es-un-tsunami>.

Los tsunamis se clasifican, de acuerdo con su lugar de arribo a la costa y la distancia (o el tiempo de desplazamiento) desde su punto de origen (CENAPRED, 2014), en:

- Tsunamis locales. El lugar de arribo a la costa está muy cercano o dentro de la zona de generación (delimitada por el área de dislocación del fondo marino); por tiempo de desplazamiento: a menos de una hora (Figura 78).



Figura 78. Tsunami ocasionado por un sismo de Magnitud 8.1 en Michoacán, México el 19 de septiembre de 1985. Tardó solo 30 segundos para llegar a Lázaro Cárdenas y 23 a Acapulco [https://www.gob.mx/cenapred/articulos/tsunami-ocasionado-por-un-sismo-de-magnitud-8-1-en-michoacan-mexico-el-19-de-septiembre-de-1985].

- Tsunamis regionales; El litoral invadido está a no más de 1,000 km o a pocas horas de viaje de la zona de generación.



Figura 79. Tsunami ocasionado por un sismo en las costas de Colombia el 12 de diciembre de 1979, que tardó 4 horas para llegar a Acapulco [https://www.4liquines.com/ru/temas/informe-sismo/3043847/mag5.8-1979-south-of-Panama-Colombia.html].

- Tsunamis lejanos (remotos, transpacíficos o transoceánicos). El sitio de arribo está muy alejado, en el Océano Pacífico, a más de 1,000 km de distancia de la zona de generación, a aproximadamente medio día o más de viaje.



Figura 80. Tsunami, ocurrido tras un sismo en Chile el 22 de mayo de 1960; tardó unas 13 horas en llegar a Ensenada (México) [https://www.gob.mx/cenapred/articulos/tsunami-del-22-de-mayo-de-1960-va-de-chile].



Figura 81. El maremoto generado en Japón el 16 de mayo de 1960; demoró 14 horas en arribar a Manzanillo (México). Tomado de https://www.abc.es/internacional/abc-peores-terremotos-japon-201103110000_noticia.html

Propagación y tiempo de desfase

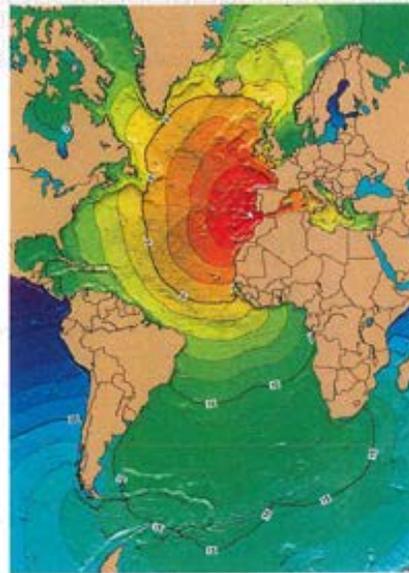
Al producirse un tsunami, este se propaga por el océano en todas las direcciones, atravesándolo y llegando a zonas costeras.

Si estas oscilaciones tienen energía suficiente, pueden atravesar toda la cuenca oceánica y afectar a costas lejanas (IGN, 2021). Cuanto más lejos se encuentre una ubicación o ciudad costera de la zona de generación, más tiempo tardará en llegar a su ubicación (Figura 82).

Por ejemplo, una posible afectación por amenaza de tsunami para el municipio de Tulum sería que el epicentro se presentará en Puerto Rico, como se muestra en la siguiente figura, donde se muestran los tiempos de viaje del tsunami del terremoto de magnitud 7.3 Mw ocurrido el 11 de octubre de 1918 en el Pasaje de Mona, al oeste de Puerto Rico, que

fue causado por el desplazamiento a lo largo de cuatro segmentos de una falla normal, orientada N-S en el Cañón de Mona (NOAA, 2006). Los tiempos fueron calculados con el software Tsunami Travel Times (TTT). Los contornos rojos son para tiempos de llegada de 1 a 4 horas, en amarillo de 5 a 6 horas, en verde de 7 a 14 horas y en azul de 15 a 21 horas. No obstante, estos mapas no proporcionan información sobre la altura o la fuerza de la ola.

Figura 82. Mapa de tiempo de viaje del terremoto de Puerto Rico, 1918.



Fuente: Mapa que muestra las isócronas o líneas de tiempo de viaje del tsunami calculado desde la fuente hacia los puntos de arribo en Iberoamérica. En rojos tiempos de llegada de 1 a 4 horas, en amarillo de 5 a 6 horas, en verde de 7 a 14 horas y en azul de 15 a 21 horas. NOAA (2006), COI-UNESCO (2019).

Sin embargo, hay varias situaciones en las que los tiempos de llegada estimados pueden no coincidir con los tiempos de llegada observados de las olas del tsunami, incluidos, entre otros, los siguientes:

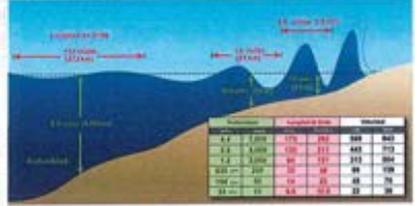
- La batimetría no es precisa en las proximidades del epicentro.
- El epicentro no está bien ubicado o su hora de origen es incierta
- El epicentro está en tierra y se debe seleccionar un pseudo-epicentro frente a la costa
- La batimetría no es precisa en las proximidades de la estación de notificación
- Los efectos de propagación no lineal pueden ser importantes en aguas poco profundas
- Es posible que los tiempos de viaje observados no representen la primera ola, sino que representen llegadas posteriores

Como señala CENAPRED (2014), al acercarse las olas de los tsunamis a una costa de pendiente suave (una playa, por ejemplo), a medida que disminuye la profundidad del fondo marino también decrece su velocidad, las longitudes de onda se acortan, la energía se concentra y la altura se incrementa, con potencialidad destructiva (figura 83).

En otras palabras, a medida que sus olas largas de un tsunami se mueven a través del océano y se reducen a medida que se acercan a la costa (figura 83). Por ejemplo, la velocidad del tsunami se puede calcular tomando la raíz cuadrada del producto de la aceleración de la gravedad, que es 9.8 metros por segundo al cuadrado (32.2/m2 pies),

y la profundidad del agua: En 4,600 metros (15,000 pies) de agua, esto equivale a casi 765 km/h (475 mph). A mayor profundidad del epicentro del tsunami mayor velocidad de propagación y de longitud de onda. De acuerdo con la NOAA (https://www.weather.gov/jetstream/tsu_prop) a velocidades como esta, un tsunami viajará desde las islas Aleutianas de Alaska hasta Hawái en unas cinco horas; o desde la costa de Portugal hasta Carolina del Norte en ocho horas y media.

Figura 83. Trayectoria de olas a través del océano



Fuente: Tomado de NOAA: https://www.weather.gov/jetstream/tsu_prop

Sin embargo, la interacción de las olas de los tsunamis con la costa es mucho más compleja, su altura de los tsunamis dependerá de:

- d). las características de las olas en mar abierto;
- e). la batimetría;
- f). la pendiente del fondo marino;
- g). la configuración del contorno de la costa;
- h). la refracción;
- i). la reflexión, y
- j). el atrapamiento de sus olas en las diversas formaciones fisiográficas costeras: bahías, golfos, penínsulas, islas, cabos, deltas fluviales, lagunas costeras, etc.).

La combinación de los factores anteriores hace que la evaluación del comportamiento local del arribo de un tsunami sea un problema complejo, y que, aun en distancias cortas, la altura máxima de sus olas varíe de sobremedera a lo largo de la costa (CENAPRED, 2014).

Inundación

El impacto del tsunami en la costa va a depender de la distancia a la que se haya generado, la energía producida, la forma del relieve submarino por el que viaje y, por supuesto, la forma y orografía costera. En la costa el peligro que supone un tsunami es triple: por un lado, la súbita inundación, en segundo lugar, las fuertes corrientes que genera y, por último, el acarreo de objetos que hace más peligroso sobrevivir a la corriente.

Una advertencia previa a la inundación súbita es que el agua de la orilla retrocede y deja al descubierto el fondo del océano, pero esto no siempre ocurre (figura 84). Lo anterior se observa cuando la línea de agua de la costa retrocede, a veces un kilómetro o más, quedando expuesto el fondo marino, las rocas y los peces. El retroceso del mar es una señal de la naturaleza que advierte de la llegada de un tsunami (COI-UNESCO, 2019).

Figura 84. El retroceso del mar



Fuente: <https://es.quora.com/CUNCFINALes-son-las-efCC981ales-de-que-un-Tsunami-esCC981A1-gon-ocurrir>

Los centros de alerta contra los tsunamis usan modelos numéricos para predecir los tiempos de llegada de las olas (COI-UNESCO, 2019), la dirección de la energía máxima del tsunami, la fuerza de las corrientes de agua cerca de la costa, y la altura de la ola en la costa.

Toda esta información es crucial para una respuesta oportuna en caso de emergencia por un tsunami. La observación es muy importante en estos momentos (COI-UNESCO, 2019). Por ejemplo, una ola rompiente es la que ha alcanzado tal pendiente que el seno adelanta al cuerpo y se derrumba en una masa de agua turbulenta sobre la orilla o sobre un arrecife. Normalmente, el rompimiento ocurre cuando la profundidad del agua es 1.28 veces menor que la altura de la ola. Se pueden distinguir tres tipos de rompiente según la pendiente del fondo:

- k). rompientes de derrame (sobre un fondo casi plano) que forman un parche espumante en la cresta y rompen gradualmente a una distancia considerable;
- l). rompientes de zambullida (sobre una gran pendiente del fondo) cuyas crestas se curvan con una tremenda masa sobresaliente y luego se rompen con gran estrépito;
- m). rompientes refluentes (sobre pendientes del fondo muy empinadas) que llegan a la playa sin romperse.

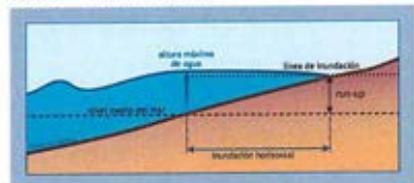
También existen las olas sísmicas, cuando un tsunami se origina por un sismo. De la misma manera, pueden aparecer una serie de oscilaciones del nivel del mar que preceden a la llegada de las olas principales de un tsunami.

Como ya se señaló, los tsunamis pueden ocasionar cambios rápidos del nivel del agua y corrientes peligrosas e impredecibles en puertos y ensenadas. En las áreas costeras pueden llegar a alcanzar una altura de 10 metros o más, aunque se han llegado a registrar 52 metros en un caso extremo. Conjuntamente pueden tener repercusiones, como crecidas instantáneas o fuerte marejada.

Comúnmente, la primera ola no es la mayor de todas y el peligro puede persistir durante varias horas tras la primera llegada. Estas pueden empujar tierra adentro grandes toneladas de arena, rocas, barcos que pueden causar daño.

Como señala IGN (2021), la violencia de un tsunami se puede medir a partir del valor de run-up o altura máxima alcanzada por el tsunami tierra adentro, o bien a partir de la altura del tsunami cerca de la costa, que se suele medir con mareógrafos. Los valores de inundación, run-up y altura máxima del tsunami son locales y pueden variar de un lugar costero a otro, según sea el relieve del fondo oceánico y la forma de la costa (Figura 85).

Figura 85. Esquema de la propagación de un tsunami



Fuente: IGN, (2021). Características del movimiento del agua en la propagación de un tsunami cerca de la costa y parámetros que definen el impacto de un tsunami: altura máxima, inundación horizontal, línea de inundación y run-up. La altura máxima del tsunami puede estar en cualquier lugar entre la costa y la línea de inundación.

Escalas de magnitud e intensidad de tsunamis

Existen escalas que representan la energía del tsunami y los efectos en las costas, que son escalas de magnitud y de intensidad, respectivamente, de forma semejante a los terremotos. Aunque existen muchas escalas, las más conocidas son:

- IMAMURA (1949) propone una escala en función de la altura de la ola y los daños que estas producen en las zonas costeras.

- AMBRASEYS (1962), es de cuatro grados que van desde muy ligero a fuerte, mediante la descripción de los efectos.

- LIDA (1963) propone una escala de grados relacionando la máxima altura de subida que alcanza en tierra la ola (run up = R), medida sobre el nivel medio del mar, y la energía de los tsunamis correspondientes a diferentes grados de intensidad.

- WIEGEL (1970) combina y adapta ambas escalas (INAMURA-LIDA), se considera de las más utilizadas (tabla 76).

- SOLONIEV (1970) escalas de intensidad, que consta de cinco grados definidos en función de la altura alcanzada por las aguas en metros y del comportamiento del tsunami y sus efectos.

Tabla 76. Escala de grados de tsunami según Inamura-Lida, transcrita por Wiegel.

GRADO magnitud	ALTURA de ola H en metros	COTA inundación R máxima en metros	DESCRIPCIÓN de los daños
0	1-2	1-1.5	No produce daños
1	2-5	2-3	Casas inundadas y botes destruidos con anclas fijas
2	5-10	4-6	Hombres, barcos y casas son torcidos
3	10-20	8-12	Daños extendidos a lo largo de 400 kms de la costa
4	>20	16-24	Daños extendidos sobre más de 100 kms a lo largo de la línea costera

ALTURA de la ola H: Diferencia entre cresta y valle de la ola
COTA máxima de la inundación R: Lugar de la costa donde los efectos son máximos
Fuente: Morge (1993)

Con la escala de grados de tsunami descrita, se puede identificar y diferenciar la magnitud de un evento. De este modo, al señalar que la costa de una determinada región ha sido afectada por 10 tsunamis en 400 años, se puede precisar que de los diez tsunamis acontecidos sólo uno fue de magnitud dos (m = 2) y nueve fueron de magnitud cero (m = 0).

La magnitud de una amenaza natural de tsunami expresa la energía del fenómeno y su intensidad los daños que puede ocasionar en vidas humanas como en infraestructura y en el ambiente.

Papadopoulos, et. al. (s.f) del Instituto de Geodinámica Observatorio Nacional de Grecia compara las escalas de intensidad y magnitud de los tsunamis con las escalas de terremotos desde 1927 a 2001 (tabla 76). Papadopoulos & Inamura proponen una escala de 12 niveles de intensidad.

Tabla 75. Escalas de intensidad y magnitud de tsunamis

Escala	Tipo	Analogía con escala de terremotos	
		Intensidad	Magnitud
Stieberg (1927)	escala de intensidad primitiva de 6 puntos	escalas de intensidad temprana	
Ambraseys (1962)	escala de intensidad de 6 puntos mejorada	escalas de intensidad mejoradas	
Shuto (2000)	escala de intensidad de 6 puntos desarrollada	escalas de intensidad desarrolladas	
Papadopoulos & Inamura (2001)	nueva escala de intensidad de 12 puntos	nueva EMS '92 y '08 escala de intensidad de 12 puntos	
Inamura - Iida (40, 50 y 60)	escala de magnitud primitiva	escala de magnitud Richter local	
Soloniev (1970)	escala de magnitud primitiva	magnitud de Richter local	
Abe (80% & 90%)	escala de magnitud	escala de magnitud de olas superficiales	
Murty - Loomis (1988)	escala de magnitud	momento - escala de magnitud	

Fuente: Elaboración propia con base en Papadopoulos, et. al. (s.f)

Las escalas permiten calificar los tsunamis basándose en documentos y descripciones históricas que hacen referencia a la magnitud de los daños y a la cota máxima de inundación.

Daños producidos por tsunamis

Los daños típicos producidos por tsunami pueden agruparse de acuerdo con los siguientes grupos: a) Daños producidos por el momento del flujo; b) Daños producidos por la inundación y c) Daños producidos por socavamiento.

A su arribo, los daños materiales pueden ser:

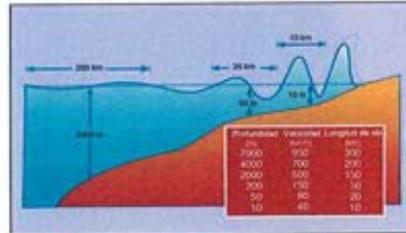
- 1. **Primarios:** causados directamente por la acción estática del agua (inundación, presión, flotación) en las estructuras, o por su acción dinámica (corrientes, fuerzas de arrastre), y rompimiento de las olas o rebasado de sus aguas en muelles y rompeolas.
- 2. **Secundarios:** ocasionados por:
 - a. Impacto de objetos flotantes o arrastrados por las aguas (embarcaciones, vehículos, etc.) en estructuras fijas.
 - b. Incendios o explosiones, inducidos por el impacto de tales objetos flotantes en tanques de almacenamiento de combustible.
 - c. Líneas eléctricas caídas.
 - d. Derrumbe de edificaciones, por escurrimiento del material férreo de soporte de sus cimientos.
 - e. Contaminación por líquidos y/o gases tóxicos, al romperse los recipientes o envases.
- 3. **También tienen impacto social, pues producen:**
 - i. **Dececos y heridas**
 - ii. **Dstrucción de construcciones**
 - iii. **Daños en vías de comunicación, hospitales y escuelas**
 - iv. **Interrupción de servicios públicos (electricidad, telefonía, etc.) y en las actividades cotidianas de la población;**
 - v. **Pérdida de viviendas, desplazamiento y reubicación de asentamientos humanos.**

5.1.3.1. Metodología

Parámetros físicos de un tsunami

Los tsunamis viajan desde su área de generación en todas direcciones. La dirección principal de la propagación de la energía es generalmente perpendicular a la dirección de la zona de fractura del terremoto. Su velocidad depende de la profundidad del agua (figura 86).

Figura 86. Altura del tsunami



Fuente: <https://www.proteccioncivil.es>. En aguas profundas, a menudo un tsunami tiene solo decenas de centímetros de altura, pero ésta crece rápidamente en aguas someras.

Debido a la gran longitud de onda estas olas siempre "sienten" el fondo, es decir, son refractadas, ya que la profundidad siempre es inferior a la mitad de la longitud de onda (valor crítico que separa las olas de agua profunda de las olas de aguas someras). En consecuencia, en todo punto del océano, la velocidad de propagación del tsunami depende de la profundidad oceánica y puede ser calculado en función de ella:

Velocidad de propagación

$$V = \sqrt{gd}$$

En donde:

V= velocidad de propagación
 g= aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
 d= profundidad del fondo marino

Para el Océano Pacífico la profundidad media es de 4,000 m, lo que da una velocidad de propagación promedio de 198 m/s o 713 km/h. Para el municipio de Tulum, el cálculo se haría a partir de los datos correspondientes al Océano Atlántico, donde la profundidad media es de 3,900 m, que se obtiene gracias a una gran meseta cercana a los 3,000 m de profundidad que constituye casi todo su fondo, unida a las grandes depresiones que se encuentran en los bordes de esta y que llegan a los 8,800 m en las inmediaciones de Puerto Rico (OCEANA, 2016). Lo anterior da una velocidad de propagación promedio para el Atlántico de 195.6 m/s (704.16 km/h).

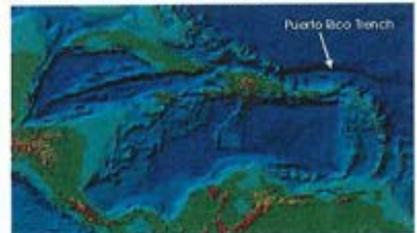
Ahora bien, si calculamos el dato para el Mar Caribe, cuya profundidad promedio es de 2,200 m (Geociclopedia, 2023), tendríamos una velocidad de propagación de 146.9 m/s, es decir 528.84 km/h. De este modo, podemos observar que, si la profundidad de las aguas disminuye, la velocidad del tsunami decrece (tabla 77).

Tabla 76. Velocidad de propagación tsunami: Pacífico, Atlántico y Mar Caribe

Agua profunda	Profundidad media	Velocidad de propagación tsunami
Océano Pacífico	4,000 m	198 m/s o 713 km/h
Océano Atlántico	3,900 m	195.6 m/s o 704.16 km/h
Mar Caribe	2,200 m	146.9 m/s o 528.84 km/h

El Caribe alberga algunas de las áreas geológicamente más activas fuera del Océano Pacífico. Al igual que las islas de Indonesia, esta área tiene una zona de subducción que se encuentra justo al norte de la isla de Puerto Rico, donde la placa de América del Norte se subduce debajo de la Placa del Caribe en la Fosa de Puerto Rico. (Maine ACF, s.f.) Esta área incluye otras depresiones y áreas activas de tectónica de placas que han producido numerosos terremotos, deslizamientos de tierra submarinos, erupciones volcánicas y la consiguiente actividad de tsunamis. Una imagen interpolada sombreada tridimensional detallada del lecho marino del Caribe (figura 87), y específicamente de la Fosa de Puerto Rico y sus alrededores, muestra esta área tectónica y volcánicamente activa.

Figura 87. Islas del Caribe - Terremotos y Erupciones Volcánicas



Fuente: Maine ACF (s.f.). 3D batimetría del Mar Caribe mostrando la ubicación de la Fosa de Puerto Rico. Los datos de elevación digital de 30 segundos del conjunto de datos GLOBE y el modelo batimétrico interpolado con datos de 5 minutos del conjunto de datos ETOPOS (imagen cortesía del Centro Siberiano para Catástrofes Globales).

Debemos tener en cuenta, de la misma manera, que la altura de la ola al llegar a la costa es variable. Al aproximarse a las aguas bajas, las olas sufren fenómenos de refracción y disminuyen su velocidad y longitud de onda, aumentando su altura. En mares profundos estas ondas pueden pasar inadvertidas ya que sólo tiene amplitudes que bordean el metro; sin embargo, al llegar a la costa pueden excepcionalmente alcanzar hasta 20 metros de altura. Un tsunami no es UNA sola ola, sino una secuencia o "tren" de olas que cada 10 a 40 minutos se suceden una tras otra durante un lapso de medio día, un día o más. Usualmente, la ola de mayor altura y potencial destructivo NO es la primera ni la segunda, sino las siguientes: tercera, etc. (CENAPRED, 2014).

Todo el estado de Quintana Roo está situado sobre la Placa de Norteamérica por lo que la costa del municipio de Tulum también, y debido a su ubicación geográfica, los eventos sísmicos o movimientos de placas tectónicas originados entre la Placa de Norteamérica y la Placa del Caribe pueden generar alerta de probabilidad de peligro de tsunami (figura 88). Sin embargo, los eventos de tsunami para esta región han sido muy pocos y sin afectación para el municipio.

Figura 88. Mapa de la Placa del Caribe sus bordes y las placas adyacentes



Fuente: Base topográfica y batimétrica de GeoMapApp, 2018. <https://geoweb.com/2018/08/23/el-caribe-tsunami/>

Desde el sitio web del Centro para Información Ambiental NCEI (National Centers for Environmental Information Natural Hazards) de la agencia de gobierno de Estados Unidos NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), se puede acceder a una base de datos de los eventos históricos de tsunamis, (<https://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsunami.html>), donde se señalan la fuente del evento, la fecha, la magnitud, altura máxima del agua, muertes y daños materiales, así como el origen del tsunami: sismos, volcanes, movimiento de placas. Algunos eventos no tienen información de recorrido y otros tienen muchos lugares donde se registró una altura de recorrido (runup).

Para conocer los eventos de tsunamis que se han presentado en la Región 74 Mar Caribe, donde se localiza el municipio de Tulum, se realizó una búsqueda de datos en el sistema de Natural Hazards del NCEI (2023). El resultado presenta datos para un periodo de 523 años y 126 eventos, los cuales se consideran significativos para el estado de Quintana Roo y para el municipio (tabla 78 y figura 89).

Tabla 77. Eventos de Tsunami para la Región Caribe (1498 - 2021)

Año	Velocidad	Causa	Magn.	País	Nombre localización	Lat.	Long.	Altura máxima del agua (m)	Número de run-up	Casas destruidas	Muertes totales	Daños totales (millones de dólares)
1498	2	1		VENEZUELA	BOCA DE LA SERPE	9.9	-62.3		1	3		
1530	4	1		VENEZUELA	CUMANA	10.7	-64.1	7.8	4	3	4	
1539	2	1		HONDURAS	CABO DE HIGUERAS	16.2	-88.5		1	5		
1541	-1	1		VENEZUELA	ISLA CUMAGUA	10.8	-64.2		1			
1549	1	1		VENEZUELA	CUMANA	10.7	-64.1		2			
1688	1	1		JAMAICA	PORT ROYAL	17.6	-76.5		1			
1690	4	1	8	ANTIGUA Y BERMUDA	ANTIGUA, SAINT RITTS Y NEVIS	17.5	-61.5		1			
1692	4	3	7.7	JAMAICA	PORT ROYAL	17.6	-76.2	1.8	4	3	5,000	
1736	2	0		VENEZUELA	PENínsula DE ARAYA	10.2	-62.8		1			
1746	2	1		COSTA RICA	MATINA	10.2	-82.8		1			
1760	1	1		VENEZUELA	CUMANA	10.7	-64.1		1			
1751	-1	1	7.3	NAUÍ	PUERTO PRINCEPE	18.5	-72.8		0			
1751	3	1	7.3	REPÚBLICA DOMINICANA	AZUA DE COMPOSTELA	18.5	-70.7		3	3		
1751	-1	2		BARBADOS	LESSER ANTILLES				0			
1751	-1	1		NAUÍ	PUERTO PRINCEPE	18.5	-72.8		0			
1766	-1	1	6.8	CUBA	SANTIAGO DE CUBA	19.9	-76.1		1		40	
1766	1	1	7.5	VENEZUELA	CUMANA	10.47	-64.17		1			
1767	3	1		MARTINICA (TIERRA FRANCÉS)	MARTINIQUE & BARBADOS	14.4	-61		2			
1769	-1	2		NAUÍ	PUERTO PRINCEPE	18.5	-72.8		0			
1770	4	3	7.5	CUBA	PUERTO PRINCEPE	18.5	-72.8		4		200	
1775	4	1		CUBA	SANTIAGO DE CUBA	19.9	-76		2			
1775	1	1		NAUÍ	HAITÍ NO SE CONOCE LOCALIDAD	19	-72.8		1			
1775	1	1		NAUÍ	HAITÍ Y DOMINICANA REPUBLIC	19	-72.4		2			
1788	-1	3		JAMAICA	SAVANNA LA MAR	18.2	-78.1	3	1			
1788	1	2		JAMAICA	JAMAICA: NO SE CONOCE LOCALIDAD	18.1	-77.8		1			
1788	-1	0		JAMAICA	JAMAICA				3	0	2	
1787	1	1		JAMAICA	BAYIA DE MONTIGO	18.47	-77.92		1			
1795	3	1		TRINIDAD Y TOBAGO	PUERTO DE ESPAÑA	10.7	-61.7		1			
1798	3	1		COSTA RICA	MATINA	10.2	-82.9		1			
1802	3	1		ANTIGUA Y BERMUDA	ANTIGUA ISLAND Y ST. CHRISTOPHER	17.2	-62.4		2			
1802	3	1		VENEZUELA	CUMANA	10.3	-64.5		1			
1812	3	1	7.7	VENEZUELA	LA GUAYAMA	10.6	-65.9		1		26,000	
1812	2	1		JAMAICA	KINGSIDE	18	-76.8		1			
1821	1	0		COSTA RICA	LA AMENZA	10.1	-83.8		1			
1822	3	1	7.6	COSTA RICA	MATINA	10.1	-83.8		3			
1822	4	1		MARTINICA (TIERRA FRANCÉS)	SAINT PIERRE	14.4	-60		1			
1824	-1	9		GUADALUPE (TIERRA FRANCÉS)	BASE TERRE	16.7	-62.2		1			
1824	2	1		MARTINICA (TIERRA FRANCÉS)	SAINT PIERRE	14.4	-60		1			
1825	1	1	6.3	COLOMBIA	SANTA MARTA	11.1	-74.3		1			
1825	2	1		TRINIDAD Y TOBAGO	PUERTO DE ESPAÑA	10.4	-61.3		1			
1831	1	1		TRINIDAD Y TOBAGO	TRINIDAD Y ST. CHRISTOPHER	12.6	-61.5		2			
1837	-1	0		TERRITORIO DE ESTADOS UNIDOS	ISLAS VIRGENES				1			
1839	3	1	7.8	MARTINICA (TIERRA FRANCÉS)	MARTINIQUE	14.9	-60.6		1		190	
1842	4	1	8.1	NAUÍ	CAP-HAITIEN	19.75	-72.1	5	6	3	5,000	
1843	4	1	8.3	GUADALUPE (TIERRA FRANCÉS)	POINTE-A-PITRE	16.5	-62.2	1.2	1		5,000	
1843	1	6		GUADALUPE (TIERRA FRANCÉS)	ISLA MARIA GALANTE	15.93	-61.267		1			
1852	2	2		CUBA	SANTIAGO DE CUBA	20	-75.8		1			
1853	4	5	6.7	VENEZUELA	CUMANA	10.5	-64.2	5	4		1,000	
1855	1	1		HONDURAS	TRUJILLO	15.93	-85.96		1			
1856	4	3	7.5	HONDURAS	BAYIA DE HONDURAS	16	-88	5	5			
1860	4	3	7.5	NAUÍ	ANSE-A-VEAU	18.52	-73.95		4			
1860	3	1		NAUÍ	PETIT TRICU-BIPPES	18.55	-73.5		1			
1864	1	3		NAUÍ	MICHEL	18.2	-72.93		0			
1867	1	3	7.5	VENEZUELA	ISLA DE MARIAGUERA	10.9	-64.1		2			
1867	4	1	7.5	TERRITORIO DE ESTADOS UNIDOS	ISLAS VIRGENES	18.1	-65.1	15.2	40		24	
1868	3	1		TERRITORIO DE ESTADOS UNIDOS	ISLAS VIRGENES	18.1	-65.1	1.8	4			
1868	2	1	8.5	VENEZUELA	RIO CARIBE	10.7	-63.1		3			
1870	2	1		GUADALUPE (TIERRA FRANCÉS)	GUADALUPE	16.2	-64.3		1			
1871	2	1		MEXICO	S. MEXICO	18.2	-94.3	0.3	1			
1873	1	1		PANAMA	CIUDAD DE PANAMA	8.96	-79.53		2			

Año	Validez	Causa	Mag.	País	Nombre localización	Lat	Long	Altura máxima del agua (m)	Número de tsunamis	Casas destruidas	Muertes totales	Daños totales (millones de dólares)
1874	2	1		TERITORIO DE ESTADOS UNIDOS	ISLAS VIRGENES	18.1	-65.1		2			
1881	1	1		JAMACA	KINGSTON	17.87	-76.8	0.46	1			
1882	4	3	7.8	PANAMA	SAN BLAS ARCHIPELAGO	10	-79	3	3	3		
1887	4	1		HAITI	MOLE SAINT-NICOLAS	29.7	-74.4		4			
1893	2	1		JAMACA	KINGSTON	17.87	-76.8		1			
1896	2	1		JAMACA	KINGSTON	17.87	-76.8		1			
1897	1	1		REPÚBLICA DOMINICANA	SANTO DOMINGO	18.5	-69.95		0			
1897	1	1		REPÚBLICA DOMINICANA	VOLCÁN SOUTHERN HILLS	18.72	-62.18		0			
1900	3	1	3.7	VENEZUELA	MANICUETO	11	-66	10	5	1	25	
1902	4	7		MARTINICA (TERR. FRANCÉS)	MOUNT PELEE	14.82	-61.17		5	1	29	
1902	4	8		SAN VICENTE Y LAS GRANADINAS	VOLCÁN SOUTHERN	13.33	-61.18		1	3	1,680	
1902	2	6		MARTINICA (TERR. FRANCÉS)	MOUNT PELEE	14.82	-61.17		1		29,000	
1902	2	6		MARTINICA (TERR. FRANCÉS)	MOUNT PELEE	14.82	-61.17		4	1		
1902	2	0		MARTINICA (TERR. FRANCÉS)	FORT DE FRANCE	14.602	-61.805		1			
1902	2	0		MARTINICA (TERR. FRANCÉS)	MARTINIQUE	14.553	-61.009		1			
1902	4	6		MARTINICA (TERR. FRANCÉS)	MOUNT PELEE	14.82	-61.17		1			1,500
1904	2	1	7.2	PANAMA	ROCAS DEL TORO	9.2	-82.8		1			
1906	4	1		VENEZUELA	CARACAS	10.5	-66.958		6			
1906	1	2		VENEZUELA	MANICUETO	10.6	-66.95		1			
1907	4	1	6.2	JAMACA	JAMACA	18.667	-76.237	2.5	10		1,000	30
1911	1	8		TRINIDAD Y TOBAGO	TRINIDAD	10.5	-61.2		1			
1918	4	1	7	PANAMA	ROCAS DEL TORO	9.6	-82	1.3	6			0
1918	3	9		REPÚBLICA DOMINICANA	SANTO DOMINGO				1		43	
1918	2	1		VENEZUELA	OCUMARE DE LA COSTA DE ORO	10.45	-67.77		1			
1918	4	3	2.2	TERITORIO DE ESTADOS UNIDOS	PUERTO RICO: MONA PASSAGE	18.7	-67.189	6.1	21		144	4
1918	3	1	6.4	TERITORIO DE ESTADOS UNIDOS	PUERTO RICO	18.441	-67.254		2			
1919	0	1		VENEZUELA	LAGO DE MARRACARO	10.8	-72.8		1			
1928	-1	9		VENEZUELA	CARUPANO				1			
1929	4	1	6.8	VENEZUELA	CUMANÁ	10.6	-65.6	6	5	3	80	
1931	1	0		CUBA	COSTA NORTE (LAS VELLAS)	22.8	-80.4	1	2			
1932	2	1	6.7	CUBA	SANTIAGO DE CUBA	19.706	-75.891		1		14	
1932	1	1		VENEZUELA	CUMANÁ	10.5	-64.2		1			
1939	2	8		GRANADA	KICK 'EM JERRY VOLCÁN	12.3	-61.63	7	3			
1939	2	1	5.6	CUBA	SANTA CLARA	22.2	-79.3		1			
1945	4	1	7.9	REPÚBLICA DOMINICANA	COSTA NOROCCIDENTE	18.25	-69	3	8	3	1,780	
1946	4	1	7.5	REPÚBLICA DOMINICANA	COSTA NOROCCIDENTE	18.3	-65.5	0.6	19		35	
1950	2	1	6.4	VENEZUELA	EL TOCOPO	6.71	-69.819		1		100	
1953	2	1	7.2	REPÚBLICA DOMINICANA	PUERTO PLATA	18.8	-70.7	0.06	1			
1955	2	1	5.5	VENEZUELA	FUERA DE LA COSTA CERCA DE LA VELA	11.44	-68.57		1			
1961	0	2	6.5	COLOMBIA	DEL NOROCCIDENTE	8.9	-73.8		1			
1965	1	6		GRANADA	KICK 'EM JERRY VOLCÁN	12.3	-61.63		0			
1967	6	1	6.6	VENEZUELA	CARACAS	10.559	-67.35	0.68	1		300	340
1967	0	9		TERITORIO DE ESTADOS UNIDOS	COSTA NORTE DE PUERTO RICO				6	2		
1968	2	1	6.5	VENEZUELA	CARUPANO	10.687	-62.748		1		3	
1969	4	1	7.2	GUADALUPE (TERRITORIO FRANCÉS)	GRAN BOURG	15.8	-59.7	0.29	3			
1976	4	1	7.5	GUATEMALA	GUATEMALA	15.334	-89.105	0.12	1		21,000	2,147
1979	2	8	3	VENEZUELA	PUERTO CUMAREBO	11.517	-69.5		1			
1985	4	1	6.4	GUADALUPE (TERRITORIO FRANCÉS)	GUADALUPE	17.013	-62.648	0.12	1			
1989	3	1	4.4	TERITORIO DE ESTADOS UNIDOS	PUERTO RICO	18.996	-68.833	0.1	1			
1991	4	1	7.6	COSTA RICA	LIMÓN, IRANDORA	9.685	-83.071	3	30	2	90	510
1997	1	1	7	VENEZUELA	CARACACO-CUMANÁ	10.598	-69.488		1		81	81
1997	4	7		MONTERRAT	VALLE DEL RÍO BLANCO	16.72	-62.18	3	1			
1999	4	6		MONTERRAT	VOLCÁN SOUTHERN HILLS	16.722	-62.18	2	3			
2003	4	6		MONTERRAT	VOLCÁN SOUTHERN HILLS	16.722	-62.18	4	5			
2004	4	1	6.3	GUADALUPE (TERRITORIO FRANCÉS)	BASE-TERRÉ, LES SAINTES	15.679	-62.706	2	9		1	
2005	3	1	5.8	GUADALUPE (TERR. FRANCÉS)	PASSE DOMINICA	15.775	-62.744		2			
2006	4	6		MONTERRAT	VOLCÁN SOUTHERN HILLS	16.722	-62.18	1	6			
2007	1	1	7.4	MARTINICA (TERR. FRANCÉS)	MARTINIQUE	14.944	-62.274		0			
2009	4	1	7.3	HONDURAS	FUERA DE LA COSTA DE HONDURAS	16.72	-86.236	4	2		7	
2010	4	3	7	HAITI	HAITI Y DOMINICAN REPUBLIC	18.617	-72.583	3.21	25	1	318,000	8,000
2017	4	8		COLOMBIA	FUERA DE LA COSTA CERCA DE SANTA MARTA	11	-74.8	8	7	1		
2018	4	1	7.5	HONDURAS	FUERA DE LA COSTA DE HONDURAS	17.483	-83.52	0.4	8			
2018	2	1	7.3	VENEZUELA	SUCRE	10.773	-62.952		1		5	
2020	4	1	6.4	TERITORIO DE ESTADOS UNIDOS	PUERTO RICO	17.916	-68.813	0.06	6		4	800
2020	4	1	7.3	CUBA	FUERA DE LA COSTA SE	19.44	-78.755	0.11	2			
2021	4	1	7.2	HAITI	PUERTO PRINCE	18.408	-73.475		3		2,248	1,600

Validez: La validez de la ocurrencia real del tsunami se indica mediante una calificación numérica de los informes de ese evento, valores: 1 a 4, -1 (perturbación en un día o lago interior); 1 (mayor duda); 2 (probable); 3 (probable) y 4 (definitivo).

Causa: La fuente del tsunami. Valores válidos de 0 a 11: 0 (desconocida); 1 (terremoto); 2 (terremoto cuestionable); 3 (terremoto y deslizamiento de tierra); 4 (volcán y terremoto); 5 (volcán, terremoto y deslizamiento de tierra); 6 (volcán); 7 (volcán y deslizamiento de tierra); 8 (deslizamiento de tierra); 9 (meteorológico); 10 (explosión) y 11 (manera astronómica).

Run-up: Altura vertical máxima en tierra sobre el nivel del mar alcanzado por un tsunami.

Casas destruidas: Para aquellos eventos que no afectan un número exacto de casas dañadas, se utilizó la siguiente escala de cuatro niveles para clasificar el daño de 0 a 4: 0 (ninguno); 1 Pocos (1 a 50); 2 Algunos (51 a 100); 3 Muchas (101 a 1,000); 4 Muchísimas (más de 1,000).

Fuente: Elaboración propia con base en NCEI (2022), Natural Hazards, Region 74 - Caribbean Sea. DOI:10.7289/V5PWS3HT.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten mark]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Figura 89. Eventos de Tsunamis Región Mar Caribe (1498 - 2022)



Fuente: <https://www.noaa.gov/maps/hazards/>

Run up

Ahora bien, como ya se señaló, uno de los puntos de mayor interés en el estudio de los tsunamis es el run-up, que corresponde a la cota máxima de inundación, pues su predicción estima el peligro al cual se ve expuesta la población.

La ecuación para el cálculo de la altura de la ola y la profundidad de la costa es la siguiente:

Run up

$$\frac{A_c}{A_o} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^{1/3}$$

Donde:

- A_c: Amplitud de la ola en la costa
- A_o: Amplitud de la ola en el océano
- d₂: Profundidad del océano
- d₁: Profundidad de la costa

El run-up puede ser definido como:

1. Diferencia entre la elevación de penetración máxima de un tsunami (línea de inundación) y el nivel del mar en el momento del tsunami. En términos prácticos, el run-up es solo la medida donde hay evidencia del límite de la inundación sobre la costa.
2. Elevación alcanzada por el mar medido en relación con algunos niveles fijos tales como el nivel medio del mar, bajamar media, nivel del mar en el momento del tsunami, entre otros, y al a vez idealmente medido, en un punto correspondiente al máximo local de la inundación horizontal.

En los lugares donde la elevación no esta medida con relación a la máxima inundación horizontal, ésta es denominada frecuentemente como la altura de la inundación.

La altura de la ola (H) corresponde a la diferencia de nivel entre cresta y valle. Por otra parte, la cota máxima de inundación R_c corresponde al lugar de la costa donde los efectos del tsunami son máximos (Figura 8).

Figura 90. Cota de máxima inundación R_c.



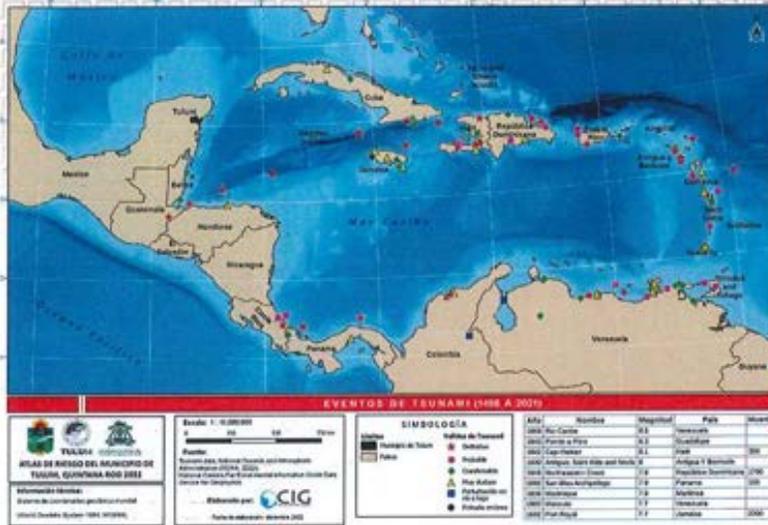
Para el estado de Quintana Roo el "run-up" más reciente detectado a través de mareógrafos se advirtió en 2022 en Isla Mujeres (tabla 79).

Tabla 79. Observación de tsunamis

Nombre del lugar	Altura del agua (m)	Fecha	Distancia al epicentro (km)
ISLA MUJERES	0.08	1/15/2022	16,691
ISLA MUJERES	0.05	8/14/2015	1,426
ISLA MUJERES	0.07	1/20/2018	534
PUERTO MORELOS	0.04	1/15/2022	16,693
PUERTO MORELOS	0.05	8/14/2015	1,429
PUERTO MORELOS	-	1/20/2018	862
PUERTO MORELOS	0.08	1/20/2018	515
SAN KRIS	0.05	1/20/2018	462

Fuente: Elaboración propia con base en Natural Hazard Viewer (<https://www.noaa.gov/maps/hazards/>).

Figura 91. Lugares de las costas del Mar Caribe que registraron una altura de recorrida de la propagación de olas (1438 - 2021).



Fuente: Natural Hazard Viewer (NCEI, 2023) <https://www.ncei.noaa.gov/maps/hazards/>

Ahora bien, y siguiendo el ejemplo de Welti, (2005), supongamos que queremos calcular el run-up para una profundidad del océano de $d_2 = 5,000$ m con una profundidad de la costa de $d_1 = 5$ m, el cociente tiene un valor de 1,000 y su raíz cuarta es 5.6, esto indica que la altura del tsunami en el litoral crecerá casi 6 veces, entonces si el tsunami, por ejemplo, tiene una altura de 2m en el mar, se convertirá en una de casi 12m en la costa.

Calculando esta estimación para el municipio de Tulum, quedaría de la siguiente manera, siguiendo esta metodología:

Evento	Lugar	Profundidad
Tsunami	Mar Caribe	3,200m (M2)
	Costa Tulum	25m (M1)
	run-up	3.3

Ola	Altura en el mar (m)		Altura en la costa (m)	
	1	2	3	4
1	2	6	3	9
2	3	9	4	12

Lo anterior, indica que la altura de un tsunami crecerá 3 veces, tomando 25m como la profundidad de la costa del municipio de Tulum, es decir, si la altura de la ola del tsunami tiene 2m en el mar, se convertirá en una ola de 6m en la costa del municipio de Tulum, aproximadamente, y así sucesivamente.

Se debe tener en cuenta las variaciones en las formas y las pendientes de la batimetría submarina cercana a la línea de costa, que influyen directamente en el potencial de energía del tsunami, ocurriendo amplificación o atenuación de las ondas.

Es posible trazar cartas de propagación de tsunamis, como se hace con las cartas de olas; la diferencia es que los tsunamis son refractados en todas partes por las variaciones de profundidad; mientras que con las olas ocurre sólo cerca de la costa (Figura 92 y 93).

Entre los eventos de tsunamis más significativos, originados a partir de un sismo, que se extendieron hacia las costas de la Península de Yucatán, de acuerdo con los datos de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) se encuentran:

- 10 de noviembre de 1918 con origen en Puerto Rico (Figura 92)
- 12 de enero de 2010 con origen en Haití (Figura 93).

Sin embargo, ninguno de estos eventos tuvo consecuencias significativas para el estado y el municipio de Tulum. En las figuras 92 y 93 se pueden apreciar el tiempo de propagación en horas.

Figura 92. Tiempo de propagación de tsunami con origen en Puerto Rico (1918/10/11).



Fuente: NOAA - National Centers for Environmental Information - Natural Hazards Viewer (<https://www.ncei.noaa.gov/maps/hazards/>).

Figura 93. Tiempo de propagación horas de tsunami con origen en Haití (2010/1/12).

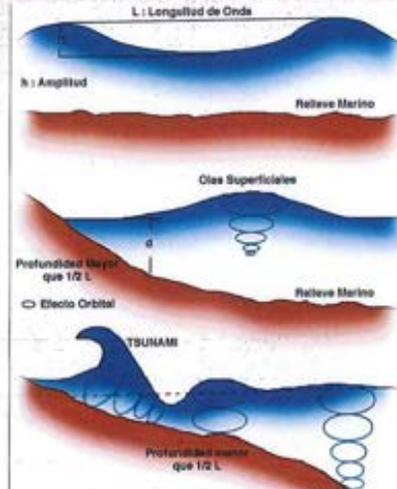


Fuente: NOAA - National Centers for Environmental Information - Natural Hazards Viewer (<https://www.ncei.noaa.gov/maps/hazards/>).

Longitud de onda

Los tsunamis tienen normalmente longitudes de onda que superan los 50 kilómetros y pueden alcanzar hasta 1,000 kilómetros, en tal caso el efecto orbital es constante y vigoroso en cualquier parte del fondo marino, ya que no existen profundidades semejantes en los océanos (Figura 94).

Figura 94. Parámetros físicos y geométricos de la onda de tsunami.



Fuente: Ramírez, 1986.

El desplazamiento de un tsunami a grandes profundidades se manifiesta en la superficie oceánica con amplitudes tan solo de unos pocos centímetros.

La longitud de onda de un tsunami corresponde al producto entre la velocidad de propagación y el período de tiempo, relación dada por:

Longitud de onda
 $L = V \cdot T$
 Donde:
 L: Longitud de onda
 V: Velocidad de propagación
 T: Período o tiempo

De este modo, para una velocidad de propagación (V) de 713 km/h, y un período (T) de 15 minutos, la longitud de onda (L) sería de 178 km.

Por otro lado, las olas generadas por los vientos tienen períodos por lo general de menos de 15 segundos, a diferencia de las ondas de tsunami que oscilan entre 20 y 60 minutos. Esta característica permite diferenciarlas claramente en un registro mareográfico, y por lo tanto, advertir la presencia de un tsunami (tabla 80). Un mareógrafo es el instrumento utilizado para medir el nivel del mar, conocido también como medidor de marea. Mide la altura (ascenso y descenso) de la marea realizando un registro gráfico y continuo de la altura de la marea en el tiempo.

Tabla 79. Diferencias entre olas de tsunami y olas comunes.

CARACTERÍSTICA	OLA TSUNAMI	OLA COMÚN
De 100 a 100 km	Longitud de onda	50 m O. Atlántico 100 m O. Pacífico
Velocidad máxima	900 km/hr y más	< 100 km/hr
Período	De 10 a 90 min.	< 15 seg.
Altura o amplitud	Pocos centímetros	
Mar abierto	1-30 m	< 13 m
Costa		4 m
Influencia en el fondo	Perfora totalmente el fondo	Ninguna, sólo en la playa

Fuente: Ramírez, 1986.

5.1.3.2. Resultado análisis

Cabe destacar que para hacer una simulación de tsunamis para el municipio de Tulum con fines de prevención es necesario contar con una mejor resolución batimétrica, así como conocer todos los parámetros focales de la fuente generadora del tsunami. Sin embargo, de acuerdo con los modelos batimétricos generados (mapas batimétricos ciudad y municipio figuras 95 y 96) se estimó una tabla de la velocidad de propagación de una posible amenaza de tsunami para la costa del municipio y ciudad de Tulum (tablas 81 y 82)

Si recordamos que, si la profundidad de las aguas disminuye, la velocidad del tsunami decrece.

Para el cálculo de los parámetros antes mencionados, se inició con el de Velocidad de Propagación (VP) donde se correlaciona con la profundidad del fondo marino y la gravedad (tabla 80). La longitud de onda (L) de un tsunami es el producto de esta VP por el período de tiempo (tabla 8). Debido a la longitud de onda, el desplazamiento de un tsunami a grandes profundidades sería apenas de unos pocos centímetros.

Para estimar, la altura de la ola se asume la profundidad del Mar Caribe (2,200m) y de ahí los diferentes valores de la profundidad de la costa del municipio de Tulum, posterior se calcula cual sería la altura de la ola en el mar, suponiendo que la ola alcance una altura de 2 o 3 metros cercana al centro del origen del tsunami en el litoral esta crecerá de 2.4 a 4.8 m dependiendo de la profundidad de la costa (tabla 80). Es decir, si el tsunami tiene una altura de 3 metros en el mar, se puede convertir en una ola de casi 5 metros en el litoral.

Tabla 80. Velocidad de propagación, longitud de onda y altura de ola tsunami en función profundidad de la costa del municipio de Tulum

Profundidad costa (m)	Velocidad de propagación (VP)		Longitud de onda (L)		Lugar del evento		Altura de ola (h)	
	km/h	m/s	Tiempo (minutos)	L (km)	Profundidad del Mar Caribe (m)	Run up	Altura en el mar (m)	Altura en la costa (m)
100	113	31	33	28	2200	2.2	2	4.3
90	107	30	30	36	2100	2.2	2	4.4
80	101	28	25	42	2000	2.3	2	4.5
70	94	26	30	47	1900	2.3	2	4.6
60	87	24	35	51	1800	2.3	2	4.7
50	80	22	40	53	1700	2.4	3	7.2
40	72	20	45	53	1600	2.5	3	7.5
30	62	17	50	51	1500	2.7	3	8
20	50	14	55	46	1400	2.9	3	8.7
10	36	10	60	36	1300	3.4	3	10.1

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la velocidad de propagación depende del relieve oceánico (disea de su profundidad). Los periodos de tiempo de los tsunamis van de unos pocos minutos a una hora. La energía del tsunami depende más del área del levantamiento vertical del agua. El poder destructivo del tsunami esta ligado más a su longitud de onda que a su altura. Una ola de 10m de altura, pero de corta longitud de onda produce menos daño que un tsunami de pocos metros de altura, pero de una longitud de altura más importante. La diferencia, para una misma altura de ola, es la cantidad de agua que le sigue atrás.

Para simular el comportamiento de la amenaza de tsunami en la costa cercana a la ciudad de Tulum, más específicamente de su zona hotelera, se realizaron los cálculos para profundidades menores, es decir, profundidades cercanas al litoral, y así poder representar los posibles niveles de inundación de acuerdo con la altura que alcanzaría de la ola en la costa cercana (tabla 82).

Tabla 81. Velocidad de propagación, longitud de onda y altura de ola tsunami en función profundidad del litoral de para la ciudad de Tulum

Profundidad costa [m]	Velocidad de propagación (V)		Longitud de onda (L)		Lugar del evento		Altura de ola (A)	
	km/h	m/s	Tiempo (minutos)	L (km)	Profundidad del Mar Caribe (m)	Run up	Altura en el mar [m]	Altura en la costa [m]
1100	374	104	25	93	2200	1.2	2	2.4
1000	357	99	30	119	2100	1.2	2	2.4
900	338	94	35	141	2000	1.2	2	2.4
800	319	89	39	159	1900	1.2	2	2.5
700	298	83	45	174	1800	1.3	2	2.5
600	276	77	50	184	1700	1.3	3	3.9
500	252	70	55	189	1600	1.3	3	4
400	226	63	60	188	1500	1.4	3	4.2
300	195	54	65	179	1400	1.5	3	4.4
200	158	44	80	159	1300	1.6	3	4.8

Fuente: Elaboración propia.

Como ya se ha comentado, el tsunami viaja más lento cuando menor es la profundidad del agua (tabla 82). En altamar el tsunami puede alcanzar velocidades como las de un avión (900 km/h aproximadamente) y disminuye cuando conforme se acerca a la costa (36 km/h). La distancia entre sus olas en altamar puede ser 20km a 300km y cercana a la costa solo de decenas. Puede alcanzar la costa en intervalos regulares variables entre 5 y 60 minutos. Estas oscilaciones pueden durar desde varias horas hasta días, dependiendo del tamaño del tsunami (IGN, 2021).

Un tsunami mayor que en alta mar tenga una altura de ola de 1 metro, puede llegar a tener decenas de metros en aguas someras. Esto hace que en general un tsunami pase inadvertido y no provoque daños a los barcos que están en alta mar y, en cambio, llegue a alcanzar grandes alturas (8 metros, por ejemplo) causando graves daños en la costa.

Ambos cálculos muestran la manera que se puede comportar los factores físicos que componen la amenaza de tsunami para el municipio de Tulum, los cuales pueden servir para el procesamiento y sistematización de datos si el fenómeno llega a presentarse. No obstante, la amenaza de tsunami para el municipio de Tulum es baja, parte de la razón es la falta de zonas de subducción, ya que es el origen general de este peligro es a causa de terremotos submarinos. Las zonas de subducción en la cuenca del Atlántico están sólo a lo largo del borde oriental de la Placa del Caribe y en el borde oriental de la Placa de Scotia en el Atlántico Sur (referir figura de placas). Estas zonas de subducción son pequeñas, no son excepcionalmente activas y explican el porqué de la baja incidencia de tsunamis generados por un terremoto.

Tabla 82. Peligro de tsunamis en México



Fuente: CENAPRED (2019).

El mismo CENAPRED (2019) señala que la gran mayoría de los tsunamis son una consecuencia de los sismos que ocurren en regímenes tectónicos de subducción que se encuentran en el fondo oceánico, siendo en el Océano Pacífico donde se presentan mayormente, especificando al Océano Atlántico como una zona de baja probabilidad de recepción de tsunamis en el territorio mexicano (figura 83).

5.1.3.3. Mapas resultantes de susceptibilidad y peligros ponderados

Los mapas 95 y 96 representan los datos batimétricos correspondientes a las costas del municipio de Tulum y al litoral de la ciudad de Tulum con énfasis en los grados de peligro si esta amenaza llegase a presentarse en su zona hotelera. Los datos batimétricos se obtuvieron de GEBCO Gridded Bathymetry Data Download (<https://download.gebco.net/>). El conjunto de datos batimétricos cuadrículados actual de GEBCO, GEBCO_2022 Grid, es un modelo de terreno global para el océano y la tierra, que proporciona datos de elevación, en metros, en una cuadrícula de intervalo de 15 segundos de arco (un arco de segundo equivale aproximadamente a 30m). Permite descargar datos en formato GeoTIFF con cobertura global.

Figura 95. Mapa de batimetría de la costa de Tulum



Fuente: Elaboración propia con base en General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO, 2022) <https://download.gebco.net/>

Figura 56.- Peligro por Tsunamis en la costa de Tulum



Fuente: Elaboración propia con base en General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO, 2022): <https://www.iidb.gov.net/>

En un sistema de alerta, para poder avisar a tiempo a la población de la llegada de un tsunami cuya generación ya se haya confirmado, estas cartas constituyen un recurso muy útil.

Actualmente el Centro de Alerta de Tsunami del Pacífico (PTWC, por sus siglas en inglés) con sede en Hawái emite las alertas de tsunamis para los países del Pacífico, desde 1960. Rusia también cuenta con un centro de alerta de tsunamis para eventos cercanos, que posteriormente derivaron en otros dos centros que participaban en el de Naciones Unidas del Pacífico para tsunamis lejanos.

Por otro lado, Francia creó el Centro de Alerta de Tsunamis de la Polinesia, zona principalmente afectada por tsunamis lejanos. Este centro de alerta siguió la misma metodología que el PTWC, con el que colaboraba monitorizando el nivel del mar y la sismicidad.

Después del tsunami de 2004 en Sumatra, la comunidad internacional encomendó a la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO coordinar la creación de un sistema de alertas en el océano Índico. En su 23ª reunión (21-30 de junio de 2005), la Asamblea de la COI decidió oficialmente crear el Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Océano Índico (ICG/IO-TWMS), en el Atlántico Nororiental y el Mediterráneo y Mares Adyacentes (ICG/NEAMTWS) y el ICG contra los Tsunamis y otras Amenazas Costeras en el Caribe y Regiones Adyacentes (ICG/CARIBE-EWS).

Con la creación de los distintos centros de alerta en estos mares se consigue información necesaria para todos los posibles países afectados por un tsunami.

Los sistemas de alerta de tsunami están basados principalmente en redes de sismómetros y estaciones de medición del nivel del mar que envían datos en tiempo real a los centros de alerta nacionales y regionales. El análisis de estas observaciones permite a los centros confirmar o recivar una alerta o aviso de tsunami.

En 1995 la Agencia Oceánica y Atmosférica Nacional de los Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés) desarrolló un nuevo sistema de detección en alta mar utilizando unas boyas de información y evaluación de tsunamis en el fondo marino, denominadas DART por su acrónimo

inglés. Estas boyas reciben los datos de un sensor de presión instalado en el fondo marino el cual es capaz de detectar incluso un pequeño tsunami que pase sobre él.

Otro novedoso sistema de detección que está desarrollando Japón se basa en colocar estaciones sísmicas en el fondo del mar unidas mediante cables de fibra óptica.

Cuando se detecta un tsunami potencialmente destructivo, las autoridades nacionales de cada país han de decidir si procede emitir una alerta pública de tsunami y una orden de evacuación.

Finalmente, la magnitud de los efectos de un tsunami en áreas costeras va a depender de una serie de factores físicos y de la existencia o no de poblaciones. La llegada de un tsunami a las costas se manifiesta por un cambio anómalo en el nivel del mar, generalmente se presenta un aumento o recogimiento previo de las aguas; esta última situación suele dejar descubiertas grandes extensiones del fondo marino. Posteriormente, se produce una sucesión rápida y acentuada de ascensos y descensos del nivel de las aguas, cuya altura puede variar entre uno y cuatro metros; sin embargo, se han registrado casos puntuales en que las olas alcanzaron alturas superiores a los 20 metros.

5.1.4. Inestabilidad de laderas

5.1.4.1. Metodología

De acuerdo a Terzagui (1950, cit. CENAPRED, 2021), la estabilidad general de una ladera depende de factores internos y externos, y su análisis se realiza a partir de la definición de las fuerzas actuantes y de las fuerzas resistentes.

Por su parte, González de Vallejo, et al. (2002), los factores condicionantes para este peligro son los que dependen de su propia naturaleza, estructura y forma de terreno (tabla 84). Por otra parte, también se encuentran los factores desencadenantes, es decir, factores externos que provocan o desencadenan la inestabilidad de laderas (tabla 84), los cuales pueden ser:

Tabla 83. Factores influyentes en la estabilidad de laderas

Factores condicionantes (internos)	Factores desencadenantes (externos)
Geología y Litología	Cargas estáticas (peso de edificaciones o edificios, u otro tipo de cargas como rellenos, escombros, paso de vehículos pesado)
Estructura geológica (discontinuidades del terreno)	Cargas dinámicas (movimientos sísmicos, naturales o inducidos, y a las vibraciones producidas por voladuras cercanas a la ladera)
Condiciones hidrogeológicas y comportamiento hidrogeológico de los materiales (gradientes hidráulicos, arroyos y erosión, superficial o interna)	Cambios en las condiciones hidrogeológicas (precipitaciones y acciones antropicas, cuando se realizan excavaciones inadecuadas sin criterios geotécnicos)
Propiedades físicas, resistentes y deformacionales	Factores climáticos (luz, sequía, heladas, actividad volcánica)
Tensiones naturales y estado tenso-deformacional (explotaciones mineras y excavaciones profundas 50 m o más)	Variaciones en la geometría
	Reducción de parámetros resistentes (actividad humana: sobrecargas, fugas de agua, uso de suelo)

Fuente: Elaborado con base en González de Vallejo, et al (2002).

Asimismo, como ya se ha mencionado la susceptibilidad de laderas depende de las propiedades del terreno (los factores internos), las cuales indican que tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que pueda ocurrir la inestabilidad, se refiere solamente a los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes (factores externos), como sería el caso de la precipitación o la sismicidad.

Se propone para el municipio de Tulum, como en otros instrumentos de planeación (Atlas de Riesgo para municipios de Benito Juárez y Felipe Carrillo Puerto), una metodología para estimar cualitativamente la amenaza de deslizamiento de laderas, apoyada en la asignación de valores numéricos a cada uno de los factores influyentes, según sus atributos. Esta metodología empírica es de naturaleza cualitativa y está basada en la metodología propuesta por Suárez (1998) y modificada por Moral (2014), incorporando a la anterior modificaciones y criterios más amplios a la hora de estudiar los factores de susceptibilidad en el municipio.

Este procedimiento se basa en la asignación de valores numéricos a cada uno de los factores condicionantes según sus propiedades. Tales factores reúnen aspectos topográficos, geotécnicos, históricos, geomorfológicos y ambientales (tablas 85, 86 y 87). Estos datos se despliegan en las tablas indicadas para poder hacer el cálculo de la calificación para cada indicador correspondiente. Posteriormente, en función de la suma total de las calificaciones asignadas, se establecen cinco grados para la amenaza de deslizamiento de laderas, desde muy baja hasta muy alta (tabla 88). No obstante, los valores obtenidos solo deben considerarse indicativos y deberán revisarse periódicamente.

Tabla 84. Factores topográficos e históricos.

FORMAIO PARA LA EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS				
I. FACTORES TOPOGRÁFICOS E HISTÓRICOS				
Factor	Categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación suma A B C
Inclinación de los taludes (pendiente)	Más de 45°	2.0	Estimar el valor medio.	
	30° a 45°	1.8		
	15° a 30°	1.0		
Altura	Menos de 30°	0.5	Denivel entre corona o fondo de la cañada.	
	Menos de 50 m	0.6		
	50 a 100 m	1.2		
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	Más de 200 m	3.0	Resacas verticales de laderas.	
	100 a 200 m	1.6		
	Más de 200 m	3.0		
No se sabe	No se sabe	0.2		
	Algunos sumeros	0.4		
No se sabe	Si, incluso con fechas	0.6		

Fuente: Suárez J., (1998) y Moral, L. (2014).

Tabla 85. Factores geológicos y geotécnicos

II. FACTORES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS				
Factor	Categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación suma A B C
Tipo de suelo o rocas	Suelos granulares medianamente compactos o sueltos. Suelos que se saturan con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.	1.5 a 2.5	Vulnerables a la erosión; o suelos de consistencia blanda.	
	Rocas metamórficas y poco a muy indometamórficas.	1.2 a 2.0		
	Suelos arcillosos consistentes o limosos limos compactos	0.5 a 1.0		Multiplicar por 1.3 si está agrietado
Espesor de la capa de suelo	Rocas sedimentarias (calizas, areniscas, conglomerados, etc.)	0.3 a 0.6	Multiplicar por 1.2 a 1.5 según el grado de meteorización.	
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita, tobas, etc.)	0.2 a 0.4		Multiplicar por 3 a 4 según el grado de meteorización.
	Menos de 5 m	0.5		Revisar cortes y cañadas; o lora, recurrir a exploración manual.
Espesor de la capa de suelo	5 a 10 m	1.0		
	10 a 15 m	1.4		
	15 a 20 m	1.8		

Fuente: Suárez J., (1998) y Moral, L. (2014).

Tabla 86. Factores geomorfológicos y ambientales.

III. FACTORES GEOMORFOLÓGICOS Y AMBIENTALES				
Factor	Categorías	Atributo relativo	Observaciones	Calificación suma A B C
Evidencias geomorfológicas de "huellas" en laderas contiguas	Inestables	0.0	Formas de conchas o de embudo (Bojón).	
	Volúmenes moderados.	0.5		
	Grandes volúmenes fallantes.	1.0		
Vegetación y uso de suelo	Zona urbana	2.0	Considerarse no sólo la ladera, sino también la plataforma en la cima.	
	Cultivos anuales	1.5		
	Vegetación intensa	0.0		
	Vegetación moderada	0.8		
Nivel freático superficial	Área deforestada	2.0		
	Nivel freático superficial	1.0		
Niveles del agua en la ladera	Nivel freático inestable	0.0	Detectar posibles emanaciones de agua en el talud.	
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o la plataforma	1.0		

Fuente: Suárez J., (1998) y Moral, L. (2014).

Tabla 87. Grados de peligro para el deslizamiento de laderas

ESCALA DE VALORES DE LA ESTIMACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD			
Estratificación de la amenaza		Suma de Calificaciones	
5	Muy alta		Más de 100
4	Alta		85 a 100
3	Medio		70 a 85
2	Bajo		50 a 70
1	Muy bajo		Menos de 50

Fuente: Suárez J., (1998) y Moral, L. (2014).

5.1.4.2. Memoria de cálculo

Cálculo de la susceptibilidad de laderas para el municipio de Tulum

Se llevó a cabo una serie de geoprocursos para este análisis, con base en las metodologías de Suárez (1998) y Moral (2014), que consistió en la combinación de capas de información para obtener los parámetros a medir. Asimismo, se contó con la información histórica proporcionada por el personal de la Dirección de Protección Civil del municipio.

FACTORES TOPOGRÁFICOS E HISTÓRICOS

Para representar la topografía del terreno del municipio de Tulum se obtuvo del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) – INEGI el Modelo Digital del Terreno (MDT) o Modelo Digital de Elevación (MDE). A partir de este modelo se crearon diferentes capas de información para su utilización en posteriores análisis.

Pendiente

La pendiente del terreno identifica el gradiente o tasa de cambio en el valor z desde cada celda de la superficie del modelo raster a partir de los ocho vecinos más próximos de la celda central (3 x 3). El rango de valores en la salida depende del tipo de unidades de medida. En este caso la pendiente calculada se expresa en grados. Posteriormente, se reclasifican estos valores para obtener el primer indicador "Inclinación del talud" (tabla 85) de acuerdo con estas 5 categorías: 1) menos de 15°; 2) 15° a 25°; 3) 25° a 35°; 4) 35° a 45° y 5) más de 45° a las cuales les corresponde los pesos relativos de 0.5, 1.0, 1.4, 1.8, y 2.0 respectivamente (tabla 33). La mayor inclinación de la pendiente se encuentra en un rango de 14.5°, ya que todo el territorio municipal es llano con muy poca altitud como se puede observar en la figura 97. En su mayoría la pendiente no sobrepasa los 5° (en líneas amarillas), son mínimos los puntos que superan los 15°, estos se localizan en los montículos que se observan al Sur y Este del territorio municipal.

Figura 97. Mapa de pendientes municipio de Tulum



Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo Digital de Elevación obtenido del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, INEGI).

Orientación

A través de procesos geospaciales con imágenes de satélite, específicamente del Modelo Digital de Elevación (DEM), se obtiene una capa raster que visualiza simultáneamente la orientación y la pendiente de una superficie. La orientación puede pensarse como la dirección de la pendiente. Los valores del raster de salida serán la dirección de brújula de la orientación, representada por un tono (color). Se representa Se en grados positivos de 0° a 360°, medido en sentido horario desde el norte. Es decir, una orientación a 0° significa que la pendiente está orientada al Norte, de 90° orientada al Este, 180° orientada al Sur y 270° orientada al Oeste, lo que significa que identifica la dirección de pendiente descendente de la tasa máxima de cambio en el valor de cada celda a sus vecinos. La orientación se puede considerar como la dirección de la pendiente.

Para el municipio de Tulum la orientación se encuentra mayoritariamente al Norte con mínima pendiente, a lo sumo variaciones poco significativas (figura 98), ya que más del 80% del territorio se podría afirmar que es una planicie, sin embargo, sobre salen algunas orientaciones de pendiente a 270° en rojo (al Oeste), al Este (90°) y al Sur (180°). Estos cambios se observan al Suroeste y al Este de la región. A partir de este factor y la altura de la ladera (figura 99) se obtiene el desnivel de laderas para prevenir posibles deslizamientos de rocas o de agua.

Figura 98. Mapa de orientación de laderas del municipio de Tulum



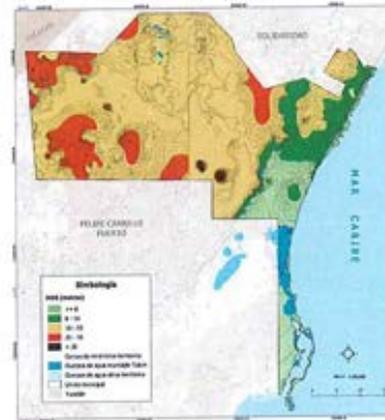
Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo Digital de Elevación obtenido del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, INEGI).

Altitud (elevación)

Se muestran las alturas del terreno a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 – INEGI, con tamaño de celdas de 15m, representa las elevaciones del territorio continental mexicano, mediante valores que indican puntos sobre la superficie del terreno, cuya ubicación geográfica se encuentra definida por coordenadas (X, Y) a las que se le integran valores que representan las elevaciones (Z).

A partir de este Modelo Digital de Elevación (MDE) se identifican desniveles del terreno o el fondo de las hondonadas de Tulum. La zona de estudio tiene una altura máxima de 41 m, localizada en su parte sureste colindando con el municipio de Felipe Carrillo Puerto (figura 99), de la misma manera existen partes muy bajas cercanas al Mar Caribe menores o iguales a 8 metros identificadas con el color verde claro (figura 99). Y una zona también cercana a la costa con altitudes entre 8 y 16 metros. Además, se identifican áreas con altitudes entre los 25 y 33 metros representadas en tonos naranjas en el figura 99. Siendo una zona de planicie cuenta con un promedio de altura aproximada de 18.5 metros.

Figura 99. Mapa de Altitud del municipio de Tulum



Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo Digital de Elevación obtenido del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0, INEGI).

FACTORES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

Tipos de rocas y suelo

En función del proceso de formación de la roca predominante en el municipio de Tulum se pone de manifiesto que el territorio tiene su origen en el Cenozoico entre los periodos Cuaternario y Neógeno, entre las épocas Holoceno, Pleistoceno, Mioceno, Eoceno y Plioceno, con características de rocas sedimentarias las cuales se han formado a partir de la sedimentación de otras rocas o restos orgánicos, dando lugar a depósitos de areniscas, calizas-coquinas, así como lagunares y litorales (figura 100, figura 101 y tabla 89). Las calizas se encuentran en diferentes formaciones como paramos calizos dando lugar a formas tipo dolinas kársticas y cenotes. El tipo de roca caliza-coquina se encuentra en el 95.2% del total del territorio municipal, las cuales están formadas por carbonatos de calcio y magnesio y de conchas, le siguen rocas más antiguas que son también de origen sedimentario y fueron depositadas en ambientes lagunares y marinos, como los litorales, y, por último, encontramos areniscas, las cuales también son rocas sedimentarias clásticas, principalmente compuestas de partículas pequeñas de cuarzo (clastos).

Tabla 88. Formación de unidades litológicas del municipio de Tulum

Table with 5 columns: Era, Periodo, Edad Inicial, Edad Final, Litología. Rows include Quaternario, Neógeno, Paleoceno, Pleistoceno, Mioceno, Plioceno, Eoceno, Oligoceno, Paleogeno, Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico.

Fuente: Elaboración propia con base en las Cartas Geológicas INEGI (2019).

Figura 100. Mapa de Periodos geológicos municipio de Tulum

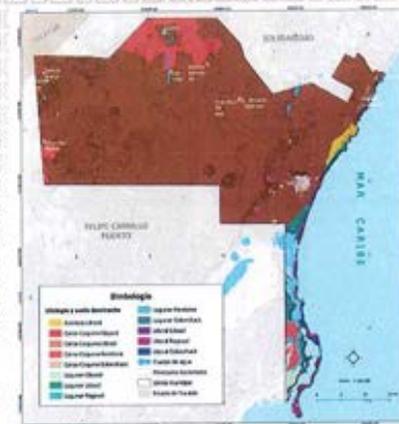


Fuente: Elaboración propia con base en las Cartas Geológicas INEGI (2019); Frago-Servón, et al. (2014) y Atlas Nacional de Riesgo, (http://www.atlasnacionalderiesgo.gob.mx).

A partir de la descomposición de las rocas y cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua y el viento, existen una gran variedad de suelos en el municipio de Tulum. Mencionados a detalle en apartados anteriores (Fase 1). Los suelos predominantes en el municipio de Tulum son los Litosoles los cuales son suelos poco desarrollados que presentan contacto lítico a 30 cm o menos de profundidad.

En algunos casos es posible observar un material graviloso grueso y roca consolidada, producto de la meteorización de esta última. El siguiente tipo de suelo que se localiza de acuerdo con la superficie que ocupa del territorio municipal son las Rendzinas los cuales se desarrollan en entornos ricos en magnesio o calcio, desarrollado en la roca madre calcárea o dolomítica con espesor < 50cm.

Figura 101. Litología y suelos dominantes del municipio de Tulum



Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos vectoriales del Servicio Geológico Mexicano, SGM (2020). Carta Geológica a nivel República a 1:250 000. Códigos litológicos. Servicio Geológico Mexicano. Recuperada de: https://www.sgm.gob.mx/Geovis/Mapas/Mapa/; INEGI (2019). Cartas Geológicas 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México; INEGI (2007). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México.

También se localizan Gleysoles, Solonchaks y Regasoles, los primero son suelos influenciados por el agua, suelos fangosos con exceso de humedad, localizados en zonas bajas y de poca profundidad (<40cm), los segundos también se encuentran influenciados por agua, pero en zonas salinas, con material no consolidado y en lugares estacionalmente inundados, y los últimos desarrollados sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina, suelos más profundos entre 25 a 100 cm (ver mapa Edafología, figura 9, pag. 10). En la figura 101 se muestra la combinación de rocas y suelos dominantes para el municipio de Tulum como uno de los factores que intervienen en el cálculo de la susceptibilidad de laderas.

A partir de lo anterior, se precisa que el espesor del suelo es muy pequeño y homogéneo en toda la zona de estudio, ya que la mayor parte del territorio está cubierta por unidades de Litosoles, son un tipo de suelo con un espesor menor a 10 cm y un volumen total de menos del 20 % de tierra fina sobre afloramientos rocosos International (Union of Soil Sciences, 2008), por tanto, el peso que aporta este factor es el mínimo y es el mismo para todo el municipio.

FACTORES GEOMORFOLÓGICOS Y AMBIENTALES

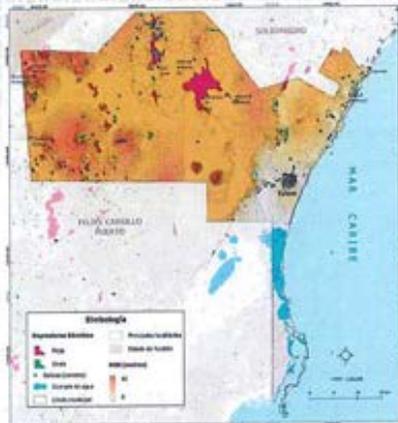
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas

Quintana Roo se caracteriza por ser una planicie con piso rocoso (caliza) con una altitud media de 50 m s. n. m. El municipio de Tulum, por su parte, cuenta con una altitud media de 18 m s. n. m., donde predominan planicies y mesetas kársticas. No obstante, ya que la roca predominante es caliza, debemos tener en cuenta que existen procesos de disolución a largo plazo por la filtración del agua, razón para no construir en este tipo de suelos por su vulnerabilidad. A esto se le conoce como proceso de karstificación, más propenso en rocas carbonatadas como la piedra caliza, la dolomita y otras rocas solubles. Al ser un proceso continuo y en evolución, la disolución modifica la superficie y el subsuelo, mostrando así depresiones geológicas características del karst: dolinas, cuevas y redes de conductos localizadas a través de aperturas subsuperficiales (Hernández, 2019).

La topografía del karst se desarrolla por etapas, la combinación de los procesos de disolución da origen a las dolinas, que pueden presentarse de manera aislada o agrupada; estos procesos igualmente pueden ocasionar depresiones mayores con áreas progresivamente más grandes, originando uvalas y poljes (Fragoso-Servón et al., 2014). Se localizan tan-

to en la superficie como en el subsuelo, por ello el relieve kárstico en Quintana Roo se ha tenido que dividir en dos zonas, el endokarst (en el subsuelo) y el exokarst (en la superficie).

Figura 102. Mapa de dolinas, uvalas y poljes del municipio de Tulum.



Fuente: Elaboración propia con base en las Cartas Geológicas INEGI (2019); Frago-Serván, et al. (2014) y Atlas Nacional de Riesgo, <http://www.atlasnacionalderiesgo.gob.mx> y el conjunto de datos vectoriales del Servicio Geológico Mexicano, SGM (2020).

Por otra parte, la filtración y concentración del agua en suelos de roca caliza, principalmente en el subsuelo, puede dar origen al colapso de una dolina, esto puede exponer la entrada a un sistema subterráneo de cuevas, formándose huecos en el terreno o también por el agua que ha disuelto por completo la roca que subyacente convirtiéndola casi en una gran caverna (Figura 102). Las dolinas (cenotes en la Península de Yucatán) son galerías en sistemas de cuevas subterráneas y conforme a la caída de agua de lluvia que contiene dióxido de carbono se van disolviendo y ensanchando, posteriormente el material de los techos cae por gravedad y se forma la depresión convirtiéndose en cenotes la mayoría de las veces (Hernández, 2019).

Vegetación y uso de tierra

Se realizó una reclasificación a partir de las capas vectoriales de la serie VII de Vegetación y Usos de suelo del INEGI (2018) hasta agruparla en cinco categorías: 1) Zona urbana, 2) Cultivos anuales, 3) Vegetación intensa, 4) Vegetación moderada y 5) Área deforestada, de acuerdo con la metodología de Moral (2014), clases que intervienen en el proceso seleccionado (Figura 103).

La mayor parte del territorio del municipio de Tulum tiene vegetación intensa, principalmente ocupada por selva. Le sigue la vegetación moderada y los cultivos anuales, con mínimas áreas deforestadas. Las áreas cultivadas se localizan cercanas a localidades de Cobá y San Juan al norte del municipio y de Sahcab Mucuy, Chanchen Primero y Chanchen Palmar al Oeste. En las handonadas, se encuentran suelos más impermeables, como los Gleysoles y Solonchak. Estos suelos se encuentran asociados a sistemas o unidades litológicas que quedan sumergidas al menos por una parte del año, es decir, son sitios naturalmente inundables por la impermeabilidad del suelo. Asimismo, existe suelos delgados como son los litosoles. La mayor parte del territorio se encuentra cubierta por selva y vegetación secundaria, con un mínimo porcentaje ocupado por asentamientos humanos y áreas de cultivo, así como pocos cuerpos de agua superficiales, en su mayoría son aguas subterráneas.

Figura 103. Mapa de vegetación y uso de suelo municipio de Tulum.



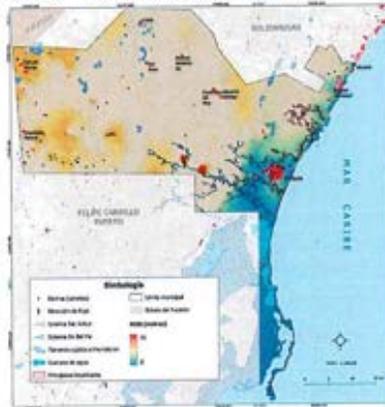
Fuente: Elaboración propia con base en la capa vectorial de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional (INEGI, 2018).

Régimen del agua en la ladera

En cuanto al factor geomorfológico y ambiental, llamado régimen de agua en la ladera, si bien no existen laderas importantes, existe presencia de depósitos de agua, principalmente subterráneos o en su parte baja, al Sureste, cerca a la costa y en su parte Este donde se identifican dos sistemas de aguas subterráneas (Figura 104): sistemas de cuevas subacuáticas Sac Aktun y Ox Bel Ha (GRSS, 2018; Kambelis & Coke, 2016). Asimismo existe terrenos sujetos a inundación cercanos al Área Natural Protegida de la Biosfera de Sian Ka'an.

Como se ha mencionado, el municipio se encuentra sobre planicies kársticas por donde existen corrientes subterráneas las cuales se señalan en flechas rosas (Figura 103). Asimismo, se numeran las depresiones kársticas, dolinas, uvalas y poljes, obtenidas del estudio de Frago, et al. (2014) y del INEGI (2018). Las inundaciones extraordinarias son menos frecuentes fuera del área urbana, sin embargo se pueden encontrar inundaciones permanentes cerca de dolinas (o cenotes) y uvalas, y temporal en los poljes.

Figura 104. Mapa de régimen del agua municipio de Tulum.



Fuente: Elaboración propia con base en las Cartas Geológicas INEGI (2019); Frago-Serván, et al. (2014); SIATL-INEGI (2018); MDE del CEM 3.0, INEGI y Atlas Nacional de Riesgo, <http://www.atlasnacionalderiesgo.gob.mx>.

5.1.4.3. Resultado análisis

Los valores propuestos para calificar los diversos atributos de una ladera en el municipio de Tulum deben considerarse sólo indicativos y deberán revisarse periódicamente para irse actualizando atendiendo a las experiencias de deslizamientos pasadas y los que ocurran en el futuro.

Se realizaron modificaciones a los mapas originales que marcaban las metodologías de Suárez (1998) y Moral (2014), al factor altura se consideró como el desnivel entre la máxima altura y la mínima por zona, antecedentes de deslizamiento no han existido por la topografía del terreno, los aspectos estructurales en formaciones rocosas con pendientes pronunciadas no se han tenido en cuenta por la características de la zona de estudio y los pesos para nivel freático no se evaluaron debido a la falta de información, ya que la extensión geográfica de las regiones hidrológicas del país no es coincidente con los límites territoriales de los municipios (DOF, 2023).

Se procedió a la integración de la información recopilada en un a través de un Sistema de Información Geográfica, llevando a cabo geoprocetamientos para la homogenización y tratamiento de los datos, desde el cual se integró factores topográficos e históricos, geológicos y geotécnicos así como geomorfológicos y ambientales. El resultado de esta superposición de información se muestra en el mapa 30 donde se identifican 4 zonas (Z1 a Z4).

En la tabla 90 se expone el resultado obtenido a partir de las de la metodologías mencionadas y aplicadas al territorio municipal de Tulum (tablas 85, 86 y 87). En ésta, se eliminaron factores que no se manejaron para el cálculo. Los pesos originales han sido multiplicados por 10 para introducirse como número enteros.

- FACTORES TOPOGRÁFICOS E HISTÓRICOS:** El factor pendiente obtenido fue de 0.3 al tener pendientes menores a 15°, que al multiplicarlo por 10 da un valor de 3. El valor para el factor MDT o MDE fue para las cuatro zonas fue de 0.6 por tener una altitud menor a 50 metros, siendo 6 el valor para cada una. En cuestión de antecedentes de la amenaza no se conoce algún acontecimiento para este fenómeno por lo que el valor es 0.3 que multiplicado por 10 es 3.
- FACTORES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS:** En cuanto al factor edafología y litología la Z1 en su mayoría son litosoles y calizas por lo que se le otorgó un valor de 0.5 que equivale a rocas sedimentarias (calizas, areniscas) y el valor alcanzado fue 50. Para la Z2, con roca calizas-coquínas y la identificación de diversas dolinas su valor fue de 0.3 (30). Para la Z3 donde se localizan rocas calizas-coquínas, litótales y lagunares se les dio el valor 1.5 (15). Finalmente, para la Z4 también cuenta con suelo litosoles y redinas, sin embargo, es un área de menor superficie por lo que su valor alcanzado fue 30. Para el espesor de la capa del suelo todas las zonas identificadas son menores de 5 m (0.5), por lo que su valor es de 5.
- FACTORES GEOMORFOLÓGICOS Y AMBIENTALES:** Para estos factores como evidencias geomorfológicas se tomaron en cuenta, las dolinas, uvalas y poljes por zona, para lo cual la Z1 contiene una depresión considerable por lo que se le dio el valor de 10 (1.0), la Z2 por su parte, contiene dolinas, uvalas y poljes, pero de menor superficie, se le dio el valor de 5 (0.5), para la Z3 no contiene evidencias por lo que su valor fue de 0 y la Z4 contiene uvalas y cenotes en menor medida se le dio el valor de 5. En cuanto al factor de Vegetación y Uso del Suelo estos tiene distintos valores relativos los cuales se debieron sumar por polígono, zonas urbanas (2.0), cultivos anuales (1.5), vegetación intensa, este factor tiene presencia en todo el territorio ya que la mayor vegetación corresponde a selva (0.0), sin embargo, este tipo de vegetación es protección natural por eso el valor de cero, el siguiente es la vegetación moderada (0.8) identificada con mayor presencia en las zonas 2 y 4. En cuanto a áreas deforestadas (2.0) ninguna cumple este criterio.
- RÉGIMEN DEL AGUA:** Como ya se mencionó no se tomó en cuenta las variables de nivel freático ya que las regiones hidrológicas del país no son coincidentes con los límites territoriales de los municipios, en cuanto a la última variable depresiones donde se acumula

agua en la ladera o la plataforma se valoraron los cuerpos de agua y los sistemas de aguas subterráneas (1.0).

Tabla 90. Asignación de pesos en cada zona identificada y analizada

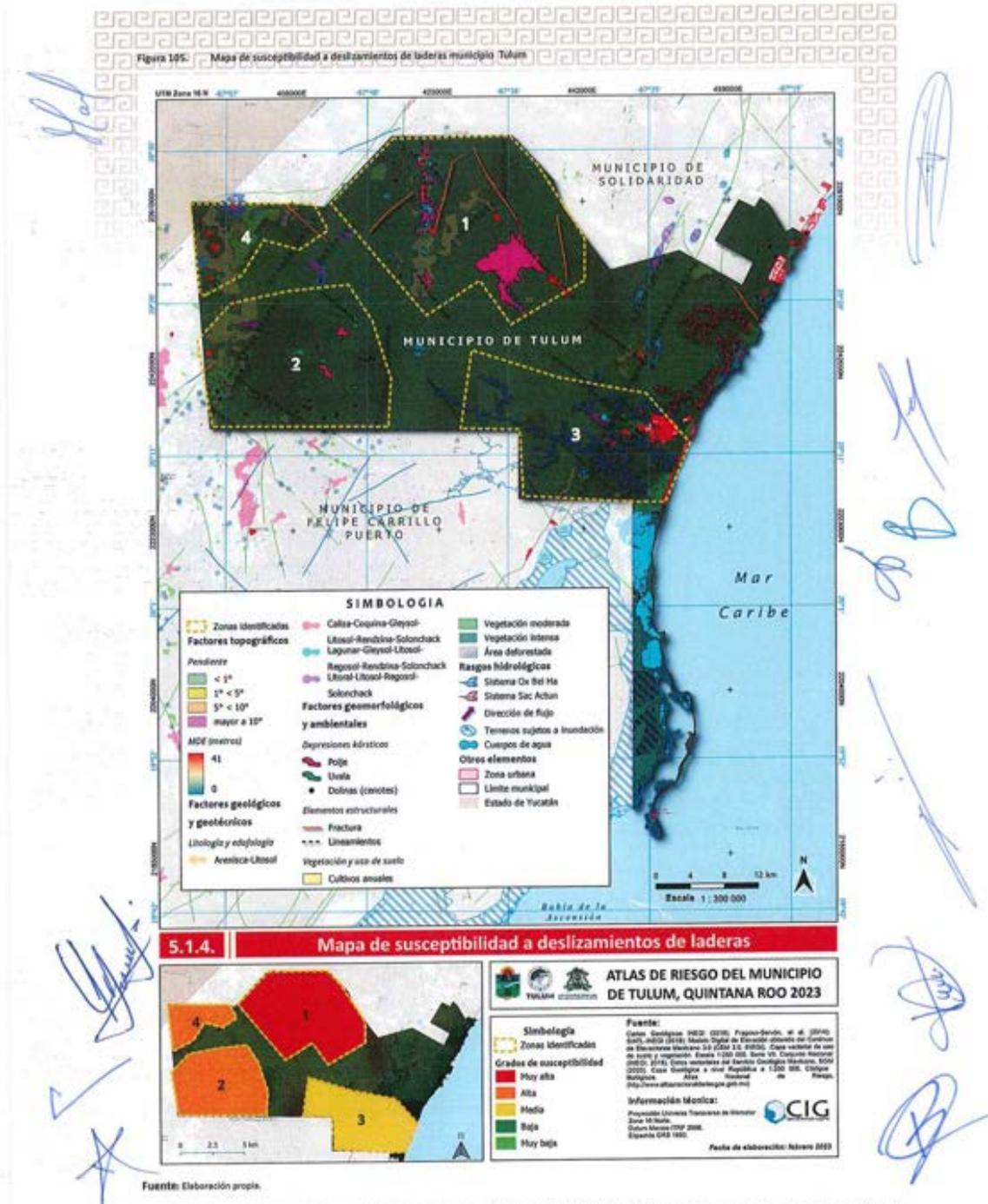
FACTORES DE SUSCEPTIBILIDAD	CATEGORÍA DE DATOS	PESO O ATRIBUTO RELATIVO			
		Z1	Z2	Z3	Z4
Inclinación de las taludes (pendiente)	Pendientes	3	3	3	3
Altura	MDT	6	6	6	6
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	Protección Civil	3	3	3	3
Tipo de suelos o rocas	Edafología y litología	50	30	15	30
Espesor de la capa de suelo	Edafología	5	5	5	5
Evidencias geomorfológicas de "huacas" en laderas conluzas	Dolinas, uvalas y poljes	10	5	0	5
Vegetación y uso de suelo	Vegetación y uso suelo	35	23	35	43
Régimen del agua en la ladera	Terceros sujetos a inundación, cuerpos de agua, cuencas superficiales y subterráneas	0	10	10	0
SUMATORIA		114	87	79	97

5.1.4.4. Mapas resultantes de susceptibilidad y peligros ponderados

A partir de la tabla 90 y la integración de información recopilada en bases geoespaciales se obtuvo el mapa de susceptibilidad a deslizamiento de laderas (Figura 105) tomando en cuenta la calificación de los factores físicos geográficos que se incluyeron.

Como se puede advertir con claridad las diferentes zonas obtuvieron valores con distinta susceptibilidad. Si bien, no existen laderas con altitudes considerables, el factor más importante en las zonas fue el tipo de suelo y rocas. Las zonas de estudio van de valores de susceptibilidad de muy alta a media a sufrir deslizamientos de ladera. Sin embargo, no tan significativos ya que la mayor altitud del municipio es de 41 metros localizada principalmente en la zona tres, asimismo se observa el desarrollo de asentamientos humanos cercanos a depresiones cársticas.

Figura 105. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos de laderas municipio Tulum



3.1.5. HUNDIMIENTOS

La presencia de hundimientos en los territorios es algo que se ha producido durante décadas, sin embargo, debido a la extracción excesiva de agua subterránea durante las épocas de sequía en algunos lugares, los hundimientos se producen más deprisa, poniendo a las infraestructuras de la superficie en un riesgo creciente de sufrir daños.

En el sureste mexicano, específicamente la Península de Yucatán, es caracterizada como zona karstica, compuesta de roca caliza y una gran presencia de fracturas y fallas geológicas. Por lo que esta amenaza es de gran importancia en la región. Los hundimientos son comunes en donde la roca que existe debajo de la superficie es piedra caliza, roca de carbonato, tiene capas de sal o son rocas que pueden ser disueltas naturalmente por la misma circulación del agua subterránea. Al disolverse la roca, se forman espacios y cavernas subterráneas. La aparición de los hundimientos es impredecible porque el suelo se mantiene usualmente intacto, por cierto, tiempo, hasta que los espacios adentro de la tierra subterránea se hacen demasiado grandes para seguir dando suficiente apoyo a la tierra que se encuentra sobre los espacios y cavernas subterráneas para la tierra que se encuentra sobre los espacios y cavernas subterráneas. En estos casos, entonces puede ocurrir un colapso súbito en la tierra. Estos colapsos pueden ser pequeños, como se muestra en la siguiente figura, pero también pueden ser grandes y ocurrir en el lugar en donde se encuentra construida una casa o un camino.

Figura 106. Hundimientos y sacos vacíos

Fuente: Foto 1. UNAM (https://www.gob.mx/secretaria-de-ecologia-y-ambiente-energia-y-clima/acciones-y-proyectos/141788) Foto 2. Centro de Investigación y Estudios de Desarrollo Humano, UNAM (https://www.kid.org.mx/revista/2012-07/141788.html)

Se puede definir a los hundimientos como movimientos de la superficie terrestre en los que predomina el sentido vertical descendente y que ocurren en áreas de muy baja pendiente. Pueden ser inducidos por distintas causas y se pueden desarrollar con velocidades rápidas o lentas según sea el mecanismo que da lugar a la inestabilidad. La causa de los colapsos implica el fallo de la estructura geológica que sostiene una porción del terreno bajo el cual existe una cavidad, lo que puede venir motivado por la disolución de las rocas hasta el límite de la resistencia de los materiales, el vaciado de los acuíferos o en general por el debilitamiento por deterioración física o química de una estructura que alberga una cavidad.

El aprovechamiento de los recursos naturales (actividad minera, explotación de acuíferos) también puede inducir colapsos. Los procesos fluviales pueden ser significativos en la formación de algunos ríos torrenciales superficiales y subterráneos.

En Quintana Roo, los entornos donde se combina la alta presencia de los procesos de disolución y fracturamiento se encuentran en tres áreas diferentes de la siguiente manera, de acuerdo con Fragozo-Serván, et al. (2014):

1) Planicies subhorizontales al norte de Quintana Roo, sobre unidades biotíticas recientes, con vegetación dominante de selva mediana subperiférica, en la cual predominan suelos latosoles o litosoles solos o una gran cantidad de depresiones karsticas.

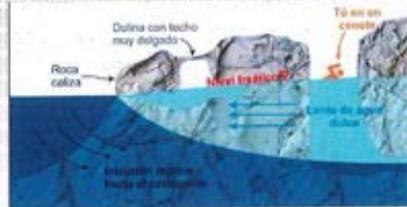
2) Planicies acclinadas del centro-este del estado, con formaciones de la época geológica del Eoceno, donde los suelos dominantes son



[Handwritten blue annotations and signatures on the left margin of the page]

[Handwritten blue annotations and signatures on the right margin of the page]

Figura 111: Formación de dolinas



Fuente: Tomado de Velázquez (2016). Se aprecia el agua dulce sobre el agua salada, se marca el nivel freático. Se puede observar también una dolina que no ha colapsado y otra ya abierta.

Las uvalas por su parte, son la fusión de dos o más dolinas (Figura 111). Depresiones cerradas el lecho de roca o material superficial está compuesto de minerales de carbonato que son propensos a disolverse en agua, se distinguen de las dolinas en cuanto a escala, morfometría y su interrelación. Morfométricamente, las uvalas suelen tener pendientes más suaves que las dolinas y tienen formas más complejas. Los diámetros de las uvalas en el karst de piedra caliza son típicamente 1000-5000 m (Watson et al., 2019).

Por otro lado, los poljes son depresiones extensas con suelo plano y paredes empinadas, pero sin un flujo superficial de salida y localizados principalmente en regiones con topografía kárstica (Figura 111). A veces pueden contener un pantano o un pequeño lago en su interior, y se podrían clasificar en función de su tamaño.

5.1.5.1. Metodología

La identificación del peligro por amenaza de hundimientos implicó la determinación de escenarios desfavorables que pudieran ocurrir, su vulnerabilidad asociada y el cálculo del riesgo sobre el territorio analizado, estos dos últimos se presentan en fases posteriores.

Para el municipio de Tulum la fuente principal de la identificación de formaciones geomorfológicas como las dolinas, uvalas y poljes se tomaron de los resultados de la investigación de Fragoso-Servón, et al. (2014), de las cartas topográficas del INEGI, así como del trabajo de campo desarrollado durante la elaboración del Atlas Municipal de Riesgos de Tulum (2023).

Las zonas propensas a la amenaza de hundimientos se determinaron a partir de la sobreposición geoespacial de capas vectoriales correspondientes a las variables del entorno físico antes mencionadas dando como resultado principal el mapa de susceptibilidad a hundimientos. Lo que permitió observar cuantas áreas son propensas a hundimientos en el territorio municipal, para que posteriormente se calcule la vulnerabilidad y riesgos a su interior sumando las variables de localidades, número de personas, así como infraestructura y vías de comunicación.

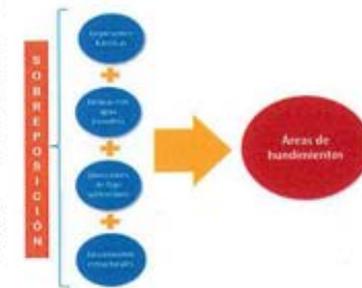
La metodología general de trabajo siguió la técnica de sobreposición y análisis espacial a través de geoprocetos utilizando software especializado, de acuerdo con la metodología propuesta por Hernández (2019) y Hernández & López (2021), la cual se muestra esquemáticamente en la figura 112.

Para obtener las áreas susceptibles al peligro de hundimientos, se sobrepusieron las capas vectoriales:

- Depresiones kársticas con base en Fragoso-Servón, et al. (2014).
- Dolinas con agua (cenotes), también con base en Fragoso-Servón, et al., (2014) y cartas topográficas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2019a).
- Direcciones de flujo de aguas subterráneas (INEGI, 2019b).
- Lineamientos estructurales de la corteza terrestre (fallas y fracturas) obtenidas del Servicio Geológico Mexicano.

Posteriormente, se calculó la densidad de dolinas, partiendo de una malla con celdas regulares de 500 metros por lado (25 hectáreas aproximadamente). Con esa misma malla se calcularon las densidades de los lineamientos estructurales (fallas y fracturas). El procesamiento de datos se realizó a través de la herramienta de análisis espacial "Densidad Kernel"; la cual supone una magnitud por unidad de área a partir de entidades de punto o líneas. El resultado expone las áreas con mayores concentraciones de dolinas kársticas y fracturas geológicas. Sabemos que algunas dolinas se forman por el colapso del techo de una cueva subterránea, por lo que son áreas de mayor susceptibilidad al peligro de hundimientos (Hernández, 2019).

Figura 112. Esquema metodológico para la identificación de zonas de hundimientos.



Fuente: Adaptado de Hernández (2019).

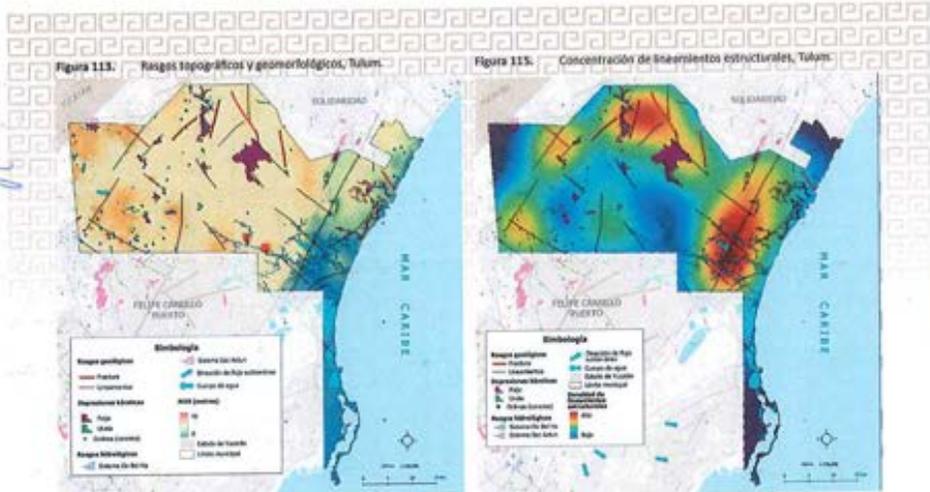
5.1.5.2. Memoria de cálculo

La técnica emplea la sobreposición de capas de información temática corroborada o de fuentes oficiales, a través de un Sistema de Información Geográfica desarrollado con software especializado. Los trabajos base para este estudio fueron el de Fragoso-Servón, et al. (2014); Hernández (2019); Hernández & López (2021) y la metodología empleada en los Atlas de Riesgo para los municipios de Benito Juárez y Felipe Carrillo Puerto en Quintana Roo, ambos realizados en 2018 por el Centro de Información Geográfica de la Universidad de Quintana Roo (UQRIO-CIG, 2018, 2018a).

Siguiendo la metodología descrita se identificaron en primer lugar las depresiones kársticas, posteriormente las dolinas con agua (cenotes), las direcciones de flujos subterráneos y por último los lineamientos estructurales para el municipio de Tulum. Esta identificación se realizó a través de la sobreposición de capas vectoriales usando software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como marco para recopilar, gestionar y analizar datos.

• Primer paso se identificó (Figura 113):

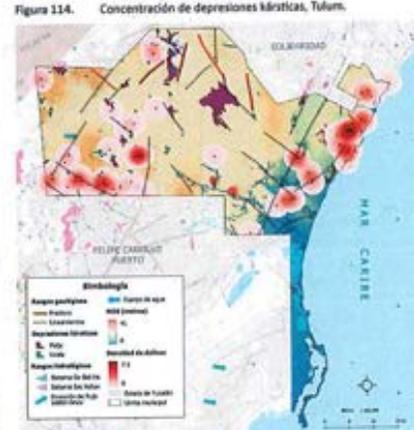
1. Depresiones kársticas
 - n). Uvalas
 - o). Poljes
2. Dolinas
 - p). Cenotes con agua
3. Dirección de flujo subterráneo
 - q). Sistemas de flujos subterráneos
4. Lineamientos estructurales
 - r). Fracturas
 - s). Rasgos físicos del terreno



Fuente: Elaboración propia con base en Fragozo-Serván, et al. (2014); Cartas topográficas INEGI, (2009a, 2019) SGM (2020).

Segundo paso se calculó la densidad de dolinas (Figura 114):

Partiendo de una malla con celdas regulares de 15 metros por lado (225 m²) y una distancia de 2,500 metros el procesamiento de datos se realizó a través de la herramienta de análisis espacial "Densidad Kernel" la cual supone una magnitud por unidad de área a partir de entidades de punto o línea.



Fuente: Elaboración propia.

Tercer paso se calculó la densidad de lineamientos estructurales (Figura 115):

Partiendo de una malla con celdas regulares de 225 m² se realizó el análisis geoespacial de la densidad de fracturas y lineamientos geológicos a través de la herramienta de análisis espacial "Densidad Kernel", la cual supone una magnitud por unidad de área a partir de entidades línea. Con la finalidad de para conocer la actual situación morfológica y geológico-estructural (lineamientos morfoestructurales) identificando su concentración, así como definir probables riesgos existentes en el terreno o medio físico.

5.1.5.3. Resultado análisis

Para identificar las zonas propensas a los hundimientos, se tomo en cuenta a las dolinas con inundación permanente conocidas como cenotes que están en contacto con el manto freático y el adelgazamiento del suelo. También la densidad de lineamientos geológicos (Figuras 114 y 115). En la figura 116 se observan estas zonas identificadas con número del 1 al 4. Donde las zonas 1 y 3 son las de más susceptibilidad a hundimientos (grado alto). La primera se localiza al Sureste del municipio, incluye la zona urbana de Tulum y el Sistema Ox Bel Ha, la segunda, se localiza en Noreste, ambas cercanas al litoral. En la primera se expone una densidad de lineamientos geológicos considerables, en la segunda la densidad se centra en las dolinas localizadas a su interior.

Le sigue en orden de importancia la zona 2, con una susceptibilidad Media, al Norte del municipio, limitando con el municipio de Solidaridad. En esta se muestra una densidad de fracturas considerable, dolinas, la mayor área de depresión kárstica (pojés).

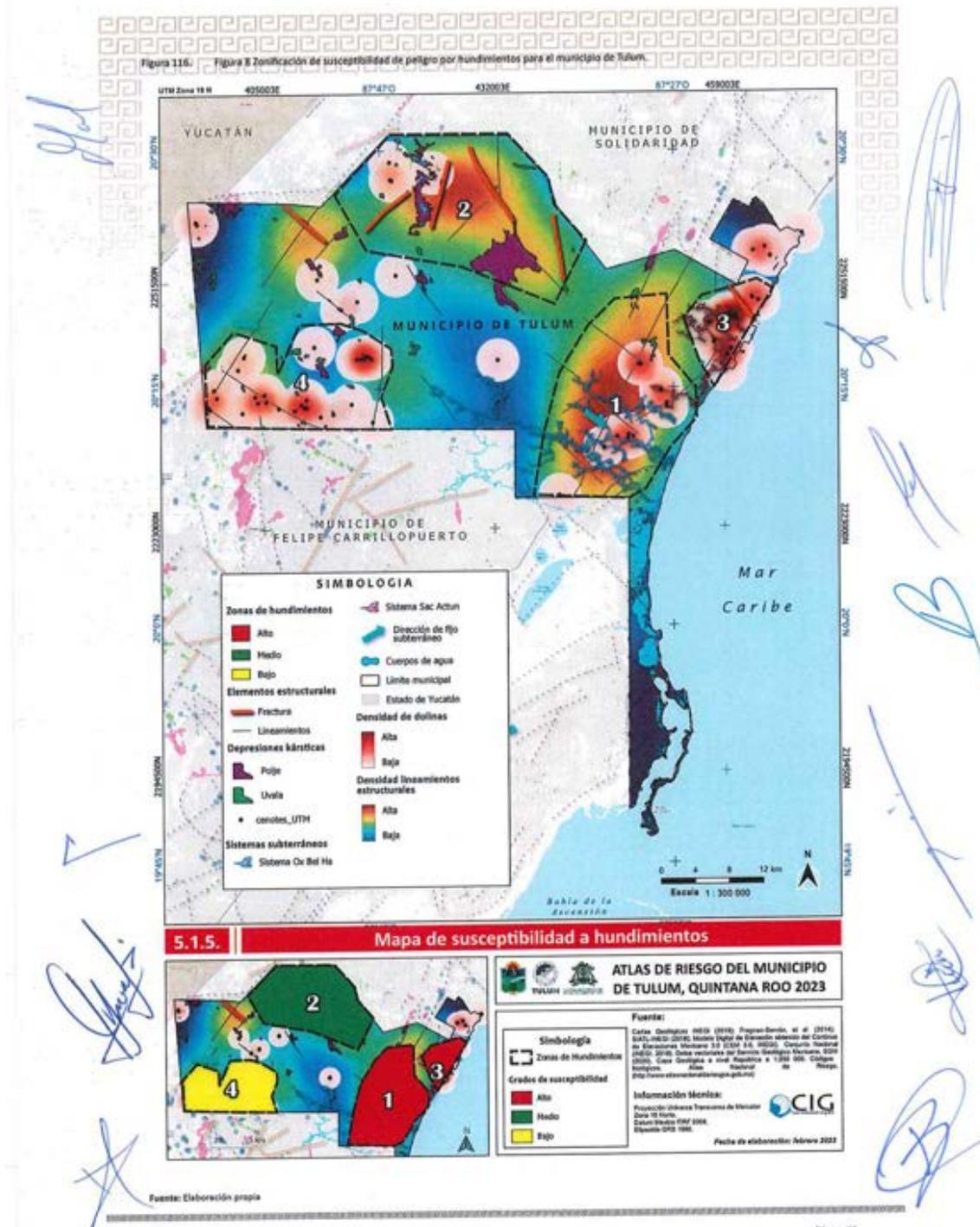
Y por último la zona 4 se encuentra al Suroeste del municipio, la de menor grado, sin embargo, si bien la densidad de lineamientos geológico resulta baja si existe una gran cantidad de dolinas dentro de ella, por lo que, si se una alta concentración. Sabemos que algunas dolinas se forman por el colapso del techo de una cueva subterránea, por lo que son áreas de mayor susceptibilidad al peligro de hundimientos (Hernández, 2019). White (1988) indica que, conocer las formas presentes de las depresiones kársticas como su tamaño y densidad, permite identificar las superficies territoriales con mayor disolución de la roca y por lo tanto el grado de desarrollo del karst.

También se debe tener en cuenta la altitud del terreno, como nos señala Fragozo-Serván, et al., (2014), "en Quintana Roo hay una relación entre la forma de las depresiones kársticas y la altitud: a medida que aumenta la altitud, disminuye la cantidad y el área ocupada por las depresiones kársticas. Las uvalas son las depresiones kársticas presentes en mayor número, seguida por las dolinas y los pojés. Los pojés a pesar de encontrarse en menor número son los que ocupan mayor superficie". El municipio de Tulum tiene una altitud máxima de 41 metros por lo que se debe tener en cuenta esta afirmación.

5.1.5.4. Mapa resultante de susceptibilidad y peligros a hundimientos

Poder identificar a través de la cartografía las áreas de riesgo, es clave en el desarrollo de estrategias de la gestión integral del riesgo con un enfoque de prevención, planificación del uso del suelo y vulnerabilidad del agua subterránea (Hernández, 2019; Kozlakova et al., 2019; Moreno-Gómez et al., 2019, cit. Hernández & López, 2021).

Figura 115. Figura X Zonificación de susceptibilidad de peligro por hundimientos para el municipio de Tulum.



5.1.6. Subsidiencias

Existen diferencias entre la amenaza y riesgo de subsidiencias y hundimientos, los primeros son descensos lentos y paulatinos de la superficie y los segundos, movimientos verticales repentinos del suelo (Hernández & López, 2021).

La subsidiencia es un fenómeno geológico que no suele ocasionar víctimas mortales, aunque los daños materiales que causa pueden llegar a ser cuantiosos (Hernández, 2019). Existen diferencias entre el peligro de subsidiencia y colapsos o hundimientos, los cuales se definen como:

- Subsidiencias: descensos lentos y paulatinos de la superficie del terreno.
- Colapsos o hundimientos: movimientos verticales repentinos del suelo.

Para zonas kársticas, como el municipio de Tulum, los factores físicos del terreno a considerar para la elaboración de mapas de susceptibilidad a subsidiencias son la litología, el grado de karstificación, propiedades geomecánicas de los materiales, factores hidrogeológicos y climáticos. El fenómeno natural de subsidiencia puede influir en la destrucción física y daños de viviendas, invasión del agua sobre las tierras bajas adyacentes al mar, cambios en el gradiente que afecta al flujo de agua, averías en tuberías de pozos de petróleo y agua, así como pérdida y filtraciones de acuíferos.

Los programas y proyectos de abastecimiento de agua no son por lo general planificados en función de la capacidad de respuesta del medio geológico. Una extracción mayor que la recarga, cuantificación difícil de calcular, origina debilidades del nivel piezométrico y merman los volúmenes disponibles (Rodríguez-Castillo & Rodríguez-Velázquez, 2006).

Por lo que se buscan fuentes alternativas sin considerar efectos colaterales de la "inadecuada" explotación acuífera como la aparición de la subsidiencia, que se expresa como hundimientos diferenciales del terreno. Esta se asocia comúnmente a la sobreexplotación de acuíferos, aunque no necesariamente, ya que tiene que ver más con la presencia de acuíferos que con la sobreexplotación. Las velocidades de esta diferencia o pequeños "hundimientos" sobre el terreno son de varios milímetros a varios centímetros por año generando la compactación de los terrenos, proceso que va acompañado de la aparición en la superficie de fracturas algunas por su extensión son llamadas localmente "fallas" (Rodríguez-Castillo & Rodríguez-Velázquez, 2006).

La subsidiencia del terreno es un riesgo natural que afecta a amplias zonas del territorio causando importantes daños económicos. Puede deberse a numerosas causas como la disolución de materiales profundos, la construcción de obras subterráneas o de galerías mineras, la erosión del terreno en profundidad, el flujo lateral del suelo, la compactación de los materiales que constituyen el terreno o la actividad tectónica.

De acuerdo con Rodríguez-Castillo & Rodríguez-Velázquez (2006) en ciudades afectadas por subsidiencia es difícil discernir en qué grado la componente de la extracción de agua subterránea está induciendo los hundimientos. También señala que en el Altiplano Mexicano el número de pozos agrícolas supera hasta en dos órdenes de magnitud a los urbanos, lo que se refleja en los volúmenes extraídos. Esta extracción de agua subterránea para uso agrícola podría contribuir en la subsidiencia urbana.

Específicamente para el municipio de Tulum cuyo relieve se encuentra compuesto por una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por un físico kárstico, ligeras pendientes descendente hacia el oriente y hacia el norte hasta el nivel del mar, con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones, conformadas por elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste (INEGI, 2002). Su explotación al acuífero

2 Formación geológica capaz de almacenar agua, pero cuya conductividad hidráulica es relativamente pequeña, por lo que transmite con lentitud el agua que contiene en sus poros y la cede tan lentamente que no puede por sí misma abastecer debidamente los pozos, aunque permite una recarga de acuíferos (<https://www.riego.org/glosario/acutardo/>).

se centra en su capital por medio de 7 pozos ubicados en la parte occidental a unos 7 km de la población y 9 km de la costa. Además, se tienen registrados 14 pozos preferentemente para uso de servicios, y para uso agrícola se tiene registrado un solo pozo (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007).

Por lo que la amenaza de subsidiencia se encuentra evidente dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial. Sin embargo, la circulación natural del agua en el subsuelo es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga.

Desde la porción noroeste, se origina el flujo, el agua circula hacia el sureste y hacia el este buscando su salida. Por tal motivo, se presta especial atención en las zonas donde los procesos geomórficos han formado conductos de disolución para conformar los denominados "ríos subterráneos" que dan origen a cavernas y domos subterráneos, los cuales atraviesan principalmente en su parte sur y el norte de la zona de estudio, cuya formación originada por la acción geoquímica del agua con el contacto de los carbonatos y bicarbonatos del subsuelo, hace que sean la parte más susceptible a subsidiencias, hundimientos y contaminación (Gobierno Municipal de Solidaridad, 2007). Las investigaciones en curso han señalado que los sistemas de ríos subterráneos que se localizan cerca de la ciudad de Tulum podrían ser de los más largos del mundo, principalmente Sac Actun en la parte sur y Ox Be Ha en su parte Norte (Morroy-Rios, 2022).

Desde el punto de vista geológico - geofísico, las fuentes de incertidumbre para el municipio de Tulum se encuentran en el tipo y grado de evolución del relieve, el modelado de las vertientes y su forma, y la geología local que rigen la formación del escurrimiento superficial y subterráneo, el movimiento de las pequeñas laderas y el transporte y deposición de sedimentos (Molerio, 2020).

No obstante, para el municipio de Tulum la subsidiencia no se presentaría por causas de obras subterráneas o galería mineras o la actividad tectónica, ni siquiera por sequía del manto acuífero, ya que son mínimas estas actividades. Sus mecanismos desencadenantes serían principalmente por: construcciones sobre cavernas y áreas kársticas. Por tal motivo, y como una de las actividades que pueden favorecer el peligro de subsidiencias, se tomaron en cuenta la localización de bancos de materiales, donde la extracción se concentra en los agregados pétreos, siendo la entidad uno de los principales productores de caliza a nivel nacional (SGM, 2020).

El fenómeno de subsidiencia puede acelerarse con la precipitación que se filtra al subsuelo, ya que el agua de lluvias abundantes no logra ser drenadas suficientemente rápida, por eso, esta amenaza se puede clasificar a través de dos procesos: por disolución o por erosión (Hernández, 2019; Hernández & López, 2021).

El primero, se observa cuando la concentración de roca tipo caliza, se disuelve con mayor facilidad, principalmente, por el flujo de agua de las corrientes subterráneas, pero también a medida que el agua de lluvia cae y se infiltra en el sistema de aguas subterráneas y encuentra rocas carbonatadas como la piedra caliza, puede comenzar a disolver la caliza. El segundo, se dar por el flujo de corrientes subterráneas que conlleva a la erosión de la roca caliza, es decir, al adelgazamiento de la superficie terrestre.

Este se considera el tipo más común de colapso repentino, el que rara vez destruye grandes áreas, sino que se concentra en pequeñas zonas, mucho más visibles en localidades urbanas (Nelson, 2016; Ávila-Olivera, 2005, cit. Hernández & López, 2021). Este tipo de subsidiencia también se asocia a terrenos palustres y humedales que sufren de erosión natural, o donde se concentran suelos no consolidados como resultado de los sedimentos depositados por las inundaciones periódicas de arroyos y ríos, así donde existen daños estructurales por la activación de fallas.

5.1.6.1. Metodología

La amenaza de subsidencia hace referencia al hundimiento paulatino de la corteza terrestre, continental o marina. Es únicamente la manifestación de mecanismos superficiales de deformación. En cuanto a la actuación antrópica, se debe tener en cuenta la situación de labores mineras, características mecánicas de los materiales y las variaciones del nivel freático, como la sequía.

Todas estas causas se manifiestan en la superficie del terreno mediante deformaciones verticales que pueden variar desde pocos milímetros hasta varios metros durante periodos de minutos hasta años.

De acuerdo con Molerio (2020) muchas de las catástrofes provocadas por el fallo de las obras o infraestructura se deben a errores de diseño asociados a un conocimiento incompleto o impreciso de los problemas geológicos e hidrológicos del sitio, lo que se traducen en errores de proyección, construcción, operación y mantenimiento (Figura 117).

Figura 117. Deformaciones verticales del terreno



Fuente: Tomado de (Carey & Witt, 2006).

Tomás, et al. (2009) señala, citando a Prokopovich (1979), que existen, desde el punto de vista genético dos tipos de subsidencia: endógena y exógena. La primera hace referencia a aquellos movimientos de la superficie terrestre asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas, vulcanismos, etc. El segundo se refiere a los procesos de deformación superficial relacionados con la compactación natural o antrópica de los suelos. Algunos tipos de subsidencia que estos autores exponen se muestran en la tabla 91.

Tabla 90. Tabla 1. Tipos de subsidencia: endógena y exógena

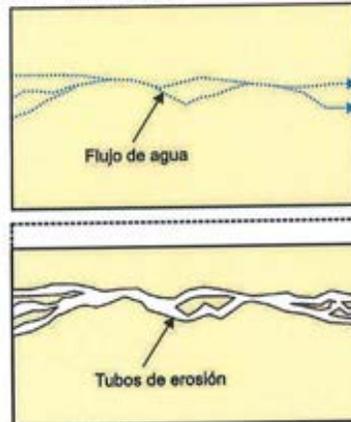
Per disolución subterránea	En sal
	En yeso
	En rocas carbonáticas
Por construcción de obras subterráneas o galerías mineras	
Por erosión subterránea (tubificación o piping)	
Por flujo lateral	Rocas salinas
	Arcillas
	Por carga
	Por drenaje
	Por vibración
Por compactación	Por extracción de fluidos
	Por hidrocompactación
Residual	

Fuente: Tomás, et al., (2009).

La composición litológica del municipio de Tulum con rocas carbonatadas como la piedra caliza, compuestas principalmente por el mineral de calcita (CaCO₃), son muy susceptibles a la disolución por el agua subterránea durante el proceso de meteorización química (Nelson, 2016 cit. Hernández & López, 2021). Asimismo, en el municipio existen afluentes hídricos, no tanto a nivel superficial, pero sí subterráneo o afluentes intermitentes, que, aunado a su litología y edafología, podrían indicar dónde existen suelos menos compactos y delgados, siendo susceptibles a deformarse por el proceso de erosión.

El agua, en su recorrido horizontal por el terreno, moviliza partículas de suelo generando una serie de canales que pueden desencadenar colapsos de terreno. El fenómeno es conocido como tubificación o "piping" (Figura 118).

Figura 118. Tubificación o "piping"

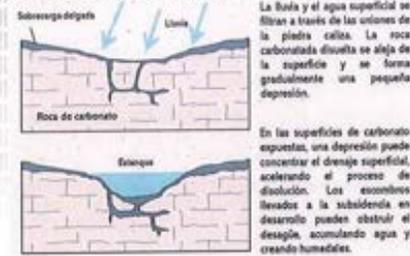


Fuente: Tomás, et al., (2009).

Como se ha comentado en párrafos anteriores, la mayor parte del suelo del municipio de Tulum está compuesto por rocas calizas de carbonato, las cuales son solubles en agua bajo determinadas condiciones pudiendo llegar a generar grandes sistemas de huecos interconectados entre sí cuya deformación, y colapso, en caso extremo, generarían una subsidencia con carácter localizado. Por otra parte, se podría presentar la subsidencia por erosión subterránea, la cual se produce por un proceso mecánico de arrastre de partículas de suelo causado por el flujo de agua subterránea.

A partir de lo anterior, se identificaron zonas de subsidencia por disolución o por erosión (Figuras 119 y 120), examinando procesos interconectados contrastados con elementos geográficos naturales, como litología, edafología, morfología, hidrología, flujos subterráneos, además de la red de drenaje de las cuencas hidrográficas, la localización de los sistemas de ríos subterráneos reconocidos (Sistemas Sac Actun y De Bel Ha) y de los terrenos sujetos a inundación. Así como las zonas de explotación de bancos de caliza, que estén en operación o no, ya que desgastan el subsuelo, que involucra la fractura de la roca, por la extracción y trituración de esta.

Figura 119. Subsistencia por disolución



Fuente: Elaborado con base en Land Subsidence in the United States, USGS (https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/sinkholes).

Figura 120. Subsistencia por erosión



Fuente: Elaborado con base en Land Subsidence in the United States, USGS (https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/sinkholes).

El esquema metodológico que se expresa en la figura 121 expone las dimensiones contempladas para la superposición de información. Entre estas están los rasgos geológicos: uvalas, poljes y dolinas más las fallas y fracturas. La litología que incluye el tipo de roca que se encuentran en el municipio: areniscos, litosoles, caliza, coquinas, gleysoles, rendzinas, solonchok, así como rocas lagunares y litorales. Además de la edafología de la región. Rasgos hidrológicos: cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Actividad minera: explotación de bancos de caliza, que estén en operación o no.

Figura 121. Esquema metodológico para la identificación de zonas de subsistencia.

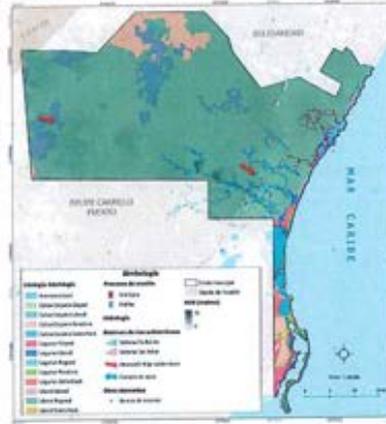


Fuente: Adaptado de Hernández (2019).

5.1.6.2. Memoria de cálculo

Para obtener los resultados y delimitar las áreas propensas a subsistencia en el municipio de Tulum, se realizó un procesamiento de datos similar al realizado para la amenaza de hundimientos, sin embargo, si bien se utilizan los mismos rasgos geológicos preexistentes en el territorio (dolinas, uvalas, poljes, fallas y fracturas), además se incluyen las características geográficas de los rasgos litológicos y edafológicos, para este último se tienen los datos también de erosión del suelo. El primer resultado para este procedimiento es el mapa de rasgos edafológicos y litológicos (Figura 122). A lo que se le suma la localización de bancos de materiales como actividad de extracción minera.

Figura 122. Rasgos litológicos y edafológicos para la identificación de zonas de subsistencia.



Fuente: Elaboración propia a partir de las Cartas Topográficas del INEGI 1:50 000.

Por otro lado, con relación a los rasgos hidrológicos, se incluyen datos de dirección de flujos subterráneos, además de la red de drenaje de las cuencas hidrográficas, las cuales fueron calculadas por medio del Modelo Digital de Elevación del municipio y las zonas susceptibles a inundación.

Con esta elección de elementos naturales más el impacto antropogénico de la actividad minera y la erosión hídrica del suelo, se resaltaron las áreas vulnerables.

Las delimitaciones de las zonas de peligro al fenómeno de subsistencia se derivaron a partir de dos clases: por disolución y erosión.

Sobre el marco de un Sistema de Información Geográfica se aplicó una aproximación metodológica empleando geoprocetos de superposición y el análisis de mapas, se superpusieron las siguientes capas vectoriales:

- Rasgos edafológicos
- Erosión del suelo
- Rasgos litológicos
- Rasgos hidrológicos
- Direcciones de flujo subterráneos
- Bancos de material

Dando como resultado final el mapa de susceptibilidad a subsistencia para el municipio de Tulum (Figura 123).

5.1.6.3. Resultado análisis

En la figura 123, se pueden advertir las siete zonas identificadas como susceptibles al fenómeno de subsistencia para el municipio de TULUM: tres por disolución subterránea y cuatro por erosión.

La subsistencia por disolución se da, principalmente, por la acción de las aguas subterráneas que genera la karstificación, especialmente en rocas extremadamente solubles como evaporitas y carbonatos. Para este fenómeno se identificaron tres zonas por disolución, cerca del litoral y sobre los sistemas de ríos subterráneos, de la misma manera se localizan áreas de inundación y suelos compuestos de areniscas. Cabe recordar que es una región compuesta en su mayoría de roca sedimentaria caliza, con gran flujo de agua subterránea y una red de drenaje con varios afluentes, los cuales hacen su aparición en la época de lluvias, alrededor de seis meses al año, lo que contribuye a este proceso de disolución.

Esta transformación tiene lugar a medida que el agua se mueve a lo largo de fracturas y otras divisiones o aberturas en la roca. Esto da como resultado la disolución de gran parte de la piedra caliza si la reacción continúa durante un largo periodo de tiempo. 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.

Las zonas punteadas en color color (1, 2 y 3) corresponden a subsidencia por disolución, como se ha señalado y que se observan en el mapa-figura 16, la mayor parte del municipio se compone de roca de carbonato de calcio la cual se disuelve con mucha facilidad, principalmente por el flujo de agua de las corrientes subterráneas. Las dos primeras coexisten con flujos subterráneos (Sistemas De Bel Ha y Sac Actun) y lineamientos geológicos, bancos de material fuera de operación, así como alta densidad de dolinas. De éstas, destaca la zona 3 al suroeste del municipio, su litología se compone de roca caliza coquina, compuesta de agregados no consolidados, poco cementados, formados de conchas, esqueletos de corales y fragmentos de estos, que han sido fracturados mecánicamente por procesos naturales, entre ellos la sedimentación. Cuando su resistencia mecánica no es suficiente para soportar el peso de la cobertura, este se fragmenta y se agrieta subsidiendo la cobertura terrestre por flexión o colapso en función de que ésta se comporte de forma dúctil.

La acción del agua de lluvia y de la costa del litoral (especialmente cuando se encuentra acidulada por el ácido carbónico) provoca su disolución, creando un tipo de meteorización característica denominada kárstica. Encontrándose también roca litoral y lagunar las cuales pueden ser modificadas por distintos aspectos: físicos, químicos y/o biológicos.

En la misma figura 123, también se observa en color amarillo las cuatro zonas identificadas con susceptibilidad a subsidencia por erosión subterránea. Para identificar estas zonas se tomaron en cuenta las depresiones kársticas (cenotes, óvalos y poljes) identificadas por Fragoso-Serván, et al. (2014), los lineamientos geológicos, el tipo de roca, las áreas de erosión hídrica, además de la red de drenaje identificada.

En la zona 1, al Sureste del municipio, se observa como la de mayor área de subsidencia por erosión, al incluir dentro de sus límites formas kársticas como poljes y uvalas, fracturas, zonas de inundación y una gran extensión de erosión hídrica.

Le sigue la zona 2, más hacia el Noreste del municipio, donde de la misma manera se advierte una gran área de polje (aproximadamente 30 km²), así como una zona de erosión hídrica y lineamientos geológicos. Lo que puede corresponder a depresiones cerradas generadas por subsidencia kárstica sedimentaria, a partir de un ambiente palustre, es decir, compuesta de sedimentos con un alto porcentaje de materia orgánica producto de la descomposición de plantas y organismos.

Por su parte, en la zona 3, en la esquina Suroeste del municipio, concentra una alta densidad de dolinas, se observan alrededor de 78 cenotes a cielo abierto, además de existir a su interior áreas de erosión hídrica y algunas depresiones kársticas como poljes y uvalas, así como lineamientos geológicos de gran longitud.

La última zona identificada es la 4, la cual se ubica al Noroeste del municipio, un área de poca extensión territorial, sin embargo, en ella se localizan zonas de erosión hídrica, lineamientos y fracturas geológicas, el afluente de mayor extensión de la red de drenaje, y es coincidente con poljes en zona de inundación, esto se debe a que esta depresión kárstica puede llegar a inundarse en forma temporal (o permanente, convirtiéndose en lago), es si el agua acumulada supera la capacidad de desahogue del ponor y de las grietas y sumideros que se encuentran en su recorrido, o si el nivel de las aguas subterráneas se eleva.

Finalmente, podemos señalar que en el municipio de Tulum el fenómeno de subsidencia es favorecida por el adelgazamiento de la superficie terrestre y el flujo de corrientes subterráneas, lo que conlleva la disolución de la roca caliza presente en toda su superficie.

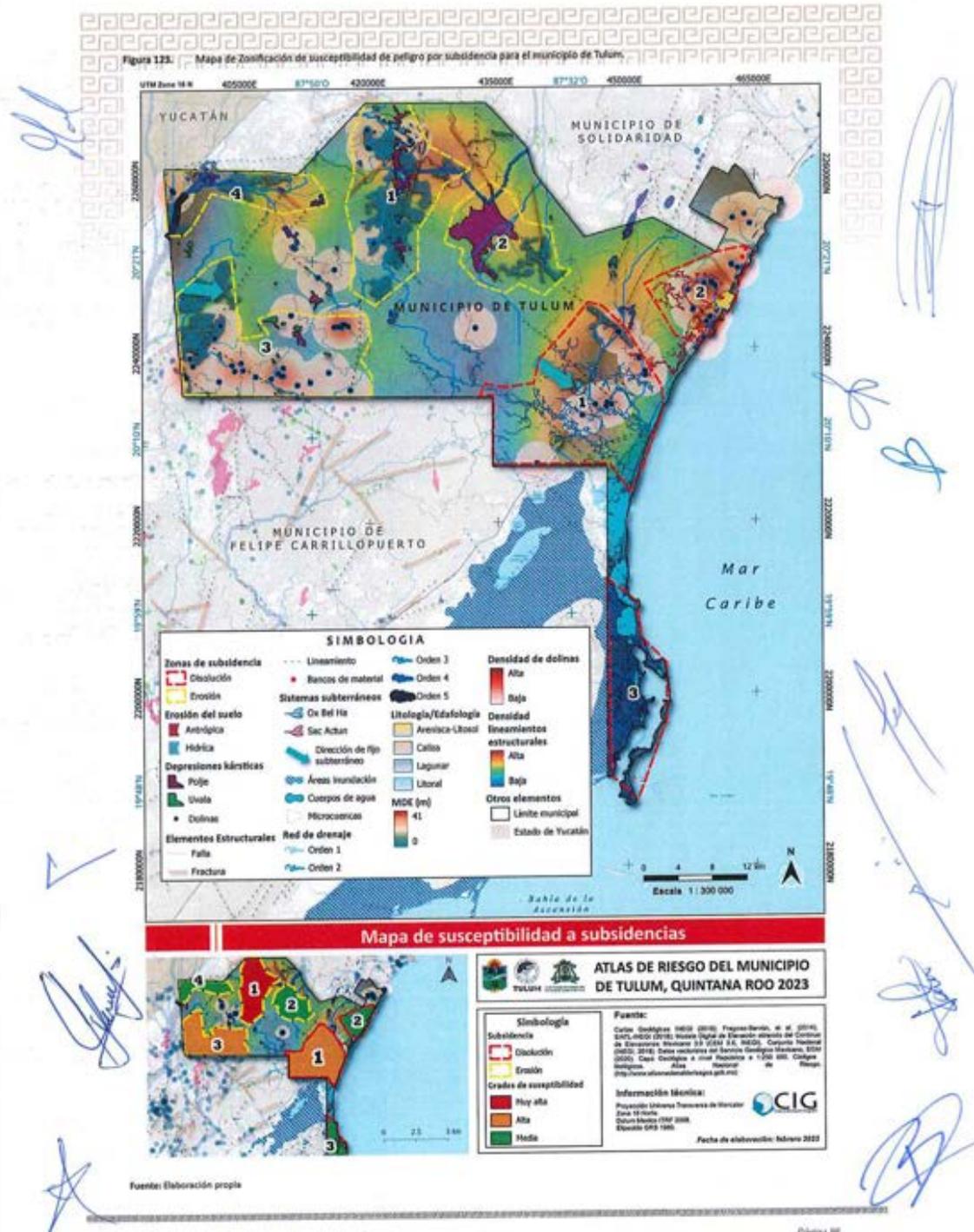
5.1.6.4. Mapas resultantes de susceptibilidad y peligros ponderados

La subreposición de las variables del entorno físico dio como resultado principal la cartografía de peligro a subsidencia (Figura 123). No debemos olvidar que los riesgos geológicos se consideran un parámetro integral para el cálculo del daño probable causado por los procesos geográficos naturales o por la carga antropogénica en los territorios específicos, y también para la infraestructura urbana ya existente o para futuras construcciones planificadas (Menezes, et al., 2020; Kozlakova et al., 2019, cit. Hernández&López, 2021).

Se debe tener en cuenta que, el fenómeno de subsidencia kárstica en las depresiones de fondo plano posee una gran relevancia desde el punto de vista aplicado por los riesgos derivados de su funcionalidad actual. La generación de dolinas por colapso ocasiona graves problemas en las redes de comunicación y de irrigación, así como cuantiosas pérdidas económicas (Gutiérrez y Araujo, 1997).

[Handwritten signature]

Figura 123: Mapa de Zonificación de susceptibilidad de peligro por subsidencia para el municipio de Tulum.



5.1.7. Agrietamientos

Una grieta se define como una ruptura longitudinal de las rocas o el hielo, sin desplazamiento de las porciones que separa, las cuales pueden ser de origen tectónico y no tectónico: Intemperismo, compactación, desprendimiento, deslizamientos, etc. (Lugo, 2011).

Para el Instituto Politécnico Nacional [IPN] (s.l) los agrietamientos geológicos se manifiestan por una serie de grietas en el suelo que se profundizan hacia el subsuelo. Tienen forma alargada y abertura variable de unos pocos a varios centímetros. El conjunto de grietas puede adquirir una forma lineal que puede extenderse por cientos de metros a pocos kilómetros. Suelen manifestarse junto a los fenómenos de hundimientos o socavones, colapsos, corrimientos de tierra y oquedades. Lo anterior, se transmiten a las edificaciones generando cuarteaduras en su estructura y desplomes. De aquí la peligrosidad de este fenómeno en las zonas urbanas.

Las grietas de desecación (poligonales) se forman al desecarse y compactarse los lodos arcillosos o calcáreos ricos en agua de infiltración, es decir, el suelo se compacta al perder agua y humedad en los periodos de sequía, afectando principalmente a suelos arcillosos, dando lugar a grietas de hasta 4 cm de anchura y 1 m de profundidad (figura 124).

Este fenómeno se ve acrecentado cuando se asocia con la práctica de la extracción excesiva de agua del subsuelo, ya sea para uso agrícola, industrial o de agua potable. De la misma forma, se asocia también con la litología aluvial, palustre y lacustre o proximidades de los ríos, lagos, lagunas o esteros.

En la Península de Yucatán y específicamente en el municipio de Tulum, gracias a la abundante precipitación pluvial y a las características topográficas y geológicas del estado de Quintana Roo, el volumen renovable del acuífero es superior a las demandas generadas en todos los usos, inclusive las esperadas a mediano y largo plazo, por lo que este fenómeno no se presentaría al corto plazo por la extracción excesiva de agua potable.

Las grietas, también pueden producirse por sismos, su estudio se emplea para evaluar las características e intensidad de los eventos. Sin embargo, para el municipio de Tulum el fenómeno de sismos es mínima su presencia, los ocurridos son de baja intensidad, por lo que no se consideran como causa de agrietamientos (figura 124).

Figura 124. Ejemplos de agrietamiento.



Por otra parte, las grietas que se producen por eventos volcánicos también han sido motivo de estudio, pues ellas dan indicio de características de los flujos y de los materiales que los conforman, además resulta indispensable considerarlas en los mapas de amenaza volcánica. Un evento volcánico tampoco sería el origen principal de agrietamientos en el territorio.

Resulta difícil predecir con certeza aspectos como el punto de inicio de una grieta, su dirección y profundidad, su interrelación con otras grietas verticales y horizontales, los efectos de las condiciones de contorno en el agrietamiento, el comportamiento ante ciclos de humedecimiento y secado, la velocidad de avance horizontal y vertical, etc. (figura 124).

Como ya se mencionó, en el caso de los agrietamientos por subsidencia, la causa principal es la desecación por extracción de agua subterránea, aunque también en ocasiones la presencia de estructuras geológicas profundas, como son fallas o contactos litológicos en zonas que sufren subsidencia, las cuales crean deformaciones no uniformes y se manifiestan superficialmente como discontinuidades, escalones y grietas.

5.1.7.1. Metodología

La generación y factores del fenómeno de agrietamientos sucede principalmente por tensión en el subsuelo que propicia la abertura de tierra. La cual puede ser generada por:

- Subsidencia del subsuelo.
- Aceleración de la subsidencia por extracción de agua subterránea.
- Un lento y variable corrimiento de tierra, que a la vez es controlado por otros factores.

En la mayoría de los casos de agrietamientos tienen gran influencia de la estructura del subsuelo. Se han identificado los factores que controlan los agrietamientos geológicos. Se pueden conjuntar los siguientes con los ya listados de manera variada (IPN, s.l):

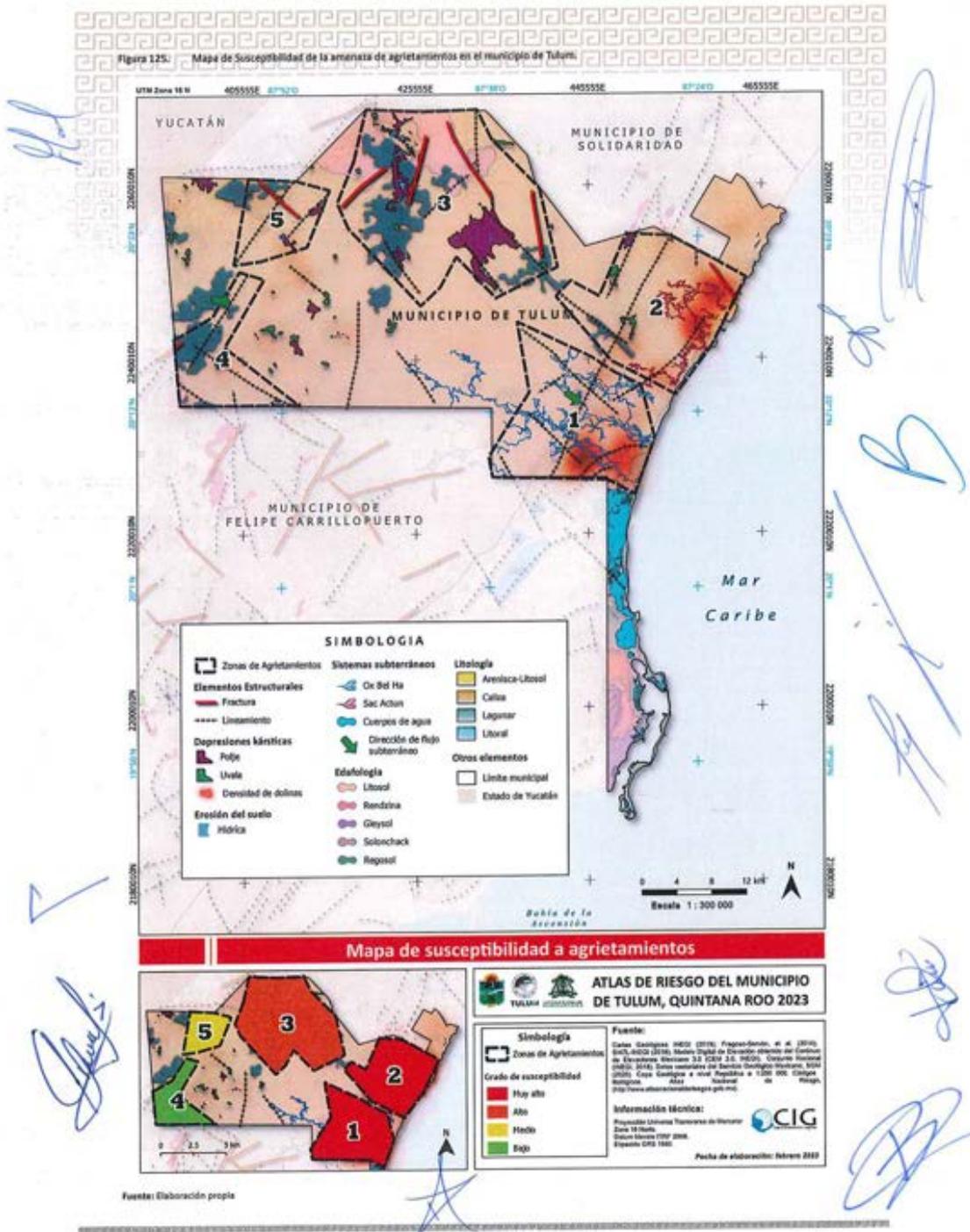
- Subsuelo de baja consistencia mecánica (a partir de la zonificación de valores de velocidad de ondas sísmicas).
- Contenido de agua en el subsuelo (a partir de tomografía geoelectrica y sondeos eléctricos verticales).
- Existencia de una capa firme o roca dura en el subsuelo (A partir de exploración sísmica).
- Infiltración de agua en el subsuelo (A partir de análisis geohidrológico combinado con superficie de capa firme).

Por lo anterior resulta muy importante combinar metodologías geológico-geofísicas en el estudio de agrietamientos. Según lo explicado, es fundamental contar con un método efectivo de exploración sísmológica para deducir la capa firme o dura del subsuelo.

De acuerdo con lo anterior, la naturaleza geológica y el proceso hidrológico, son claves para el desarrollo del agrietamiento. Los depósitos aluviales son el lugar idóneo para la ocurrencia de esfuerzos horizontales (sin naturaleza tectónica). La importancia de este tipo de procesos dentro del terreno municipal radica en que la grietas (fracturas), generalmente discontinuas, ya que facilitan la filtración de agua aumentando la formación de cavernas que vulneran el terreno produciendo condiciones propicias para el hundimiento o colapso del suelo.

Para el análisis, caracterización y evaluación de los niveles de riesgo por agrietamiento para el municipio de Tulum, se tomaron en cuenta las zonas de subsidencia identificadas, dándole mayor énfasis al tipo de suelo, el proceso hidrológico y su naturaleza geológica. De lo anterior se identificaron 5 zonas susceptibles de riesgo (figura 125).

Figura 125: Mapa de Susceptibilidad de la amenaza de agrietamientos en el municipio de Tulum.



5.1.7.2. Memoria de cálculo

Para identificar las áreas propensas a la amenaza de agrietamientos se tomó en cuenta, en primer lugar, los elementos estructurales (fracturas y lineamientos geológicos) y las formas del relieve (depressiones kársticas), calculando la densidad de dolinas identificadas por Fragozo-Serván, et. al (2014), CONAGUA, May (2013) y Amigos de San Ka'an. De la misma manera, se identificó el tipo de roca y suelo, cuerpos de agua, dirección de flujo y sistemas de ríos subterráneos.

Los agrietamientos son indicadores morfológicos y precedentes a fenómenos como asentamientos diferenciales en viviendas, centro educativos y obras de infraestructura básica y hundimientos de suelo, además que pueden afectar terrenos de cultivo. Dentro del área donde se producen los agrietamientos, se observa que la apertura de los suelos no es uniforme, ciertas zonas sufren mayor deformación que otras (Ovella & Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2002).

La litología principal del municipio de Tulum es roca caliza-coquina, la cual cubre casi el 95%. La coquina, es un material fosilífero, sedimentario, que varía en su grado de dureza; su retención de agua depende de su cantidad y tamaño de poros (Estrada-Medina, Valdez, Zanatta, 2008). Estos mismos autores señalan que a coquina suave es menos resistente, esta característica se debe a que se encuentran a una profundidad de 5 a 9 m, lo que hace que almacene más agua y no se filtre, en su interior contiene algunos tipos de fósiles (conchas, caracoles), por lo que presenta mayor fragilidad. Asimismo, cerca del litoral se localiza areniscas combinadas con litosoles, que cuando pasan periodos de sequía se forman grietas anchas y profundas.

A partir de los anterior y de la sobreposición de las capas de información se identificaron cinco zonas susceptibles a la amenaza de agrietamientos. La primera zona se ubica al Sureste del municipio, donde se ubican la capital del municipio en la cual 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, se localiza cercana a la primera, contiene a su interior 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, la mayor en extensión, se localiza al centro norte del municipio, contiene a su interior la mayoría de las fracturas identificadas en el municipio, áreas extensas de erosión hídrica y poljes, así como lineamientos geológicos. Se encuentran edafología de rendzinas, los cuales son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Las grietas pueden aparecer en los periodos de alternancia entre humedad y sequía, es decir al compactarse el suelo y dejar de estar húmedos se agrietan.

Las zonas cuatro y cinco son más pequeñas, con menos localidades a su interior, sin embargo, cuentan con extensos lineamientos geológicos, fracturas y zonas de erosión hídrica.

No obstante, de esta primera identificación, se hace necesario que se consideren estudios específicos donde se incluya la exploración geológica, geofísica y geotécnica en campo, para comprobar y determinar de manera correcta las zonas señaladas e identificar con mayor exactitud la población o bienes expuestos.

5.2. Fenómenos astronómicos

El Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), tiene por objetivo principal el proteger la vida de las personas, principalmente, ante la eventualidad de los riesgos y peligros que representan los fenómenos perturbadores y la vulnerabilidad en el corto, mediano o largo plazo.

Entre los grupos en que se clasifican estos fenómenos, se encuentra los Fenómenos Astronómicos. De acuerdo con DGPC (2020) y la Ley General de Protección Civil (2012) se pueden definir como procesos o propiedades a los que están sometidos los objetos del espacio exterior incluidos

estrellas, planetas, cometas y meteoros. Los cuales pueden interactuar con la tierra, ocasionándole situaciones que generan perturbaciones que pueden ser destructivas tanto en la atmósfera como en la superficie terrestre, entre ellas se cuentan las tormentas magnéticas y el impacto de meteoritos.

De tal manera que, como se señala, en la Ley General de Protección Civil (DOF, 2012), se incorporaron los denominados Fenómenos Astronómicos, a la fenomenología en protección civil, los cuales son definidos según el artículo 2, fracción XX, como "aquellos eventos, procesos o propiedades a los que están sometidos los objetos del espacio exterior incluidos estrellas, planetas, cometas y meteoros. Algunos de estos fenómenos interactúan con la tierra, ocasionándole situaciones que generan perturbaciones que pueden ser destructivas tanto en la atmósfera como en la superficie terrestre, entre ellas se cuentan las tormentas magnéticas y el impacto de meteoritos".

Los fenómenos astronómicos son generadores de potenciales riesgos y que éstos se traducen en daños o pérdidas probables sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador. Considerados riesgos potenciales.

Antecedentes de fenómenos astronómicos en México.

En 2013, un estudio de Lloyds of London predijo que las tormentas climáticas espaciales más extremas podrían afectar a millones de personas, causar muchas pérdidas económicas y además se estima que la recuperación demoraría hasta dos años (Barragán, s.f.).

El clima de la Tierra es primeramente una manifestación de cómo la radiación solar es absorbida, distribuida en el sistema atmósfera-oceano, que posteriormente es irradiada hacia el espacio exterior. La composición atmosférica incide directamente en el balance global de energía, ya que sus componentes reflejan o absorben la radiación solar proveniente del espacio, así como la radiación térmica emitida por la superficie terrestre en diferentes formas (Mora, 2020).

A través de la historia documentada en México ha habido distintos fenómenos de origen astronómico. Desde años atrás se tiene presente el impacto del asteroide de Chicxulub ocurrido hace 66 millones de años que generó un cambio global en el clima y en la biótica, para el caso de efectos del clima espacial debido a la actividad del Sol, mucho se ha hablado de la mayor tormenta solar de la que se tiene registro en la historia de la humanidad, bautizada como Evento Carrington. Este fenómeno, que tuvo una duración de 5 minutos y después se constataría que se trató de la mayor erupción solar, de la que se tiene registro hasta nuestros días.

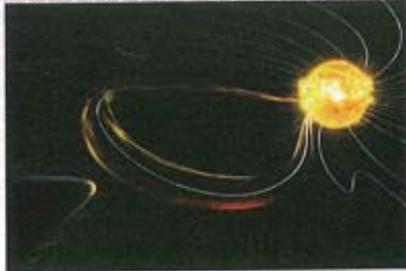
En México hay un trabajo importante que han realizado conjuntamente por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la Agencia Espacial Mexicana (AEM) y el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Actualmente se cuenta con el Servicio de Clima Espacial-México (SCIESMEX) que cuenta con el Monitoreo del clima espacial y Servicio de alerta con un boletín de Clima Espacial (Barragán, s.f.).

Perturbaciones astronómicas

Entre las principales amenazas se encuentran las tormentas magnéticas o geomagnéticas (figura x), que inciden en cambios relativamente sutiles asociados con el clima espacial, y afectan las telecomunicaciones de señales de satélites o instrumentos GPS (Global Position System) en la tierra (Mansilla, 2013).

Por otra parte, también pueden verse afectada la red eléctrica causando grandes pérdidas económicas. Las perturbaciones del campo magnético de la Tierra generadas por el ciclo solar pueden causar pérdidas económicas en diferentes sectores productivos, como sucedió el día 13 de marzo de 1989 cuando se produjo un gran apagón en Quebec (Canadá) con cerca de cinco millones de afectados y pérdidas de unos doce millones de dólares (Tech, 2017).

Figura 126. Tormenta geomagnética.



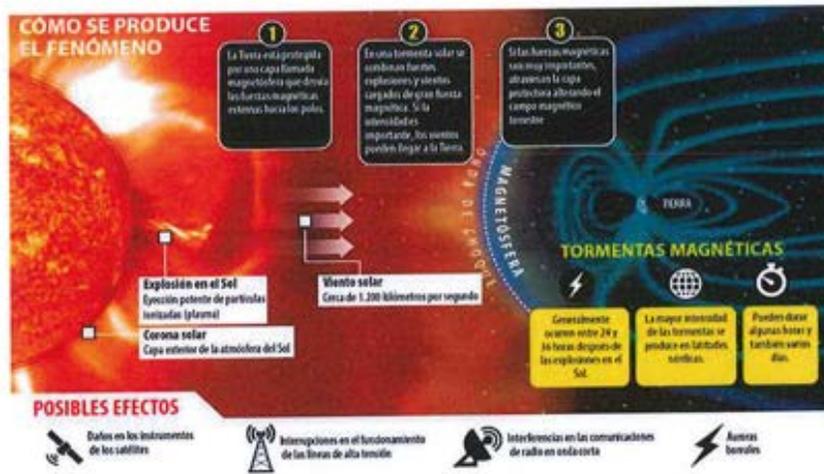
Fuente: <https://nuestroclima.com/lee-humanana-y-las-tormentas-magnéticas/>

De acuerdo con Tech (2017) cuando el viento solar cargado de partículas interactúa con el campo magnético de la Tierra se origina una tormenta geomagnética que es capaz de generar en el subsuelo unas corrientes

eléctricas inducidas geomagnéticamente (GIC) y que son peligrosas para las redes eléctricas y los sistemas conductores (oleoductos, gasoductos, líneas de ferrocarril y otros). Estas corrientes, que son de baja frecuencia y se comportan como corriente continua, dependen de la estructura geológica de la región, de la geología regional y de la conductividad eléctrica de las rocas (Figura 127). No obstante, un resplandor solar de una intensidad alta, si bien no supone un peligro a las personas gracias a la acción de la atmósfera, puede llegar a interferir con los objetos situados en la órbita terrestre, como los satélites responsables, entre otros, de las conexiones GPS (AFP, 2017).

Para el municipio de Tulum, con litología principalmente compuesta de piedra caliza, lo que debe tomarse en cuenta, si se observa un incremento en las temperaturas producidas por una tormenta geomagnética es su conductividad térmica. Teniendo en cuenta, que las características de transferencia de calor de un material sólido se miden mediante una propiedad llamada conductividad térmica, k (o λ), medida en W / mK , medida de la capacidad de una sustancia para transferir calor a través de un material por conducción. La conductividad térmica de la piedra caliza es de $1.3 W / (m \cdot K)$.

Figura 127. Cómo se produce una tormenta geomagnética



Fuente: https://www.tuclimatempo.com/sites/default/files/media_imagen/2017/07/16.jpg

Otra amenaza astronómica para tomar en cuenta es el impacto de meteoritos. Las caídas de meteoritos han provocado profundas transformaciones geológicas y biológicas (Figura 127). La base de datos de impacto terrestre (EID) comprende una lista de estructuras de impacto confirmadas de todo el mundo. Hasta la fecha, hay 150 estructuras de impacto confirmadas en la base de datos (Figura 128). La base de datos fue concebida en su forma más temprana cuando el Observatorio Dominion, Ottawa, bajo la dirección del Dr. Carlyle S. Beals, inició una búsqueda sistemática de cráteres de impacto en 1955.

Meteoro es el nombre científico de una estrella fugaz: que se puede definir como luz emitida en forma de fragmentos, generalmente bastante pequeños, de material cósmico que a veces vemos por la noche, ardiendo en lo alto de la atmósfera terrestre.

Algunos asteroides son muy grandes y causarían una enorme destrucción si alguno golpeará la Tierra, pero su población estimada en nuestro Sistema Solar es bastante pequeña y se cree que más del 90% de estos han sido descubiertos. Ninguno de estos presenta ningún riesgo de impacto actualmente (ESA, 2018).

Figura 128. Mapa de los cráteres de impacto confirmados en la Tierra



Fuente: Imagen: Passi (<https://www.nasa.com/espaio/veorrido-visual-mayores-crateros-impacto-cicabicos-que-meteoritos-dejan-tierra>)

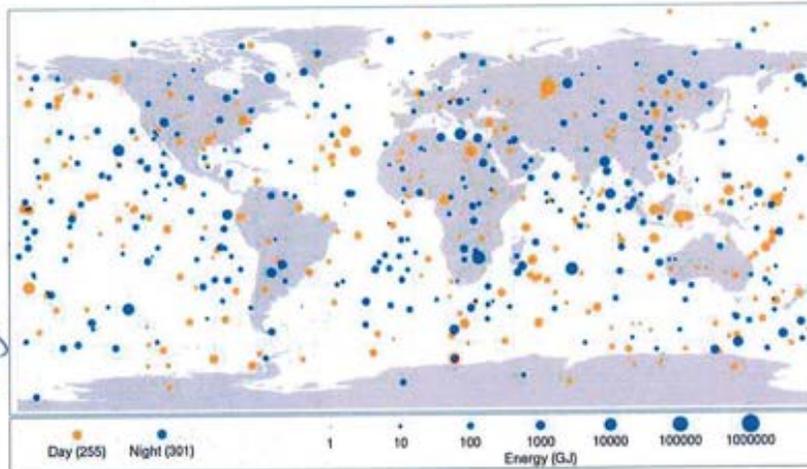
El principal desafío proviene de la población de objetos de tamaño mediano, que van desde decenas a cientos de metros de diámetro. Hay muchos de estos asteroides, y la mayoría aún no se han visto. Cualquier impacto de uno de estos realmente podría dañar una ciudad o un área poblada. Pero si se descubren lo suficientemente temprano, su punto de impacto podría estimarse con un buen grado de precisión y se podrían tomar medidas para proteger a las personas (ESA, 2018).

astroblemas como el resultado del impacto de un objeto —asteroide o meteorito, por ejemplo— contra la superficie de otro sólido de mayor tamaño, como un planeta o una luna. Señala también que alrededor de una vez cada 5,000 años un objeto del tamaño de un campo de fútbol impacta contra la Tierra ocasionando daños de mayor extensión. La NASA ha elaborado un diagrama (Figura 129) con datos recabados entre 1994 y 2013 de pequeños asteroides que golpearon la atmósfera terrestre. La imagen recoge la ubicación de los impactos de objetos de entre 1 y 20 metros y los identifica en función de si cayeron de día o noche.

Por otro lado, la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) define a los cráteres de impacto o

Figura 129. Eventos de asteroides 1994-2013

Bolide Events 1994–2013 (Small Asteroids that Disintegrated in Earth's Atmosphere)



Fuente: <https://www.nasa.com/espaio/veorrido-visual-mayores-crateros-impacto-cicabicos-que-meteoritos-dejan-tierra>.

Si bien, como señala Prego (2022) la meteorización y los procesos geológicos se han encargado de borrar la mayoría de los cráteres de impacto, sin embargo, la superficie de nuestro planeta sigue presentando socavones sorprendentes y de diferentes tipos. Por ejemplo, en la Tierra los científicos diferencian entre estructuras simples, de hasta cuatro kilómetros de diámetro, con rocas de borde levantadas que rodean una depresión con forma de cuenco; y estructuras complejas, de 4 o más kilómetros de diámetro. Se muestran algunos ejemplos significativos en las imágenes siguientes:

Cráter Lonar



Situado en la India, más concretamente en la meseta de Deccan, una enorme lavina de roca basáltica volcánica que dejaron las erupciones registradas hace 65 millones de años, se cree que es fruto del impacto de un meteorito hace entre 35.000 y 50.000 años. Su diámetro ronda los 3,8 kilómetros y alcanza una profundidad de alrededor de 150 metros.

Cráter Pingualuit



El cráter Pingualuit se identificó al norte de Quebec, Canadá, en 1943, durante un vuelo de la Fuerza Aérea del Ejército de los EE. UU. Los expertos localizaron otros 20 estructuras de impacto al este del país. Su diámetro es de 3,4 km y atopa un lago de unos 167 m de profundidad.

Fuente: Prego (2022). <https://www.estata.com/espacio/hectorido-visual-mayores-crateres-impacto-cicatrizes-que-meteoritos-dejan-derra>

Fenómenos astronómicos: ¿Qué son? y su importancia?

La Ley General de Protección Civil (DOF, 2012), en su artículo 20 párrafo segundo, se menciona que para "el caso de los Fenómenos Astronómicos, la Coordinación Nacional de Protección Civil, el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Agencia Espacial Mexicana, trabajarán conjuntamente y en el marco de sus atribuciones, a fin de crear y promover las políticas públicas en materia de prevención o atención de desastres ocasionados por objetos que provengan del espacio exterior".

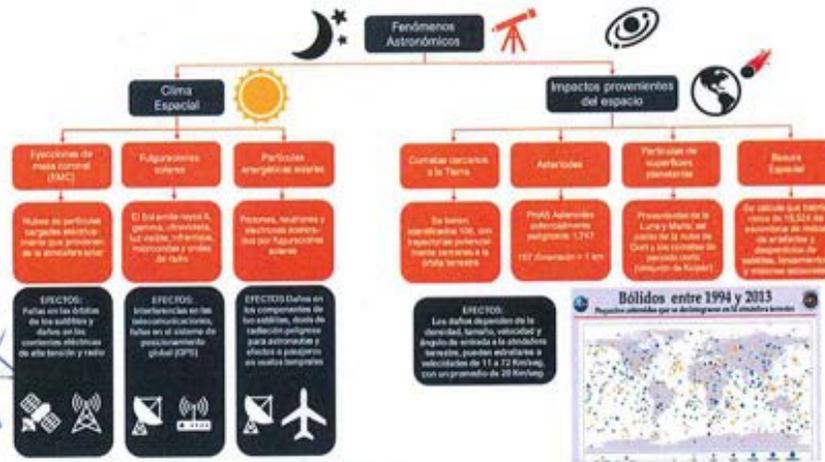
Este tipo de fenómenos astronómicos perturbadores, la vulnerabilidad que como especie y el planeta tiene a la potencial probabilidad de ocurrencia de desastres de enormes magnitudes, en los cuales no se ha profundizado un análisis y estudio para su prevención o atención

a emergencias desde el enfoque de la protección civil. Estos eventos cuyo potencial de generar muertes, daños al medio ambiente, servicios básicos y estratégicos, así como la posibilidad de destrucción masiva no sólo en México sino en cualquier parte del mundo (Mora, 2020).

Los fenómenos astronómicos son agentes perturbadores que se generan por la actividad del espacio exterior y que, al interactuar con la Tierra, pueden llegar a causar desastres (Mora, 2020).

Los fenómenos perturbadores astronómicos pueden clasificarse en función de:

- **Clima Espacial** – relacionado con la actividad solar
- **Impactos provenientes de objetos del espacio**



Fuente: <http://www.agenciaide.com/wp-content/uploads/2020/08/GIRO-1.1.png>

Los fenómenos astronómicos, pueden ser en forma de ráfagas solares, partículas solares energéticas y eyecciones de masa coronal que pueden llegar a causar perturbaciones geomagnéticas, como ya se ha señalado en párrafos anteriores, se producen con regularidad, algunos con efectos medibles en sistemas y tecnologías de infraestructura crítica, como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), operaciones y comunicaciones por satélite, aviación y la red eléctrica.

Los eventos meteorológicos extremos –los cuales podrían degradar significativamente la infraestructura crítica– podrían deshabilitar grandes porciones de la red de energía eléctrica, emisión de vot, datos, telecomunicaciones, la banca electrónica, resultando en fallas en cascada que afectarían a los servicios claves como los financieros, bancarios, de comercio, industriales, el suministro de agua, la asistencia sanitaria y el transporte.

Su importancia entonces radica en lo potenciales efectos a nivel global, nacional o local que pueden causar: Por lo que es política del estado mexicano en materia de protección civil, prepararse para los eventos meteorológicos espaciales para minimizar sus impactos, así como sus entidades o municipios. Por lo que se deben integrar ciertas gestiones a los planes de protección civil municipal:

- Desarrollar la capacidad de monitorear y detectar un evento meteorológico espacial;
- Realizar planes y programas necesarios para alertar a los sectores público y privado para permitir acciones de mitigación para un inminente evento meteorológico espacial;
- Contar con la protección y planes de mitigación, protocolos y estándares requeridos para reducir los riesgos a la infraestructura crítica antes y durante una amenaza creíble y;
- Tener la capacidad de responder y recuperarse de los efectos del clima espacial.
- Las secretarías y agencias deben coordinar sus esfuerzos para prepararse para los efectos de los eventos meteorológicos espaciales.

Estrategia para mitigar los efectos de los riesgos derivados del clima espacial

- Entre las estrategias de mitigación a seguir para los impactos de los fenómenos astronómicos se encuentran los siguientes:
- **Detección:** identificación de posibles eventos y difusión rápida de la alerta.
- **Defensa:** protección de la infraestructura que potencialmente puede ser afectada, ya sea directamente o retrasando o reduciendo los efectos sobre redes y sistemas.
- **Mitigación:** minimizar el posible impacto, mediante la introducción de redundancia en los sistemas, reducción de la dependencia entre sistemas y contención del problema entre sistemas interdependientes.
- **Respuesta:** preparación de actividades diseñadas para potenciar la respuesta rápida y de emergencia ante los posibles incidentes, como la realización de planes y ejercicios o la disposición de equipamiento.
- **Recuperación:** posibilitar la restauración de las actividades comerciales y gubernamentales, de forma rápida y eficiente.

Semáforo de nivel de riesgo: Servicio de Clima Espacial México (SCIESMEX)

Color de Semáforo	Condiciones Necesarias	Nivel y Descripción
Amarillo 2	<ul style="list-style-type: none"> • Atmósfera solar: $M1 \leq 1$ Flujo de Rayos X suaves $< X20$ de lado noche. • Medio interplanetario: Detección de EMC, posiblemente dirigida a la Tierra, con $v0 > 1000$ km/s. Velocidad de viento solar in-situ > 800 km/s. • Magnetosfera terrestre: $7 \leq Kp \leq 8$ y/o $-150 \text{ nT} \leq \text{Dst} \leq -250 \text{ nT}$. • Ionosfera terrestre: Reportes de ionosfera significativamente perturbada de otras regiones del planeta. Posibles auroras boreales vistas en latitudes altas y medias (55°N-45°N). • Rayos cósmicos: Flujo de Rayos X suaves $\leq M8$ 	<p>Precaución</p> <p>Detección de evento intenso, sin afectaciones significativas en México.</p>
Amarillo 3	<ul style="list-style-type: none"> • Atmósfera solar: $M1 \leq 1$ Flujo de Rayos X suaves $< X20$ de lado día. • Medio interplanetario: Se confirma EMC dirigida al entorno terrestre a menos de 0.5 UA de distancia a la Tierra. • Magnetosfera terrestre: $6 \leq Kp \leq 7$ y/o $-250 \text{ nT} \leq \text{Dst} \leq -450 \text{ nT}$ • Ionosfera terrestre: $\text{dTEC} > 350\%$. Posibles auroras boreales vistas en latitudes medias (45°N-35°N) • Flujo de Rayos X suaves $> M8$ 	<p>Alerta</p> <p>Evento intenso con afectaciones en México.</p>
Rojo	<ul style="list-style-type: none"> • Atmósfera solar y Rayos cósmicos: Flujo de Rayos X suaves $\geq X20$ • Medio interplanetario: Detección in-situ de arbo de EMC y/o onda de choque. • Magnetosfera terrestre: $Kp \leq 5$ y $\text{Dst} \leq -450 \text{ nT}$ • Ionosfera terrestre: $\text{TEC} \geq 250 \text{ TECU}$. Posibles auroras boreales vistas en latitudes de México (menores a 35°N) 	<p>Grave</p> <p>Posible evento catastrófico (Carrington).</p>
No Aplica	<p>Cuando las condiciones a reportar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • no se recomienda un semáforo superior o igual a Amarillo 2, • se presenta una cancelación o conclusión de evento. 	<p>No Aplica</p>

Fuente: Aguilar (2021), Sistema de Alerta Temprana de Clima Espacial, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/file/583689/TEMA_8_FENOMENOS_ASTRONOMICOS.pdf

Finalmente, existe una percepción generalizada a esta clase de eventos, suponiendo que este tipo de fenómenos no pasan, o que ocurren con poca frecuencia, quizá una vez en ciertos de años. Sin embargo, a nivel global existen instituciones gubernamentales y académicas que están atentas ante eventuales fenómenos, y es que según especialistas y también en centros de investigación. Si bien, se recopiló información para estos fenómenos de diversas fuentes, es escasa la información relacionada con el tema.

5.3. Fenómenos hidrometeorológicos

5.3.1. Ondas cálidas y gélidas

La cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud. Estas diferencias de radiación originan las variaciones de temperatura. Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de superficies y en función de la altura. La distribución de continentes y océanos produce un efecto muy importante en la variación de temperatura.

Al establecerse diferentes capacidades de absorción y emisión de radiación entre tierra y agua (capacidad calorífica), podemos decir que las variaciones de temperatura sobre las áreas de agua experimentan menores amplitudes que sobre las sólidas.

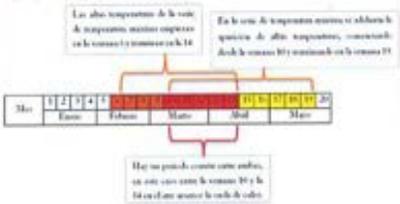
En México, en los meses de la primavera y verano se resaltan las zonas con las mayores temperaturas y el conteo de días con temperatura máxima mayor o igual a 40 °C. En la época invernal, se reportan los descensos de la temperatura que ocasionan las masas de aire frío y el conteo de días con temperatura mínima menor o igual a 0 °C. Las primeras corresponden a las ondas cálidas (OC) y las segundas a las ondas gélidas (OG).

De acuerdo a CENAPRED (2016), en México se han utilizado los umbrales de 30 y 35° C en tres días consecutivos para definir una onda de calor. Por otro lado, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) define una onda de calor cuando la temperatura máxima supera la temperatura máxima promedio en un transcurso de cinco días.

CENAPRED (2016), citando la tesis de Herrera Alanís (2012), identifica varios puntos importantes a considerar, algunos se exponen a continuación:

- Los impactos de las OC se presentan en todos los sectores productivos de la actividad humana (ganadería, agricultura, recursos forestales, salud) e, incluso, en el sector de servicios (agua potable, suministro de energía eléctrica, transporte, etc.)
- Sus impactos en la salud son conocidos desde la antigüedad (enfermedades respiratorias en invierno y gastrointestinales en verano).
- Algunos estudios recientes indican que la mortalidad durante eventos de calor extremos varía dependiendo de la edad, sexo y etnia o población. Factores asociados con el incremento de riesgo son: el alcoholismo, vivir en edificios mal ventilados y el uso de tranquilizantes.
- Las OC se concentran en los meses cálidos de abril a septiembre; sin embargo, se deben analizar los meses fríos, de octubre a marzo, con el fin de observar si ocurren eventos en este período.
- Algunos estudios sugieren que para el estudio de las OC se deben usar más variables climáticas (Steadman, 1984, cit. CENAPRED, 2016) como la humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento, etc., así como variables no atmosféricas (salud, nivel de vida, adaptación psicológica, etc.).
- Otra de las características de estudio de las OC, además de su intensidad, es la duración y el área.
- Las OC no guardan ninguna relación con la sequía.
- Las OC son eventos cíclicos pero aperiódicos.

- Los umbrales relativos son los más adecuados para determinar los efectos de las OC en los seres vivos.
- Por medio de umbrales relativos se observa que las OC son una anomalía de las temperaturas mínimas, ya que inician antes de lo esperado, como se muestra a continuación:



Fuente: Tomado de [Jimenez Espinosa et al., 2016].

En el municipio de Tulum predomina el clima de tipo cálido subhúmedo, por lo que es susceptible a la presencia de ondas de calor. Para identificar las ondas cálidas se analizaron datos de temperatura máximas extremas que se obtuvieron de información Estadística Climatológica administrada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Se utilizaron seis Estaciones Climatológicas de Referencia; dos de ellas ubicadas dentro del territorio municipal, las cuales se muestran a continuación. (tabla 92)

Tabla 92. Información de estaciones meteorológicas.

Clave	Período funcionamiento	Nombre	Longitud	Latitud	Altitud
21025	1964 - a la fecha	TULUM	-87.458	20.225	10
21017	1971 - a la fecha	COBA	-87.737	20.488	5
21027	1971 - a la fecha	SEÑOR	-88.138	19.847	21
21024	1952 - a la fecha	TIHOXUCO	-88.366	20.793	23
21063	1998 - a la fecha	PLATA DEL CARRIZO	-87.077	20.634	9
21069	1978 - a la fecha	CHEMAR	-87.935	20.648	26

Fuente: Proyecto de bases de datos climatológicos, CONAGUA (2022).

Se seleccionaron las estaciones meteorológicas tomando en cuenta períodos de información que cubrieran más de 30 años de datos efectivos, a su vez que se localizaran dentro y fuera de los límites municipales de Tulum. Un total de seis estaciones fueron seleccionados y se localizan como se muestra en la figura 130.

Figura 130. Localización de estaciones meteorológicas.



Fuente: Elaboración propia.

Temperaturas máximas

La temperatura máxima se refiere a la mayor temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y las 16:00 horas. Para cada una de las estaciones seleccionadas se analizaron diferentes períodos de tiempo y la variable a utilizar fue "temperatura máxima extrema". Con esos datos se calcularon los promedios mensuales dando como resultado la siguiente tabla 93.

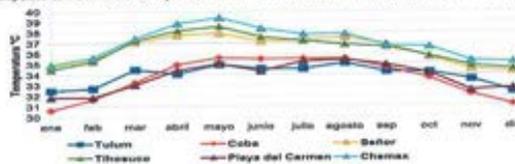
Tabla 92. Promedio de la temperatura máxima extrema mensual registrada en las estaciones meteorológicas, periodo 1964 - 2022.

Clave estación	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
23025	33.49	32.67	34.49	34.07	34.95	34.55	34.54	35.97	35.24	34.19	33.51	32.94
23012	30.69	31.62	33.25	34.38	35.57	35.45	35.47	35.48	34.61	33.63	32.13	31.52
21063	31.85	31.85	33.62	34.42	34.99	34.12	35.24	35.37	34.9	34.11	32.46	32.67
21024	34.49	35.25	37.23	38.14	38.53	37.52	37.16	36.81	36.58	35.71	34.78	34.49
21022	34.74	35.44	37.65	37.73	37.9	37.14	37.27	37.49	36.84	35.82	34.43	34.25
31069	34.34	35.63	37.42	38.81	39.38	38.35	37.77	37.81	36.73	36.57	35.26	35.14

Fuente: Elaboración propia.

La distribución mensual promedio de las temperaturas máximas extremas en cada una de las estaciones analizadas se muestra en la figura 131. Se puede observar que los valores máximos de temperatura rondan los 39°C reportados en las estaciones 23024-Tihosuco y 31069-Chemax principalmente en el mes de mayo. Por otra parte, las estaciones ubicadas en Tulum y Coba muestran valores de temperatura máxima alrededor de 35°C durante los meses de mayo a agosto, por lo que se puede considerar como un periodo de peligroso ante la ocurrencia de ondas de calor en el municipio de Tulum.

Figura 131. Gráfica de Temperaturas máximas extremas promedio mensual de las estaciones meteorológicas seleccionadas, periodo 1964 - 2022.



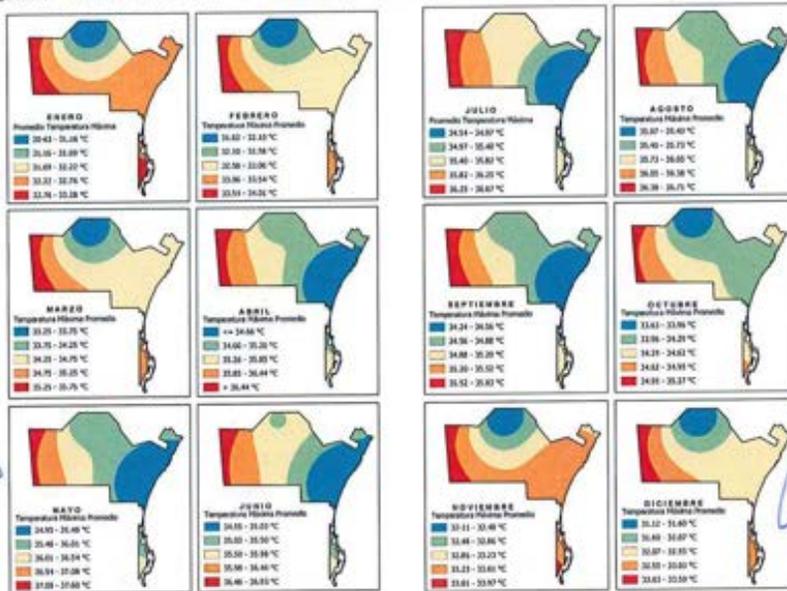
Fuente: Elaboración propia.

El procesamiento de datos se realizó mediante un método de interpolación conocido como Distancia Inversa Ponderada (IDW). Dicho método interpola los datos de una muestra dándole mayor peso a los valores que se ubican más cerca y menos a los lejanos.

Como resultado del método de interpolación, se señalan la distribución espacial de las temperaturas máximas extremas promedio mensuales dentro del municipio de Tulum para identificar zonas y momentos de afectación a la población y permitir acciones de mitigación y prevención sobre grupos vulnerables. De esa manera, se identifica que las mayores temperaturas se registran durante los meses de mayo a agosto alcanzando los 37 °C (Figura 132).

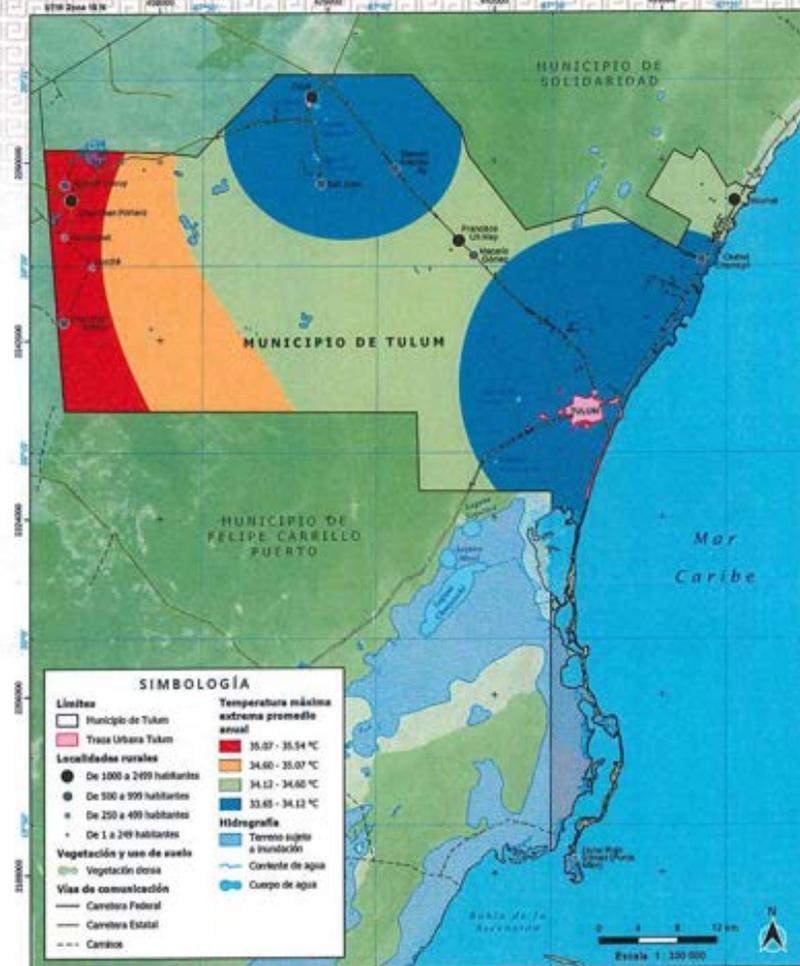
Con base a los valores de temperatura máximas mensuales obtenidos de las estaciones se procede a elaborar un mapa interpolando con los promedios anuales y conocer la intensidad de temperaturas presentes en el municipio de Tulum. En la figura 133 se observa que los valores de temperatura oscilan entre los 33. 65°C a 35.54°C; Distribuyendo las mayores temperaturas hacia el oeste del municipio perturbando principalmente localidades rurales tales como: Chanchen Palmar, Yaxché, Hondzonot, Chanchen Primero y Sahcab Mucuy. Mientras que las zonas cercanas a la ciudad de Tulum y localidad de Coba representan temperaturas por debajo de 34 °C.

Figura 132. Distribución de las temperaturas máximas extremas promedio mensuales para el municipio de Tulum.



Elaboración propia.

Figura 133. Temperatura máxima extrema promedio anual (1964 - 2022)



MAPA DE TEMPERATURA MÁXIMA EXTREMA PROMEDIO ANUAL (1964-2022)



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información técnica:
Proyección Universal Transversal de Mercator
Datum WGS 1984
Elevación GRS 1985

Elaborado por: **CIG**

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente:
Información estadística climatológica, Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
Marco Geoestadístico, Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.
Cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI.
Modelo Digital de Elevación con 5 metros de resolución derivado de sensores remotos satelitales (DEM5).

Fuente: Elaboración propia.

Para manifestar el riesgo, una temperatura corporal por encima de los 40 °C, es muy probable que sea fatal debido al daño causado a las enzimas respiratorias y el sistema termorregulador. La mayoría de las muertes que ocurren por las olas de calor provienen del estrés térmico acumulado (ya sea durante días o semanas), y eso tiene más que ver más con los largos periodos de exposición a un calor moderado (30-35 °C) de las máximas o picos de una temporada. La exposición prolongada a ambientes mayores a los 40 °C causa deshidratación y otros problemas en las personas menores de 5 años y mayores de 65, por lo que se consideran los grupos más vulnerables.

De acuerdo a los análisis de los datos obtenidos, para el municipio de Tulum estas temperaturas promedio anual no se han alcanzado, sin embargo, se pueden identificar zonas con temperaturas máximas mayores a 35 °C. Lo que constituyen las áreas más vulnerables y que afectan a la población.

Es importante mencionar que, el registro de la Dirección de Servicios de Salud informa sobre los casos presentados por temperaturas máximas extremas en el municipio de Tulum dentro del periodo comprendido del 2014 al 2022; se presentaron 2 casos por trabajadores de la construcción y por grupo de edad que oscilan entre los 20 a 39 años.

Tabla 93. Número de afectaciones a la salud provocadas por temperaturas máximas extremas en el municipio de Tulum.

Año	Casos	Defunciones
2014	1	0
2015	0	0
2016	1	1
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	0	0
2021	0	0
2022	0	0

Fuente: Secretaría de Salud del Estado de Quintana Roo

Temperaturas mínimas

Una helada es la disminución de la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno llega a valores de 0 °C o menos, durante un tiempo mayor a 4 horas. Puede provocar pérdidas a la agricultura y afectar a la población; afectando sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que son indígenas (CENAPRED,2014).

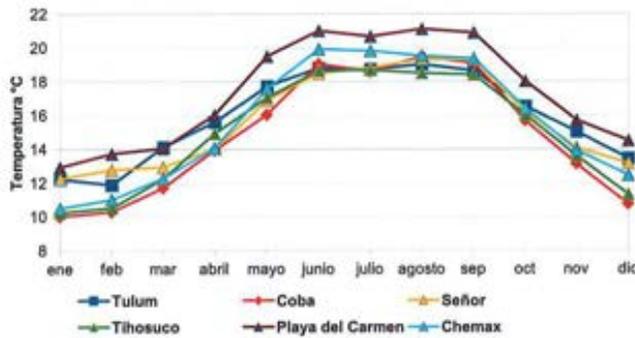
Se utilizó la base de datos de Información Estadística Climatológica para el análisis de las temperaturas mínimas extremas de las seis estaciones seleccionadas y se calcularon los promedios mensuales.

Tabla 94. Promedio de la temperatura mínima extrema registrada en las estaciones meteorológicas (1964-2022).

Clase estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
23025	13.23	11.88	14.33	15.6	17.72	18.78	18.71	19.01	18.83	16.52	15.01	13.42
23012	10	10.26	11.88	13.52	16.04	19.03	18.58	19.47	19.06	15.47	13.11	10.71
23022	12.25	12.77	12.81	14.01	16.88	18.46	18.81	19.31	19.26	16.17	14.07	11.11
23024	10.29	10.51	12.22	14.21	17.05	18.63	18.67	18.49	18.4	16	13.58	11.29
23163	12.81	13.79	14.05	16.01	18.48	21	20.48	21.11	20.89	18.02	15.7	14.48
31009	10.48	11	12.27	14.07	17.58	19.91	19.81	19.51	19.31	16.14	13.91	12.42

La distribución mensual promedio de las temperaturas mínimas extremas en cada una de las estaciones utilizadas se muestra en la figura 134. Se puede observar que los valores mínimos de temperatura rondan los 11°C reportados en las estaciones 23024-Tihosuco y 23012-Coba manifestados principalmente en los meses de diciembre a febrero, mientras que las temperaturas alrededor de los 20 °C se aprecian en las estaciones de 23163-Playa del Carmen y 31009-Chemax durante los meses de junio a septiembre.

Figura 134. Gráfica de Temperaturas mínima promedio mensual para el municipio de Tulum (1964-2022).



Fuente: Elaboración propia.

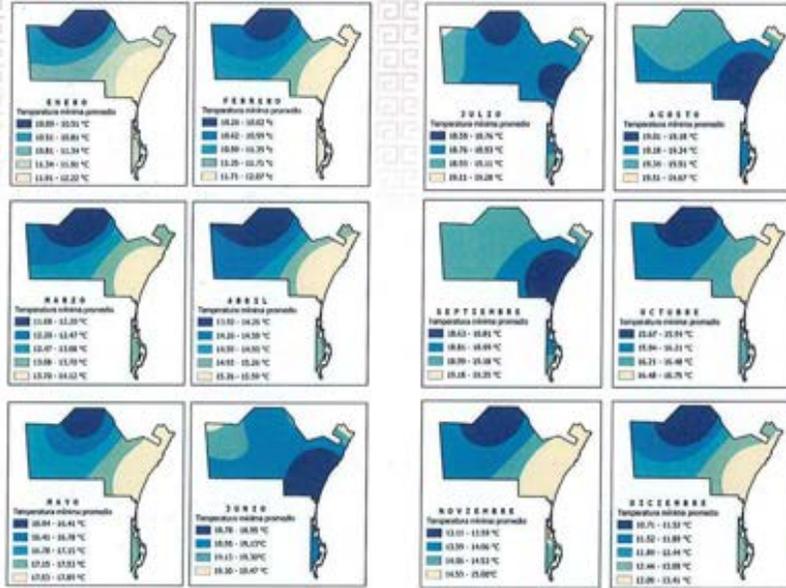
De acuerdo a lo derivado de la interpolación; la distribución espacial de los meses más fríos o con temperaturas más bajas para el municipio de Tulum fueron, de acuerdo al promedio mensual por año contabilizado, los meses de enero y febrero teniendo temperaturas de 10 °C; que luego tienen un ascenso entre los meses de junio, julio, agosto y septiembre para volver a descender en el mes de diciembre. (Figura 133)

Como resultado de la interpolación de los promedios mensuales anuales, se elabora la figura 135 obteniendo temperaturas mínimas que oscilan entre los 14.79 °C a 16.10 °C. En el municipio de Tulum, no se registran temperaturas constantes cercanas a los 0° C, por lo que este peligro es mínimo para su población. Sin embargo, la mayoría de los habitantes que viven en climas templados y tropicales no están acostumbrados a experimentar temperaturas extremas heladas.

En el municipio de Tulum, no se registran temperaturas constantes cercanas a los 0° C, por lo que este peligro es mínimo para su población. Con relación a la anterior, del año 2014 al año 2022, la Dirección de Servicios de Salud registro 0 casos por temperaturas mínimas extremas en el municipio de Tulum.

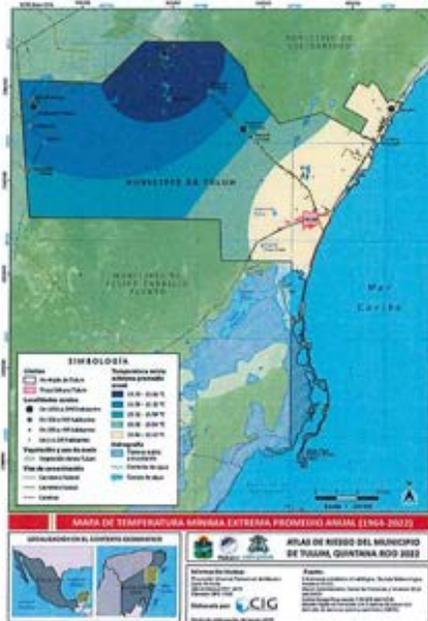
Se pueden identificar las regiones y localidades que pueden ser más propensas a alcanzar temperaturas inferiores a los 15 °C, como son las localidades Coba, San Juan y Manuel Antón Ay. Por otra parte, las temperaturas un poco más elevadas se localizan alrededor de la capital del municipio (Chemuyil y Akumal), posiblemente porque existe más intervención humana que ha urbanizado parte de ese territorio.

Figura 135. Distribución de las temperaturas mínimas extremas promedio mensuales para el municipio de Tulum.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 136. Temperatura mínima extrema promedio anual (1964 - 2022).



Fuente: Elaboración propia.

Atlas de Recursos de Tulum

Página 192

5.3.2. Sequías

La sequía es uno de los fenómenos naturales más complicados y complejos, que a más personas afecta a nivel mundial, tiende a extenderse de manera irregular a través del tiempo y el espacio, sus efectos son acumulativos y pueden permanecer aún después de la culminación del evento (Wilhite, 2000, cit. Nuñez, Reyes, Gadsden, Muñoz y Velasco, 2007). Interpretar la magnitud del déficit de precipitación puede ser un reto, ya que la climatología de la precipitación (por ejemplo, montos anuales y su distribución estacional) se modifica ampliamente entre regiones geográficas y escalas temporales. Por lo tanto, el desafío de la definición de sequía no reside en la medición sin procesar de los datos hidrometeorológicos, sino en la evaluación objetiva de las observaciones.

La Organización Mundial Meteorológica (OMM) señala que la sequía ha ocasionado pérdidas significativas en países menos desarrollados. Las precipitaciones han estado por debajo de la media durante cinco estaciones de las lluvias consecutivas, algo que jamás había ocurrido en los últimos 40 años. En enero de 2023, se estimaba que más de 20 millones de personas se enfrentaban a una grave inseguridad alimentaria en la región, a causa de los efectos de la sequía y otras perturbaciones (OMM, 2023).

Nuñez, et. al. (2007) señala que una amplia revisión de definiciones sobre sequía fue publicada por la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1975, cit. Nuñez, et al., 2007). Que de acuerdo con diferentes autores citados por Nuñez, et al. (2007) la sequía se clasifica en meteorológica, hidrológica y agrícola.

La meteorológica procede de una condición atmosférica caracterizada por un déficit en la cantidad de precipitación que normalmente se presenta en una región y en un periodo de tiempo específico (Guttman, 1999; Komsiscu, 1999; Wilhite, 2000, cit. Nuñez, et al., 2007). A su vez, si este déficit de precipitación se asocia con altas temperaturas, baja humedad relativa y alta radiación solar, se aumentan los niveles de evaporación y transpiración y, por tanto, aumenta el déficit de humedad en el suelo, lo que impide o limita el crecimiento de cultivos; esta etapa se designa sequía agrícola y puede durar uno o varios meses (Quiring y Papakrivakou, 2003; Wu et al., 2004; Narasimhan y Srinivasan, 2005, cit. Nuñez, et al., 2007). Y finalmente una sequía hidrológica ocurre cuando la prolongación de estas condiciones atmosféricas afecta la recarga de cuerpos de agua superficiales y subterráneos debido a la disminución del volumen de escurrimiento e infiltración (Nuñez, et al., 2007).

Este mismo autor señala que la gravedad de una sequía dependerá del grado de reducción en la precipitación, en su duración y su extensión geográfica, así como de la demanda de agua para la permanencia de los sistemas naturales y el desarrollo de las actividades humanas. Un evento de sequía se detecta mediante la disminución de precipitaciones históricamente normales, las cuales puede influir en el estado de los cultivos agrícolas.

Las predicciones para el futuro de las condiciones y frecuencias de sequía bajo un clima cambiante son necesarias para minimizar o prevenir daños potenciales a ecosistemas y recursos hídricos (Mingol, et al., 2021).

Sequía México

Uno de los fenómenos climáticos que más afecta a las actividades económicas del país es la sequía, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se encarga de detectar el estado actual y la evolución de este fenómeno. Para ello se apoya en el Monitor de Sequía en México (MSM) que a su vez forma parte del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM).

El SMN es la Institución oficial del gobierno mexicano encargada de proporcionar información meteorológica (estado del tiempo) y climatológica. Para ello utiliza las redes de observación tales como estaciones automáticas, observatorios sinópticos, radares, estaciones de radio sondeo y estaciones receptoras de imágenes de satélite. Aun cuando el MSM inició en México en 2002 dentro de las actividades del NADM, fue hasta el año de 2014 que adquirió su carácter nacional, lo que le permitió emitir mapas de sequía en escala de tiempo diferente a la mensual, siempre basada en la metodología utilizada por el USDM y el NADM. A partir de febrero de 2014 la emisión del MSM es quincenal.

del Dr. Diego A. Tulum

Sequía intraestival o canícula

Documentado por Orellana et al., 2009 (cit. Estrada & Cobos, 2014), la precipitación pluvial en las zonas tropicales de México por lo general se presenta con régimen de verano. Sin embargo, en la Península de Yucatán puede haber también áreas con régimen de lluvia intermedio o con lluvias uniformemente repartidas con tendencia a presentar lluvias en verano. En todo caso, en la Península de Yucatán, al igual que en una considerable parte de México, Centroamérica y el Caribe, se presenta el fenómeno de la sequía de medio verano, también denominado sequía intraestival, o simplemente, canícula.

La canícula se debe a perturbaciones en la circulación de los alisios. En verano se presenta un sobrecalentamiento del mar en la porción tropical del Pacífico oriental, por debajo de la zona intertropical de convergencia, lo cual debilita el gradiente barométrico y, por ende, disminuye la intensidad de los alisios. De forma concomitante, si se expande la acción del anticiclón del Atlántico, se refuerza este efecto, el que tiene una duración variable año con año. Este sistema es muy sensible a cambios de temperatura en el mar, incluso en décimas de grado. Se esperaría, por tanto, que el efecto del calentamiento global también afecte a este sensible sistema. Lo anterior trae como consecuencia una disminución en la frecuencia y la cantidad de lluvia (Orellana et al., 2009).

Metodología del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para sequía

De los índices que actualmente se utilizan para vigilar la sequía tenemos al Índice Estandarizado de Precipitación (SPI por sus siglas en inglés) también conocido como el Índice Normalizado de Precipitación, uno de los más utilizados en más de 70 países. Este índice fue desarrollado por primera vez por McKee et al. (1993, 1995).

En México el SPI se utiliza para cuantificar las condiciones de déficit o exceso de precipitación para 30, 90, 180 y 365 días. El SPI y los otros índices se despliegan en capas o layers a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y mediante un consenso se determinan las regiones afectadas por sequía. Se emplea una escala de intensidades que va desde anormalmente seco (D0), sequía moderada (D1), sequía severa (D2), sequía extrema (D3) hasta sequía excepcional (D4).

Como resultado del proceso se trazan polígonos para cada intensidad de sequía, generando archivos tipo shapefile. Cuando los polígonos corresponden al análisis de medidos de mes (emitido los días 15 de cada mes) se utilizan para cuantificar la sequía sobre el territorio nacional y cuando corresponden a la evaluación final de cualquier mes complementa además al mapa regional o continental del NADM.

La sencillez del SPI radica en que utiliza únicamente la precipitación para el cálculo de la sequía y es efectivo para analizar los periodos y ciclos húmedos y secos. El SPI puede calcularse para distintas escalas temporales [1, 3, 6, 9, 12, 24 y 48 meses] lo cual permite evaluar la severidad de la sequía en el corto y largo plazo, los inconvenientes es que únicamente puede cuantificar el déficit de precipitación, y las precipitaciones normales cambian en todos los lugares dependiendo de si el período se considera "normal". Sin duda, tales cambios tendrían un impacto al estandarizar los datos de precipitación, pero también pueden afectar a los resultados del SPI (Hayes, 2000). Idealmente se requiere de un mínimo de entre 20 y 30 años de valores mensuales de precipitación para su cálculo, pero lo óptimo y preferible es utilizar 50 y 60 años o más de acuerdo con la Guía del usuario sobre este índice de la Organización Meteorológica Mundial (2012).

5.3.2.1. Metodología

Para el cálculo de sequía meteorológica del municipio de Tulum se emplearon dos métodos de cálculo para obtener el SPI. El primero, mediante Google Earth Engine (GEE) basado en datos de teledetección a gran escala, donde se analizaron 42 años de datos de precipitación (1981-2023) para escalas de 3, 6 y 12 meses. Y el segundo, a través del software RStudio, un entorno de desarrollo para el lenguaje de programación "R", con un enfoque más hacia el cómputo y análisis estadístico.

El segundo método se basa en registros históricos de precipitación de estaciones meteorológicas distribuidas cerca del territorio del municipio.

Handwritten signature in blue ink.

Handwritten mark in blue ink.

Handwritten signature in blue ink.

de Tulum, abarcando una temporalidad de 70 años (1952-2022). Cabe resaltar que entre los inconvenientes encontrados en el municipio fue la falta de estaciones meteorológicas, ya que de las seis utilizadas para este cálculo solo 2 se localizan en el territorio (2302 y 23012), otras 2 corresponden al municipio de Felipe Carrillo Puerto (23024), otra al municipio de Solidaridad (2316) y otra al Estado de Yucatán (31069) (tabla 96).

Tabla 96. Información de estaciones meteorológicas.

Ciudad	Periodo funcionamiento	Nombre	Longitud	Latitud	Altitud
23025	1964 - a la fecha	TULUM	-87.458	20.225	10
23012	1971 - a la fecha	COBA	-87.737	20.488	5
23022	1971 - a la fecha	SEBOS	-88.138	19.847	21
23024	1952 - a la fecha	TICHULCO	-88.268	20.793	33
23163	1998 - a la fecha	PLAZA DEL CAMARON	-87.077	20.624	9
31069	1976 - a la fecha	CHEMAR	-87.935	20.648	26

Fuente: Proyecto de bases de datos climatológicos, CONAGUA (2022).

5.3.2.2. Memoria de Cálculo

Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)

Este índice fue creado por McKee en 1993 y destaca por su sencillez y facilidad de cálculo. Su significado desde el punto de vista estadístico, además de la relación de los déficits de precipitación con los diferentes impactos en las aguas subterráneas, el almacenamiento de agua en reservorios, en la humedad del suelo, los bancos de nieve y los caudales fluviales, lo hacen altamente aceptado en los estudios de la sequía.

Para el municipio de Tulum, se cuantificaron las condiciones de déficit o exceso de precipitación para 3 meses, 6 meses y 12 meses, es decir, trimestral, semestral y anual. Los datos obtenidos para el cálculo de SPI a través de GEE cubrieron un periodo de 42 años (1981 a abril 2023). Por otra parte, los datos obtenidos del SMN y CONAGUA (2022) cubren un periodo de 70 años (1952 - 2022).

Escala de valores SPI

La sencillez del SPI radica en que utiliza únicamente la precipitación para su cálculo y es efectivo para analizar ciclos húmedos y secos, que para el municipio de Tulum se examinan de la siguiente manera: julio a diciembre para periodos húmedos y enero a junio para periodos secos. Los registros de precipitación se ajustan a una distribución de probabilidades y a continuación se transforman en una distribución normal. Los valores positivos/negativos del SPI indican que la precipitación es mayor/menor que la mediana. Idealmente se requiere de entre 20 y 30 años de valores mensuales de precipitación para su cálculo, pero lo óptimo y preferible es utilizar 50 y 60 años o más de acuerdo con la Guía del usuario sobre este índice de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2012).

Para el municipio de Tulum el periodo de estudio abarca 70 años para los datos derivados de las estaciones meteorológicas (1952 a 2022) y 42 años para los datos que se obtuvieron de las imágenes de satélite a través de la plataforma de GEE. El SPI se calculó para distintas escalas temporales (3, 6, y 12, meses) permitiendo evaluar la severidad de la sequía en el corto, mediano y largo plazo. No obstante, uno de los inconvenientes es que únicamente puede cuantificar el déficit de precipitación.

La escala de valores para el análisis del SPI utilizada se basa en la Guía del usuario del Índice Normalizado de precipitación (OMM, 2012) y Meig et al. (2011). Los valores positivos/negativos del SPI indican que la precipitación es mayor/menor que la mediana. Es decir, los valores negativos indican déficit y los positivos, exceso (tabla 97).

Tabla 97. Clasificación del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)

SPI	Periodo	Frecuencia teórica de ocurrencia
2.0 y más	Extremadamente húmedo (exceso extremo)	1 en 50 años
1.5 a 1.99	Muy húmedo (exceso severo)	1 en 20 años
1.0 a 1.49	Moderaadamente húmedo (exceso moderado)	1 en 10 años
0.50 a 0.99	Ligeramente húmedo	1 en 5 años
0.49 a -0.49	Normal	
-0.5 a -0.99	Ligeramente seco	
-1.00 a -1.49	Moderaadamente seco (sequía moderada)	1 en 10 años
-1.50 a -1.99	Muy seco (sequía severa)	1 en 20 años
-2.00 o menor	Extremadamente seco (sequía extrema)	1 en 50 años

Fuente: Torrado de Hernández, et al. (2022) a partir de OMM (2012) y Meig et al. (2011).

Google Earth Engine (GEE)

Esta herramienta combina más de 40 años de imágenes de satélite del planeta, tanto históricas como actuales, junto con las herramientas computacionales que permiten analizar y extraer información de este enorme almacén de datos. GEE se define como una plataforma de geoinformática que permite a los usuarios visualizar y analizar imágenes de satélite a nivel global desde una nube de datos sin necesidad de realizar una descarga previa de dichas imágenes, optimizando tiempos de procesamiento y sin necesitar almacenamiento en equipos de cómputo (Google Earth Engine, 2022).

Primero, para calcular el SPI a través de Google Earth Engine, los datos se obtuvieron del Centro de Amenazas Climáticas de UC Santa Barbara en los EE. UU. (<https://www.cmc.ucsb.edu>) que consisten en más de 42 años de precipitación global.

Con la primera técnica empleada con GEE se obtuvieron seis gráficas (Figuras 138, 139, 141, 142, 144 y 145) y tres mapas (Figuras 137, 140 y 143) a través del script para el cálculo del SPI. Los primeros con una escala de tiempo de 3 meses, los segundos para 6 y los últimos para 12 meses.

Estudio para el cálculo del SPI

Con el segundo método, donde el cálculo del SPI se realiza a través del código de programación en R, los datos obtenidos se graficaron para 3 meses, 6 meses y 12 meses. El periodo de estudio abarca 70 años de 1952 a 2022, lográndose identificar periodos secos y años húmedos (gráficas 8, 9 y 10).

A partir del cálculo del SPI para 3, 6 y 12 meses con "R", se construyó una base de datos para cada uno de los años de análisis por estación. Se calcularon los promedios del índice por estación y se dividieron en dos grandes periodos de análisis: temporada seca y temporada húmeda. Valor positivo indica una precipitación por encima del promedio y uno negativo indica una precipitación por debajo del promedio para el periodo determinado.

Posteriormente, a estos promedios por estación de los 70 años analizados se les aplicó el algoritmo de Interpolación IDW (Inverse Distance Weighted) dentro de un Sistema de Información Geográfica, utilizando el software QGIS 3.x. Se eligió la interpolación IDW por que genera una interpolación a partir de una capa vectorial de puntos (estaciones meteorológicas). Los puntos se ponderan durante la interpolación de modo que la influencia de un punto en relación con otro disminuye con la distancia desde el punto desconocido que desea crear, al darle valores conocidos, la interpolación estima valores desconocidos.

5.3.2.3. Resultados

En la figura 4 para una escala temporal de 3 meses a partir del uso del script SPI dentro del entorno de GEE se puede observar que al centro del municipio es donde los periodos de sequía se han concentrado más alcanzando valores negativos. Por el contrario, hacia el sur, limitando con la Reserva de la Biosfera, se observan valores positivos correspondiente a periodos más húmedos. Esto igual se refleja en la parte sur del municipio, lo que puede deberse a las corrientes subterráneas situadas en esa región.

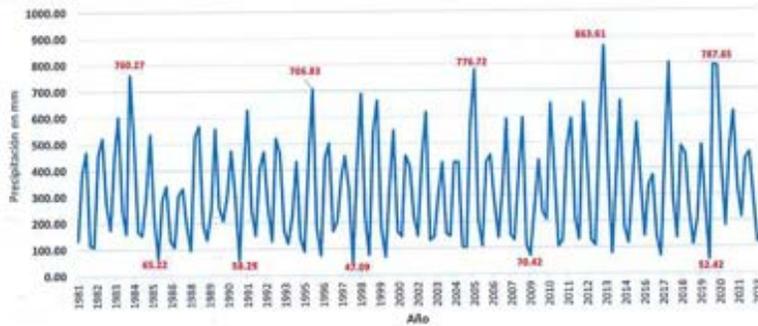
Figura 137. Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) 3 meses



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, si observamos las gráficas 2 y 3, podemos distinguir en la primera gráfica que la acumulación de precipitación durante estos 42 años de análisis para 1988, 1991, 1998, 2009 han sido los periodos con sequía meteorológica más significativa, ya que se recibió menos de 80mm en tres meses. Por el contrario, en 1984, 1995, 2005, 2013 la acumulación de lluvia fue por arriba de los 700mm para tres meses. Es de especial interés el año 2020, ya que si bien inicia con un periodo con mínima precipitación (52.42mm) en su periodo húmedo (julio a diciembre) la precipitación alcanzó valores de 863.61mm en tres meses. Lo anterior puede deberse a la temporada de huracanes en el Atlántico de ese año ya que fue una temporada muy activa donde la formación de ciclones tropicales se dio a un ritmo récord, siendo la temporada más activa de la historia desde que comenzaron los registros.

Figura 138. Gráfica de Precipitación acumulada 3 meses (1981 a 2023)

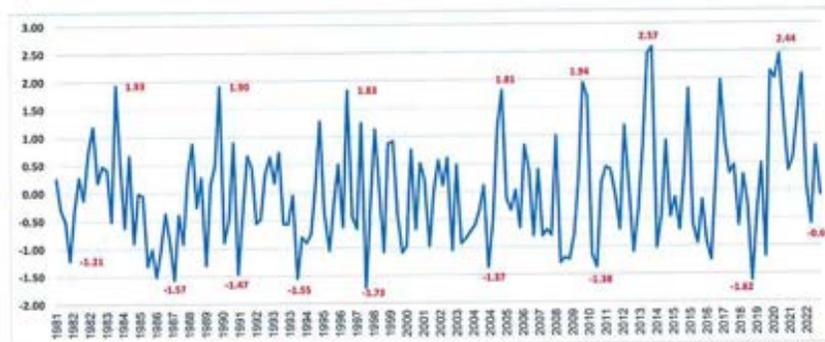


Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del SPI para un periodo de 3 meses se advierte que en 1987 el valor registrado fue de -1.57, en 1994 de -1.55, en 1998 de -1.73 y en 2019 de -1.62, lo que indica sequía severa de acuerdo con la tabla de valores para el índice (tabla 2). Es decir, para los tres primeros periodos este fenómeno se repite cada 4 años aproximadamente, entre 1998 a 2019 el periodo si fue de 20 años lo que se ajusta a lo mostrado en la tabla de valores para el SPI. Si la tendencia sigue este patrón entonces para 2029 se tendría otro periodo de sequía severa. Los otros valores señalados menores a -1.00 indican una sequía moderada.

Por otro lado, se observan también valores positivos, los cuales indican periodos húmedos. Valores arriba de 2 señalan periodos extremadamente húmedos este es el caso para los años de 2013 y 2020. También se reconocen años con humedad severa, es decir, el índice alcanza valores entre 1.5 a 1.99, esto se observa para los años 1984, 1990, 1997, 2005 y 2010. Si bien se espera que lo vivido en 2020 se repita en 50 años se debe estar prevenido observando cambios anómalos en el comportamiento de la precipitación ya sea déficit o exceso de lluvia.

Figura 139. Gráfica del SPI 3 meses (1981 a 2023)



Fuente: Elaboración propia.

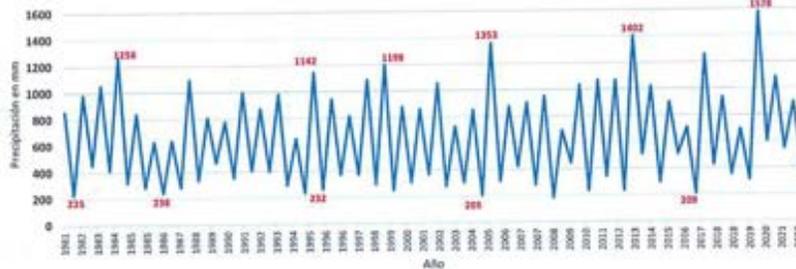
Para la escala temporal de 6 meses el resultado obtenido nos muestra que la mayor parte del territorio del municipio de Tulum no presenta sequía severa (Figura 5), en algunas celdas al oeste se distinguen valores de sequía moderada. Lo anterior indica que el déficit de precipitación se presentó hacia el centro-oeste del municipio (Figura 5)



Fuente: Elaboración propia.

Observando las gráficas 4 y 5 de precipitación y SPI a 6 meses, correspondientes al periodo de 1981 a 2023, se advierte que para los años 1981, 1986, 1994, 2004 y 2016 los valores alcanzados se encuentran arriba de los 200mm, la menor acumulación durante estos 42 años por 6 meses. Por lo contrario, en 1984, 1995, 1999, 2005, 2013 y 2020 los valores fueron por arriba de los 1,000 mm. El mayor valor fue en el año 2020.

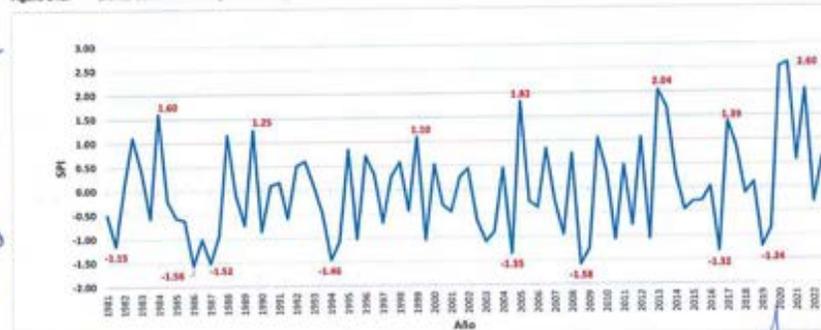
Figura 141. Gráfica de Precipitación acumulada 6 meses (1981 a 2023)



Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de SPI para escala de 6 meses nos muestra que los valores -1.15 (1981); -1.46 (1994); -1.35 (2004); -1.32 (2016) y -1.24 (2019) indican sequía moderada, la cual de acuerdo con la tabla de clasificación esta se presenta cada 10 años, sin embargo, esto concuerda de 1981 a 2016, el periodo de retorno se acorta entre 2016 y 2019 con tan solo 3 años (gráfica 5). Por otra parte, 1989, 1999 y 2017 fueron años moderadamente húmedos, por el contrario, los años 1984 y 2005 fueron muy húmedos, pero 2013 y 2020 se consideran años extremadamente húmedos ya que los valores para el SPI superan el 2 (Figura 142).

Figura 142. Gráfica del SPI 6 meses (1981 a 2023)



Fuente: Elaboración propia.



El SPI se puede calcular para diferentes escalas temporales (típicamente desde un mes a varios años) asociadas con la disponibilidad de diferentes tipos de recursos hídricos (humedad del suelo, agua subterránea, caudal de ríos, almacenamiento de reservorios). Entre estos las condiciones de humedad del suelo, estas responden a anomalías de precipitación en escalas relativamente cortas (3 y 6 meses), sin embargo, las anomalías a largo plazo, 12 meses o más, quedan reflejadas en las aguas subterráneas, caudales fluviales y almacenamiento de reservorios (OMM, 2012).

En este sentido, se calculó el SPI para 12 meses a través de la plataforma GEE, la cual se muestra en la figura 6. Se puede observar contrastes en todo el territorio, secciones más secas que otras, por ejemplo, hacia Punta Allen, al sur, se observan celdas con valores de sequía, al igual que oeste del municipio, por el contrario, al noreste del municipio la tendencia es más húmeda al igual que al sureste, lo que coincide con los sistemas de ríos subterráneos Cx Bel Ha (sur) y Sac Akban (norte).

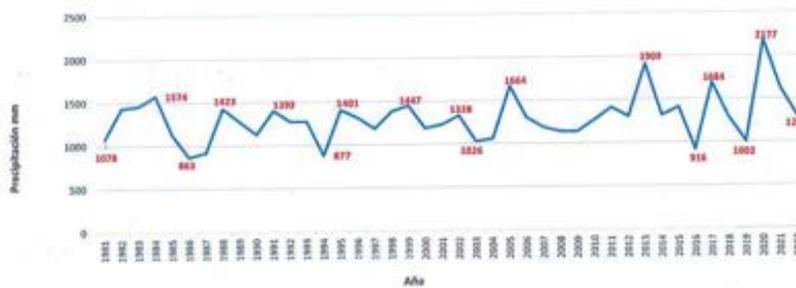
Figura 143. Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) 12 meses



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, al observar la acumulación de la precipitación a la escala de 12 meses tenemos que todos los valores acumulados se encuentran por arriba de los 800mm para todos los años y por la escala de análisis. El menor dato se indica para 1986 con 863mm y el mayor valor con 2,177 mm para 2020 (Figura 144). Hay que recordar que el 2020 fue un año atípico en la temporada ciclónica lo que trajo mayor precipitación.

Figura 144. Gráfica de Precipitación acumulada 12 meses (1981 a 2023)

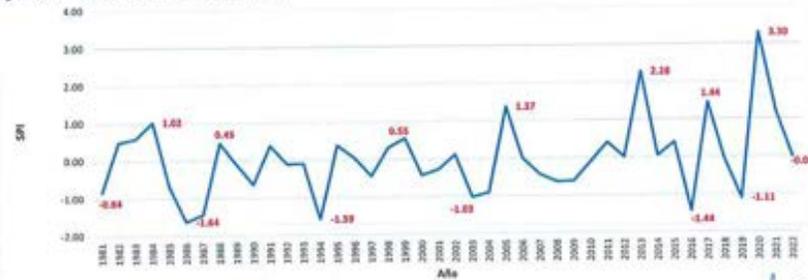


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 143, podemos observar que en 1981 la precipitación fue relativamente menor con leve sequía, en 2003, 2016 y 2020 los valores indican una sequía moderada con -0.84, -1.03 y -1.11 respectivamente. No obstante, para los años de 1986 y 1994, se observa periodos de sequía severa, lo que es cercano a 10 años, episodio que debió repetirse entre 2003 y 2004, pero solo alcanzó a ser sequía moderada. Por otro lado, se observa que en otros años se encuentra en niveles normales o aproximadamente normal de acuerdo con la escala de valores del índice. Es solo en 2005 cuando existen periodos moderadamente húmedos, siendo en 2013 extremadamente húmedo y que decir del año 2020 que el índice alcanza el valor de 3.30 (Figura 145).

A partir de la tabla de clasificación de los valores que puede alcanzar el índice SPI se deben tener en cuenta los años previstos en que se repitan están condiciones para tomar medidas de prevención o mitigación ya sea el caso.

Figura 145. Gráfica del SPI 12 meses (1981 a 2023)



Fuente: Elaboración propia.

Con el segundo método utilizando procesos estadísticos a través de la paquetería de R se graficaron los datos obtenidos en el cálculo del SPI para 3 meses, 6 meses y 12 meses (Figuras 146, 147 y 148). A continuación, por medio de geoprocetos se ponderaron los resultados obteniéndose mapas para los periodos secos (enero a junio) y periodos húmedos (julio a diciembre). Este estudio revela la situación/ocurrencia del fenómeno meteorológico de la sequía del municipio de Tulum.

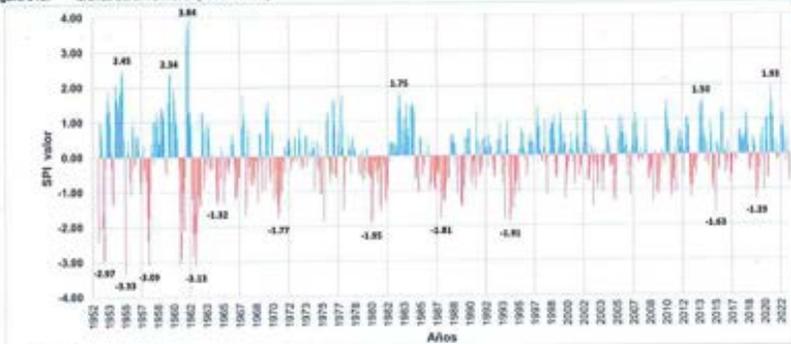
En la figura 146, para el índice SPI con periodicidad de 3 meses se observa eventos de sequía extrema (1955, 1957, 1962) hasta 1964 que el evento señala una sequía moderada [-1.32]. Entre la década entre los años 50 y 60 también se advierte un periodo extremadamente húmedo en 1961 (3.84) el cual tiene un periodo de frecuencia de 50 años que coincide con el año 2013. El año 2020 obtuvo un grado de muy húmedo, siendo coincidente con el método de GEE.

Cabe señalar que el uso de ambos métodos sirve para comparar la factibilidad de los datos, no es lo mismo trabajar con datos a partir de las imágenes de satélite usadas por GEE que con los datos de CONAGUA y sus estaciones meteorológicas, ya que éstas últimas tienen pérdidas de datos y fallas técnicas que pueden afectar la lectura de estos. Asimismo, con el primero se comparan 42 años de datos y en el segundo 70 años. Sin embargo, son excelentes técnicas para comparar resultados.

El SPI de 3 meses a fines de febrero compara la precipitación total de diciembre, enero y febrero en un año determinado con la precipitación total de diciembre a febrero de todos los años registrados para esa ubicación. Cada vez que se agrega un año, se agrega un año adicional al periodo histórico reutilizando los valores para todos los años. No solo puede cambiar el valor, sino que cambiará al comparar histórica y estadísticamente el año actual con todos los registros de observaciones anteriores (OMM, 2012).

Es importante comparar el SPI de 3 meses con marcos de tiempo más largos. Pueden ocurrir periodos de tres meses relativamente normales o incluso húmedos durante sequías prolongadas que solo pueden observarse durante largos periodos de tiempo (OMM, 2012).

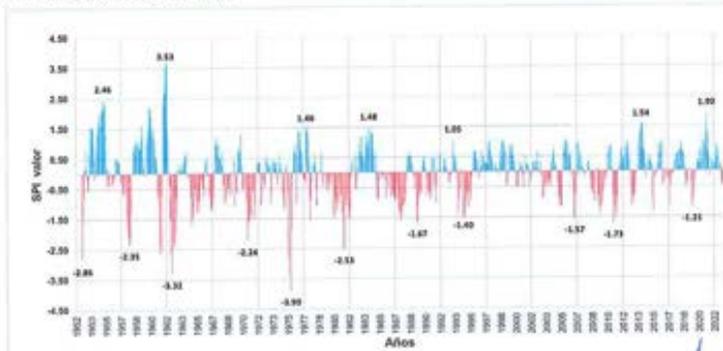
Figura 146. Gráfica del SPI 3 meses (1952 a 2022)



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los resultados del SPI 6 utilizando técnicas estadísticas en el software R, se observa en la figura 147 que, en 1952, 1957, 1962, 1970 y 1981 eventos de sequía extrema. Para los tres primeros entre uno y otro pasaron 5 años, posteriormente estos eventos fueron dándose en periodos más largos de 8 y 11 años. Por otra parte, en 1955 y 1961, fueron años extremadamente húmedos en los cuales el SPI alcanzó valores de 2.46 y 3.53 respectivamente. El periodo de sequía más reciente se da en 2019 como sequía moderada y en 2021 fue un año muy húmedo.

Figura 147. Gráfica del SPI 6 meses (1952 a 2022)



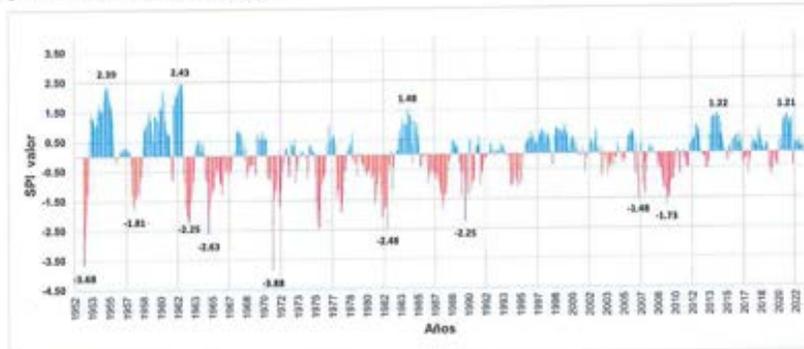
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 148 se muestra el SPI a 12 meses, la cual es una comparación de la precipitación de 12 meses consecutivos con la registrada en los mismos 12 meses consecutivos de los 70 años de análisis. A esta escala temporal refleja patrones de precipitación a largo plazo. Debido a que estas líneas de tiempo son el resultado acumulativo de períodos cortos de tiempo que pueden ser más altos o bajos de lo normal, el SPI a largo plazo tiende a estar cerca de cero a menos que haya una tendencia húmeda o seca (OMM, 2012).

En la misma gráfica observamos que 1952 se muestra un periodo de sequía extrema, tres años después en 1955 se presenta lo opuesto con un año extremadamente húmedo. Posterior para los años 1963, 1965, 1971, 1982 y 1990 también se presentan episodios con sequía extrema.

Cabe señalar que una de las desventajas de trabajar por estación es que Tulum no cuenta con estaciones que puedan registrar datos más al interior del territorio, eso hace que algunos datos no representen lo que en realidad sucede en el municipio. Los registros obtenidos con GEE presentan más consistencia con lo sucedido en esos 40 años de análisis.

Figura 148. Gráfica del SPI 12 meses (1952 a 2022)



Fuente: Elaboración propia.

Monitor de Sequía

El fenómeno climático que mayor impacto tiene en la actividad económica del país es la sequía. SMN se encarga de detectar el estado actual y la evolución de este fenómeno. Se apoya en el Monitor de Sequía en México (MSM) que a su vez forma parte del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM).

El Monitor de Sequía en México se lanzó en México en 2002 como parte de la actividad NADM, pero tomó carácter nacional recién en 2014, lo que permitió producir mapas de sequía no mensuales, siempre basados en la metodología USDM y NADM. Desde febrero de 2014, MSM se transmite cada dos semanas (SMN, 2023).

La metodología utilizada se basa en el proceso e interpretación de diversos índices o indicadores de sequía tales como el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) que cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación (30, 90, 180, 365 días), Anomalia de Lluvia en Porcentaje de lo Normal (30, 90, 180, 365 días), Índice Satelital de Salud de la Vegetación (VHI) que mide el grado de estrés de la vegetación a través de la radiancia observada, el Modelo de Humedad del Suelo Leaky Bucket CPC-NQAA que estima la humedad del suelo mediante un modelo hidrológico de una capa, el Índice Normalizado de Diferencia de la Vegetación (NDVI), la Anomalia de la Temperatura Media, el Porcentaje de Disponibilidad de Agua en las presas del país y la aportación de expertos locales.

Como resultados estos índices se despliegan en capas o layers a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Por acuerdo se trazan polígonos para cada intensidad de sequía, generando archivos tipo shapefile. Cuando los polígonos corresponden al análisis de medidos de mes (emitido los días 15 de cada mes) se utilizan para cuantificar la sequía sobre el territorio nacional y cuando corresponden a la evaluación final de cualquier mes complementa además al mapa regional o continental del NADM (SMN, 2023). De acuerdo con la escala de Intensidades del Monitor de Sequía de México, que va desde anormalmente seco (D0), sequía moderada (D1), sequía severa (D2), sequía extrema (D3) hasta sequía excepcional (D4), ver tabla 98:

Tabla 97. Clasificación de la intensidad de la Sequía de acuerdo con el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM)

CLASIFICACIÓN DE LA SEQUÍA DE ACUERDO CON EL MONITOR DE SEQUÍA		
Anormalmente seco	Se trata de una condición de sequía, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un periodo de sequía, debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del periodo de sequía, puede producir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.	D0
Sequía Moderada	Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajas niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.	D1
Sequía Severa	Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios así como la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.	D2
Sequía Extrema	Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.	D3
Sequía Excepcional	Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, se prohíbe una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.	D4

Fuente: Elaboración propia con base en el SMN (2023).

Para el caso del municipio de Tulum, se tomaron los datos desde 2003 hasta 2022, exceptuando el año 2014 que no registra ningún dato (tabla 3). No obstante, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2023) señala que, debido a factores externos, el Monitor de Sequía no se elaboró en agosto de 2003 ni en febrero de 2004. En recorrido de trabajo de campo se detectó sequía moderada para algunas localidades del municipio (Figuras 149 y 150).

Tabla 98. Interosidad de sequía para Tulum.

Año / Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
2003												
2004												
2005	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
2006												
2007												
2008	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
2009	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
2010	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
2011	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												
2017	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
2018												
2019	00	00	00	00	01	01	01	01	01	01	01	01
2020												
2021												
2022												
2023												

Fuente: SMN 2023 (<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitoreo-de-sequia/monitoreo-de-sequia-en-mexico>).

El peligro por sequía para el municipio de Tulum de acuerdo con el monitor de sequía se puede observar en la tabla 99. Para 2003 solo se contabiliza el mes de junio con condición de desecación, solamente. En 2004 son los meses de septiembre a diciembre donde se presenta una sequía moderada, lo cual continúa hasta los primeros meses de 2005 hasta mayo. En 2006 no se considera sequía. Es hasta 2007 donde los meses de febrero, abril, mayo, septiembre y octubre que indican sequía moderada pero los meses de junio, noviembre y diciembre ya llega a ser una sequía severa. Con esta condición existe probabilidad de pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios y escasez de agua. Estos episodios se repiten en enero y febrero de 2008; septiembre y octubre de 2009; junio de 2010; mayo y junio de 2011; diciembre de 2016; septiembre de 2019 y abril de 2020.

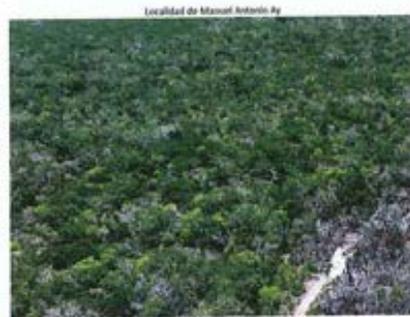
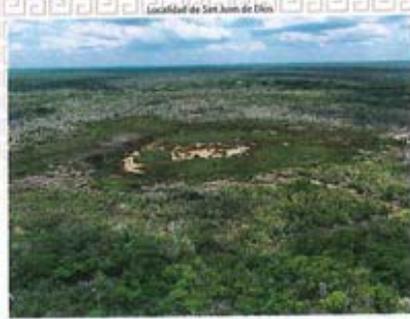
Figura 149. Sequía moderada Cobá, Tulum 2023.



Sequía moderada: Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
Fotos: Trabajo de campo 2023.

Área de Reserva de Tulum

Figura 150. Anormalmente seco San Juan de Dios y Manuel Antonio Ay, Tulum 2023.



Anormalmente seco: Condición de sequía, debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos a pastos y existe el riesgo de incendios.
Fotos: Trabajo de campo 2023.

Se advierte que en el municipio de Tulum la amenaza de sequía no representa un gran peligro siendo que solo se alcanzó condición de sequía en su mayoría. No obstante, los episodios de sequía severa si deben tomarse en cuenta y cruzarse con información de incendios en el territorio. Si bien el incendio de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an se presentó en julio de 2019 en condiciones de sequía moderada, podría ser la causa de la sequía severa del mes de septiembre de ese año.

5.3.2.4. Mapas resultantes

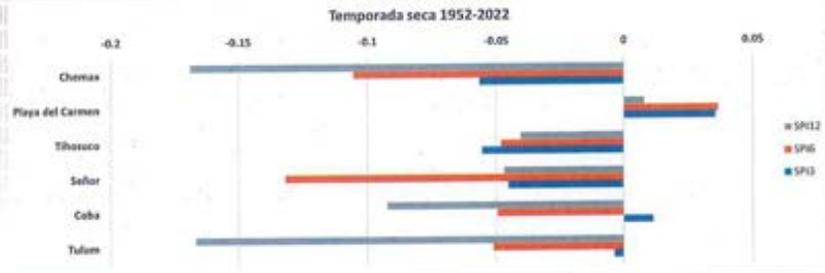
A continuación, y con los datos resultantes del cálculo del índice SPI con R, se estimaron los promedios por año y estación meteorológica, para después obtener un promedio general de años con series completas, clasificándolos en periodos de secas y periodos húmedos, para mapear las condiciones de sequía espacial y temporalmente a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Los mapas resultantes de sequía se muestran en las figuras 151 y 152, en la primera se muestra el periodo de secas, de enero a junio, para 3 meses, 6 meses y 12 meses. En la segunda se muestra el periodo húmedo de julio a diciembre. Si bien, se definieron así los periodos el comportamiento de la precipitación a lo largo de los 70 años de estudio puede ser variable entre meses y entre años.

De la misma manera, se graficaron los datos obtenidos, se muestran en las figuras 151 y 152. Se exponen los datos para las 6 estaciones meteorológicas empleadas para el análisis. Las estaciones de Chemax y Tulum para el SPI 12 exponen periodos ligeros de sequía. La mayor parte indica eventos de sequía ligeramente seca, solo la correspondiente a Playa del Carmen indica periodos ligeramente húmedos.

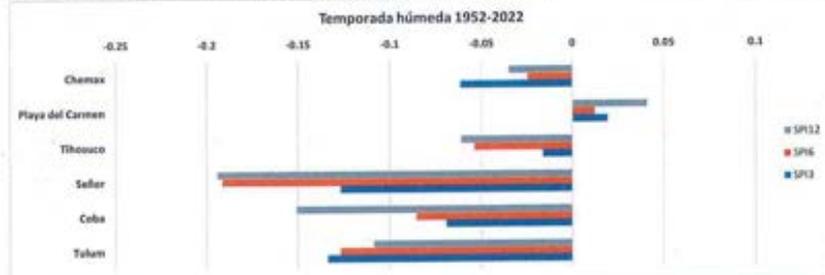
Página 118

Figura 151. Gráfica del Promedio por estación con Retardo SPI de 3,6 y 12 meses de enero a junio



Fuente: Elaboración propia

Figura 152. Gráfica del Promedio por estación con Retardo SPI de 3,6 y 12 meses de julio a diciembre



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 152 se observan las diferencias por escalas de tiempo para el SPI, siendo Señor, Cobá y Tulum las que indican periodos de sequía ligeros, pero con duración variable.

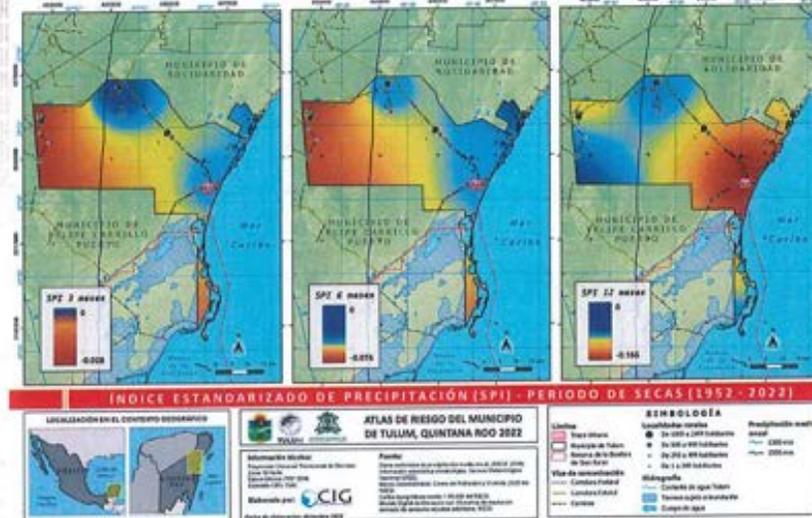
Posteriormente a los datos ya citados, se les aplicó el algoritmo de interpolación IDW (Inverse Distance Weighted) dentro de un Sistema de Información Geográfica, utilizando el software QGIS 3.x. Se eligió la interpolación IDW por que genera una interpolación a partir de una capa vectorial de puntos (estaciones meteorológicas). Con este se crearon los mapas resultantes (Figuras 153 y 154).

El SPI de 3 meses compara la cantidad de precipitación en un periodo específico de 3 meses con la cantidad total de precipitación en el mismo periodo de 3 meses para todos los años incluidos en los datos históricos (70 años). El SPI de 3 meses refleja las condiciones de humedad a corto y medio plazo, y proporciona una estimación estacional de la precipitación. Asimismo, un SPI de 3 meses en una gran área agrícola puede ser más efectivo para resaltar la presencia de condiciones húmedas, por ejemplo, a fines de mayo daría una idea de las condiciones de humedad del suelo cuando se da el comienzo de la temporada de crecimiento. En las figuras 153 y 154 el SPI de 3 meses muestra cambios en el patrón de precipitación para ambos periodos, sin embargo, no así en la cantidad de humedad, en la primera se muestra al norte y al este y en la segunda, la porción centro y noroeste del municipio.

El SPI de 6 meses compara la lluvia de ese periodo con los datos históricos del mismo periodo de 6 meses para los 70 años. Indica tendencias de precipitación entre estacionales y el medio plazo. El SPI de seis meses puede mostrar la cantidad de precipitación de octubre a marzo, la temporada de monzones más importante. Lo que podemos apreciar en las figuras 153 y 154, en la primera las regiones húmedas corresponden a la parte noroeste del municipio y en la segunda figura se observa al noroeste. Asimismo, un SPI de seis meses también puede reflejar anomalías locales y estacionales en el caudal del río y los niveles de los embalses (OMM, 2012).

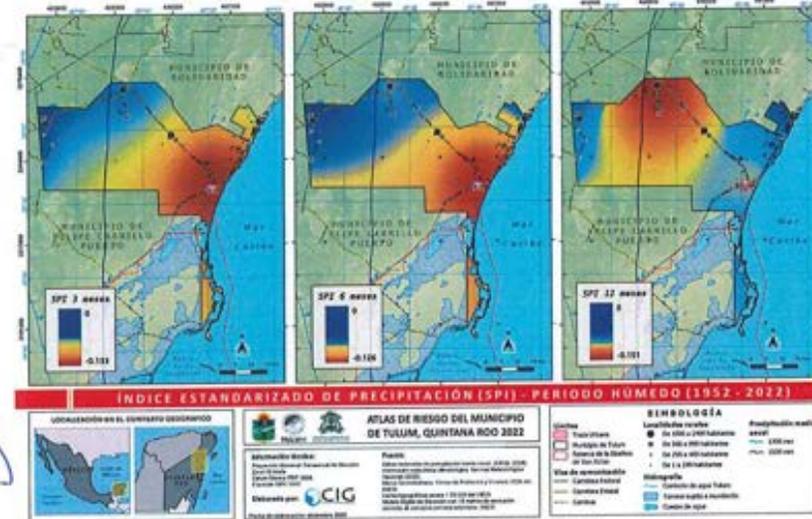
El SPI a 12 meses en esta escala de tiempo generalmente se asocia con lechos de ríos, niveles de embalses y niveles freáticos en escalas de tiempo más largas, lo que se puede observar, principalmente, en la figura 154. Mirar escalas de tiempo largas puede ayudar a evitar conceptos erróneos que llevan a la idea de que la sequía puede haber terminado, cuando en realidad se trata tan solo de un periodo húmedo temporal. Es primordial hacer un seguimiento continuo y persistente de la sequía para determinar cuándo comienza y termina. Con lo anterior, se podrían crear Sistemas de Alerta Temprana para periodos largos de sequía o asociarlos a la amenaza de inundaciones cuando el índice marca extremos muy húmedos.

Figura 153. Mapa resultante de susceptibilidad a sequía periodo de secas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 154. Mapa resultante de susceptibilidad a sequía periodo húmedo



Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. Heladas

Los eventos de heladas dañan principalmente la agricultura y pueden afectar la salud de la población en áreas rurales y urbanas. En primer lugar, las personas que viven en casas con materiales frágiles o los necesitados, niños y adultos mayores son los más afectados.

Las heladas son fenómenos meteorológicos que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Son períodos de bajas temperaturas, con varios grados bajo cero.



Influyen la altitud y la orientación topográfica: montañas, mesetas, valles, así como tipo de suelo y cubierta vegetal. En México, las heladas y las bajas temperaturas ocurren esencialmente, durante los meses de noviembre a marzo, siendo diciembre y enero los de mayor impacto.

Figura 155. Helada en el norte de México.



Fuente: <https://bit.ly/3tulumadigital.com/preven-heladas-en-el-75-por-ciento-del-territorio-mexicano/>

Cuando se presenta esta amenaza, se observan daños en tuberías de conducción (agua, gas), placas de hielo en calles y carreteras, más consumo de energía debido a las necesidades de calefacción. Se conoce como día de helada aquel en que la temperatura mínima del aire es igual o inferior a 0 °C.

Figura 156. Efectos de las heladas en viviendas.



Fuente: <https://www.themartechink.com/lotto-de-vida/como-cuidar-tuberias-frio/>

Por su ubicación geográfica, altura y topografía, el municipio de Tulum no se encuentra amenazada por este tipo de fenómeno meteorológico. No sucede en las zonas costeras, ni en la Llanura del Pacífico, tampoco en las vertientes del Golfo de México, al sur del río Pánuco, la Península de Yucatán y el istmo de Tehuantepec.

5.3.4. Tormentas de granizo

El granizo es un fenómeno meteorológico en el que caen como precipitación partículas de hielo de más de 5 mm de diámetro. Las granizadas ocurren en muchas áreas del mundo y están asociados con daños significativos en la superficie. Es decir, afecta seriamente los cultivos, la infraestructura humana e incluso la vida humana.

Figura 157. Caída de granizo en la selva de Quintana Roo



Fuente: Trabajo de campo, 2023

Para estudiar las tormentas de granizo es necesario saber en qué condiciones o en que entornos medioambientales estas se producen. Suelen estar asociadas a situaciones de inestabilidad atmosférica, fuertes corrientes ascendentes y sistemas convectivos bien organizados.

Existen pocas referencias datos sobre las granizadas en México, y más para el Estado de Quintana Roo. Entre los estudios que se han hecho se encuentra el de León-Cruz, et al. (2023), que sin embargo solo emplean datos de 1981 a 2018 para subregiones en que dividen al país. Para la subregión de la Península de Yucatán (PY) solo trabajan con 6 estaciones que en el periodo de 37 años se detectaron 33 granizadas de acuerdo con las bases de datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Origen y características

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes cumulonimbos son transportadas verticalmente por las corrientes de aire turbulento características de las tormentas eléctricas. Las piedras de granizo crecen como consecuencia de los choques sucesivos de estas partículas de agua fría, agua que se encuentra por debajo de su punto de congelación, pero permanece líquida. Esta agua flota en nubes en movimiento. Cuando las partículas de granizo son demasiado pesadas para que las corrientes de aire las soporten, la gravedad las obliga a caer al suelo.

Es decir, cuando la tormenta es producida por el ascenso de una columna de aire caliente, en el ascenso el aire se enfría hasta alcanzar la misma temperatura que el entorno, y desciende (Figura 148). En el descenso vuelve a calentarse hasta alcanzar la temperatura necesaria para volver a ascender. La convección es uno de los tres principales mecanismos con los que es posible el transporte de calor además de la radiación, y la conducción.

Los granizos varían en diámetro de 2 milímetros a 13 centímetros, y las piedras de granizo más grandes pueden ser muy destructivos. Ocasionalmente, una serie de rocas pueden solidificarse en una masa grande, uniforme y pesada de hielo y nieve. Los fenómenos atmosféricos asociados a la convección son denominados convectivos y suelen clasificarse en una gran multitud de variedades dependiendo de sus dimensiones espaciales, de su resolución temporal, de su organización o del tipo de tiempo producido. Estos fenómenos, en sus formas más violentas, provocan lluvias fuertes, granizo de gran tamaño (>19 mm), fuertes vientos o tornados.

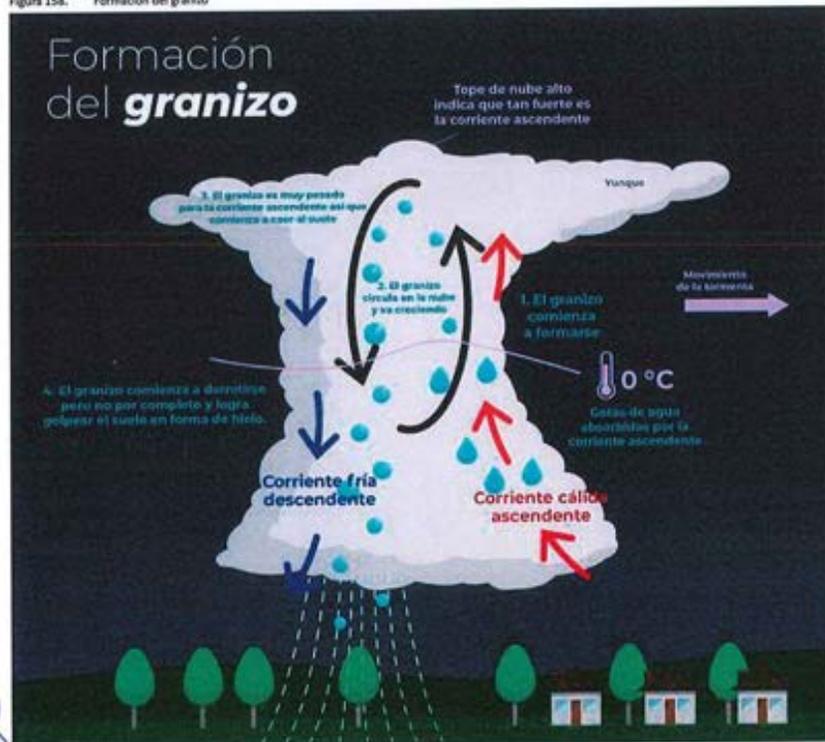
Período de ocurrencia de tormentas de granizo o granizadas

El depósito del granizo sobre la superficie terrestre exhibe un patrón angosto y largo a manera de un corredor. La mayoría de las tormentas de granizo ocurren durante el verano entre los paralelos 20 y 50, tanto en el hemisferio norte como en el sur (CENAPRED, 2012). Estas granizadas pueden iniciar en el mes de marzo y terminar en junio, debido a que en esta época del año disminuye la influencia de los frentes fríos o nortes fuertes, iniciándose la temporada cálida.

León-Cruz, Caetano, Cortés-Ramos, Domínguez & Méndez-Pérez (2023) señalan que su distribución estacional indica que las tormentas de granizo generalmente ocurren desde el final de la primavera hasta principios de otoño (de mayo a octubre) en horario de tarde y noche. También indican que los ambientes de alta inestabilidad y la diferencia en la velocidad del viento o su dirección entre dos puntos en la atmósfera terrestre convergen durante la primavera, especialmente en la subregión del Golfo de México y la Península de Yucatán, lo que parece aumentar la probabilidad de convección organizada y varios peligros convectivos.

CENAPRED (2012) señala que en México se registran granizadas principalmente en la región del altiplano, particularmente en los valles de la porción sur de éste y en la Sierra Madre Occidental, así como en la Sierra Madre del Sur y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora. Las ciudades que con mayor frecuencia son afectadas, son Puebla, Pachuca, Tlaxcala, Zacatecas y la ciudad de México donde se tiene la mayor incidencia durante los meses de mayo, julio y agosto. Por lo que para Quintana Roo y el municipio de Tulum esta afectación tendría poca probabilidad de ser considerado con un grado alto de peligrosidad.

Figura 158. Formación del granizo



Fuente: Infografía CONAGUA (https://twitter.com/conagua_clima/status/1393272458498777088)

Potencial de afectación

La magnitud de daño que puede causar una tormenta de granizo depende de la cantidad y el tamaño del granizo.

Zonas rurales: El granizo destruye cultivos y plantaciones. A veces provocan la muerte de animales. En viviendas con tejados de cartón ondulado, materiales naturales, etc., los daños pueden ser graves.

Áreas Urbanas: Afecta viviendas, edificios y espacios verdes. En ocasiones se acumula granizo en los desagües en cantidad suficiente, obstruyendo el paso del agua y formando charcos e inundaciones durante varias

horas. El granizo en un techo poco fiable es peligroso para la estabilidad de las viviendas.

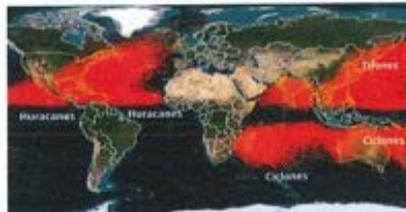
Cualquier tormenta que produce granizo que llega al suelo se conoce como granizada. Un cristal de hielo con un diámetro de >5 mm (0.20 pulgadas) se considera granizo. Los granizos pueden crecer hasta 15 cm y pesar más de 0.5 kg. Para el municipio de Tulum no se llevan registros por tormentas de granizo, pero se han detectado amenazas frecuentes en estaciones no dentro de su territorio, pero sí colindantes, detectando casos eventuales, como se muestra en la tabla 99.

5.3.5.- Ciclonés tropicales

En México, es un país que se encuentra en una zona geográfica propensa a diversos riesgos hidrometeorológicos debido a su ubicación geográfica y características climáticas. Este tipo de riesgos tienen importantes repercusiones, positivas y negativas. Las cuales están determinadas por factores como la ubicación geográfica y los diversos sistemas meteorológicos que afectan al país, pero sobre todo por la distribución de su población, las grandes disparidades en las condiciones de vida de la misma y por el dinamismo de la actividad humana, principalmente el crecimiento poblacional, que en algunas partes intenso, y en otras por fenómenos migratorios (SINAPROC-CENAPRED, 2004). Los efectos también pueden incrementarse por factores como la deforestación y el cambio climático, lo que hace aún más importante tomar medidas de prevención y preparación para minimizar su impacto en la población y la economía del país.

El término científico para todas las tormentas de rápida rotación, originadas en los océanos tropicales, es ciclón tropical. Sin embargo, en su etapa más intensa, son conocidos por varios nombres según las regiones en donde ocurren (SINAPROC-CENAPRED, 2004) (Figura 162): Huracanes (Océano Atlántico, Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe); Ciclonés (Mar de Arabia, Océano Índico, al este de Isla Mauricio, Madagascar y Bangladésh) y Tifones (China y la costa de Japón).

Figura 162. Cuencas ciclónicas a nivel mundial

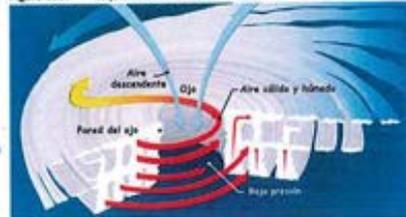


Fuente: <https://spaceplace.nasa.gov/hurricanes/es/>

Se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la temperatura del agua es mayor o igual a 26°C (Rosenhaus Moshinsky, Michel; Jiménez Espinosa, Martín; Vázquez Conde, María Teresa, 2002).

Se caracterizan por una circulación cerrada (con una rotación en sentido antihorario en el hemisferio norte y en el sentido horario en el hemisferio sur) alrededor de un centro de baja presión (ojo) que produce fuertes vientos (en algunos casos velocidades superiores a los 300 km/h.) y lluvias muy intensas (que pueden producir inundaciones a más de 40 km hacia el interior en lugares de escasa pendiente). La combinación de olas formadas por el viento y la baja presión de un ciclón tropical puede producir una marea de tormenta —un enorme volumen de agua impulsado hacia la costa a gran velocidad y con una fuerza inmensa que puede arrastrar las estructuras a su paso y causar daños importantes al medio ambiente costero— (National Hurricane Center, 2011). Su diámetro suele ser de unos 200 a 500 km, pero puede alcanzar los 1,000 km.

Figura 163. Esquema de la forma un huracán



Fuente: <https://spaceplace.nasa.gov/hurricanes/es/>

3 Parte central del sistema donde no hay nubes y las condiciones meteorológicas son por lo general tranquilas.

Idem de Ricardo de Tolosa

Durante el desarrollo de estos fenómenos, si las condiciones continúan siendo favorables (principalmente la temperatura elevada del mar), la perturbación tropical se intensifica y cuando penetran en tierra o si las condiciones alrededor del sistema se deterioran, pierden su fuerza y se disipan.

Las condiciones ambientales para la formación de los ciclones son:

- Temperatura del mar de 27 a 28° C, desde una profundidad de 46 metros, que permite generar una rápida evaporación (temperaturas de las latitudes intertropicales - trópicos de Cáncer y Capricornio - con temperaturas ambientales superiores a los 26° C).
- Evaporación intensa para que se origine una zona de baja presión en el mar, que será el ojo del huracán cuando éste se forme.
- Entrada continua de aire frío en las capas altas de la atmósfera.
- Tormentas eléctricas, causadas por la fricción que se genera entre la atmósfera y el mar por los fuertes vientos que se registran en el proceso de formación del huracán.
- Vientos que provenientes de la zona conocida como Sahel, en el Sahara del continente africano, los cuales se desplazan en las capas bajas de la atmósfera hacia los centros de baja presión que se forman en las áreas marinas, en este caso en el océano Atlántico, en el mar de las Antillas y en el mar Caribe.

Dependiendo de la magnitud de los vientos y de la cantidad de precipitación que puede generar se clasifican en diferentes categorías: Depresión tropical, Tormenta tropical, Huracán. En función de la velocidad de los vientos máximos sostenidos, los ciclones tropicales se designan de la siguiente manera:

- Depresión tropical, sistema organizado de nubes y tormentas eléctricas con una circulación cerrada; velocidad de los vientos máximos sostenidos es inferior a 63 km/h;
- Tormenta tropical, sistema organizado de fuertes tormentas eléctricas con una circulación bien definida que muestra la distintiva forma ciclónica; velocidad de los vientos máximos sostenidos es superior a 63 km/h; a este tipo de tormentas se le pone nombres;
- Huracán, tifón, ciclón tropical severo o tormenta ciclónica severa, según la cuenca, cuando la velocidad de los vientos máximos sostenidos es superior a 116 km/h.

La escala de vientos huracanados de Saffir-Simpson categoriza la fuerza de los huracanes en rangos del 1 al 5 basada en la intensidad del huracán en el momento indicado. La escala fue desarrollada por el ingeniero Herb Saffir y el meteorólogo Bob Simpson en 1969 y ha sido una herramienta para alertar la población sobre los posibles impactos de huracanes de diversa intensidad. La escala proporciona ejemplos del tipo de daños e impactos con vientos con la intensidad indicada. En general, el daño aumenta en un factor de cuatro por cada aumento de categoría.

La velocidad máxima sostenida del viento en la superficie asociada con el ciclón es el factor determinante en la escala. La escala no aborda el potencial de otros impactos relacionados con huracanes, como marea de tormenta, inundaciones inducidas por lluvia y tornados. Además, es importante considerar que las descripciones de los daños provocados por el viento están influenciadas en cierta medida por los códigos de construcción locales actuales y qué tan eficaz y por cuánto tiempo se han implementado. Los daños ocasionados por vientos de huracán también están altamente relacionados con otros aspectos, como la duración de los vientos intensos, las variaciones en la dirección del viento y la edad de las construcciones.

Según la escala de Saffir-Simpson, utilizada en el mar Caribe, el golfo de México, el océano Atlántico Norte y el océano Pacífico Norte oriental y central, los huracanes se clasifican de la siguiente forma:

- 4 Viento máximo de 1 minuto a la altura de observación meteorológica estándar de 10 m sobre una exposición sin obstrucciones.

Página 116

Tabla 106. Escala Saffir-Simpson

Categoría	Velocidad del viento				Daños potenciales
	m/s	Nudos (kt)	Mph	km/h	
Categoría Cinco	Mayor igual a 70	Mayor igual a 137	Mayor igual a 157	Mayor igual a 253	Se producirán daños catastróficos: se destruirá un alto porcentaje de las casas con estructuras, con la falta total del techo y el colapso de las paredes. Los árboles caídos y los postes de electricidad aborran las áreas residenciales. Los cortes de energía durarán semanas o posiblemente meses. La mayor parte del área quedará inhabitable durante semanas o meses.
Categoría Cuatro	58 - 70	113 - 136	130 - 156	209 - 253	Ocurrirán daños catastróficos: las casas bien construidas pueden sufrir daños serenos con la pérdida de la mayor parte de la estructura del techo y algunas paredes exteriores. La mayoría de los árboles serán querubidos o arrancados de raíz y los postes de energía derribados. Los árboles caídos y los postes de electricidad aborran las áreas residenciales. Los cortes de energía durarán semanas o posiblemente meses. La mayor parte del área quedará inhabitable durante semanas o meses.
Categoría Tres	50 - 58	96 - 112	111 - 129	178 - 208	Ocurrirán daños devastadores: las casas bien construidas pueden sufrir daños importantes o la eliminación de la plataforma del techo y los esterosos de los techos. Muchos árboles se romperán o arrancarán de raíz, bloqueando numerosos caminos. La electricidad y el agua no estarán disponibles durante varios días o semanas después de que pase la tormenta.
Categoría Dos	43 - 49	83 - 95	96 - 110	134 - 177	Los vientos extremadamente peligrosos causarán daños extensos: las casas de estructura bien construidas pueden sufrir daños importantes en el techo y el revestimiento. Muchos árboles son raíces poco profundas se romperán o arrancarán de raíz y bloquearán numerosos caminos. Se espera una pérdida de energía casi total con cortes que pueden durar desde varios días hasta semanas.
Categoría Uno	33 - 42	64 - 82	74 - 95	118 - 159	Los vientos muy peligrosos producen algunos daños: las casas de madera bien construidas pueden tener daños en el techo, las tejas, el revestimiento de vinilo y los camétons. Las ramas grandes de los árboles se romperán y los árboles con raíces poco profundas pueden caer. Es probable que los daños extensos a las líneas y postes de energía provoquen cortes de energía que podrían durar de unos pocos a varios días.
Tormenta tropical*	8 - 32	34 - 63	39 - 73	63 - 118	Lluvias abundantes que pueden provocar inundaciones devastadoras. Vientos fuertes que pueden generar tornados.*
Depresión tropical**	Menor igual a 17	Menor igual a 31	Menor igual a 36	Menor igual a 62	Lluvias que pueden llegar a causar graves daños e incluso inundaciones.*

*Nota: Estas clasificaciones no pertenecen a la escala Saffir-Simpson pero son categorías iniciales de un ciclón tropical y se utilizan adicionalmente a la misma. Fuente: (National Hurricane Center, 2021)

El impacto de los ciclones tropicales y los daños que puedan ocasionar dependen no solo de la velocidad del viento, sino también de factores como la velocidad de desplazamiento, la duración de vientos fuertes, la precipitación acumulada durante y después de que tocan tierra, el cambio repentino de la dirección de desplazamiento y de intensidad, su estructura (por ejemplo, el tamaño y la intensidad), así como la respuesta que el ser humano dé a los desastres causados por estos sistemas.

Aspectos destructivos de los huracanes tropicales

Los efectos destructivos de los ciclones tropicales se deben principalmente a cuatro aspectos: 1) viento, 2) oleaje, 3) marea de tormenta y 4) lluvia. A lo largo de la historia, la marea de tormenta es la causa principal de daños y muertes ocasionadas por ciclones tropicales. Cada uno de estos fenómenos se localizan al interior del ciclón tropical o a su exterior, es decir, el viento y el oleaje están concentrados a pocos kilómetros del centro del huracán, mientras que las lluvias que lo acompañan afectan áreas a cientos de kilómetros de su centro.

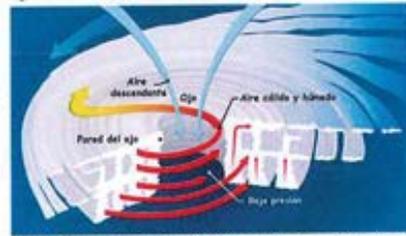
Vientos

Una de las formas más comunes de clasificar la evolución e intensidad del ciclón es, precisamente, la velocidad máxima sostenida de los vientos. Sin embargo, como nos señala Rosengaus (2002), una de las mayores confusiones de las operaciones de protección civil y la población es percibir que el ciclón es arrastrado por los vientos, siendo la realidad totalmente opuesta: los vientos están siendo llevados al sitio por el ciclón. Se debe entonces, considerar el daño que puede generar un ciclón tropical por las condiciones "pico" de los vientos al sitio de interés y el tiempo de arribo de las condiciones de vientos consideradas como peligrosas.

Oleaje

El oleaje se produce cuando el viento pasa por la superficie del agua y la fuerza de fricción ocasiona que se formen ondas. El oleaje sobre la superficie del mar (o lagos, lagunas o cuerpos de agua) no es otra cosa que una ondulación periódica de su superficie (SEGOB/CENAPRED, 2006). La potencia del oleaje está directamente asociada a su altura y la profundidad de la franja costera y de cuánta distancia tenga que recorrer sobre aguas de mediana a poca profundidad. Las olas producidas por un ciclón empiezan a ser afectadas por el fondo de 200 metros y ser determinantes a partir de los 40 m (Rosengaus, 2002). No obstante, los índices de peligrosidad costera se pueden hallar analizando la batimetría (o topografía submarina) alrededor de las costas. Así pues, la distancia entre la costa (o línea batimétrica 0 m) y el límite de la plataforma continental (línea batimétrica 200 m) se convierte en un índice de peligrosidad del oleaje ciclónico en la zona costera.

Figura 164. Anatomía de un huracán



Fuente: Kelvinwang, CC BY 3.0 https://creativecommons.org/licenses/by/3.0, via Wikimedia Commons

Marea de tormenta

También conocida como marejada ciclónica o oleaje ciclónico, es uno de los efectos menos conocidos entre la población y aun a nivel técnico en nuestro país, sin embargo es uno de los más peligrosos. Se define como la sobre-elevación del nivel medio del mar (puede ser de más de 1 metro) cuando un ciclón tropical se acerca a la costa (Rosengaus, 2002) y se ocasiona por la combinación de vientos fuertes, baja presión y la rotación terrestre. La amplitud de la marea de tormenta depende de la presión atmosférica y de aspectos físicos como la configuración de la línea de la costa y las profundidades del fondo marino cercano a la costa.

La marea se agrega al oleaje que físicamente se está produciendo en el momento que se aproxima el huracán y por esta razón no es tan obvio percatarse de la existencia de dicha sobre-elevación por lo que simplemente se reportan olas que tienen mayores alcances tierra adentro.

La combinación de ambos fenómenos es capaz de destruir instalaciones portuarias, romper obras de defensa, hundir embarcaciones o erosionar las playas. El efecto más visible e inmediato es la inundación de las zonas costeras con agua de mar que, dependiendo de la topografía, puede llegar a cubrir franjas de varios kilómetros y causar graves daños a la infraestructura y propiedades. También puede generar corrientes de resaca extremadamente peligrosas que pueden arrastrar a las personas y embarcaciones hacia el mar.

Lluvia e Inundaciones

Las lluvias torrenciales que acompañan a los ciclones tropicales pueden provocar inundaciones repentinas y deslizamientos de tierra, que pueden causar daños significativos en la infraestructura y propiedades, así como poner en peligro la vida de las personas. Este es tal vez el efecto más conocido para los pobladores debido a su magnitud. Los huracanes arrastran consigo enormes cantidades de humedad que, al precipitarse, generalmente con mayor intensidad cuando el ciclón encuentra una barrera montañosa, provocan fuertes tormentas y deslizamientos de tierra.

5.3.5.1. Metodología

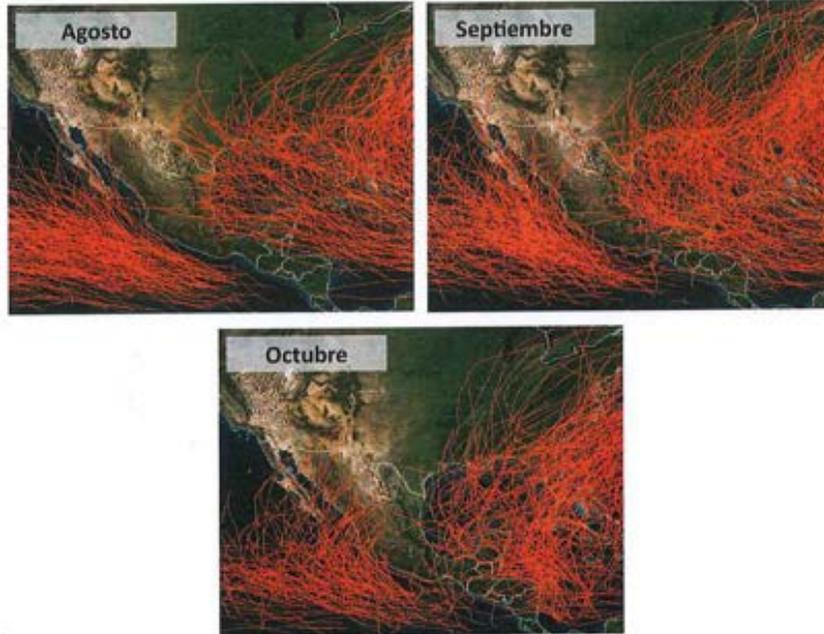
México se encuentra localizado entre las regiones ciclogénicas⁵ del Atlántico Norte y el Pacífico Nororiental, por lo que es altamente vulnerable a la incidencia de este tipo de fenómenos hidrometeorológicos. En el país, la temporada en que se presentan estos fenómenos inicia oficialmente el 15 de mayo (Pacífico) ó 1^o de junio (Atlántico) y termina el 30 de noviembre de cada año, siendo los meses de Agosto, Septiembre y Octubre cuando se registran más eventos ciclónicos.

La fecha de inicio de la temporada de huracanes es establecida por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de México a través del Servicio Meteorológico Nacional, que es el encargado de monitorear y pronosticar el clima y los fenómenos meteorológicos en el país. Es importante tener en cuenta que los ciclones tropicales pueden formarse en cualquier momento del año.

Para tener un panorama general de la presencia de los ciclones tropicales este Atlas presenta una breve descripción del fenómeno tomando como base los datos del proyecto International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS), que es una colección mundial de ciclones tropicales creada por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) del gobierno de E.U.A. en colaboración con todos los Centros Meteorológicos Regionales Especializados de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), así como con otras organizaciones e individuos de todo el mundo (Knapp et al., 2018).

Un análisis de estos datos de huracanes, desde el año 1842, se muestra que el 42 % de estos se presenta en los meses de agosto, septiembre y octubre.

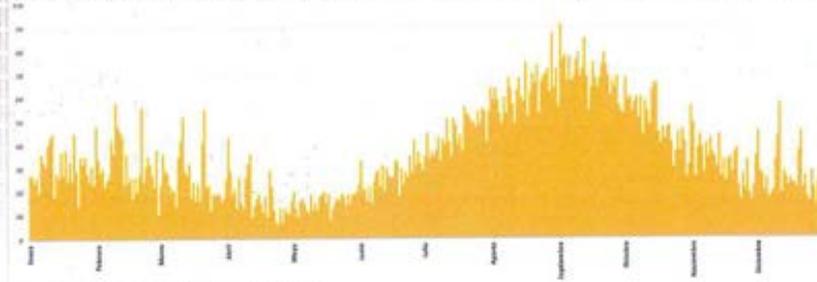
Figura 165. Cantidad de ciclones por mes y de tipo por año



Fuente: Elaboración propia a partir de las trayectorias del IBTrACS

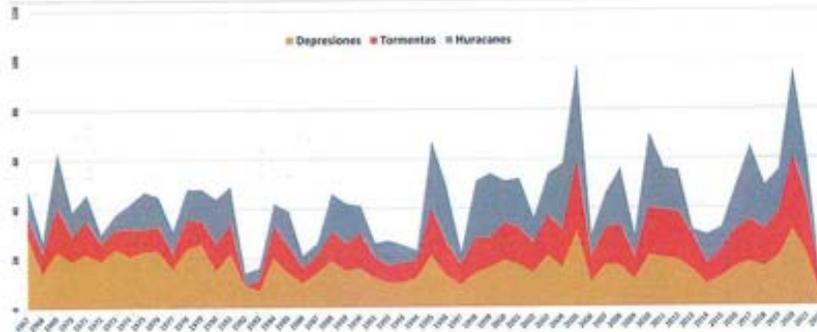
⁵ Zonas donde históricamente se producen los ciclones tropicales

Figura 166. Gráfica de ciclones por mes del año de 1851raCS



Fuente: Elaboración propia a partir de las trayectorias del IBSTraCS

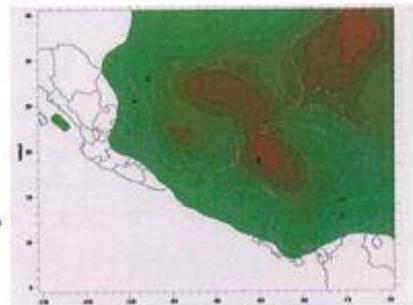
Figura 167. Distribución histórica por mes y tipo de fenómenos



Fuente: Elaboración propia a partir de las trayectorias del IBSTraCS

De igual manera el Atlas climatológico de ciclones tropicales en México (Rosenhaus Moshinsky et al., 2002) nos presenta un mapa de isolinias⁶ para los ciclones tropicales en el Atlántico que muestra un corredor con una importante presencia de ciclones tropicales entre la Península de Yucatán y Cuba hasta llegar a las costas de Louisiana y Texas, en los E. U. A. Se observa una acumulación de ciclones tropicales frente a Veracruz mientras que la isolinia de 20 ciclones tropicales es paralela a la costa del Golfo de México y atraviesa Campeche para salir al sur de Quintana Roo, es decir, la Península de Yucatán está expuesta a más de 20 ciclones tropicales en 150 años.

Figura 168. Isolinias de presencia histórica de ciclones tropicales (1851 - 2000)



Fuente: Atlas climatológico de ciclones tropicales de México

⁶ Es una curva que conecta los puntos en que la función tiene un mismo valor constante.

Memoria histórica

Para el municipio de Tulum los ciclones tropicales más significativos, por los daños causados, se han presentado en el periodo de 1951 a 2022 (70 años), de acuerdo con la información recabada por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) han sido 12 Depresiones Tropicales (DT), 27 Tormentas Tropicales (TT), 8 Huracanes categoría 1 (H1), 1 Huracán categoría 2 (H2), 6 Huracanes categoría 3 (H3), 3 Huracanes categoría 4 (H4) y 1 Huracán categoría 5 (H5), de acuerdo a sus vientos máximos sostenidos.

Tabla 101. Número de ciclones tropicales con afectación al municipio.

Categoría	Cantidad
Depresiones Tropicales (DT)	12
Tormentas Tropicales (TT)	27
Huracanes categoría 1 (H1)	8
Huracanes categoría 2 (H2)	1
Huracanes categoría 3 (H3)	6
Huracanes categoría 4 (H4)	3
Huracanes categoría 5 (H5)	1

Fuente: Elaboración propia a partir de las trayectorias del IBSTraCS

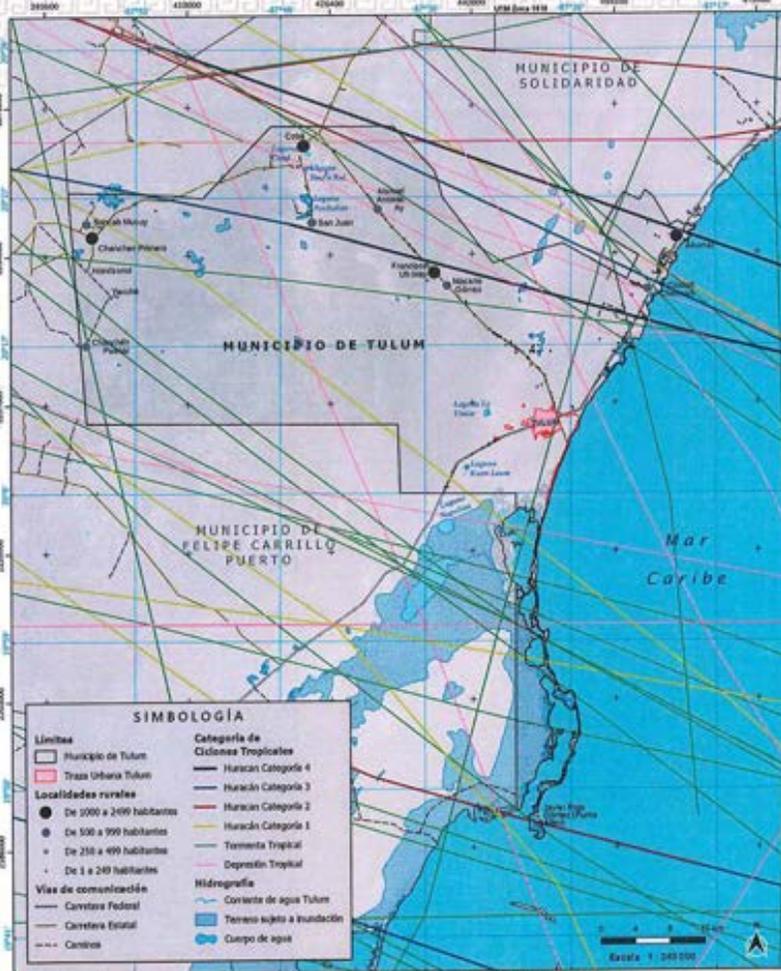
Como se puede observar en la tabla anterior, han sido más tormentas tropicales (TT) y depresiones tropicales (DT) los que han afectado el territorio del municipio. Los datos especificados por la NOAA apuntan que el 22 de septiembre de 1933 se desplazó sobre el territorio municipal un huracán categoría 4, sin nombre propuesto – localizado en el mapa 1 al noroeste del municipio –.

La temporada 2005 fue considerada como la más activa en la historia desde que se llevan registros, ese año en el municipio de Tulum se sintieron los efectos de 3 fenómenos (Cindy, Emily y Stan). Los huracanes de mayor categoría que han atravesado el municipio han sido Charlie (1951, Cat. 4), Hilda (1955, Cat. 3), Beulah (1967, Cat. 3), Gilberto (1988, Cat. 5), Roxanne (1995, Cat. 3), Emily (2005, Cat. 4) y Grace (2021), de acuerdo con la Escala Saffir- Simpson (tabla 101).

5.3.5.2. Memoria de cálculo

Se cuenta con una recopilación de mapas con datos de los ciclones tropicales desde el año 1951 hasta el año 2022. En la figura 169 se puede observar las trayectorias de los ciclones tropicales.

Figura 169. Trayectorias de los ciclones tropicales por el municipio de Tulum



TRAYECTORIA DE CICLONES TROPICALES



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información Técnica:
 Proyección Universal Transversal de Mercator
 Zona 18 Norte
 Datum Spherul 1987 2008
 Elevación CRS 1988

Fuente:
 International Best Track Archive for Climate Evaluation, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), NCEP
 Museo Quetzalcoatl, Casas de Pólitico y Vivienda 2022 del INEGI
 Datos topográficos escala 1:50,000 del INEGI
 Modelo Digital de Elevación con 5 metros de resolución derivado de sensores satelitales, INEGI

Elaborado por: **CIG**

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia a partir de las trayectorias del IBSTRACS

Los huracanes son fenómenos con una expresión territorial extensa, por lo que el análisis del riesgo que presentan debe ser de tipo regional. El diámetro de un Huracán puede llegar a ser muy variado incluso cuando se trate del mismo fenómeno.

Con el objetivo de estimar el peligro que representan los ciclones tropicales (huracanes) para el municipio de Tulum, se desarrolló un enfoque basado en la creación de una cuadrícula que consta de celdas hexagonales de 200 metros de apotema⁷ (Figura 170), que de acuerdo con Elsner (2012) es la figura geométrica que representa mejor los valores climáticos de los huracanes hay tener 6 lados vecinos de igual longitud.

Se tomó como referencia el registro histórico de presencia de huracanes de IBTrACS (Knapp et al., 2018), en el Océano Pacífico y Océano Atlántico que tiene un registro de este tipo de fenómenos ocurridos desde 1851 a 2022 de múltiples Centros Meteorológicos Regionales Especializados de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Esta base de datos contiene información respecto a la fecha, presión atmosférica y velocidad de traslación de los fenómenos registrados.

Figura 170. Malla de análisis general



Fuente: Elaboración propia

A partir de la cuadrícula señalada, se analizaron las trayectorias históricas de los huracanes y se determinó el radio de vientos máximos sostenidos utilizando la siguiente fórmula propuesta por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en 2006:

$$R_{max} = 0.007e^{0.119V_s}$$

Donde e es la base del logaritmo natural (2.71828) y P_0 es la presión central registrada. En función del radio de vientos máximos sostenidos se estimó adecuado considerar un radio de 100 km a partir de los límites municipales para analizar la afectación de estos. Para el municipio de Tulum se obtuvo un total de 58 fenómenos; todos fueron utilizados en el cálculo del IPTC, en la figura 169 se muestran las trayectorias y en la tabla 96 se listan estos fenómenos.

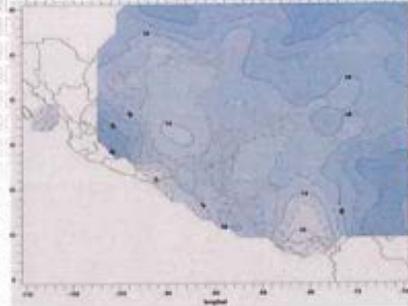
Adicionalmente se estimó la velocidad máxima de los vientos sostenidos partiendo de la fórmula (CENAPRED, 2006):

$$V_{max} = 20.1834(1013 - P_c)^{0.2} - 0.2618 \sin \theta + 0.5V_d$$

Donde P_c es la presión central registrada y V_d es la velocidad de desplazamiento del ciclón tropical (en km/hr) y es la latitud del centro del ciclón en grados. La velocidad de desplazamiento se obtuvo del mapa de velocidades máximas de traslación de los ciclones tropicales en el Atlántico (Figura 171) (Rosengaus Moshinsky et al., 2002).

7 En una figura bidimensional de un polígono regular es la menor distancia entre el centro y cualquiera de sus lados.

Figura 171. Velocidad de traslación para los ciclones tropicales del Atlántico



Fuente: Atlas climatológico de ciclones tropicales de México

En la figura anterior se observa la media de la velocidad de traslación de los ciclones tropicales en el océano Atlántico para un periodo de 150 años (1851 al 2000), se encuentra representada por isoterms sin que exista un contraste marcado en cuanto a su distribución geográfica. Puede observarse que los ciclones tropicales aceleran su velocidad de traslación cuando tocan tierra. La media de la velocidad de traslación de los ciclones tropicales en la península de Yucatán es constante. En México, la media de la velocidad de traslación en el Atlántico es de los 16 km/h. El conocimiento de los valores de la velocidad de traslación de los ciclones tropicales permite a las autoridades de Protección Civil hacer una estimación del tiempo de llegada, en caso de que éste se dirija a la costa.

Para el cálculo del Índice de Peligro por Ciclones Tropicales se estimaron las tasas de excedencia de todas las trayectorias dentro del área de la malla (Figura 170) y para cada una de las celdas que la conforman, es decir que cada celda contiene la cuenta de cuantos fenómenos la atraviesan por tipo - de acuerdo a la escala Saffir-Simpson - donde M_i es el número de eventos de intensidad i máxima alcanzada por un evento.

Tabla 102. Ejemplo para la estimación de las tasas de excedencia

Intensidad i	Categoría	M_i
1	Depresión tropical	
2	Tormenta tropical	
3	Huracán categoría 1	Es el número de eventos de intensidad i máxima alcanzada, para cada categoría.
4	Huracán categoría 2	
5	Huracán categoría 3	
6	Huracán categoría 4	

A partir de la tabla 102 se calculó la tasa de excedencia de intensidad u_i , registrando todos los niveles de intensidad i excedidos durante un evento, es decir; se registran los niveles de intensidad iguales o menores rebasados durante el mismo evento. Por ejemplo, si se tiene un evento de huracán categoría 4 de intensidad 6 (H_4, M_6) se registra también la ocurrencia del mismo evento para las intensidades inferiores.

$$M_6 = \sum_{i=1}^6 M_{6-i}$$

$$M_5 = \sum_{i=1}^5 M_{5-i} = M_4 + M_3 + M_2 + M_1 + M_0$$

$$M_4 = \sum_{i=1}^4 M_{4-i} = M_3 + M_2 + M_1 + M_0$$

$$M_3 = \sum_{i=1}^3 M_{3-i} = M_2 + M_1 + M_0$$

$$M_2 = \sum_{i=1}^2 M_{2-i} = M_1 + M_0$$

$$M_1 = \sum_{i=1}^1 M_{1-i} = M_0$$

$$M_0 = \sum_{i=1}^0 M_{0-i} = M_0$$

Estas tasas de excedencia permiten la estimación de los periodos de retorno (Tr) para cada una de las categorías de fenómenos que hayan ocurrido en el área de estudio. La fórmula para la estimación del periodo de retorno (en años) es la siguiente:

$$Tr = \frac{1}{M_{ex}}$$

Por otra parte, el índice también puede estar basado en la suma de las tasas de excedencia anual por la intensidad cada tipo de ciclón tropical. De acuerdo con esto, una vez calculada la tasa de excedencia anual se calculó el índice de peligro por presencia de ciclones tropicales (IPCT) con base en las tasas de excedencia, multiplicadas por la intensidad correspondiente (p. ej. 1 para Depresiones tropicales, 2 para Tormentas tropicales, 3 para Huracán categoría 1 y así hasta la categoría 5 de Huracán).

$$IPCT = \sum_{i=1}^n M_i * I_i$$

5.3.5.3. Resultado del análisis

La región de Quintana Roo es altamente vulnerable a los ciclones tropicales debido a su ubicación geográfica y su perfil costero. El aumento en la frecuencia y la intensidad de los ciclones tropicales en la región en las últimas décadas es evidente, y es importante tomar medidas para reducir el riesgo de daños materiales y humanos en la región. Las medidas de mitigación y adaptación, como la construcción de infraestructura de protección y la promoción de la concientización de los riesgos asociados a los ciclones tropicales, son esenciales para reducir la vulnerabilidad de la población y la infraestructura costera en la región.

Los resultados de este análisis indican que el municipio de Tulum es altamente vulnerable a los ciclones tropicales debido a su ubicación geográfica y su perfil costero. Los ciclones tropicales que afectan la región tienden a tener una intensidad significativa, y su trayectoria puede cambiar rápidamente, lo que dificulta la predicción de su impacto en la región. Los datos históricos también muestran un aumento en la frecuencia y la intensidad de los ciclones tropicales en la región en las últimas décadas.

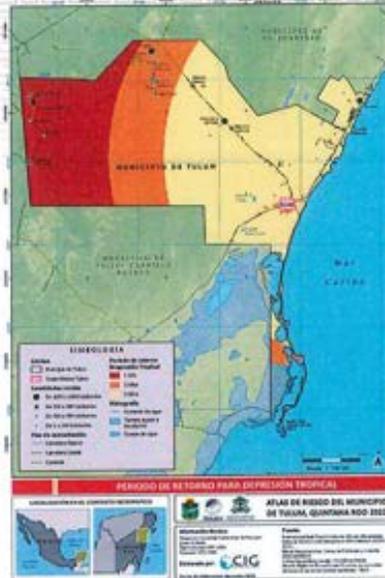
De acuerdo con los periodos de retorno calculados, la zona sureste del municipio (donde se encuentra la ciudad de Tulum) cada año se presenta al menos un fenómeno de categoría Depresión tropical, siendo que el noroeste del municipio tiene un periodo de retorno de año y medio. Este resultado es un tanto lógico ya que los ciclones tropicales pierden velocidad al adentrarse en el territorio, sin embargo podemos ver en la figura 172 que el sur del municipio, en particular la localidad de Punta Allen también tiene un periodo de retorno grande en la escala presentada, es decir, de año y medio.

En relación con el fenómeno de mayor categoría analizado (Huracán categoría 4) se puede observar en la figura 177 que la porción oriental del municipio (donde se encuentra la localidad de Tulum) tiene un periodo de retorno de alrededor de 19 años. Es importante precisar que no fue posible calcular el IPCT para huracanes categoría 5 ya que la base de datos de trayectorias IRTiACS (Knapp et al., 2018) no contiene información de ciclones tropicales en la zona de estudio.

El Índice de Peligro por Ciclones Tropicales (IPCT) 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 de peligro va decreciendo conforme se está más lejos de la costa hasta ser muy bajo para localidades como Cobá o Chanchen I (Figura 178).

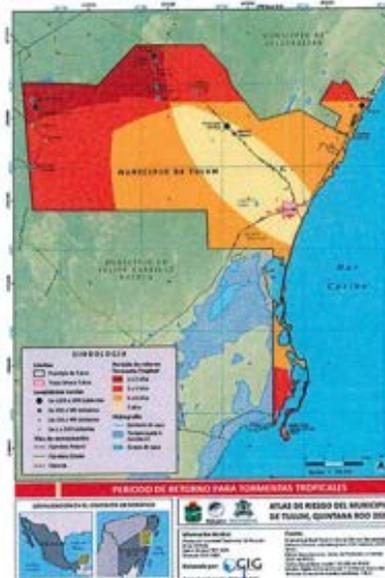
5.3.5.4. Mapas resultantes de susceptibilidad y peligros ponderados

Figura 172. Periodo de retorno para Depresiones tropicales (en años)



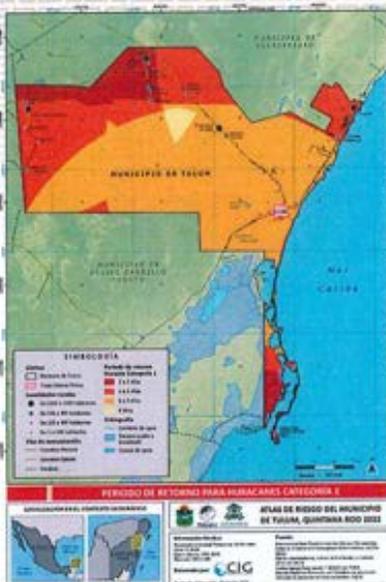
Fuente: Elaboración propia

Figura 173. Periodo de retorno para Tormentas tropicales (en años)



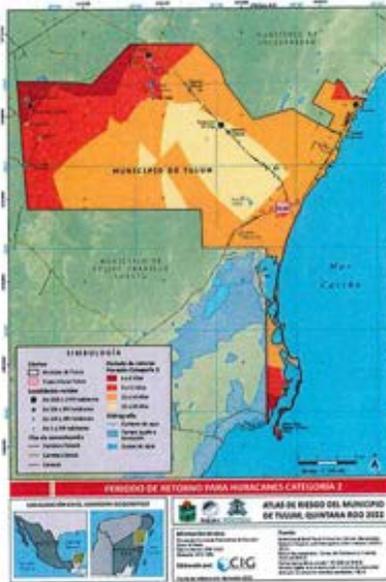
Fuente: Elaboración propia

Figura 174. Periodo de retorno para Huracán categoría 3 (en años)



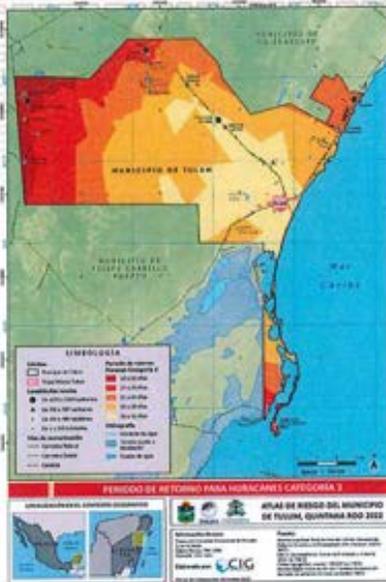
Fuente: Elaboración propia

Figura 175. Periodo de retorno para Huracán categoría 2 (en años)



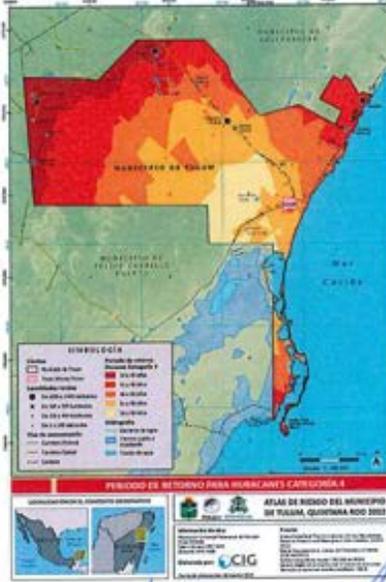
Fuente: Elaboración propia

Figura 176. Periodo de retorno para Huracán categoría 3 (en años)



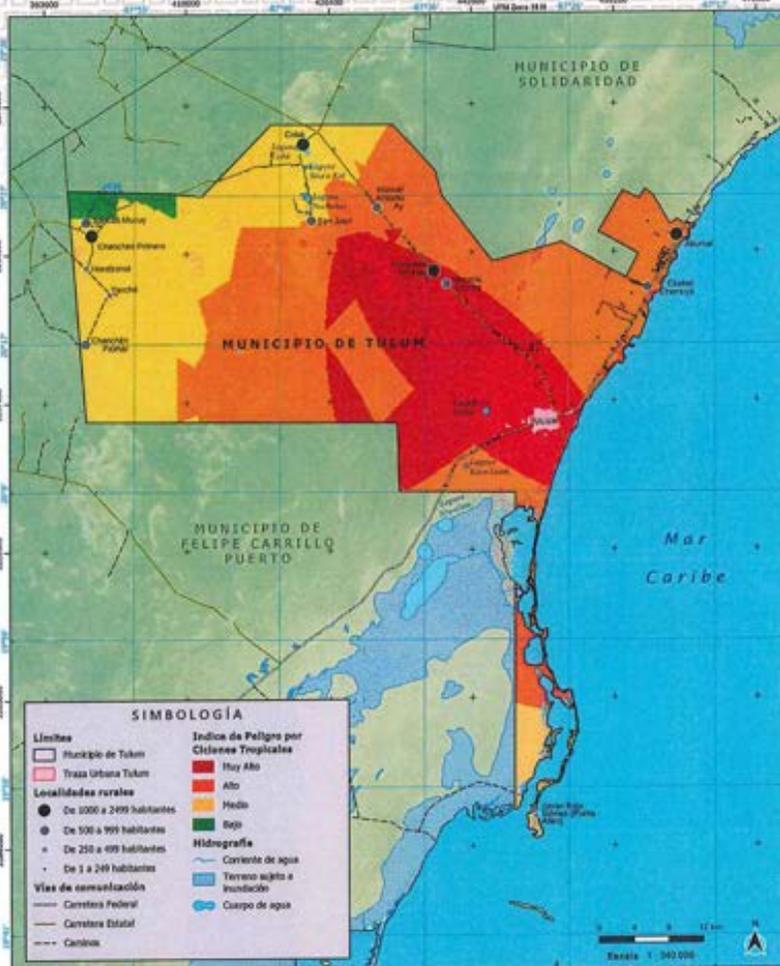
Fuente: Elaboración propia

Figura 177. Periodo de retorno para Huracán categoría 4 (en años)



Fuente: Elaboración propia

Figura 178: Índice de Peligro por Ciclones Tropicales (IPCT)



ÍNDICE DE PELIGRO POR CICLONES TROPICALES (IPCT)



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información Técnica:
Proyección: Universal Transversal de Mercator
Zona 18 Norte,
Datum: Mexico 1989 (IGM),
Elevación: QRS 1985.

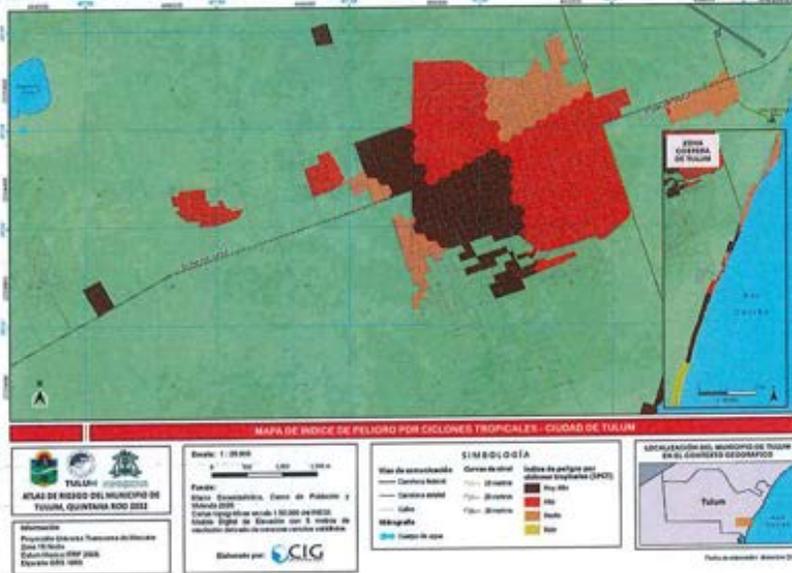
Fuente:
International Best Track Archive for Climate Evaluation, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA),
INEGI,
Municipio de Solidaridad, Centro de Planeación y Vivienda 2020 del INEGI,
Cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI,
Mapas Digitales de Elevación con 5 metros de resolución obtenidos de satélites sensores satelitales, INEGI.

Elaborado por: **CIG**

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia

Figura 179. Índice de Peligro por Ciclones Tropicales (IPCT)



Fuente: Elaboración propia.

5.3.6. Tormentas eléctricas

De acuerdo con la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz y CENAPRED (2021), en México, desde 1985 se registran muertes por caída de rayos. En los últimos 22 años, se han informado 4,848 muertes en 31 estados de todo el país, y un promedio de 220 muertes por año, incidentes que se registraron de mayo a octubre, más a menudo por la tarde o por la noche (Secretaría de Protección Civil, 2022). El único estado que no ha registrado muertes es Baja California Sur, mientras que en el Estado de México se localiza el mayor número de casos.

Asimismo, el desarrollo económico y poblacional de las ciudades hace posible que ocurran con mayor frecuencia efectos negativos generados por tormentas eléctricas (García, et al., 2007, cit. CENAPRED, 2021), por lo que es necesario implementar las medidas necesarias que minimicen sus efectos.

Los rayos son el aspecto más peligroso de una tormenta (figura 180). Si bien los rayos tienen solo un diámetro de 2 a 3 centímetros, pueden viajar kilómetros. No obstante, que la mayoría de los rayos tienen una longitud de 2 a 4.8 km, se observó que el rayo récord mundial cubrió 768 km en tres estados de los Estados Unidos son Mississippi, Louisiana y Texas en 2020 (Zavitsa & Shields, 2022).

El rayo es una descarga electrostática que resulta de la acumulación de cargas positivas y negativas dentro de una nube de tormenta. Cuando las cargas adquieren la fuerza suficiente, aparecen los rayos, cuya manifestación visible es el relámpago, es decir, un destello de luz que se produce dentro de las nubes o entre éstas y el suelo. La mayor cantidad de relámpagos ocurren dentro de la nube, mientras que el 20% se presenta entre la nube y el suelo.

Figura 180. Rayos



Fuente: pixabay

Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas (cumulonimbus) y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo (OMM, 1993). Son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados.

Formación de las tormentas eléctricas

De acuerdo a CENAPRED (2021), una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente en grupos o en líneas.

La mayoría de las tormentas eléctricas se forman por un ciclo de tres etapas: 1) Etapa cumulus, 2) Etapa madura y 3) Etapa de disipación (Figura 181).

Figura 181. Etapas de formación de tormentas eléctricas.



Fuente: Ventanas del Universo (s.f.) https://www.windows2universe.org/earth/Weather/Storm/Storm_Formation.html#lang-es

El ciclo de duración de una tormenta es de sólo una o dos horas y empieza cuando una porción de aire está más caliente que el de su entorno, o bien, cuando el aire más frío penetra por debajo de ella. No obstante, el proceso completo demora cerca de una hora para tormentas ordinarias. Tormentas superceladas son mucho mayores y más poderosas, y duran varias horas. El estado de madurez de una tormenta está asociado con grandes cantidades de precipitación y rayos.

Por su parte, los rayos se forman a partir de una poderosa carga que se acumula dentro del revuelto interior de la nube tormentosa.

Figura 182. Formación de un rayo



Fuente: Selecciones (2018) <https://selecciones.com.mx/como-se-produce-una-tormenta/>

Es imposible explicar exactamente cómo sucede esto, pero se sabe que se forma una carga positiva en la parte superior de la nube y una carga negativa se concentra en la parte inferior. Esta carga negativa es atraída hacia la tierra y la tierra se carga positivamente (Figura 182).

Dado que el aire es un buen aislante, evita que la corriente intente igualar las dos cargas durante un tiempo. Finalmente, cuando se acumula suficiente voltaje, los rayos ocurren en dos etapas (Selecciones, 2018):

1. Primero, hay una serie de débiles descargas "guía" que descienden en zig-zag desde la nube. Al mismo tiempo, surge una corriente eléctrica de la tierra, estableciéndose contacto eléctrico entre el cielo y la tierra al encontrarse con la corriente anterior.
2. Potentes corrientes ascienden por este camino y alcanzan las nubes. Es esta segunda parte se observa una "descarga reflejada" la que provoca el relámpago.

CENAPRED (2021) define al rayo como una descarga provocada por la electricidad estática con acumulación de cargas positivas y negativas. Cuando una nube está cargada aparece un rayo de suficiente intensidad, cuyos signos son los relámpagos que se pueden ver con el ojo. Es decir, una luz intermitente que ocurre dentro de una nube o entre una nube y el suelo. La mayoría de los rayos ocurren dentro de las nubes. Solo un 20% ocurre entre las nubes y la tierra.

Los rayos pueden alcanzar rápidamente temperaturas de 30,000 grados centígrados. El aire caliente lo expande rápidamente, creando una onda de choque que se presenta en forma de un sonido llamado trueno el cual viaja en todas direcciones desde un relámpago (CENAPRED, 2021).

Los rayos pueden ser de los siguientes tipos:

- a). Nube-aire. La electricidad se desplaza desde la nube hacia una masa de aire de carga opuesta.
- b). Nube-nube. El rayo puede producirse dentro de una nube con zonas cargadas de signo contrario.
- c). Nube-tierra. Las cargas negativas de las nubes son atraídas por las cargas positivas del suelo.

5.3.6.1. Metodología

Para el cálculo del peligro por tormentas eléctricas para el municipio de Tulum, se trabajaron con los datos procesados por UNIAMTOS (Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2011).

Las bases de datos se generaron a partir de la información proporcionada por World Wide Lightning Location Network (WWLLN) y de procesos desarrollados por Kucieliska et al. 2010, reportados en su trabajo: Cloud-to-ground lightning over Mexico and adjacent oceanic regions: a preliminary climatology using the WWLLN dataset.

La red WWLL actual incluye 40 estaciones que cubren gran parte del mundo y detectan radiación de muy baja frecuencia ("esféricas") asociadas con rayos. La distribución espacial de los rayos promedio anuales sobre la región continental de México, de acuerdo con Kucieliska et al. 2010, muestra la influencia del forzamiento orográfico en la producción de nubes convectivas con alta actividad de rayos. Sin embargo, también se observa un número muy alto de rayos en los estados de Tabasco y Campeche, que son zonas bajas. Este máximo está relacionado con el máximo climatológico de precipitación para el país y puede estar asociado con una región de persistente convergencia y convección en niveles bajos en la porción sur del Golfo de México.

Se identificaron superficies de descargas eléctricas mensuales, nube a tierra (2006 - 2010) en la República Mexicana, Centroamérica y zonas oceánicas adyacentes de enero a diciembre. Los datos fueron recalculados para el dominio de México, Centroamérica, sur de Estados Unidos y mares adyacentes, con una resolución espacial de 0.1 grados de arco, aproximadamente 11 km x 11 km. Esta variable se reporta en unidades del número de descargas eléctricas por km2 por mes.

Para Tulum se extrajeron los datos referidos a su territorio a partir de imágenes de satélite y geoprocesos. A partir de lo anterior, se cartografiaron los promedios mensuales de descargas eléctricas nube-tierra (mapa x) durante cinco años (2006 a 2010). Sin embargo, se debe comentar que no se encontraron datos más actuales, ya que no existe una base oficial de ellos en México. Asimismo, en el mapa x se expone los grados de peligro para esta amenaza.

5.3.6.2. Memoria de cálculo

En México existe la NORMA Mexicana ANCE emitida por la Asociación de Normalización y Certificación, A. C., "ANCE" y aprobada por el Comité de Normalización de la ANCE, "CONANCE", y por el Consejo Directivo de ANCE. Esta norma es de aplicación nacional. NMX-J-603-ANCE-2008. Es una guía que especifica el proceso a seguir para comprobar el cumplimiento del sistema de protección contra tormentas eléctricas (SPTE) de las estructuras o instalaciones, diseñado e instalado de acuerdo con el campo de aplicación de la NMX-J-549-ANCE. La anterior norma se encuentra basada en NMX-J-549-ANCE-2005.

A partir de la Norma Mexicana ANCE y el Sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas (SPTE), se definieron los siguientes rangos de peligrosidad según la densidad anual de rayos nube-tierra por kilómetro cuadrado, las cuales se muestra a continuación:

Amenaza por tormentas eléctricas

- $2.5 \geq x < 7$ = Peligro alto;
- $2.3 \geq x < 5$ = Peligro medio;
- $2.1 \geq x < 3$ = Peligro bajo
- $2.0 \geq x < 1$ = Peligro muy bajo,

Partiendo de esa escala de valores se realizaron los mapas de peligros por tormentas eléctricas para el municipio, en primer lugar, por mes para el periodo de 5 años, y en segundo, para todo el municipio comprendiendo los promedios por mes por año para esa escala de tiempo. El resultado se muestra a continuación.

5.3.6.3. Resultados de análisis

En las figuras 183, 184, 185 y 186 se muestran los resultados obtenidos. No obstante, para los primeros 6 meses peligro es bajo, es decir, los promedios mensuales de enero a junio no sobre pasan 1. En la primera (figura 183) de enero a abril se concentran del centro del municipio hacia el Este. En mayo y junio este fenómeno se observa más hacia la costa y la parte sureste.

En la figura 184 la distribución se muestra diferente para cada mes, en julio llega a obtener un promedio de 0.25, en agosto 0.33, en septiembre 0.71, en octubre 0.16, en noviembre 0.13 y en diciembre 0.01. Septiembre es el mes con mayor valor, lo cual puede asociarse al cambio de estación entre verano y otoño y a la temporada de huracanes.

Se debe tomar en cuenta que objetos más altos (edificios, antenas, por ejemplo) en una tormenta no siempre son alcanzados por un rayo. Es cierto que las entidades más altas están más cerca de las nubes, pero los rayos pueden caer al suelo a una distancia cercana a un objeto alto. Los objetos más altos pueden tener una mayor posibilidad de impacto, pero en lo que respecta a los rayos, la trayectoria del impacto no es predecible.

En la figura 185 se puede advertir que es la parte Este del municipio la que menos descargas eléctricas recibió entre 2006 y 2010, no obstante, su parte Oeste es la que más comprendió. El valor más alto alcanzado en las celdas de la imagen ráster muestra un peligro bajo a nivel general, sin embargo, aún debe ser tomado en cuenta para alertas de prevención, ya que es similar a la zona donde se produce granizo derivados de los ciclos atmosféricos convectivos que producen las tormentas.

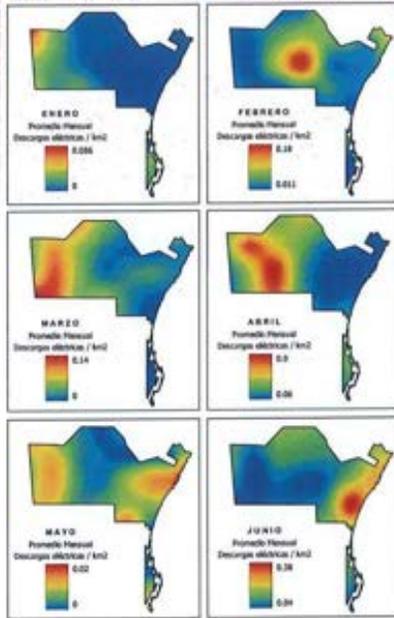
Por otra parte, en la figura 186, el resultado muestra una escala de peligrosidad a la amenaza de tormentas eléctricas, si bien, lo que se cartografió fueron las descargas eléctricas nube-tierra, estas se generan a partir de una descarga eléctrica entre las regiones positivas y negativas de una tormenta por lo que de esta manera se realizó la asociación. El mapa muestra tres niveles de peligro, aun cuando estas podían encajar en el nivel de peligro muy bajo y bajo de la escala general, se desagregó en una subescala donde <1 indica peligro bajo, entre 1 a 1.63 peligro medio y mayor a 1.63 peligro alto. Es así que observamos no aproximadamente 498 km2, aunque las descargas de nubes-tierra no son las más comunes, representan un mayor peligro para las personas y la propiedad que otros tipos de descargas.

5.3.6.4. Mapas de susceptibilidad por tormentas eléctricas

Los efectos de las tormentas eléctricas van desde herir o causar el deceso de una persona de forma directa o indirecta hasta dañar la infraestructura de la población, que provocaría la suspensión de la energía eléctrica, además de afectar algunos aparatos (radio, televisión, computadoras, refrigeradores, etc.). En ocasiones, las descargas eléctricas pueden provocar la muerte del ganado y son la causa más común del retraso de las aeronaves y de los accidentes aéreos (CENAPRED, 2021).

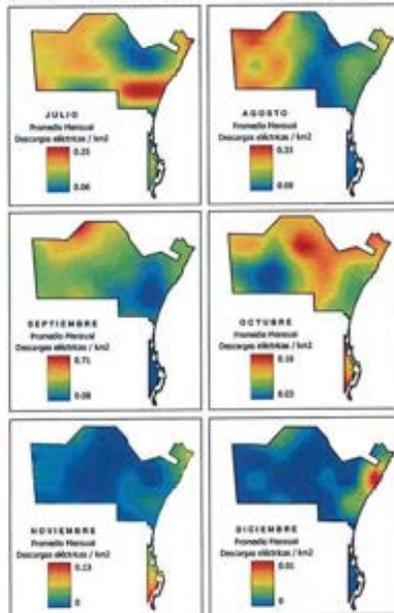
CENAPRED (2021), señala que las tormentas eléctricas en México ocurren entre mayo y octubre, con mayor frecuencia durante horas de la tarde o de la noche. Para el municipio de Tulum el promedio alcanzó 0.22 para mayo, 0.38 para junio, 0.25 para julio, 0.33 para agosto, 0.71 para septiembre y 0.16 para octubre, por lo que el mes con mayores descargas eléctricas registradas fue septiembre entre 2006 a 2010 (Figuras 183 y 184).

Figura 183. Promedios mensuales de enero a junio (2006-2010)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 184. Promedios mensuales de julio a diciembre (2006-2010)



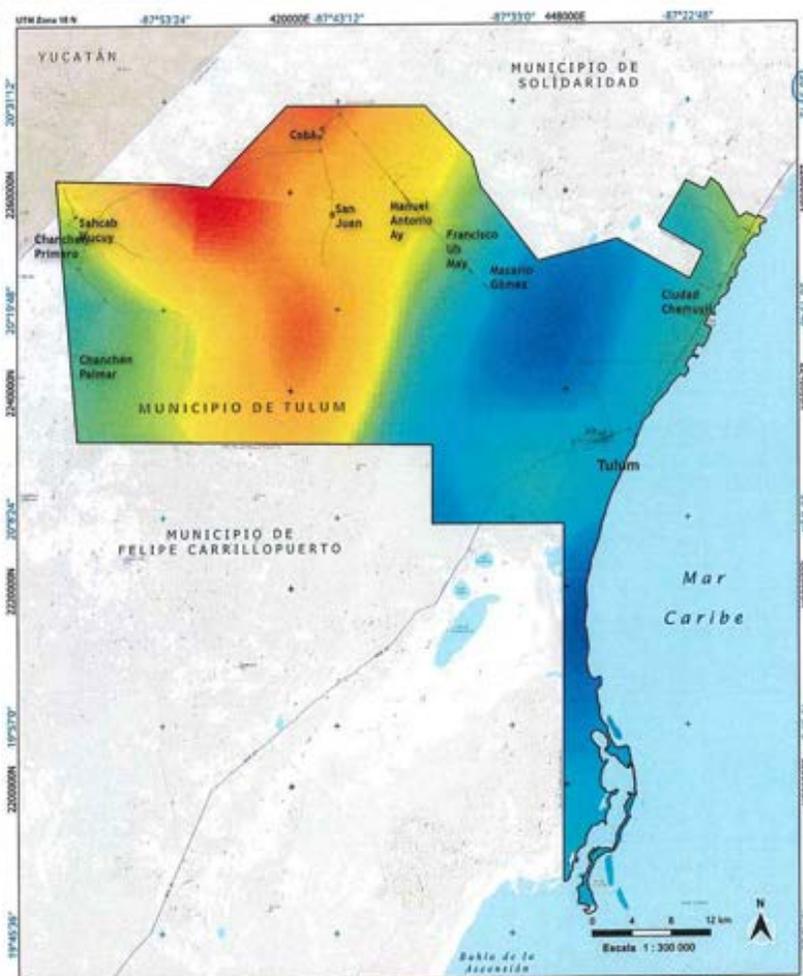
Fuente: Elaboración propia.

En los mapas resultado de este análisis (Figuras 183 y 184) se puede observar que las zonas donde se contabilizaron más descargas eléctricas por kilómetro cuadrado fueron al norte del municipio, principalmente en la localidad de Cobá, en menor medida en las localidades de San Juan, Manuel Antonio Ag. Sahcab Mucuy, Chanchén Primero y Cancén Palmar. Al Este del municipio el grado de peligro fue mucho menor.

Se debe tener en cuenta que la distribución geográfica de las emisiones de nubes terrestres está estrechamente relacionada con la topografía y la dinámica local de las tormentas. Sin embargo, las corrientes descendentes son más frecuentes en los trópicos y las corrientes ascendentes son más comunes en las regiones templadas donde las temperaturas son más frías que en los trópicos.

El resultado obtenido muestra que una tercera parte del territorio se encuentra en peligro muy bajo y bajo, ya que el rango de los datos va de 0.72 a 2.09 descargas eléctricas por km². Por lo que esta amenaza es de baja peligrosidad para su población. Sin embargo, la población debe tomar las medidas de protección dictadas por las autoridades de protección civil del municipio.

Figura 185: Mapa de promedios mensuales de descargas eléctricas para Tulum



Mapa de promedios mensuales de descargas eléctricas nube-tierra

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

Promedios mensuales (número de descargas eléctricas por km ²)	Simbología	Modelo Digital Elevación (metros)
	Límite municipal	
	Traza urbana	
	Red vital	
	Estado de Yucatán	

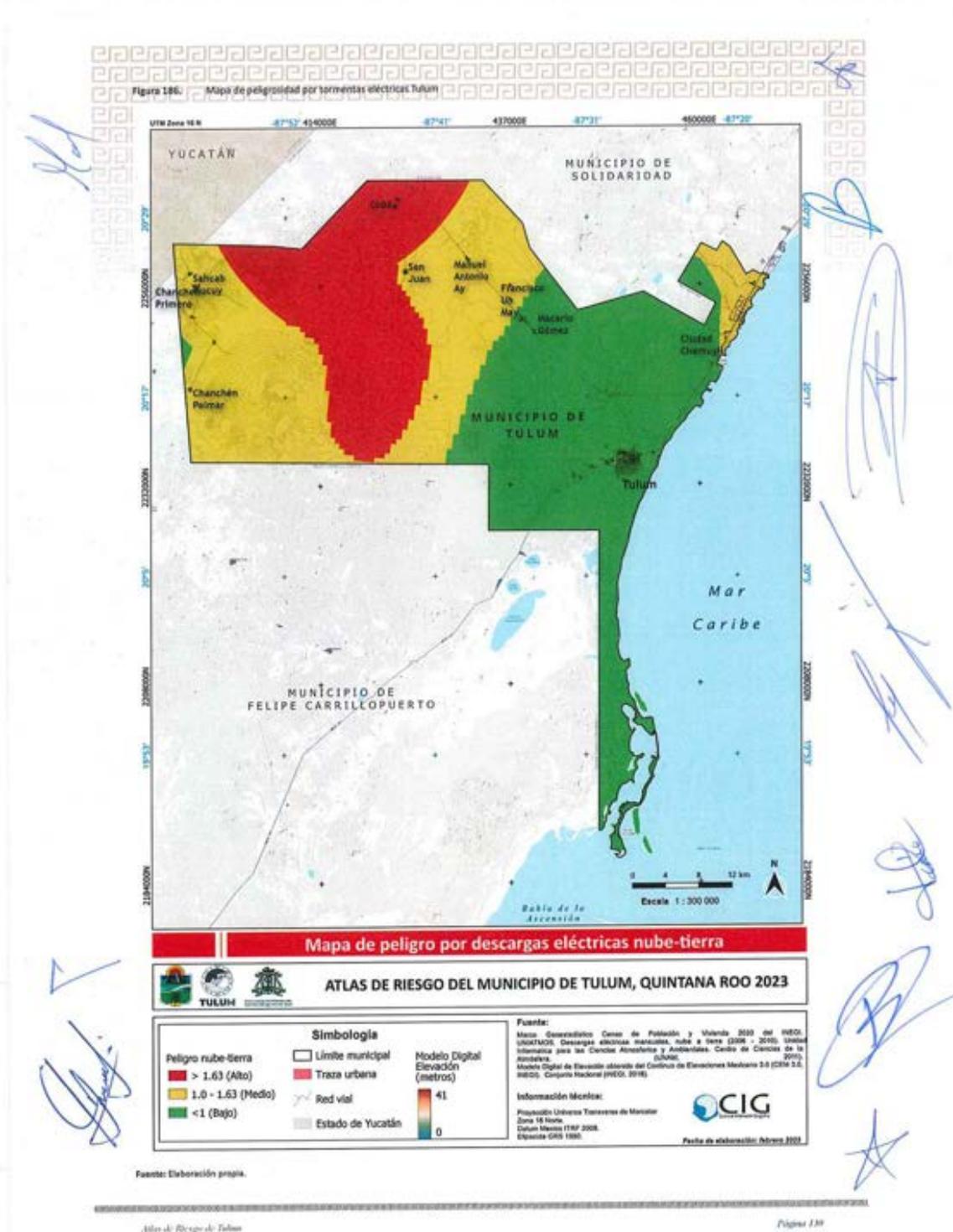
Fuente: Mapa Georreferenciado Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, UNAM/IICT: Descargas eléctricas mensuales, nube a tierra (2008 - 2010), Sistema Informativo para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM; Modelo Digital de Elevación obtenido del Conjunto de Elevaciones Mexicano 3.0 (DEM 3.0, INEGI); Conjunto Nacional (MEDI, 2016).

Información Técnica: Proyección UTM Transversa de Mercator, Datum México (TRIP 2008), Elevación CRS 1988.

CIG
Comisión Interdisciplinaria de Gestión

Fecha de elaboración: febrero 2023

Fuente: Elaboración propia



5.3.7. TORNADOS

Los tornados y las trombas marinas se han observado y documentado en México desde el siglo XVI [Velasco Fuentes 2010 cit. León-Cruz, Pineda-Martínez & Carbajal, 2022], pero no recibieron mucha atención hasta épocas recientes. En la memoria colectiva de la población, estos fenómenos fueron generalmente considerados como eventos anecdóticos. Sin embargo, los tornados han sido ignorados como un evento climático de alto impacto en México y no han sido registrados ni informados excepto cuando los tornados causan daños estructurales, lesiones o muerte.

Figura 187. Afectación por tornado en Ciudad Acuña, Coahuila, 2015



Fuente: Alcaldes de México [mayo 25 2015] [https://www.alcaldesdemexico.com/notas-principales/hornado-categoria-4-esta-ciudad-acuna-coahuila-video-y-galeria/] y La Poderosa [3 de junio 2015] Trayecto del tornado en Acuña Coahuila del 25 de mayo de 2015 [https://www.imer.mx/lapoderosa/trayecto-del-tornado-en-acuna-coahuila-del-25-de-mayo-de-2015/].

La importancia de esta amenaza meteorológica en el país inicia en 2007, con el tornado de Piedras Negras, Coahuila, ya que causo diversos daños. Entre 2008 y 2012 se presentaron en el centro de México tornados menos fuertes. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) reportó en sus informes anuales de 2018 a 2020, 12, 23 y 30 eventos a nivel nacional (CONAGUA 2018, 2019, 2020, cit. León-Cruz, Pineda-Martínez & Carbajal, 2022). El aumento del interés por este fenómeno parte del tornado supercélula ocurrido en Ciudad Acuña, Coahuila, cerca de la frontera entre México y EE. UU., el 25 de mayo de 2015, por la comunicación mediática que se le dio (Figura 187). Por otra parte, León-Cruz & Castillo-Aja (2022), señalan que existen algunos estudios sobre tornados desde la meteorología y otros desde condiciones de mesoescala que favorecen las tormentas de supercélulas y tornados en el país. Asimismo, siguen señalando que también se ha investigado el riesgo de ocurrencia de tornados, sin embargo, la evaluación del riesgo de tornados desde un punto de vista geoespacial sigue siendo un tema pendiente, ya que no existe un mapeo del riesgo de tornado en México.

De la misma manera, León-Cruz, Pineda-Martínez & Carbajal, (2022) señalan que se cuenta con un proyecto de recopilación y sistematización de datos sobre tornados para México con información más reciente. Este estudio mostró que los tornados y las trombas marinas son más comunes de lo que se creía, lo que conlleva a que se ha subestimado la actividad de tornados en el país.

Características de los tornados

La formación de las nubes y de las precipitaciones en la atmósfera resulta, lo más frecuentemente, de los movimientos verticales. Se hacen visibles por la formación de nubes, pudiéndose producir igualmente los movimientos verticales en ausencia de nubes.

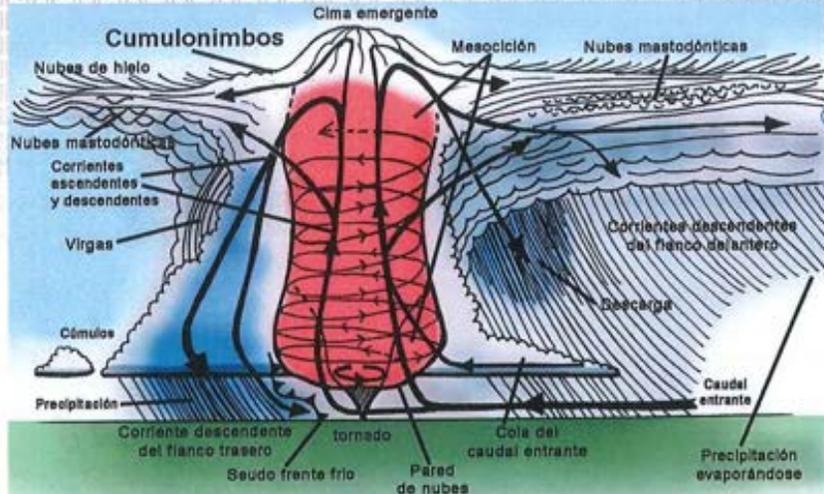
Los movimientos verticales en la atmósfera son menores que los movimientos horizontales, sin embargo, si están bien desarrollados o extendidos, pueden tener efectos importantes. Los movimientos verticales son la causa de diversos fenómenos meteorológicos.

Cuando se habla de estabilidad o inestabilidad atmosférica se está hablando de "la capacidad que tiene un entorno atmosférico para modificar su estado en virtud de una fuerza exterior que podemos llamar forzamiento". Existen diversas situaciones en las que el aire se ve forzado a ascender creando situaciones de inestabilidad atmosférica.

Los tornados suelen ocurrir en la zona de transición entre las masas de aire polar y tropical entre las latitudes 20° y 50° a ambos lados del ecuador, y raramente a latitudes superiores a los 60° el aire no contiene la humedad y temperatura necesarias para la formación de este fenómeno. Y en las regiones ecuatoriales, donde la atmósfera no presenta la inestabilidad necesaria para el desarrollo de fuertes tormentas de tal intensidad (Jonkepa, 2013).

Los tornados se presentan en varios países, en diferentes variaciones estacionales, sucediendo con mayor ocurrencia durante el verano en las latitudes medias, entre junio, julio y agosto. Entre marzo y abril su ocurrencia se centra cerca de la costa del Golfo de México. A medida que avanza el año, el centro del área de formación de tornados más grande se mueve más al norte en los Estados Unidos. El motivo de este movimiento está relacionado con el movimiento de masas de aire en la misma dirección asociado al desarrollo de tornados (Figura 188).

Figura 188. Vista de una supercelda



Fuente: Tomado de https://vaulcajonkepa.files.wordpress.com/2013/05/supercell_side_view_es.png

Los tornados pueden ocurrir en cualquier momento del día, y la mayoría ocurre entre las 14 y las 20:00 hrs lo que se asocia con el máximo calentamiento diario de la superficie terrestre, ya que las altas temperaturas contribuyen a la inestabilidad atmosférica ya la formación de tormentas, que suelen dar lugar a la aparición de tornados (figura 188).

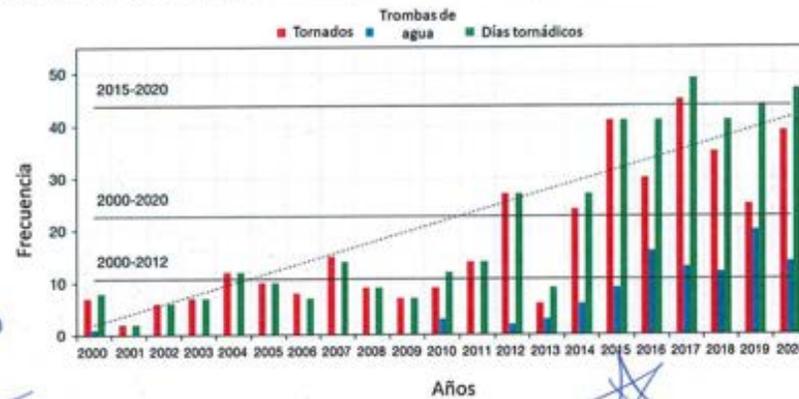
Las características de los tornados típicos incluyen un diámetro de 2 km o menos, con diferencias máximas de velocidad del viento a lo largo de la circulación que superan los 40 m s⁻¹ dentro de los 200 m de la superficie. Los tornados suelen durar del orden de 100 a 1000 segundos (AMS, 2020).

Los tornados que ocurren sobre el agua se clasifican como trombas marinas. Las trombas terrestres son un subconjunto de tornados que ocurren independientemente de un mesociclón principal.

Los gustados (nube tornádica y de corta vida, de bajo nivel que puede formar un temporal), no se consideran tornados ya que son vórtices poco profundos y de corta duración que suelen ser débiles. Los remolinos de polvo no se consideran tornados ya que no están asociados con nubes cumulonimbos.

La recopilación actualizada de eventos de tornados para México realizada por León-Cruz, Pineda-Martínez & Carbajal, (2022) entre el 2000 al 2020 considera un total de 378 tornados y 99 trombas marinas distribuidas más de 434 días de tornados o días tornádicos (Figuras 189 y 190). Estos incluyen sistemas convectivos de mesoescala, ciclones tropicales y frentes fríos.

Figura 189. Distribución anual de tornados, trombas marinas y días de tornados documentados para México 2000-2020.



Fuente: Tomado de León-Cruz, Pineda-Martínez & Carbajal, (2022). Las líneas continuas negras indican medias anuales para diferentes periodos. La línea discontinua negra muestra la tendencia lineal.

Figura 190. Tornados, trombas de agua y gustados
Tornado



Tromba marina

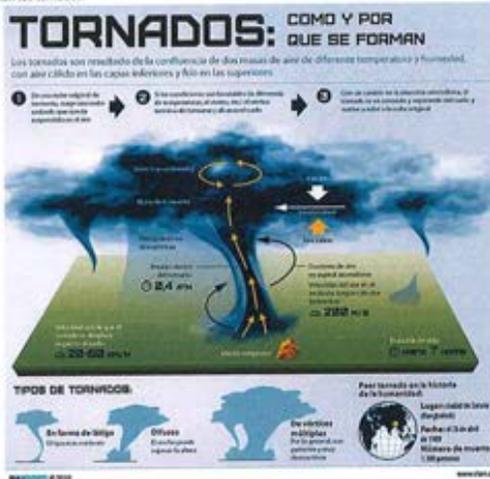


Gustados



Fuentes de las imágenes: Gobierno de Méico (<https://www.gob.mx/senagua/articulos/tornados-maxima-expresion-del-vento-fuhamas>); Infobae (<https://www.infobae.com/americas/mexico/2020/10/06/las-impresionantes-tornados-que-ha-dejado-gama-y-delta-a-su-paso-por-yucatan-y-cancun/>); Meteored (<https://www.meteored.com.ar/noticias/ciencia/ fenomenos-meteorologicos-que-es-un-gustnado.html>).

Figura 191. Como se forman los tornados.



Fuente: INVIDES (2019) <https://invides.com.mx/infografias/tornados-como-y-por-que-se-forman/>

La nube es de color blanco o gris claro mientras que el embudo permanece suspendido de la nube madre, cuando éste hace contacto con la tierra se presenta de un color gris oscuro o negro debido al polvo y escombros que son succionados del suelo por el violento remolino. Estos torbellinos llamados también chimeneas o mangas, generalmente rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj, en el hemisferio Norte. En algunas ocasiones se presentan como un cilindro, cuyo diámetro varía entre la base de la nube y la superficie del suelo y su diámetro inferior es aproximadamente de 1 Km alcanzando algunas veces los 100 metros.

Existen diferentes tipos de tornados, tornado de vórtices múltiple, tromba marina y tromba terrestre (tabla 103). Asimismo, existen fenómenos que parecen tornados, pero no lo son, como: gunitado, remolino de polvo o de arena, remolino de fuego, remolino de vapor.

Tabla 103. Tipos de tornados

Tipos de tornados	Descripción
Tornado de vórtices múltiples	Este es un tornado en el que dos o más columnas de aire en movimiento giran alrededor de un centro común. Puede aparecer con circulación de aire, pero es más común en tornados intensos.
Tromba marina	También conocido como manga de agua, este es un tornado posicionado sobre el agua. Se forman en aguas tropicales y subtropicales en el fondo de nubes llamadas Cumulus congestus.
Tromba terrestre	También conocidos como tornados no supercelulares, tornados o nubes de embudo o landspout en inglés, estos tornados no están relacionados con los mesociclones. Tienen una vida útil corta y un embudo de condensación fría que apenas toca el suelo. Por lo general, son más débiles que los tornados típicos, pero pueden causar daños importantes.

Fuente de las imágenes: <http://torreadaiki.blogspot.com/2012/12/tornados-verdaderos-tornado-de-vortices.html>
<http://www.torreadaiki.com/america/mexico/2013/9/18/03/torna-embudo-terrestre-manga-de-agua-solo-en-el-mar-los-tornados-en-el-terrestre.html>
<https://atmusa.com/2023/05/08/nube-espanta-muerto-leon-deja-esta-lesionada/>

Características más comunes para identificar un tornado

El desplazamiento de los tornados tiende a ser dominado por el movimiento de la tormenta o nube madre, a veces se observa que el embudo se libera de la base moviéndose en forma errática.

Monterde et al., 2023 señalan que la topografía del terreno incide en la convergencia de las masas de aire, la humedad, los cambios en la dirección y velocidad del viento, y que una topografía reducida confirma la relevancia de una tornadogénesis. Asimismo, apuntan que son necesarias más investigaciones para aumentar el conocimiento de cómo las características del terreno pueden inducir entornos de tornados, especialmente en las regiones tropicales, donde estos fenómenos están poco explorados.

- a) El tornado se forma en conexión con una nube de tormenta, llamada "Cumulonimbus".
- b) El tornado aparece en la base de la nube "Cumulonimbus" y se extiende hacia abajo hasta alcanzar el suelo en forma de embudo o manga.

c) Comúnmente un tornado va acompañado por lluvia, granizo, relámpagos, rayos y de la oscuridad propia de las nubes.

d) Una característica común, es la baja presión atmosférica (fuerza por unidad de área, ejercida sobre una superficie determinada) en el centro de la tormenta y enorme velocidad del viento.

e) El efecto de destrucción de un tornado es mayor en el área afectada que el de un huracán, debido a que la energía por liberar se concentra un área más pequeña. Por tanto, el efecto de la velocidad del viento y la baja presión hace que el daño sea mayor.

f) Los tornados se desplazan aproximadamente a 50 Km/h, sin embargo, algunos se mueven lentamente, mientras otros alcanzan velocidades de 100 Km/h o más. La trayectoria promedio de un tornado es de unos 400 metros de ancho y unos cuantos kilómetros de largo. Algunas de éstas han alcanzado valores excepcionales de 1.6 Km de ancho y 480 Km de largo.

Composición y escalas

La mayoría de los tornados se producen por la inestabilidad atmosférica, debido al calentamiento diurno y la gran cantidad de humedad o frentes fríos (línea de separación entre dos masas de aire una fría y seca y, la otra, cálida y húmeda, se caracteriza por que la masa de aire frío va seguida de la masa de aire cálido) que se encuentran activos, agrupados en familias o en conexión con tormentas aisladas de gran intensidad. La chimenea del tornado es una nube constituida por gotitas de agua mezcladas con polvo y partículas de desechos, las cuales nacen en las bases de las nubes y descienden hacia la superficie. En las proximidades del suelo el polvo y los desechos son muy abundantes, debido a la baja presión atmosférica existente que contribuye a que el aire circule hacia dentro y ascienda.

En el interior, en las paredes que forma el ojo del tornado normalmente se producen descargas eléctricas. Algunos tornados están constituidos por una sola chimenea, mientras que otros forman un sistema de varias chimeneas. Unos duran pocos segundos, otros persisten durante decenas de minutos.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) presenta la Escala Fujita mejorada para medir la intensidad de los tornados (tabla 104). La fuerza de un tornado puede estimarse a partir de la gravedad del daño causado (figura 192).

Tabla 104. Escala Fujita mejorada para medir la intensidad de los tornados

Número de la escala Fujita mejorada	Velocidad del viento en las ráfagas (km/h)	Daño
0	29.3-38.1 m/s 105-137 km/h	Daños menores: Tejas arrancados por el viento o partes de los tejados desprendidas; daños a cancelas o revestimientos; ramas de los árboles rotas; árboles con raíces poco profundas derribados.
1	38.9-49.8 m/s 138-178 km/h	Daños moderados: Daños significativos en los tejados; ventanas rotas; puertas exteriores dañadas o perdidas; viviendas móviles volcadas o con daños importantes.
2	49.7-60.6 m/s 179-218 km/h	Daños considerables: tejados arrancados de casas de construcción sólida; casas reparadas de los techos; viviendas móviles totalmente destruidas; árboles grandes partidos o arrancados de sus raíces; vehículos lanzados por los aires.
3	60.5-71.9 m/s 219-260 km/h	Daños graves: destrucción de pisos enteros de casas de construcción sólida; daños significativos a edificios grandes; casas con cimientos débiles arrancadas; desprendimiento de la corteza de los árboles.
4	74.3-89.4 m/s 267-322 km/h	Daños devastadores: Casas de construcción sólida derribadas; coches lanzados a distancias significativas, caída probable de las paredes exteriores de los pisos superiores de edificios de ladrillo.
5	>89.4 m/s >322 km/h	Daños masivos o increíbles: Casas bien construidas arrancadas; estructuras de hormigón armado extremadamente dañadas; edificios de gran altura con daños estructurales graves; árboles generalmente partidos y despojados por completo de la corteza y las ramas.

Fuente: Organización Meteorológica Mundial (<https://www.wmo.int/es/tornado-intensity.html>)

Figura 192: Escala mejorada de Fujita



Fuente: Enseñanzas náuticas (<https://nauticajenkeja.wordpress.com/2013/05/22/escala-fujita-de-tornados/>)

5.3.7.1. Metodología

La metodología empleada se concentro en los datos obtenidos por León-Cruz & Castillo-Aja (2022), los cuales solo se reducen a trombas marinas para el municipio de Tulum, entre 2016 y 2017.

Se procesaron los conjuntos de datos de puntos que contenían la ubicación las trombas marinas, usando un sistema de información geográfica (SIG) para calcular un mapa de susceptibilidad aplicando un buffer de 3 kilómetros (Área de influencia).

Las trombas marinas pueden ser peligrosas para embarcaciones, por ejemplo, provocando que los vehículos marinos vuelquen y provoque daños personales o materiales graves.

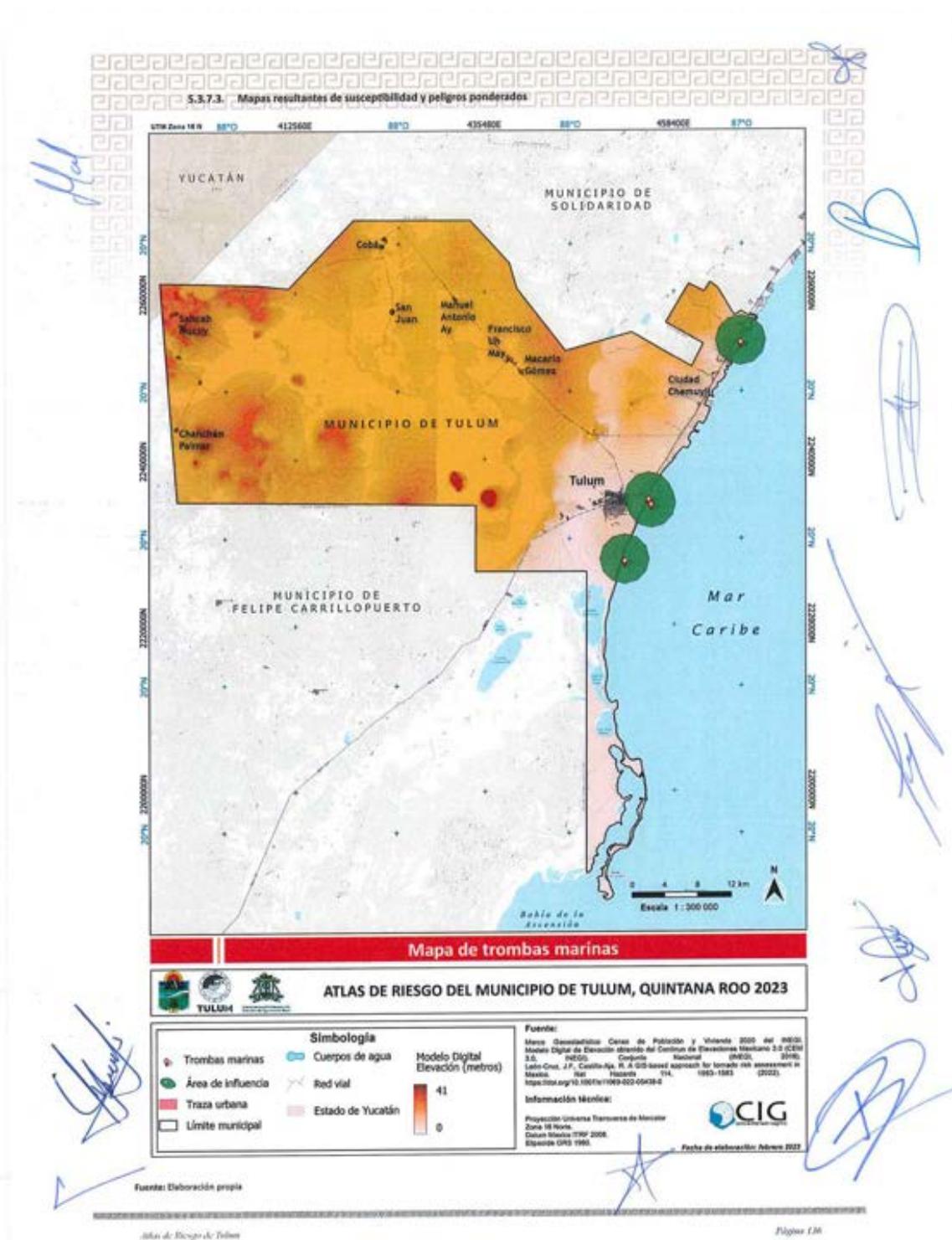
Por otra parte, cuando una tromba marina toca tierra, pierde la fuente de calor y humedad del agua del mar, por lo que se debilita y se disipa, por lo que tierra adentro no podría causar los mismos daños que sobre la superficie del mar.

5.3.7.2. Resultados

Si bien el 70% de los tornados se producen en los Estados Unidos, los registros para el municipio de Tulum se centran en las trombas marinas, hasta ahora. En la figura x se muestra los cuatro eventos registrados entre 2016 y 2017 por León-Cruz & Castillo-Aja (2022). Tornados o trombas terrestres no se han presentado en el territorio municipal.

Si bien estos fenómenos no presentan ningún daño al municipio, si se recomienda que los encargados de Protección Civil cuenten con los registros de estos fenómenos para poder determinar las zonas más vulnerables a ellos.

[Handwritten signatures and initials in blue ink are scattered throughout the page, including a large signature on the left margin and several initials on the right margin.]



5.3.8. Tormentas severas

Se puede definir a una tormenta severa como aquella tormenta que es susceptible de producir daños materiales importantes, muertes o ambos (Eslava, 2020). Generalmente, las tormentas severas vienen acompañadas de lluvias intensas, vientos fuertes y pueden producir granizo, rayos y truenos, inundaciones repentinas e incluso, tornados. Si se presentan sobre el océano, también producen oleaje alto y marejada intensa (CENAPRED, 2021).

Para la formación de una tormenta severa es necesario que se desarrollen las nubes conocidas como cumulonimbus. Estas son densas y de considerable dimensión vertical, en forma de coliflor. Una parte de su región superior es generalmente lisa, fibrosa o estríada y casi siempre aplanada, la cual se extiende frecuentemente en forma de yunque o de vasto penacho. En la figura 193 se muestran nubes cumulonimbus típicas, la cual puede desarrollar una tormenta severa.

Figura 193. Nubes de tormenta (cumulonimbus).



Fuente: Atlas Internacional de las nubes (<https://cloudatlas.kemo.int/es/ver-tem-el-clouds-from-aircraft-descriptions-cumulonimbus.html>)

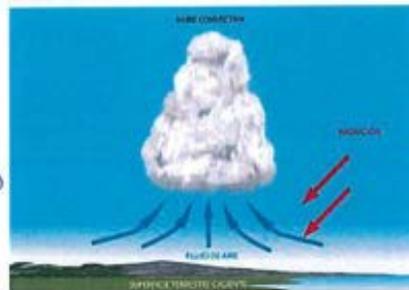
Las nubes de este tamaño no se desarrollan al menos que tengan la suficiente energía, y esto significa que la masa de aire ambiental necesita contener importantes cantidades de vapor de agua distribuidas por toda la capa vertical (Figura 193). Además de estas condiciones se necesita de un mecanismo disparador para el desarrollo de las nubes y la ausencia de factores que inhiban o restrinjan su desarrollo hasta su madurez, tales como una inversión térmica en los niveles medios de la atmósfera.

Formación de tormentas severas

Hay tres procesos principales que proporcionan una fuente de aire húmedo ascendente para formar nubes cumulonimbus:

- Convección
- Ascenso orográfico
- Convergencia / ascenso general

Figura 194. Formación de nubes por convección del aire calentado por la radiación solar



Fuente: EL CLIMA (<https://nhdplayer.es/Video/10176514/>) y Eslava (2020).

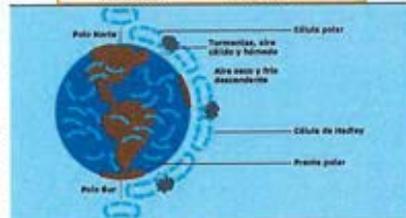
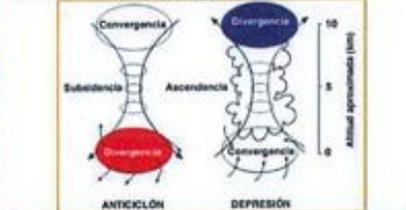
Atlas de Diego de Talon

Figura 195. Formación de nubes por ascenso orográfico



Fuente: <https://www.meteorologiasnred.com/tiempo-orografica.html>

Figura 196. Convergencia/ascenso general



Fuente: <https://www.conagua.gob.mx/> y <https://www.ambientum.com/>

En invierno, el aire sobre los continentes es más frío que el aire sobre los océanos. Debido a esto, aparecen bajas presiones de aire sobre los océanos, siendo los más importantes los llamados ciclones atlánticos sobre el océano Pacífico y los ciclones irlandeses sobre el océano Atlántico. Se forman bolsas de alta presión en los continentes, los más importantes son la Alta Siberia en Asia central y Canadá en el norte de América del Norte. En verano, la situación se invierte. En esta época del año, los continentes son más cálidos que los mares. Por esta razón, se forman sistemas de baja presión y se forman sistemas de alta presión en el mar. Los más importantes de estos son las Altas de las Azores ubicado en el Océano Atlántico y Alta Hawaiana ubicado en el Océano Pacífico.

Las áreas de baja presión están asociadas con lluvias y tormentas, entre ellas los frentes fríos. El aire sobre el suelo es cálido y húmedo. A medida que el aire asciende, se enfría y pierde su capacidad de retener el vapor de agua, por lo que se condensa y precipita para convertirse en lluvia (Ambientum, 2022). Existen diversos fenómenos atmosféricos, además de la precipitación, que suelen acompañar a las tormentas severas, entre los que se encuentran los chubascos, ráfagas frontales, los rayos, los truenos, el granizo y los tornados (CENAPRED, 2021).

Generación de tormentas severas por frentes fríos

En meteorología, un frente es una franja de separación entre dos masas de aire de diferentes temperaturas, y se clasifican como fríos, cálidos, estacionarios y ocluidos, según sus características. La palabra frente tiene origen en el lenguaje militar (como frente de batalla) y se asemeja a una batalla porque el choque entre las dos masas produce

Página 127

una actividad muy dinámica de tormentas eléctricas, ráfagas de viento y fuertes aguaceros.

Algunos frentes fríos se mueven rápidamente, son fuertes y pueden causar perturbaciones atmosféricas tales como tormentas eléctricas, chubascos, tornados, vientos fuertes y cortas tempestades de nieve durante su paso, acompañadas de condiciones secas a medida que el frente avanza. Dependiendo de la época del año (otoño, invierno o primavera) y de su localización, los frentes fríos pueden presentarse con un periodo de entre 5 a 7 días en promedio (CENAPREO, 2021).

Un frente frío es el límite entre una masa de aire caliente y una masa de aire frío que colisiona y se mueve (figura 197). Las masas de aire no se mezclan cuando hablamos de frentes fríos. Las masas de aire frío expulsan las masas de aire caliente y, como el aire frío es más denso, se mueve más rápido y se pega a las superficies, lo que facilita el transporte y el transporte del aire caliente. para ganar altura. Cuando el aire caliente es húmedo e inestable, se enfría y se condensa a medida que asciende, formando grandes nubes que se desarrollan verticalmente con fuerte turbulencia, principalmente se convierten en tormentas con lluvia intensa, granizo, tormentas eléctricas y tornados.

Figura 197. Frentes fríos



Fuente: Faro Universitario (<http://www.farouniversitario.usb.edu.bo/node/514>)

5.3.3.1. Metodología

Entre las debilidades que encontramos en el municipio de Tulum es la instrumentación meteorológica con la que cuenta, es decir, son pocas las estaciones que obtienen datos de fenómenos climatológicos y se encuentran sistematizados. Tal como se utilizó para el cálculo de otras amenazas en este Atlas, se tomaron datos oficiales de las estaciones cercanas y vinculadas al Servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA (Tabla 1). El dato para mostrar las áreas vulnerables a tormentas severas para el municipio de Tulum consistió en la recopilación de precipitación extrema en 24 horas por mes por estación (Tabla 1).

En primer lugar, se tomaron los datos extremos de precipitación por mes de seis estaciones meteorológicas (Tabla 105).

A partir de lo anterior, se graficaron la frecuencia mensual de tormentas severas (gráfica 16) tomando el criterio del SMN de precipitaciones en 24 horas mayores a >50mm. Por la escala manejada, se decidió incluir a partir de 45mm en adelante.

De la misma manera, se muestran el total de tormentas por año (gráfica 17) para un periodo de 12 años. También se logró obtener dos mapas de susceptibilidad a tormentas severas (Figuras A y B) para el municipio de Tulum, dividido en dos periodos de análisis 2010-2015 y 2016-2022.

Tabla 105. Precipitación extrema (mm) mensual por estación.

Estación	Abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2000									
2001									
2002									
2003									
2004									
2005									
2006									
2007									
2008									
2009									
2010									
2011									
2012									
2013									
2014									
2015									
2016									
2017									
2018									
2019									
2020									
2021									
2022									
2023									
2024									

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el Área Técnica de la Dirección Local de Quintana Roo, CONAGUA.

5.3.8.2. Resultados

El análisis realizado establece que el peligro por tormentas severas para el municipio de Tulum se ha dado fundamentalmente en primer lugar en el mes de junio, seguido del mes de octubre y posteriormente el mes de septiembre, como los más significativos para este fenómeno. El mes menos significativo ha sido el mes de febrero con solo seis eventos detectados (gráfica 16). Por lo que estos meses y debido a la frecuencia observada, las autoridades a nivel estatal y municipal, así como la población en general deben mantenerse informadas y tomar las medidas necesarias para evitar inundaciones o desastres.

Juan de Dios de Tulum

Página 139

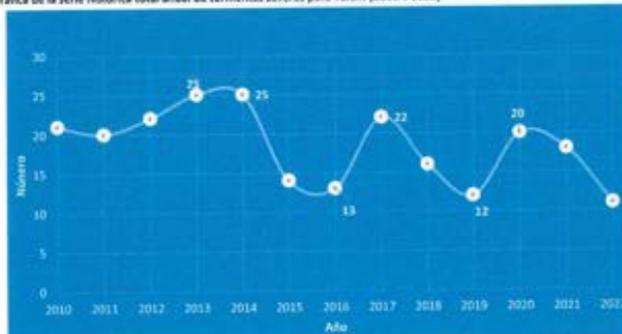
Figura 198. Gráfica de la serie histórica mensual de tormentas severas 2010 a 2022 para Tulum.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, los periodos en que se presentaron esta acumulación de tormentas fueron 2013 y 2014, con 25 eventos por año (gráfica 17). Este comportamiento, pudo ser el causante de la presencia de más tormentas para los meses de junio a octubre. Los años de menos incidencia fueron 2015, 2016 y 2019, este último fue un año declarado con sequía meteorológica.

Figura 199. Gráfica de la serie histórica total anual de tormentas severas para Tulum (2010 a 2022).



Fuente: Elaboración propia.

5.3.8.3. Mapas de susceptibilidad a tormentas severas

La situación actual del cambio climático requiere más conocimiento sobre las variaciones espaciales y temporales de las precipitaciones extremas las cuales pueden estar asociadas a los ciclones tropicales, a continuación, se presentan los resultados alcanzados para el municipio de Tulum.

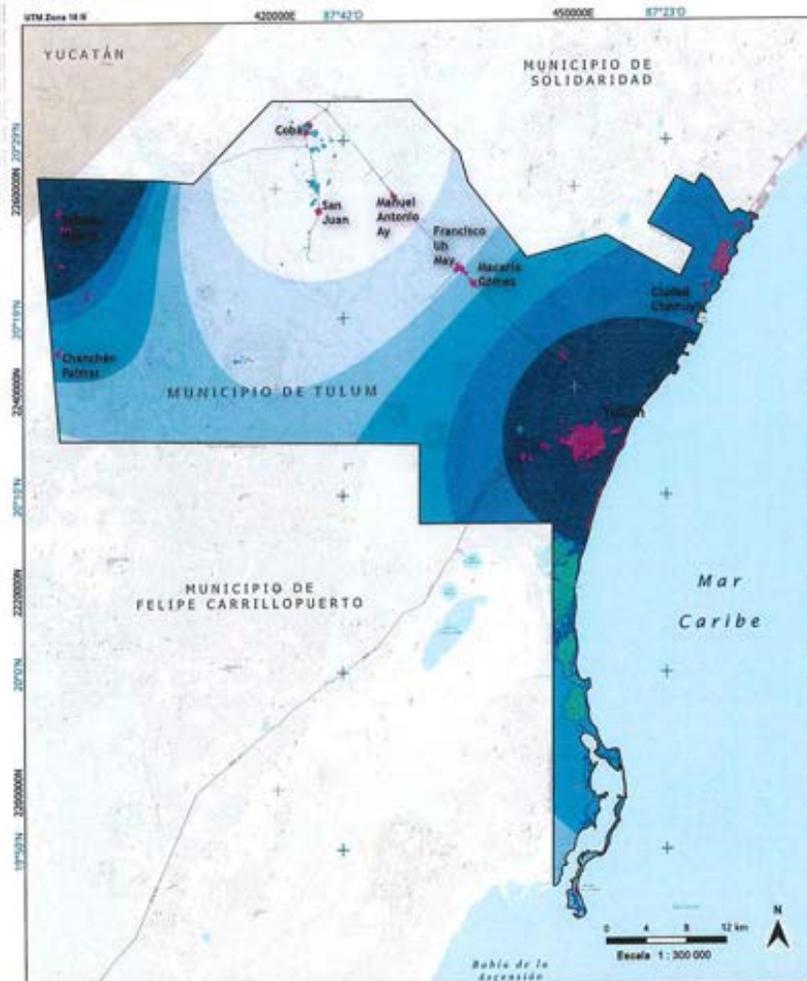
En las figuras 200 y 201 se pueden observar las regiones que a lo largo de estos 12 años de análisis muestran las zonas con mayor concentración de tormentas severas. Estos doce años se dividieron en 2 periodos. El primero de 2010 a 2015, abarcando un periodo de 5 años.

En este mapa (figura 200) las zonas con mayor concentración de tormentas severas, con una acumulación mayor a los casi 2,500 mm, se localizan al Este, en la costa del municipio y donde se encuentra la ciudad de Tulum, y al Oeste donde se ubican las localidades de Sacab Mucuy y Chanchén Primero. Por otra parte, donde la precipitación tiene menor presencia en este periodo de tiempo fue en la región que abarca las localidades de Cobá y San Juan, con una precipitación media a esta escala se encuentran Manuel Antonio Ay y Macario Gómez.

Por otro lado, en la figura 201, el área con mayor concentración de tormentas severas de acuerdo con la precipitación recibida entre 2016 y 2022, es al Oeste del municipio, donde se localizan las comunidades de Sacab Mucuy, Chanchén Primero y Chanchén Palmar. Por su parte, Cobá, San Juan y Tulum la concentración fue menor (menor a 1,300 mm).

Cabe resaltar que se considera que eventos hidrometeorológicos extremos de gran intensidad, se presentan con baja frecuencia temporal y aparente distribución espacial Irregular, a su vez estos eventos conllevan peligros naturales de tipo geomorfológico, como procesos de erosión superficial, movimientos de masa, inundaciones fluviales, entre otros.

Figura 200. Distribución de tormentas severas 2010 a 2015



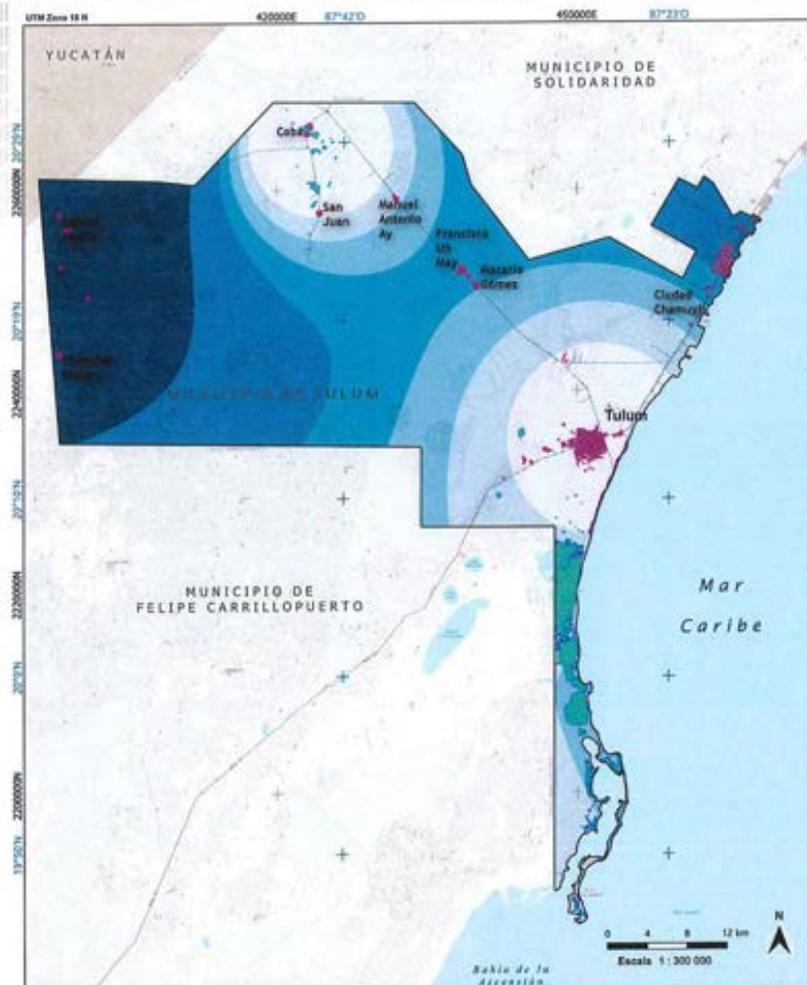
Mapa de susceptibilidad a tormentas severas 2010 - 2015

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

Simbología		<p>Fuente: Mapa Geoespacial: Censos de Población y Vivienda 2020 del INEGI, Área Técnica de la Dirección Local de Quintana Roo, CONADUR (2023) Sistema Digital de Elecciones, Sistema del Continuo de Elecciones Múltiples 3.0 (CEM 3.0, INEGI), Censo Nacional (INEGI, 2010).</p> <p>Información Técnica: Proyección Universal Transversa de Mercator Zona 18 Norte, Datum Mexico (SPR 2000), Elipsoido GRS 1985.</p> <p style="text-align: right;">CIG Fecha de elaboración: febrero 2023</p>
<p>Precipitación acumulada (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> > 2463.2 2390.1 - 2483.2 2224.8 - 2390.1 2099.0 - 2224.8 1742.9 - 2099.0 <= 1742.9 	<ul style="list-style-type: none"> Traza urbana Límite municipal Cuerpos de agua Red vial Estado de Yucatán 	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 201. Figura 2. Distribución de tormentas severas 2016 a 2022



Mapa de susceptibilidad a tormentas severas 2016 - 2022

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

<p>Precipitación acumulada (mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> > 1511.1 1439.2 - 1511.1 1411.3 - 1439.2 1386.4 - 1411.3 1362.9 - 1386.4 <= 1362.9 	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Traza urbana Límite municipal Cuerpos de agua Red vial Estado de Yucatán 	<p>Fuente:</p> <p>Mapa Geocientífico: Censos de Población e Vivienda 2010 del INEGI. Área Temática de la Dirección Local de Quintana Roo, COARQUA (2012) Muestra Digital de Elevación obtenida del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (DEM 3.0, INEGI), Copia Nacional (INEGI, 2018).</p> <p>Información Técnica:</p> <p>Proyección Universal Transversa de Mercator Zona 14 Norte. Datum México (IGP 2000). Esquema GRS 1985.</p> <p style="text-align: right;">CIG Fecha de elaboración: Agosto 2023</p>
--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

5.3.9. Inundaciones por lluvias extremas

Las inundaciones pluviales 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. Esto puede deberse a diversos factores, como la impermeabilización del suelo debido a la urbanización, la falta de infraestructuras de drenaje adecuadas o la obstrucción de los sistemas de drenaje existentes.

Por su parte, las inundaciones costeras suceden por la elevación inusual del nivel del mar, provocando que el agua penetre a tierra firme. Puede ser provocada por diversos factores tales como mareas altas, mareas de tormenta o tsunamis.

Finalmente, las inundaciones lacustres suceden cuando los cuerpos de agua interiores (lagos, lagunas) aumentan su nivel significativamente y se desbordan. Pueden ser causadas por fuertes lluvias, deshielos, crecidas en los ríos y arroyos.

En la zona del proyecto, el peligro de que sucedan inundaciones pluviales aumenta durante la temporada de lluvias, que generalmente abarca de mayo a noviembre, ya que la zona experimenta un aumento en las precipitaciones y la posibilidad de fuertes aguaceros. La combinación de lluvias intensas, una capacidad de drenaje natural limitada debido a la topografía plana y la urbanización con una menor capacidad de absorción puede provocar inundaciones localizadas.

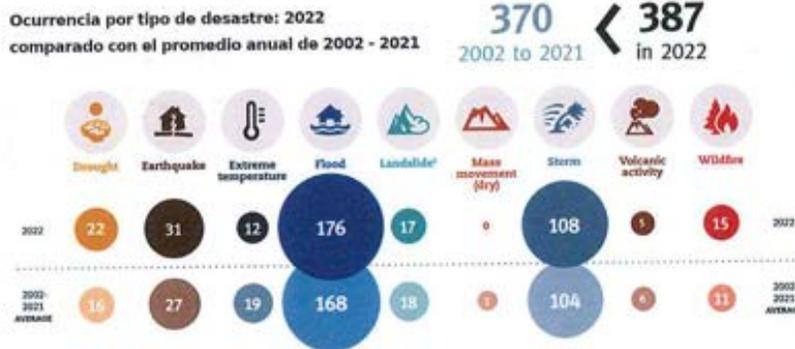
5.3.9.1. Metodología

De acuerdo con el Glosario Internacional de Hidrología (World Meteorological Organization, 2012), la definición de inundación es: "aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". Las inundaciones pueden originarse por precipitación, oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica, provocando que penetre agua en lugares que normalmente no hay y produciendo, por lo general, afectaciones a la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Las inundaciones por precipitación pluvial se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días hasta evaporarse o infiltrarse en el terreno (Alcocer-Yamanaka et al., 2016).

Los desastres ocasionados por algún fenómeno natural se han cuadruplicado desde 1970 de acuerdo con un informe de la Organización de Naciones Unidas; las inundaciones son quizás el fenómeno más recurrente y de más impacto, particularmente en las zonas costeras a nivel mundial. De acuerdo con el Center for Research on the Epidemiology of Disaster (CREO), tan solo en 2022 el número de inundaciones importantes (176) casi alcanzó a los que se presentaron las dos décadas anteriores (168). El aumento de este tipo de eventos se observa claramente en la siguiente gráfica en donde las barras de color azul representan el número de inundaciones registradas por año respecto a otros tipos de desastres.

Figura 202. Numero de fenómenos por tipo



Fuente: CREO, 2023

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) espera que el aumento en la temperatura ocasionado por el cambio climático modifique significativamente los patrones tradicionales de precipitación a nivel mundial, afectando actividades que están ligadas a los recursos hídricos tales como la producción alimentaria, el suministro de agua potable y el saneamiento (IPCC, 2014). Otro factor importante que aumenta los niveles de riesgo por inundaciones es el crecimiento urbano que modifica los ecosistemas locales.

Las inundaciones se miden usando dos variables, la primera es la altura de la lámina de agua formada (en mm) y la segunda es la intensidad de la precipitación que relaciona esta altura de la lámina de agua con el tiempo que tardó la lluvia en alcanzarla (mm/hrs). El Servicio Meteorológico Nacional clasifica las lluvias de fuertes a aquellas que son mayores a 50 mm en un periodo de 24 horas.

Es común que no se cuente con datos de escurrimiento para determinar la inundación de una cuenca; sin embargo, generalmente se cuenta con los registros de precipitación. Es por ello por lo que se han desarrollado métodos para determinar el escurrimiento en una cuenca mediante sus

características y los registros de la precipitación. Las características de la cuenca se pueden estimar a partir de la información topográfica y la precipitación a través de mediciones directas. Los principales parámetros que intervienen en el proceso de conversión de lluvia a escurrimiento son los siguientes:

1. Área de la cuenca.
2. Altura total de precipitación.
3. Características generales o promedio de la cuenca (forma, pendiente, vegetación, etc.).
4. Distribución de la lluvia en el tiempo.
5. Distribución en el espacio de la lluvia y de las características de la cuenca.

Por otra parte, el concepto de cuenca hidrográfica corresponde a una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida (Aparicio Mijares, 1999).

La configuración de una cuenca hidrográfica está determinada por el parteguas, línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de las cuencas vecinas y el área de la cuenca se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por el parteguas. La corriente principal de una cuenca es la corriente que pasa por la salida de esta. Todo punto de cualquier corriente tiene una cuenca de aportación, toda cuenca tiene una y sólo una corriente principal.

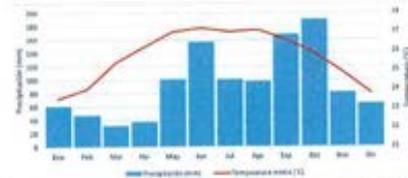
Figura 203. Ilustración 2 Cuenca hidrográfica en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia

El área del proyecto tiene un régimen pluvial con dos periodos claramente diferenciados, un periodo de lluvias durante los meses de mayo a octubre (con una precipitación media mensual de 120 mm) y una época de secas en los meses noviembre a abril (con una precipitación media mensual de 58 mm).

Figura 204. Climograma de la Estación Meteorológica en Tulum



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las normales climatológicas del SMN.

La distribución espacial de los acumulados mensuales de lluvia tiene un rango que va de los 29 mm a los 194 mm, siendo los meses de marzo y abril los más secos del año, tal como lo muestra la ilustración anterior. Por su parte, el mes de mayor precipitación es octubre.

Por otra parte, la ubicación del municipio en la región intertropical y particularmente en el Caribe, lo expone a eventos extremos como inundaciones y vientos fuertes (huracanes). En 1997 y 1998 el fenómeno del niño ocasionó grandes cambios en los regímenes de lluvias de manera que grandes extensiones del municipio se vieran afectadas por un periodo de sequía intensa. Desde el 2013 se han declarado emergencias para el municipio por lluvias extremas, siendo los meses octubre y noviembre cuando se presentan.

Tabla 306. Promedios mensuales de temperatura y precipitación

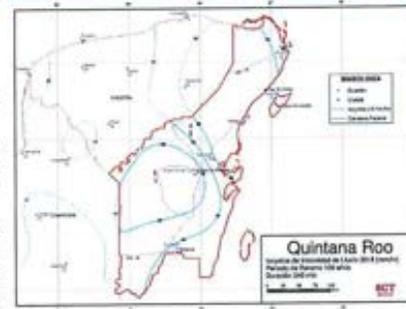
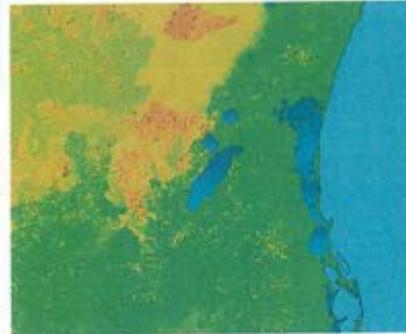
	Jan	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura media	23.3	24	25.6	26.1	27	27.2	27	27.1	26.6	25.9	24.9	23.8
Temperatura máxima	29.3	29.8	30.9	31.8	32.5	32	30.9	29.9	28.8	27.5	26.5	25.4
Temperatura mínima	17.8	18.2	19.8	21.1	21.9	22.8	23.7	24.9	25.8	26.6	27.4	28.1
Precipitaciones	68.7	47	31.7	31.8	100.6	164.5	199.4	217.7	167.2	107.2	92.8	58.1

Fuente: Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional

5.3.9.2. Memoria de cálculo

Para establecer los escenarios de peligro por inundación pluvial, se utilizó la metodología establecida por CENAPRED (2014) para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas. El objetivo fue generar los mapas de peligro por inundación, donde se observan las superficies inundadas para diferentes periodos de retorno. Los insumos principales fueron el modelo digital de elevaciones provisto por el INEGI en su Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0, con resolución espacial de 15 m; y los mapas de Isoyetas de intensidad de lluvias para los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años generados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Figura 205. Altitud del terreno e Isoyetas - Periodo de retorno

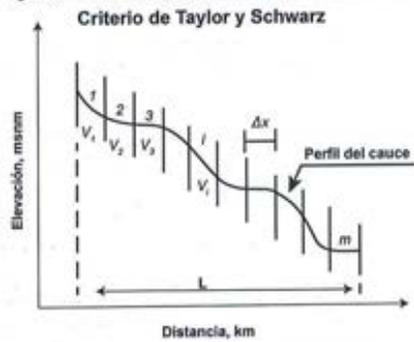


El primer paso fue la obtención de la cuenca hidrográfica y la red de drenaje a partir del modelo digital de elevaciones proporcionado por el INEGI, mismo que fue corregido para evitar la presencia de sumideros, es decir píxeles sin información de altitud del terreno (sinks), lo que representan un error de origen en los datos. Para ello se utilizaron herramientas de análisis hidrológico en sistemas de información geográfica que dieron como resultado la cuenca que se va a modelar (Figura 203).

De igual forma, se generó una red de drenaje con 5 órdenes de magnitud, esta red de drenaje representa los cauces virtuales sobre los que viajarán los escurrimientos, es decir, la parte más baja de la cuenca. La cobertura de la cuenca y la red de drenaje excede los límites del área del proyecto ya que se busca que los escurrimientos provenientes de zonas fuera de ella sean adecuadamente representados en el modelo de inundación.

Para modelar los polígonos de inundación se estimaron los caudales de diseño de los flujos principales de cada cuenca, estos son en los que desemboca la red de drenaje de cada cuenca. Para ello fue necesario estimar la pendiente media que es igual al desnivel entre los extremos del cauce principal dividido entre su longitud.

Figura 206. Criterio de Taylor para el cálculo de la pendiente del terreno



Se utilizó la fórmula de Taylor - Schwarz que proponen calcular la pendiente media como un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y recorrido que el cauce principal.

$$S_{media} = \frac{L}{L + \frac{L_1}{S_1} + \frac{L_2}{S_2} + \dots + \frac{L_m}{S_m}}$$

Donde S es la pendiente media del cauce principal; L es la longitud total del cauce principal; S1, S2, ..., Sm son las pendientes de cada tramo; y L1, L2, ..., Lm son las longitudes de cada tramo.

Por otra parte, habrá que considerar el tiempo de concentración de cada cuenca, este es el tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto de equilibrio, es decir el tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado hasta la salida de la de la cuenca. Para ello se utilizó el modelo racional. Este modelo toma en cuenta, además del área de la cuenca, la altura o intensidad de la precipitación. Es uno de los más utilizados, particularmente para zonas urbanas.

Utilizando la fórmula de Kirpich se calculó el tiempo de concentración de la cuenca, este valor nos dice en cuantas horas la cuenca estaría aportando agua al punto de salida de la cuenca. Es decir, en cuánto tiempo la cuenca estaría llena y desbordando.

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.387}}$$

Donde L es la longitud del segmento de red, S la pendiente del mismo segmento y tc se expresa en horas.

Para estimar la capacidad de la cuenca se utilizaron los mapas de precipitación máxima con intensidad de una hora y cuatro horas con los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años generados por la SCT y la fórmula de hidrograma unitario, este método fue desarrollado originalmente por Sherman (1932) y está basado en la hipótesis de que la duración total del escurrimiento es la misma para todas las lluvias con duración igual por lo que el volumen total de lluvia es también el mismo (Aparicio Mijangas, 1999).

Los mapas de isoyetas de intensidad de lluvia publicados por la SCT reportan periodos de lluvia desde 5 minutos hasta 240 minutos, para la estimación de la cantidad de precipitación que ocurriría en un periodo igual al del tiempo de concentración de la cuenca (tc) se utilizaron los mapas que corresponden a 60 minutos y 240 minutos para aplicar la siguiente fórmula:

hptc: valor de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, mm hp4: valor de la precipitación para una duración de 4 horas y un determinado periodo de retorno, mm (SCT) hp1: valor de la precipitación para una duración de 1 hora y un determinado periodo de retorno, mm (SCT) Tc: tiempo de concentración de la cuenca en estudio

Además, es importante saber cuál es el gasto de equilibrio, ya que una vez establecido la capacidad de infiltración de esta no cambia. Se puede calcular el gasto de diseño utilizando la fórmula racional, que es un método empírico de los más utilizados actualmente. Este supone como hipótesis la presencia de una lluvia constante con un gasto que alcanzará el valor máximo cuando toda la cuenca está contribuyendo al mismo tiempo al cauce principal.

Conviene señalar que este método considera para el coeficiente de escurrimiento, el cociente entre la excedencia de precipitación y la precipitación total para un tiempo de concentración dado. La fórmula racional es:

$$Ap_c = \frac{Ap_u - Ap_s}{3.1781} (\ln(L_c)) + Ap_s$$

C: Coeficiente de escurrimiento, representa la fracción de la lluvia que escurre en forma directa. Varía entre 0 y 1. I: intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, mm/h A: Área de la cuenca, km2

Tabla 107. Parámetros de diseño de las cuencas hidrográficas

Cuenca 1						
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)	Tc			
405.55	26.43	149381.02	110.45			
Periodo de retorno						
	hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp	
5	65	120	251.65	2.28	291.18	
10	80	140	283.62	2.57	280.55	
25	90	180	395.43	3.58	363.27	
50	100	200	439.96	3.88	400.63	
100	105	200	427.39	3.87	392.63	
Cuenca 2						
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)	Tc			
631.62	24.40	334543.20	199.47			
Periodo de retorno						
	hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp	
5	65	120	275.10	1.98	217.95	
10	80	140	309.20	1.95	244.97	
25	90	180	435.80	2.17	343.68	
50	100	200	482.90	2.42	383.87	
100	105	200	467.90	2.95	376.70	
Cuenca 3						
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)	Tc			
238.06	25.93	87789.66	77.02			
Periodo de retorno						
	hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp	
5	65	120	237.35	1.88	184.32	
10	70	140	289.35	1.76	224.70	
25	80	180	393.26	2.11	305.42	
50	90	200	434.65	2.64	337.52	
100	90	200	434.65	2.64	337.52	
Cuenca 4						
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)	Tc			
128.77	20.34	29658.39	28.78			
Periodo de retorno						
	hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp	
5	65	120	198.29	6.89	213.37	
10	70	140	239.64	6.93	252.86	
25	80	180	322.85	11.20	346.85	
50	90	200	356.58	12.39	383.69	
100	90	200	356.58	12.39	383.69	

Cuenca 5							Cuenca 11								
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc			Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc				
634.99	54.00	238568.48		211.89			205.31	48.00	68612.54		76.29				
Período de retorno							Período de retorno								
hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp			hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp				
5	65	120	277.86	3.31	204.76			5	65	130	235.97	3.11	159.57		
10	70	140	360.60	3.61	251.45			10	80	160	330.13	4.33	222.30		
25	80	180	466.20	3.20	344.44			25	90	180	392.67	5.15	264.41		
50	90	200	514.92	2.43	380.36			50	90	200	433.93	5.69	292.28		
100	90	200	514.92	2.43	380.36			100	90	200	433.93	5.69	292.28		

Cuenca 6							Cuenca 7								
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc			Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc				
113.71	22.00	64632.06		54.04			69.98	24.27	25643.48		23.55				
Período de retorno							Período de retorno								
hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp			hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp				
5	65	120	223.29	4.13	115.48			5	65	120	196.55	7.14	124.94		
10	80	140	252.68	4.68	130.67			10	70	140	237.43	8.62	150.92		
25	90	180	349.02	6.46	180.58			25	80	180	315.19	11.59	202.89		
50	100	200	387.80	7.18	200.55			50	90	200	353.12	13.82	224.45		
100	100	200	378.42	7.00	195.78			100	90	200	353.12	13.82	224.45		

Cuenca 8							Cuenca 9								
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc			Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc				
159.13	35.78	64883.72		61.89			97.29	15.04	32961.62		21.79				
Período de retorno							Período de retorno								
hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp			hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp				
5	65	140	288.01	4.67	138.17			5	65	130	236.95	7.08	172.45		
10	80	170	367.08	6.27	187.64			10	70	160	285.85	10.28	250.15		
25	90	180	377.34	6.12	182.33			25	80	180	329.83	11.51	280.11		
50	90	200	417.08	6.76	201.51			50	90	200	353.82	12.73	309.87		
100	90	200	417.08	6.76	201.51			100	90	200	353.82	12.73	309.87		

Cuenca 10							Cuenca 11								
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc			Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc				
272.30	24.35	79024.05		65.41			413.36	25.24	159673.52		114.34				
Período de retorno							Período de retorno								
hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp			hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp				
5	65	120	270.86	3.53	248.83			5	65	130	253.62	3.21	227.76		
10	70	140	285.10	4.30	293.23			10	70	140	309.70	2.71	278.42		
25	80	180	381.57	5.81	398.04			25	80	180	421.86	3.89	379.74		
50	90	200	421.72	6.45	430.81			50	90	200	466.04	4.08	429.52		
100	90	200	421.72	6.45	430.81			100	90	200	466.04	4.08	429.52		

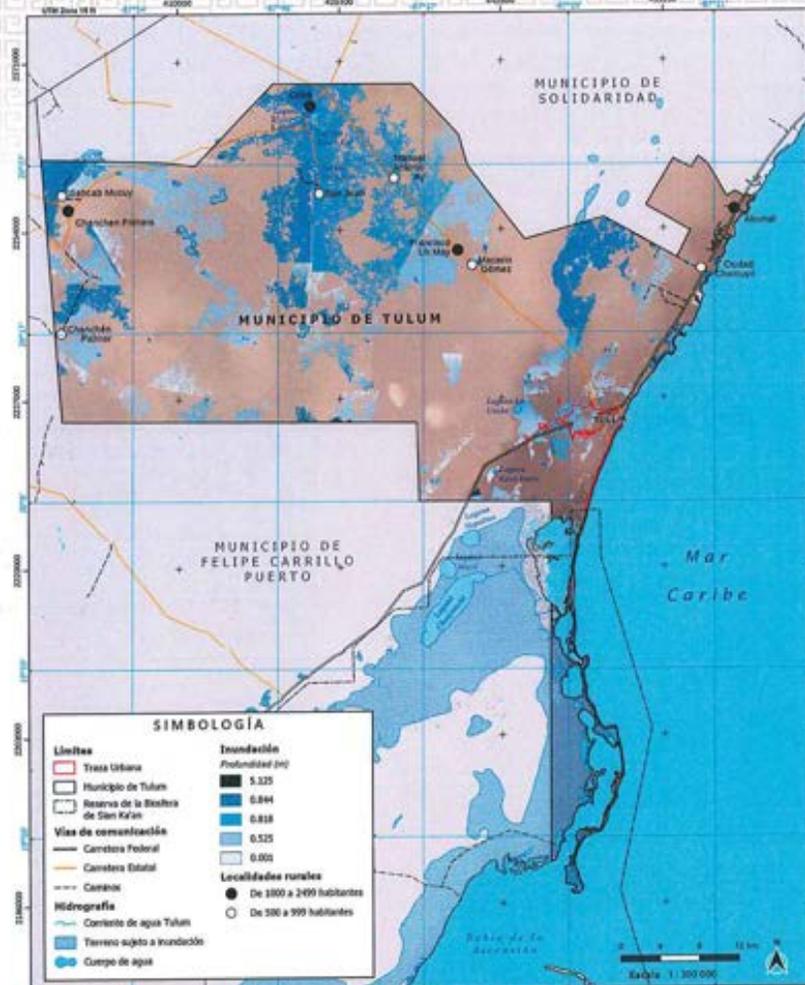
Cuenca 12							
Área (km ²)	Pendiente	Longitud (mts)		Tc			
453.03	25.95	202247.93		137.38			
Período de retorno							
hp_1hr	hp_4hr	hp_1c	I	Qp			
5	65	120	208.30	1.89	214.77		
10	80	140	263.86	2.13	241.80		
25	90	180	409.59	2.98	337.85		
50	100	200	455.30	3.31	375.50		
100	105	200	442.24	3.22	364.87		

Atlas de Riesgo de Tulum

Figura 146

5.3.9.4. Mapas resultantes de susceptibilidad y peligros ponderados

Figura 207. Mapa de áreas de inundación para un periodo de retorno de 5 años



MAPA DE INUNDACIÓN - PERIODO DE RETORNO 5 AÑOS



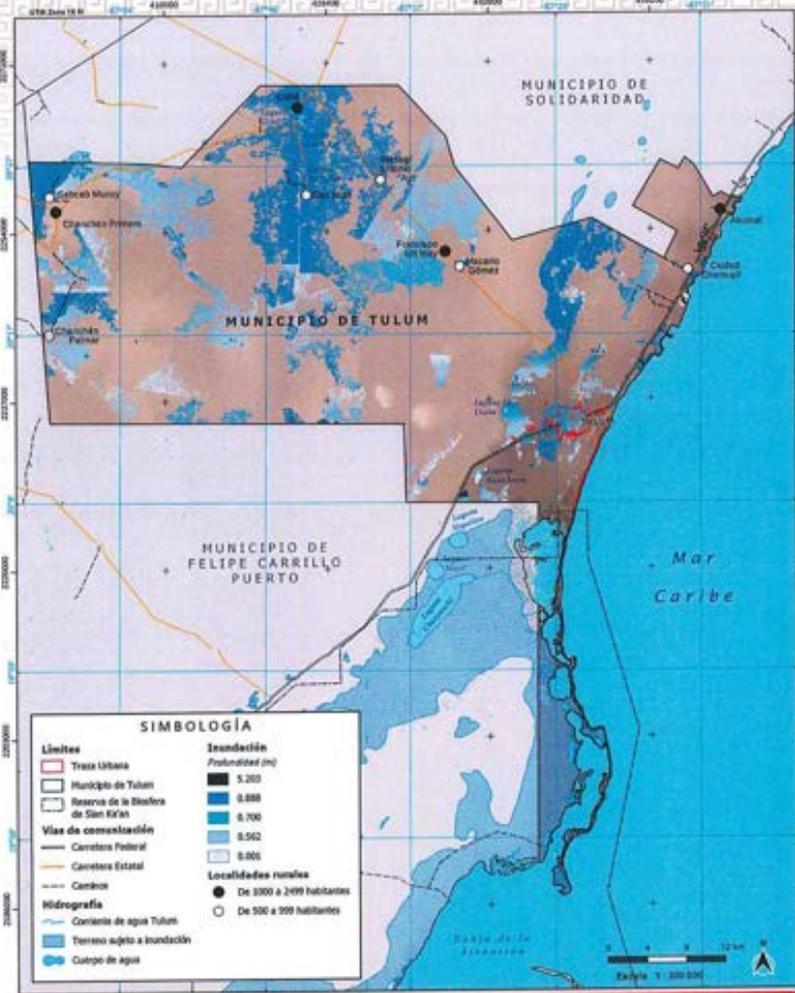
ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información técnica:
Proyección Geográfica: Transversal de Mercator
Zona 18 Norte
Datum: Mexico 1993
Escala: 1:50,000
Elaborado por: CIG
Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente:
Misión Catastrística, Centro de Protección y Vivienda 2020 del INEGI.
Cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI.
Modelo Digital de Elevación con 10 metros de resolución derivado de sensores remotos satelitales, SRTM30.

Fuente: Elaboración propia

Figura 208: Mapa de áreas de inundación para un periodo de retorno de 10 años



MAPA DE INUNDACIÓN - PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS

LOCALIZACIÓN EN EL CONTEXTO GEOGRÁFICO

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información técnica:
Proyección Universal Transversal de Mercator
Datum NAD83
Elevación GPS 1985

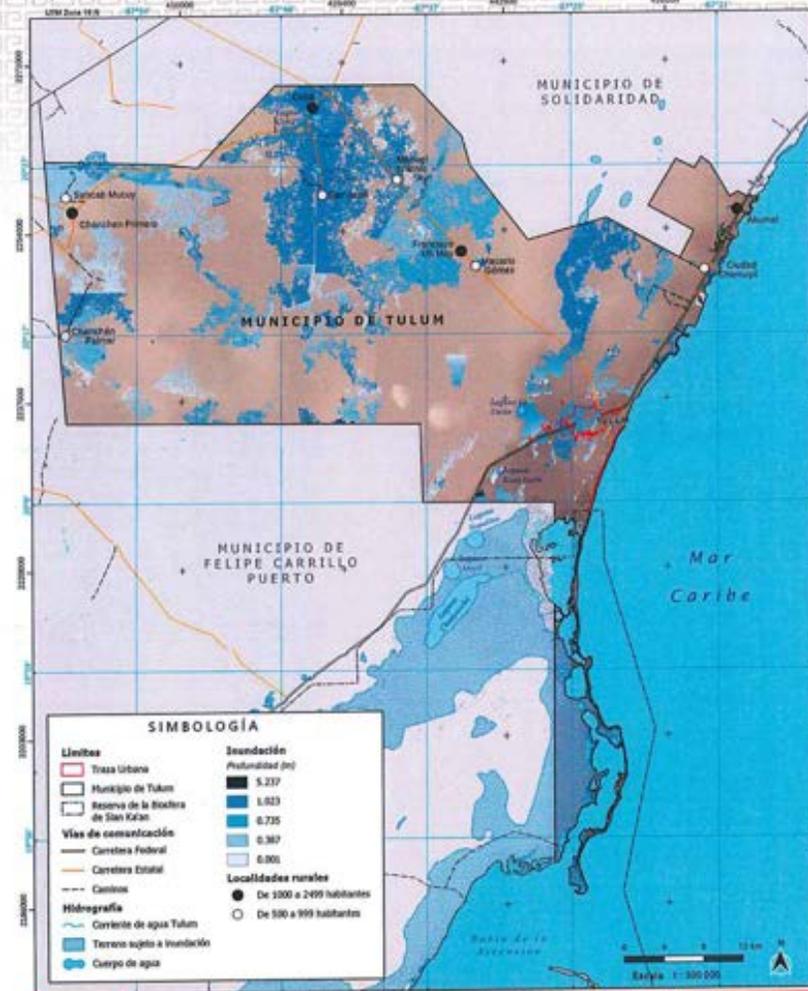
Fuente:
Estadísticas de Inventario Geográfico 2010-2020, Sistema Nacional de Información y Gestión Geográfica (SINIGeo), 2022
Municipio de Tulum, Oficina de Planeación y Desarrollo Urbano
Cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI
Sistema Digital de Elevación con 10 metros de resolución derivado de sensores remotos satelitales, SRTM30

Elaborado por: CIG

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia

Figura 209. Mapa de áreas de inundación para un periodo de retorno de 25 años



MAPA DE INUNDACIÓN - PERIODO DE RETORNO 25 AÑOS



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información técnica:
Proyección Universal Transversal de Mercator
Zona 18 Norte
Datum: Sistema ESP 2008
Elevación: OMS 1985

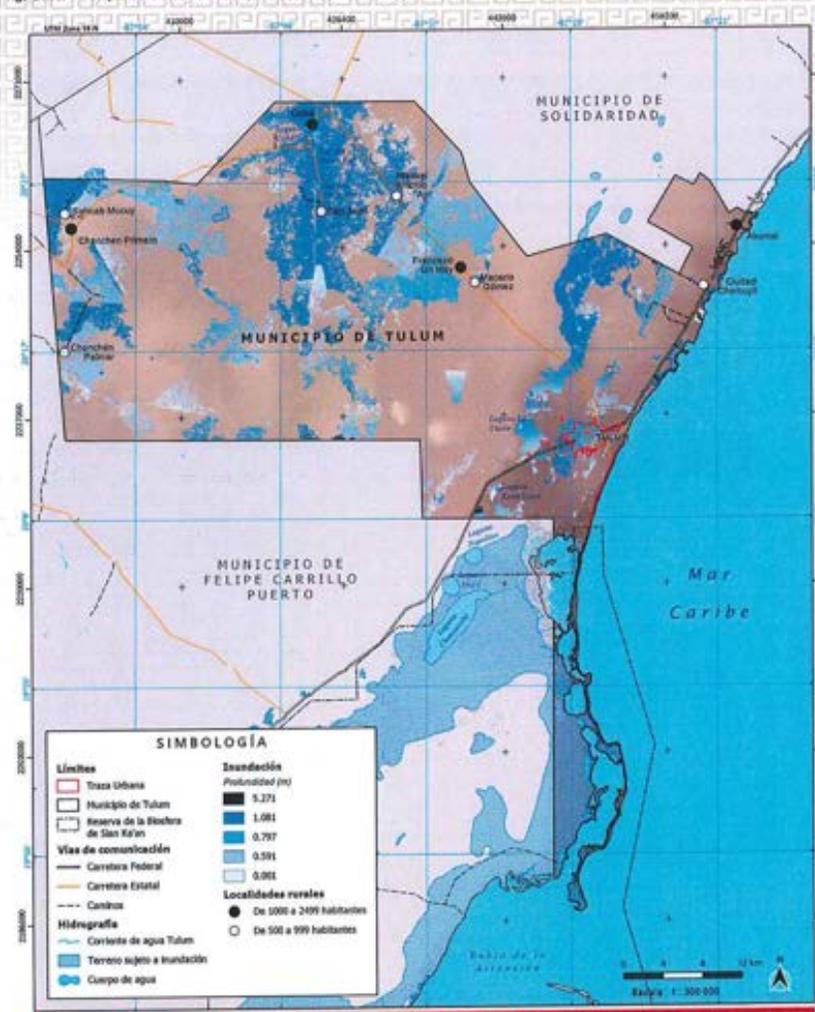
Fuente:
Mesa Consultiva, Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI
Cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI
Modelo Digital de Elevación con 15 metros de resolución derivado de sensores remotos SRTM30 PLUS, INEGI

Elaborado por: **CIG**

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia

Figura 210: Mapa de áreas de inundación para un periodo de retorno de 50 años



MAPA DE INUNDACIÓN - PERIODO DE RETORNO 50 AÑOS



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información técnica:
Proyección Universal Transversal de Mercator
Zona 18 Norte
Datum México (TM) 2000
Elevación IGN 1985

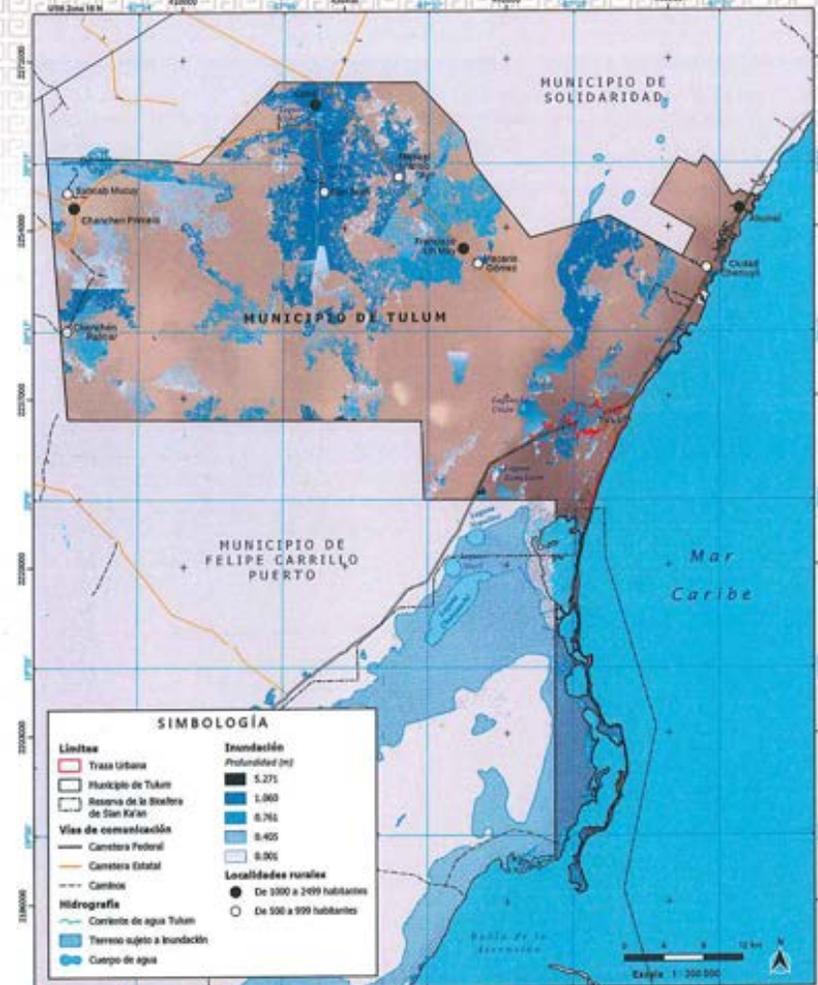
Elaborado por:

Fuente:
Mesa Operativa: Curso de Protección y Vivienda 2020 del INEGI.
Carta topográfica escala 1:50,000 del INEGI.
Modelo Digital de Elevación con 10 metros de resolución derivado de sensores satelitales, INEGI.

Fecha de actualización: diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia

Figura 211. Mapa de áreas de inundación para un periodo de retorno de 100 años.



MAPA DE INUNDACIÓN - PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información Técnica:
Proyección Universal Transversal de Mercator
Zona 18 Norte
Datum México 1989 - 2008
Elevación GRS 1980

Fuente:
Misión Geoespacial, Centro de Puntos de Vista 2020 del INEGI.
Cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI.
Banco Digital de Elevación con 15 metros de resolución derivado de sensores remotos satelitales, INEGI.

Elaborado por: CIG

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia

Mapa de Riesgo de Tulum

Figura 191

Figura 212: Mapa de áreas de inundación en la ciudad de Tulum para un periodo de retorno de 5 años

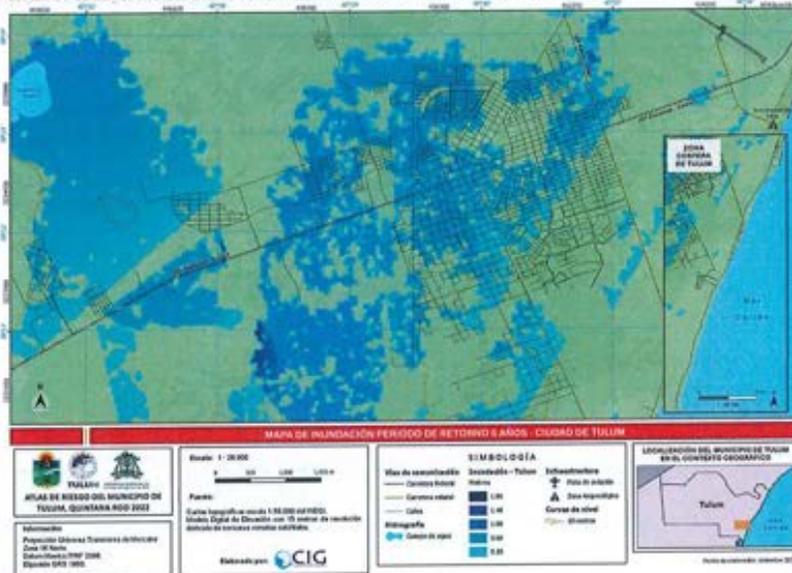
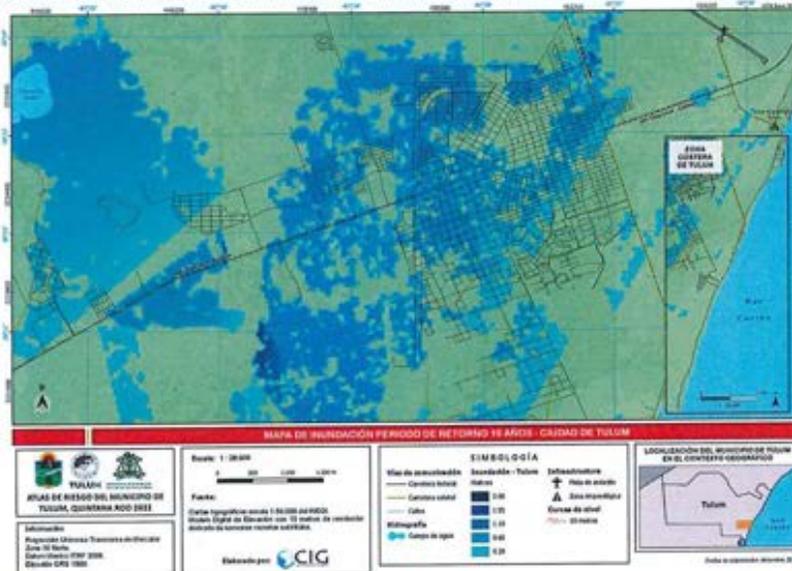


Figura 213: Mapa de áreas de inundación en la ciudad de Tulum para un periodo de retorno de 10 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 214. Mapa de áreas de inundación en la ciudad de Tulum para un periodo de retorno de 25 años

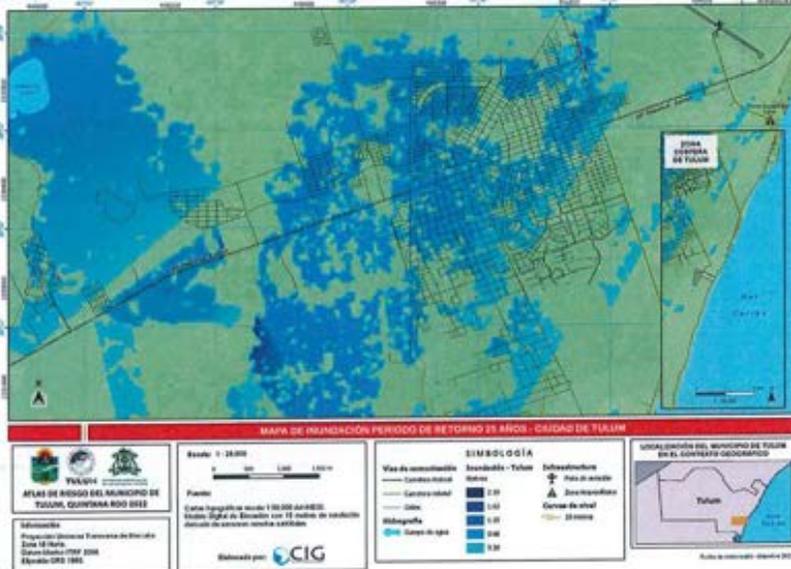
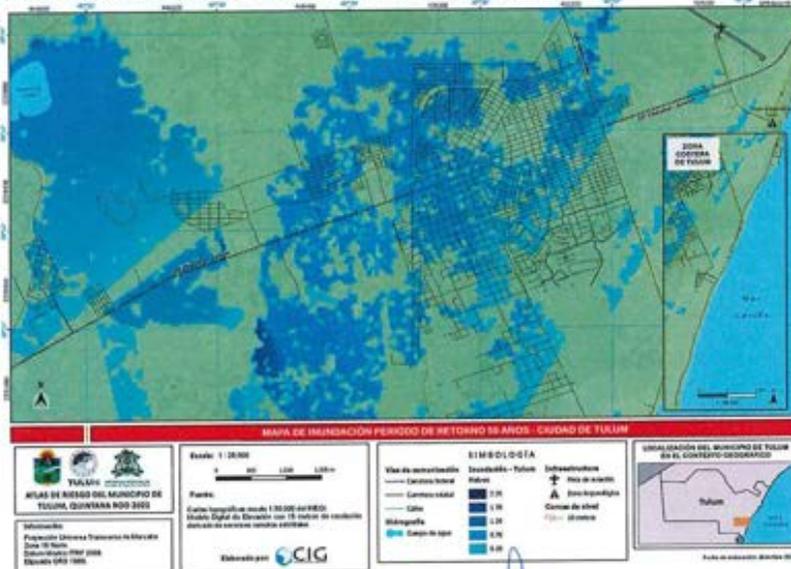
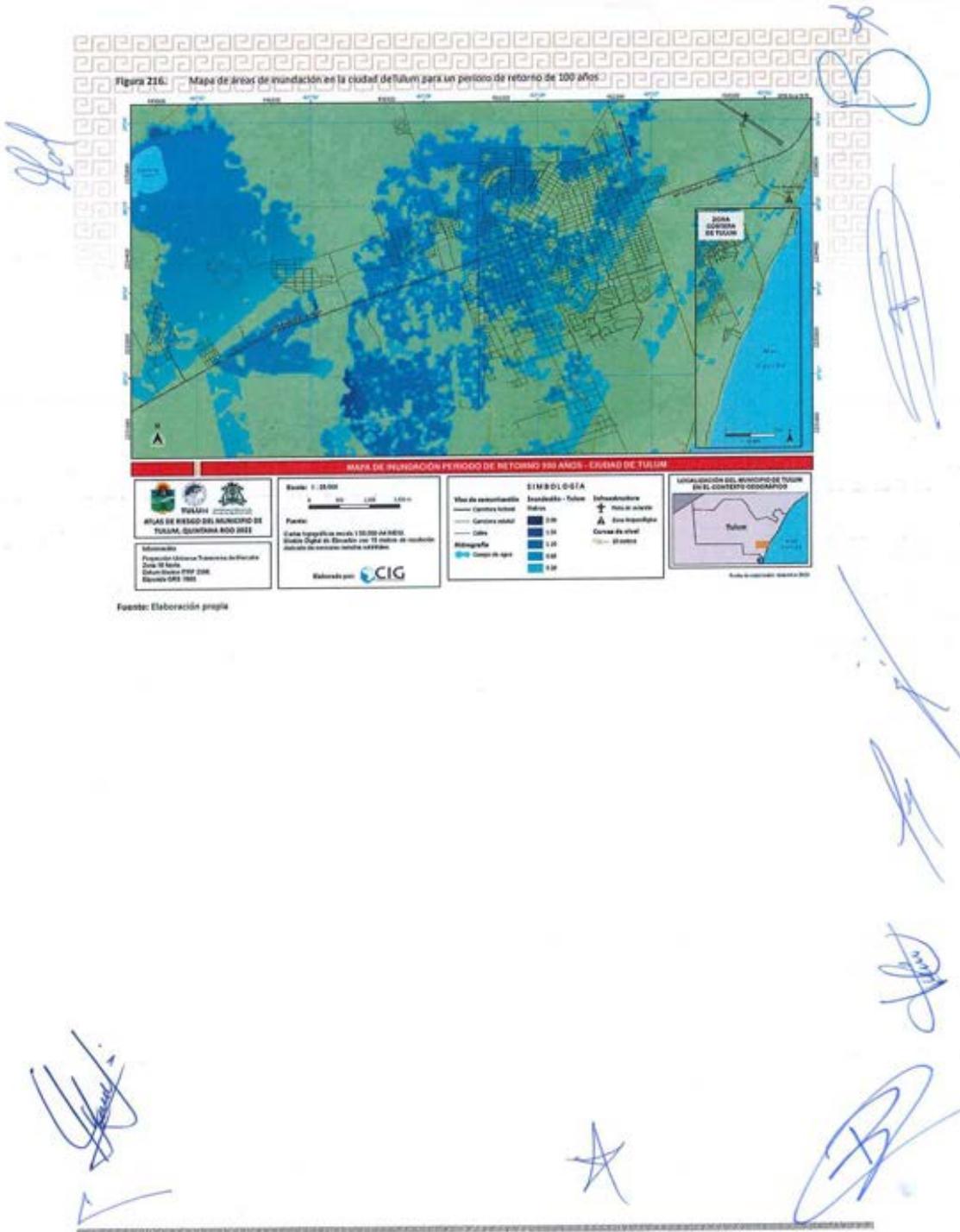


Figura 215. Mapa de áreas de inundación en la ciudad de Tulum para un periodo de retorno de 50 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 216: Mapa de áreas de inundación en la ciudad de Tulum para un periodo de retorno de 100 años.



5.4. Fenómenos químicos tecnológicos

5.4.1. Almacenamiento de sustancias peligrosas

El almacenamiento consiste en el conjunto de espacios y recipientes usados para contener productos químicos, incluyendo los diques de contención, las calles o pasillos intermedios de circulación y separación, las tuberías de conexión, y las zonas e instalaciones de carga, descarga y traslado anexas, y otras instalaciones necesarias para el almacenamiento, siempre que sean exclusivas del mismo.

El almacenamiento de sustancias químicas peligrosas es una actividad que se realiza comúnmente en la industria de diversos sectores económicos; los incidentes que ocurren por esta actividad traen consigo consecuencias de alto impacto negativo a diferentes elementos del entorno tales como: la salud de las personas, el ambiente, infraestructura privada y pública y la actividad comercial y económica; estos efectos pueden presentarse de forma inmediata o a lo largo plazo, incluso puede interrumpir servicios básicos como el suministro de agua y energía eléctrica que de forma indirecta repercute en la calidad de vida de las personas e incluso en la salud.

Los accidentes en el almacenamiento de sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas en los equipos, errores humanos, pérdida de servicios, fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etcétera.), desviaciones en los parámetros del proceso y causas premeditadas.

El almacenamiento de sustancias químicas peligrosas en nuestro país debe hacerse conforme a la legislación correspondiente; Las sustancias peligrosas en México se clasifican para su almacenamiento de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, "Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo". En dicha norma se encuentran los criterios de clasificación para las sustancias según sean tóxicas, inflamables y reactivas, y por grado de peligro.

Este sistema establece dos opciones de identificación, una en forma de rombo y otra de rectángulo, el modelo rombo coincide completamente con el sistema de identificación de materiales peligrosos establecido por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association, NFPA) en el estándar NFPA 704 (Figura 217), mientras que el modelo rectángulo concuerda con el Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos HMIS por sus siglas en inglés (Hazardous Materials Identification System) desarrollado por la Asociación Nacional de Pinturas y Recubrimientos, ambos sistemas fueron desarrollados en los Estados Unidos de América.

Figura 217. Sistema estándar de NFPA 704 para la identificación de los peligros de los materiales para la respuesta de emergencia.



Fuente: Eduardo colín, CCO, via Wikimedia Commons

De acuerdo con las características de peligrosidad de sustancias químicas, las sustancias que representarán mayor peligro en Quintana Roo son:

- Óxido de...
• Turbosina
• Gasolina
• Gas LP
• Dióxido de carbono
• Ácido sulfúrico
• Amoníaco
• Cloo

Si bien las sustancias químicas se encuentran disponibles a la población y se exponen cotidianamente a ellas, representan riesgo sólo para las personas que tienen contacto directo y no para la comunidad en general. Sin embargo, existen actividades industriales y comerciales donde se manejan y almacenan grandes cantidades de sustancias peligrosas cuya liberación o derrame generará afectación que supere las instalaciones y amenace a la población, infraestructura, equipamiento y demás actividades cercanas. Razón por la cual, estas instalaciones resultan prioritarias en materia de prevención de desastres y protección civil.

En el caso particular del municipio de Tulum se realizó el análisis de riesgo para las estaciones de distribución y almacenamiento de Gas LP y gasolineras, ya que son las que se encuentran dentro de la ciudad considerándose peligrosas para la salud de la población.

Gas licuado de petróleo

El gas licuado del petróleo o gas LP, es un gas inflamable. Adicionalmente a las posibilidades de explosión e incendio que provocan quemaduras y otros efectos adversos a la salud, la salpicadura de una fuga de gas licuado provoca congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular. El contacto con la piel genera quemaduras frías. En altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfianete simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfianete. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.

En la ciudad de Tulum las instalaciones de gas LP en cantidades suficientes para considerarse peligrosas son las plantas que lo distribuyen, las cuales se encuentran en la parte norte de la ciudad sobre la Av. Coba reedidas de establecimientos comerciales. En la siguiente tabla se describen las propiedades fisicoquímicas y los posibles riesgos.

Tabla 208. Propiedades fisicoquímicas del Gas LP.

Table with 2 columns: Property and Value. Properties include Molecular Weight, Physical State, Vapor Pressure, Solubility, etc.

Fuente: Base de datos de materiales peligrosos de NOAA [https://hazchemchemicals.noaa.gov/]

5.4.1.1. Metodología

Se empleó el software Aloha (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) versión 5.4.7, el cual está diseñado para el modelado de peligros químicos, para generar zonas de afectación como consecuencia de una nube tóxica, incendio o explosión. Se emplean dos modelos de dispersión; el modelo Gaussiano para gases ligeros y Delgados para gases densos.

Cabe resaltar que, en la aplicación de los modelos, un factor importante son las condiciones meteorológicas, como es la dirección, la velocidad del viento, la nubosidad y la humedad. Por lo que, el área de peligro estará determinada principalmente por estas variables, siendo esta trayectoria a la que será aplicada los intervalos correspondientes de acuerdo al tipo de sustancia.

El resultado del modelo es presentado por los Niveles de Exposición Aguda (AELG por sus siglas en inglés), que representan el umbral límite de exposición para la población:

- **AELG 1:** es la concentración máxima en el aire por debajo de la cual casi todos los individuos podrían estar expuestos, durante una hora y pueden desarrollar o experimentar efectos graves a la salud.
- **AELG 2:** es la concentración máxima por debajo de la cual casi todos los individuos podrían estar expuestos durante una hora donde pueden presentar efectos significativos a la salud.
- **AELG 3:** es la concentración máxima en el aire por debajo de la cual casi todos los individuos podrían estar expuestos hasta una hora, sin experimentar efectos adversos a la salud, más que leves o transitorios sin percibir un olor claramente definido.

Calculo de peligro de almacenamiento de Gas LP

En la ciudad de Tulum se localizaron 4 estaciones de servicios de distribución de gas LP, que se describen a continuación:

Tabla 109. Localización de las estaciones de servicio de gas LP.

Nombre	Dirección	Latitud	Longitud	Almacenamiento
Turbo Gas	Av. Cobá esquina Chet	20°13'13.47"	87°27'17.85"	5,000 litros

Nombre	Dirección	Latitud	Longitud	Almacenamiento
Gas Tomas Cobá	Calle Buhul-Ek esquina Av. Cobá	20°13'1.43"	87°27'17.35"	5,000 litros
Tomas Gas	Calle Yachén, MZA 862 LT.04	20°17'12.25"	87°30'9.12"	75,000 litros
Turbo Gas	Av. Tulum entre Palenque y Kukulcán	20°17'26.27"	87°28'19.22"	5,000 litros

Fuente: Elaboración propia.

En caso de un escenario catastrófico donde el tanque de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y falla de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, produciendo una gran explosión acompañada de una bola de fuego.

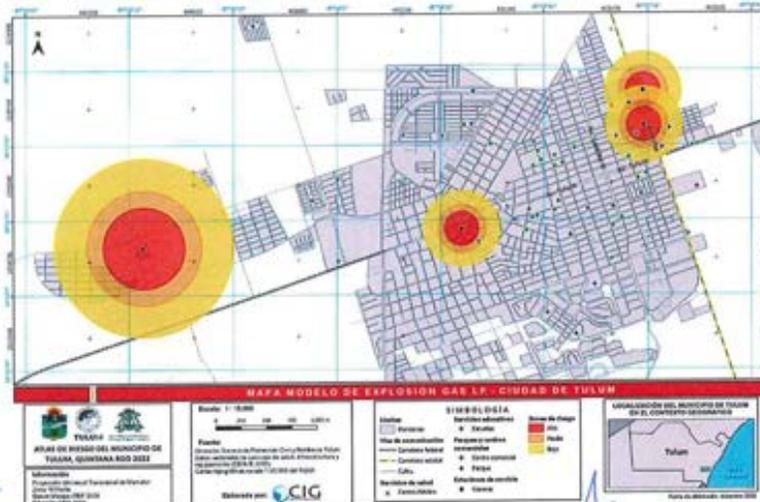
Para generar las zonas de peligro se utilizan las características de almacenamiento de la sustancia química, la ubicación y datos meteorológicos para el modelado en el software ALOHA. Los resultados de los escenarios modelados de cada estación de servicio se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 110. Zonas de amenaza por estación de servicio de Gas LP.

Nombre	Dirección	Zonas de Amenaza	
		Radio	Descripción
Turbo Gas	Av. Cobá esquina Chet	Radio: 170 m (10.0 kW / m ²)	potencialmente letal en 60 segundos
		Radio: 239 m (5.0 kW / m ²)	quemaduras de segundo grado dentro de los 60 segundos
		Radio: 373 m (2.0 kW / m ²)	dolor en 60 segundos
Gas Tomas Cobá	Calle Buhul-Ek esquina Av. Cobá	Radio: 170 m (10.0 kW / m ²)	potencialmente letal en 60 segundos
		Radio: 239 m (5.0 kW / m ²)	quemaduras de segundo grado dentro de los 60 segundos
		Radio: 373 m (2.0 kW / m ²)	dolor en 60 segundos
Tomas Gas	Calle Yachén, MZA 862 LT.04	Radio: 403 m (10.0 kW / m ²)	potencialmente letal en 60 segundos
		Radio: 565 m (5.0 kW / m ²)	quemaduras de segundo grado dentro de los 60 segundos
		Radio: 880 m (2.0 kW / m ²)	dolor en 60 segundos
Turbo Gas	Av. Tulum entre Palenque y Kukulcán	Radio: 170 m (10.0 kW / m ²)	potencialmente letal en 60 segundos
		Radio: 239 m (5.0 kW / m ²)	quemaduras de segundo grado dentro de los 60 segundos
		Radio: 373 m (2.0 kW / m ²)	dolor en 60 segundos

Fuente: Elaboración propia.

Figura 218. Mapa modelo de explosión GAS LP Ciudad de Tulum.



Fuente: Elaboración propia

Atlas de Riesgos de Tulum

Página 176

El resultado del análisis muestra los radios de explosión en la figura 218; destacando las principales estructuras que pudieran ser dañadas o esparcirse un gas contaminante afectando: escuelas, parques, centros médicos, centros comerciales, negocios y principalmente viviendas.

La zona que representa mayor riesgo se encuentra sobre la Av. Cobá porque existe la presencia de dos estaciones de distribución de gas LP que tienen una distancia entre sí de 330 metros. Es importante mencionar que las vialidades también serían afectadas dañando automóviles cercanos, y también dificultando el tránsito vehicular.

Gasolinerías

La gasolina es un líquido inflamable, su vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo y ocasionar una posible ignición en un punto distante. El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. Como resultado del flujo, agitación y otros manejos, se pueden generar cargas electrostáticas. La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor, a través de la piel y por ingestión. Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire irritando los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química, incluso puede causar efectos en el sistema nervioso central. En exposición repetida o prolongada el líquido desengrasa la piel, puede afectar al sistema nervioso central e hígado y es posiblemente carcinógena para los seres humanos.

La magnitud y severidad depende del tipo y de la cantidad de material involucrado, como también de la localización que define la exposición y los recursos expuestos. En ese sentido, en la ciudad de Tulum se identificaron 10 gasolinerías, mismas que distribuyen hidrocarburos como diésel, gasolina magna y premium (Tabla 111). Las gasolinerías suelen ubicarse sobre carreteras o en avenidas principales, en este caso se distribuyen a lo largo de la avenida Tulum y avenida Cobá.

Tabla 111. Estaciones de servicio gasolinerías ciudad de Tulum.

Nombre	Dirección	Latitud	Longitud	Almacenamiento
Q100	Av. Cobá esquina Buhar Et.	20°13'4.08"	87°27'15.23"	100 mil l. Magna
Fulgas	Av. Tulum	20°13'54.66"	87°27'5.42"	80 mil l. Premium 30 mil l. Magna

Nombre	Dirección	Latitud	Longitud	Almacenamiento
PEMEX ES 2944	Carretera Tulum-Cancun	20°13'9.43"	87°26'14.90"	45 mil l. Magna 50 mil l. Premium
Fulgas	Av. Cobá con 4 Ota.	20°13'9.43"	87°27'14.25"	30 mil l. Premium 60 mil l. Magna
Mukul	Carretera Tulum-Cancun	20°13'5.34"	87°26'23.55"	40 mil l. Premium 60 mil l. Magna
PEMEX ES 50800	Av. Cobá sur	20°13'16.50"	87°27'0.74"	60 mil l. Premium 70 mil l. Magna
PEMEX	Av. Tulum esquina Edmundo	20°12'47.51"	87°27'27.68"	50 mil l. Premium 70 mil l. Magna
La gas - 1888	Carretera Tulum-Cancun	20°12'58.50"	87°26'45.92"	70 mil l. Premium 70 mil l. Magna
PEMEX ES 54360	Carretera Chetumal-Cancun	20°12'25.30"	87°28'37.54"	70 mil l. Premium 70 mil l. Magna
PEMEX	Carretera Tulum-Cancun	20°12'27.84"	87°28'28.63"	70 mil l. Premium

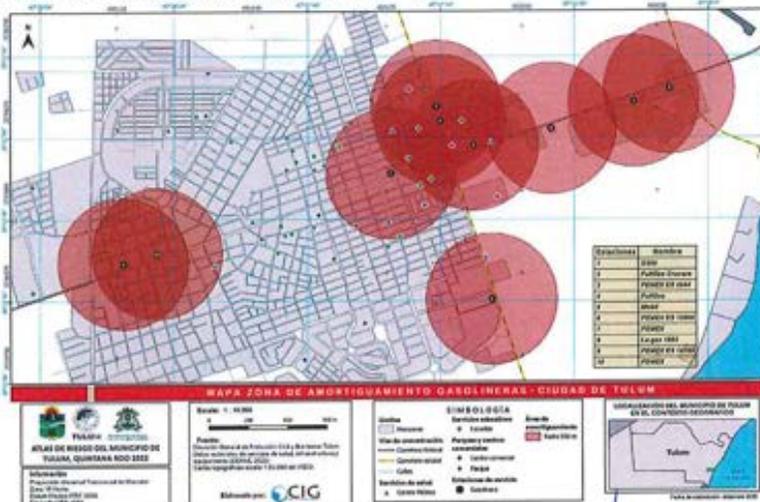
Fuente: Elaboración propia.

Uno de los principales riesgos en las que pueden presentarse en las estaciones de servicio de combustibles consiste en los derrames de gasolina al momento de despachar o de cargar los tanques de almacenamiento. Esto puede generar residuos de combustible que pueden incendiarse generando una reacción conocida como pool fire o bien, se evaporan, formando una nube de vapor tóxico que puede reaccionar a un chispazo o una flama.

Los efectos leves incluyen mareos y dolor de cabeza, mientras que los efectos más serios comprenden estado de coma y la incapacidad para respirar. Inhalar continuamente los vapores de la gasolina causa irritación de nariz, garganta, bronquios y pulmones. Una exposición prolongada o en altas concentraciones de los vapores de la gasolina produce asfalia, colapso, coma, arritmias cardíacas y daña el sistema nervioso (COFEPRIS, 2019)

Por lo anterior, es importante establecer distancias de protección para la identificación de zonas vulnerables, la Guía para la Elaboración de Análisis y Riesgo para el Sector Hidrocarburos establece la distancia mínima que se guarda para las estaciones de servicio correspondiente a un radio de 500 metros que funciona como zona de amortiguamiento.

Figura 219. Mapa zona de amortiguamiento para estaciones de servicio gasolinerías.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los radios se puede observar que la mayoría de las gasolineras no cumple con la distancia mínima de zona de amortiguamiento con respecto al mismo radio de otra gasolinera. Señalando las infraestructuras vulnerables como centros de salud, parques, centros comerciales, restaurantes, hoteles, viviendas y escuelas. (Figura 219)

Cabe mencionar que un incidente químico puede escadenarse a otro fenómeno químico y combinarse entre sí provocando en efecto dominó con la multiplicación y amplificación de los efectos o consecuencias.

Por su parte, el Reglamento urbano para estaciones de servicio para la distribución de gasolina y combustibles líquidos producto de refinación del petróleo en el estado de Quintana Roo, señala en su Título quinto, Capítulo segundo - Regulación de ubicación y riesgo para estaciones de servicio:

ARTÍCULO 35.- Por razones de riesgo y protección a los derechos humanos fundamentales a la vida y la salud de los residentes de asentamientos humanos, no se otorgará permiso alguno para Estaciones de Servicio, incluidas las de autoconsumo, que pretendan instalarse:

- I. En el centro urbano (CU) del poblado en cuestión, establecido por el Programa de Desarrollo Urbano correspondiente . . .
- II. En zonas habitacionales,
- III. En terrenos cuya propiedad sea social o nacional,
- IV. En zonas decretadas como históricas,
- V. En áreas naturales protegidas o de preservación ecológica,
- VI. En radios menores a 500 metros para protección y amortiguamiento con respecto al mismo radio de otra estación de servicio,
- VII. Contiguas a vialidades cuyo ancho vehicular total sea menor de 12 metros,
- VIII. En predios adyacentes a aquel en donde se realicen labores que incluyan el manejo de soldadura, combustión, procesos de fundición, empleo de flama abierta, altas temperaturas y la

utilización de recipientes o contenedores sujetos a presión . . .

IX. En un radio menor de 50 metros con respecto a un urbano de concentración masiva como restaurantes, bares, centros nocturnos, cines y centros comerciales, . . .

X. A menos de 200 metros de escuelas, jardines de niños, guarderías infantiles, centros y estancias de desarrollo infantil, hospitales, clínicas, puestos de socorro, centros de urgencias, asilos y orfanatos, oficinas de gobierno de cualquier naturaleza, parques, mercados, templos y demás elementos de equipamiento urbano.

XI. A menos de 50 metros con respecto a líneas de alta tensión, a menos de 100 con respecto a ductos o paliductos que transportan productos derivados del petróleo, y a menos de 130 metros con respecto a una planta de almacenamiento de gas LP . . .

XII. Respecto a la distancia menor de 50 metros indicada en el punto anterior, en caso de requerirse la construcción de accesos y salidas sobre los ductos que transporten productos derivados del petróleo, se requerirá cumplir con lo establecido por PEMEX. . .

XIII. A menos de 150 metros de distancia de instalaciones y/o empresas de alto riesgo, como subestaciones eléctricas, áreas de depósito de sustancias químicas inflamables o similares.

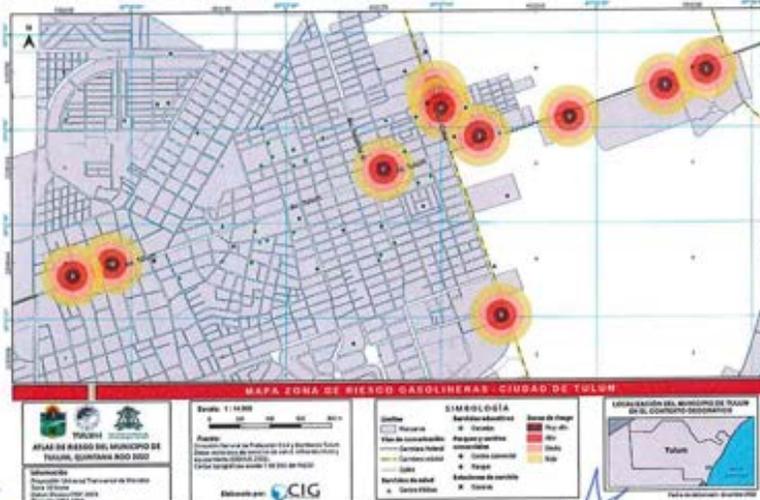
XIV. A menos de 3000 metros de pozos de captación y abastecimiento de agua para consumo humano,

XV. A menos de 2000 metros de humedales,

XVI. A menos de 150 metros de las redes primarias para el sistema de abastecimiento de agua potable.

Con base a lo anterior se puede representar las zonas que están en riesgo por alguna explosión o derrame de combustibles (figura 220). Se identifican estaciones de gasolina que se encuentran sobreponiendo su radio de riesgo tal es el caso de las estaciones 1 y 4, ubicadas sobre la Avenida Coba, estableciendo una distancia entre sí de 112 metros implicando un riesgo mayor en caso de algún incidente. También se encuentra una estación de distribución de gas LP a unos 90 metros incumpliendo el reglamento urbano.

Figura 220. Mapa zona de riesgo para estaciones de servicio gasolineras.



En cuanto a las estaciones 2, 5 y 7 involucran un riesgo principalmente para establecimientos como: restaurantes, hoteles y negocios. En el caso de las estaciones 9 y 10, ubicadas sobre la Av. Tulum, podrían dañar casa-habitación y negocios cercanos.

Por su parte, Las estaciones de gasolina 3, 5 y 8 no representan un mayor riesgo para la afectación a la salud, porque sus alrededores cuentan con vegetación y no hay edificios que acojan una cantidad significativa de personas; sin embargo, hay que prestar atención a las construcciones futuras que se realicen a la cercanía de las gasolineras.

Las estaciones de servicio de gasolina representan un riesgo para los vehículos que circulan cerca, en caso de presentarse un incidente uno de los principales afectados sería la movilidad de la ciudad ya que la distribución de las gasolineras se encuentra en las principales vías de acceso de la ciudad de Tulum.

5.4.2. Incendios forestales

Un incendio forestal ocurre cuando el fuego se extiende de manera descontrolada y afecta los bosques, las selvas, o la vegetación de zonas áridas y semiáridas (CONAFOR, 2010). Para que se produzca un incendio forestal se necesitan tres elementos clave: calor, oxígeno y combustible; También influyen las condiciones del tiempo atmosférico y la topografía.

Los incendios forestales pueden ocurrir en cualquier momento; sin embargo, en México se presentan dos temporadas de mayor incidencia: la primera, correspondiente a las zonas zona centro, norte, noreste, sur y sureste del país inician en enero y concluye en junio. La segunda temporada se registra en el noroeste del país iniciando en mayo y

terminando en septiembre. Ambas temporadas coinciden con la época de mayor estiaje (sequía) en el territorio nacional.

El fuego puede tener una influencia positiva en la naturaleza, ayudando a mantener la biodiversidad. Pero cuando se utiliza de forma irresponsable o se produce por alguna negligencia, puede convertirse en un incendio forestal de consecuencias devastadoras para el ambiente, incluso para la salud y seguridad de las personas.

En la actualidad, las actividades humanas se han convertido en la principal fuente de incendios, sobrepasando los relámpagos y otras fuentes naturales. Aunado a ello, el calentamiento global y los cambios en los patrones de lluvias y sequías están influyendo en el comportamiento del fuego; es notorio que, de acuerdo a los registros históricos de la CONAGUA, la media de temperatura se ha ido incrementando ocasionando mayor sequedad y disponibilidad de combustibles forestales en los ecosistemas y por ende incendios con mayor dificultad de control.

Es necesario reconocer y resaltar que la mayor parte de los incendios forestales en México son originados por causas relacionadas con las actividades humanas, en ese sentido, los incendios forestales formados en el municipio de Tulum están asociados principalmente a actividades agrícolas, cazadores, quema de basureros, fumadores y fogatas.

De acuerdo al análisis de los datos del Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal se identificaron 440 puntos de incendio forestal en el Estado de Quintana Roo durante el periodo del 2015 -2022. Por su parte, dentro del municipio de Tulum se registró 29 incendios forestales, que afectaron principalmente el tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia, vegetación de duna costera y manglar.

Tabla 112. Incendios forestales registrados en el municipio de Tulum.

Año	Latitud	Longitud	Municipio	Región	Predio	Causa	Tipo de vegetación
2015	20.473	-87.783	Tulum	Sureste	Las Colmenas	Cazadores	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2015	20.286	-87.626	Tulum	Sureste	Rancho San Francisco	Cazadores	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2015	20.399	-87.622	Tulum	Sureste	Ejido Francisco May	Actividades Agrícolas	-
2015	20.331	-87.542	Tulum	Sureste	Macario Gómez	Cazadores	-
2015	20.189	-87.523	Tulum	Sureste	Kilómetro 12, Carretera Federal	Actividades Agrícolas	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2015	20.289	-87.509	Tulum	Sureste	Macario Gómez	Actividades Agrícolas	0
2015	20.250	-87.475	Tulum	Sureste	Gran Canote	Fumadores	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2015	20.197	-87.473	Tulum	Sureste	La Vela	Fumadores	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2015	20.283	-87.462	Tulum	Sureste	Isidoro Pat	Fogatas	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2015	20.221	-87.457	Tulum	Sureste	Tarona IMAE	Fumadores	Selva baja subperennifolia - SBQ
2015	20.256	-87.419	Tulum	Sureste	Línea de Torres	Cazadores	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2016	20.456	-87.830	Tulum	Sureste	Delegación San Pedro	Actividades Agrícolas	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2016	20.509	-87.718	Tulum	Sureste	Cuba	Quema de basureros	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2016	20.484	-87.698	Tulum	Sureste	Manuel Antonio Ay	Actividades Agrícolas	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2016	20.048	-87.482	Tulum	Sureste	Reserva de San Ka'an	Cazadores	Manglar - VM
2017	19.808	-87.474	Tulum	Sureste	Punta Allen	Desconocidas	Vegetación de Dunas Costeras - VU
2017	19.820	-87.474	Tulum	Sureste	Punta Allen	Desconocidas	Vegetación de Dunas Costeras - VU
2018	20.282	-87.501	Tulum	Sureste	Ejido Tulum	Quema de basureros	Selva mediana subperennifolia - SMQ
2018	19.836	-87.475	Tulum	Sureste	Punta Allen	Quema de basureros	Vegetación de Dunas Costeras - VU
2018	20.104	-87.473	Tulum	Sureste	San Ka'an	Fumadores	Manglar - VM
2021	20.194	-87.443	Tulum	Sureste	Km 82/ Aldea Tulum	Desconocidas	Selva Mediana Subperennifolia
2021	20.217	-87.509	Tulum	Sureste	Ejido Tulum/Colonia Cristal	Quema de basureros	Selva Mediana Subperennifolia
2021	19.809	-87.443	Tulum	Sureste	Riba/San Ka'an	Quema de basureros	Vegetación de Dunas Costeras
2021	20.120	-87.467	Tulum	Sureste	Casino Blanco, San Ka'an	Quema de basureros	Manglar
2021	19.928	-87.446	Tulum	Sureste	Zona Costera de la Reserva de San Ka'an	Actividades Recreativas	Vegetación de Dunas Costeras
2022	19.930	-87.450	Tulum	Sureste	Rancho El Retiro/ El Retiro	Actividades Recreativas	Vegetación de Dunas Costeras
2022	19.928	-87.445	Tulum	Sureste	Rancho El Retiro 2/ El Retiro 2	Actividades Recreativas	Vegetación de Dunas Costeras
2022	20.433	-87.651	Tulum	Sureste	Ejido Manuel Antonio/ Baños Bañal	Actividades Recreativas	Selva Mediana Subperennifolia
2022	20.243	-87.504	Tulum	Sureste	La Laguna / Los Caminos	Actividades Recreativas	Selva Mediana Subperennifolia

Fuente: Comisión Nacional Forestal, Gerencia Manejo del Fuego (2022)

En la figura 202 se puede observar en el siguiente mapa las zonas afectadas por los incendios, principalmente son áreas forestales en las que la población tiene fácil acceso y que se localizan a las cercanías de las localidades principales del municipio de Tulum.

Para el análisis de riesgo de incendios forestales se estudia la probabilidad de que se produzca un incendio en una zona determinada y en tiempo determinado. Al respecto la metodología descrita en el "Manual para la elaboración de mapas de riesgo de incendios forestales" (Flores O, et al. 2016) contempla un modelo que considera únicamente factores como: vías de comunicación, localidades e incidencia histórica de incendios; para determinar áreas de riesgo de formación de incendios.

En cuanto a la variable de localidades se consideran dos aspectos que son la cercanía de los habitantes a un área forestal y el número de habitantes en cada población. Esto debido a las diferentes actividades humanas que pudieran propiciar un incendio.

En relación a las vías de comunicación, el sistema de transporte de transporte terrestre tiene una importante influencia en el riesgo de incendios puesto que representan un acceso a áreas forestales. De igual manera se consideran dos aspectos a tomar en cuenta; la proximidad y el tipo de vías.

Por último, la variable de ocurrencia histórica de incendios se refiere a la frecuencia y causa de incendios. Son los incendios que han ocurrido en años anteriores. Las áreas afectadas en algún momento se asocian con una mayor probabilidad de ocurrencia de nuevos incendios (López, 2008). Se utilizaron los registros de incendios forestales del año 2015 al 2022.

Como resultado de la integración de los criterios antes mencionados se obtuvo el mapa de riesgo de incendios forestales, el cual permite realizar un análisis de las zonas más afectadas. Se identifica que el mayor riesgo se presenta sobre un tramo de la carretera que se dirige de Tulum hacia la localidad de Macario Gómez. Y 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 San Ka'an.

Por otra parte, la región con bajo riesgo a incendios forestales se encuentra al oeste del municipio de Tulum agrupando las localidades de Sahcab Mucuy, Chanchen Primero, Hondzonot, Yaxché y Chanchén Palmar. A causa de un bajo número de habitantes, la mínima circulación en las vialidades y a las quemas controladas que se producen en lo que se refiere a actividades agrícolas.

Mientras que las localidades de Tulum, Coba y Chemuyil que sobresaltan por su actividad turística y constante dinámica de la población indican un nivel medio de riesgo en cuanto a la presencia de incendios forestales a consecuencia de la poca quema de tierras para cultivo. Sin embargo, hay que prestar mayor atención a las quemas por causa de fumadores, fogatas y quema de basureros clandestinos.

En general hay que tener una meticulosa vigilancia a los incendios forestales que se presentan en el Municipio de Tulum porque se ubican a la cercanía de centros poblados provocando problemas relacionados con enfermedades respiratorias o cardiovasculares por las partículas de dióxido de carbono que se quedan suspendidas en el aire. Además los incendios que salen de control pueden dejar grandes afectaciones como la vivienda de las poblaciones, animales de crianza o hasta en ocasiones vidas humanas.

Figura 223: Mapa de incendios forestales registrados en el municipio de Tulum (2015-2022)



MAPA DE INCENDIOS FORESTALES (2015 - 2022)

LOCALIZACIÓN EN EL CONTEXTO GEOGRÁFICO

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información Técnica:
Proyección UTM Zona 18 Norte
Datum Mexico (TRF 2008)
Elevación IGN 1985

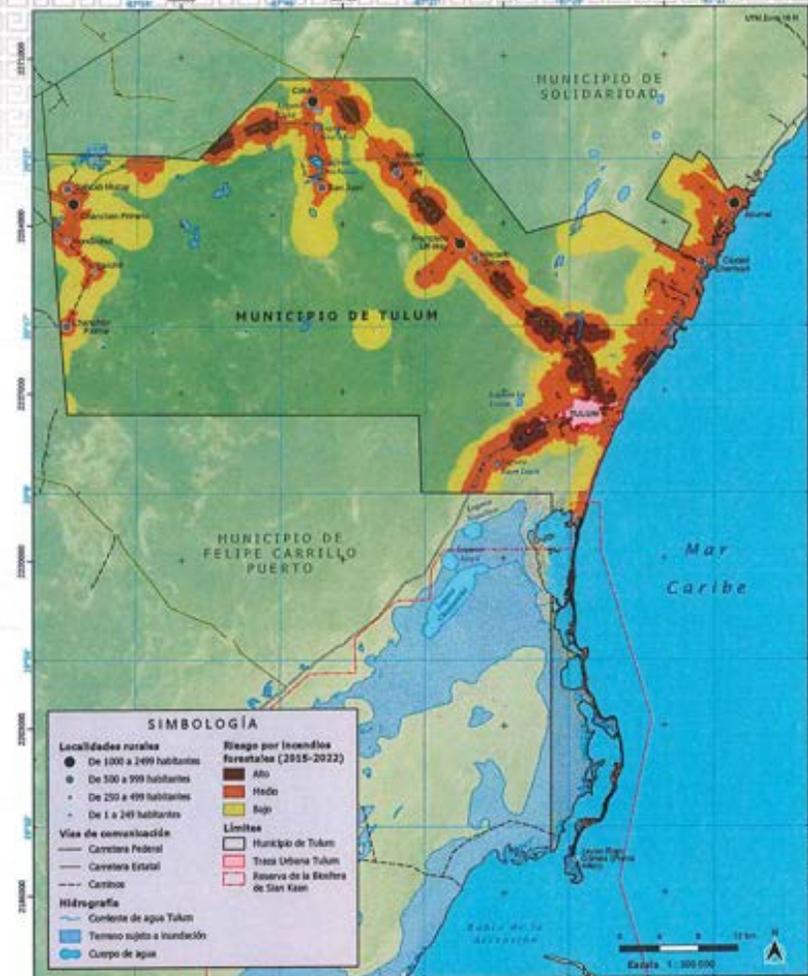
Elaborado por: CIG

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente:
Estadísticas de Incendios Forestales 2015 - 2022, Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal (SINIGF, 2022), Atlas Geoespacial, Centro de Protección y Vigilancia 2020 del SINIGF.
Cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI.
Módulo Digital de Elección con 10 metros de resolución derivado de satélites Sentinel-2A, 2B, 2C.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 222. Mapa de riesgo por incendios forestales en el municipio de Tulum (2015-2022).



MAPA DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES (2015 - 2022)



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

Información Técnica:
Proyección Universal Transversal de Mercator
Zona 18 Norte
Datum Mexico 1989 2008
Elevación GRS 1988

Fuente:
Estadísticas de Incendios Forestales 2015-2022, Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal (SINIGIF, 2023), Mernu Geoespacial, Centros de Protección y Vigilancia 2020 del INEGI.
Carta topográfica escala 1:50,000 del INEGI.
Modelo Digital de Elevación con 15 metros de resolución derivado de sensores satelitales SRTM30.

Elaborado por: OCIG

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia.

5.5: Fenómenos sanitario-ecológicos

La Ley General de Protección Civil define un fenómeno sanitario y ecológico como un agente preocupante producido por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a poblaciones, animales y cultivos, provocando su muerte o alterando su salud. Una epidemia o plaga constituye un desastre sanitario en el sentido estricto del término. Esta clasificación también incluye la contaminación del aire, el agua, el suelo y los alimentos (LGPC, 2014).

La acción de agentes biológicos obedece muchas de las veces a fenómenos naturales asociados al cambio climático (cambios en la intensidad y duración de la temporada de lluvias y frecuencia de huracanes), también a causas antropogénicas como la deficiencia de servicios públicos (escasez en la dotación de agua, mala disposición de la basura), así como a la falta de percepción de riesgos y escasa participación comunitaria en las actividades de prevención (SESA, 2021).

En Quintana Roo, como región tropical, la prevención de las enfermedades transmitidas por vectores es una estrategia continua y permanente conducente hacia la protección y autocuidado personal, familiar y comunitario, con atención especial en la percepción del riesgo. Esto tiene mayor incidencia durante la temporada de lluvias, por la formación de charcos y el estancamiento del agua en los recipientes al aire libre crean condiciones favorables para que los mosquitos se reproduzcan y transmitan el dengue, el chikungunya y el zika.

Otra enfermedad transmitida por un virus detectado en China se convirtió en pandemia a nivel mundial. La epidemia de COVID-19 fue declarada por la Organización Mundial de Salud, una emergencia de salud pública de preocupación internacional desde el 30 de enero de 2020. La COVID-19 es ahora un problema de salud establecido, pero que hoy en día ya no constituye una emergencia de salud pública de interés internacional.

Por otro lado, el ambiente o medio ambiente (aire, agua o suelo) estará contaminado si contiene algo (materia, energía en forma de ruido, calor...) que provoque efectos negativos. La contaminación del aire, la contaminación del agua y la contaminación del suelo tienen una estrecha relación y no se pueden separar, lo que complica la solución a los problemas de contaminación (Encinas, 2011).

Los contaminantes son liberados por fuentes de emisión que pueden ser naturales o artificiales. Las fuentes artificiales pueden ser fijas o estacionarias (por ejemplo, industrias) o móviles (por ejemplo, tráfico). Los contaminantes emitidos directamente por la fuente se denominan contaminantes primarios y se emiten con un flujo o nivel de emisión que es la velocidad a la que lo emite la fuente y, por tanto, unidades de masa por unidad de temperatura.

5.5.1. Contaminación aire, suelos y agua

La concentración de un contaminante ya sea primario o secundario, después de la dispersión, es el nivel de emisión y tiene unidades de masa por unidad de volumen. Una vez liberados al medio ambiente (aire, agua o suelo), los contaminantes sufren una serie de procesos, no solo de transporte y dispersión, sino también de reacciones químicas, convirtiéndose en contaminantes secundarios (Encinas, 2011).

La contaminación del aire (tanto en el exterior como en el interior) se puede definir como la presencia de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las propiedades naturales de la atmósfera. Los electrodomésticos de combustión (aires acondicionados, hornos, radiadores y secadoras y otros), así como los vehículos motorizados, las instalaciones industriales y los incendios forestales son fuentes comunes de contaminación del aire. La calidad del aire está estrechamente relacionada con el clima del planeta y los ecosistemas de todo el mundo.

Los contaminantes que plantean la mayor preocupación para la salud pública son las partículas pequeñas suspendidas en el aire, del monóxido de carbono, del ozono, del dióxido de nitrógeno y del dióxido de azufre. La contaminación del aire interior y exterior causa enfermedades respiratorias y otras enfermedades y es una de las principales causas de enfermedad y muerte (OMS, s.f.).

Por otro lado, la contaminación del agua se señala cuando contiene compuestos que impiden su uso. Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales (también llamadas geoquímicas provenientes del suelo) o artificiales (concebidas por el hombre). Normalmente, las fuentes naturales están muy dispersas y pocas a salvo de contaminación en algunos lugares muy concretos. Por otra parte, la contaminación antropogénica se concentra en áreas específicas (zonas industriales, ciudades, etc.), estos contaminantes son mucho más peligrosos que los emitidos por fuentes naturales.

Atmósfera

La atmósfera se compone de diferentes gases naturales entre los que encontramos al Nitrógeno (N2), Oxígeno (O2), Ar (Argón) y CO2 (Dióxido de Carbono).

El proceso de contaminación atmosférica se desarrolla en tres pasos fundamentales: emisión, procesos y efectos. Primero, la liberación de un contaminante al aire ocurre a una tasa o nivel de emisión, que es el volumen de un contaminante que una fuente libera por unidad de tiempo. Luego, los contaminantes sufren los procesos de dispersión, transporte y transformación en el aire, dando así el nivel o volumen del contaminante esparcido en el aire en un punto alejado de la fuente por m3 de aire. Finalmente, los contaminantes depositados en la superficie del receptor provocan los efectos nocivos.

Las fuentes de contaminación del aire pueden ser naturales o artificiales (también por humanos) depende de si hay intervención humana o no. Las artificiales también pueden ser fijas o móviles. La Tabla 113 muestra las principales fuentes de la contaminación del aire.

Tabla 113. Principales fuentes de contaminación atmosférica

Fuentes naturales	Fuentes artificiales	
	Fijas	Móviles
Volcanes	Centrales térmicas	
Incendios forestales por rayos	Centrales nucleares	Vehículos diésel
Plantas en descomposición (agua y suelo)	Procesos industriales	Vehículos gasolina
Océanos	Incineración de residuos	Sin plomo
Suelo	Calefacciones domésticas	
Tormentas eléctricas	Quema de la biomasa	

Fuente: Encinas (2011).

Las cifras a nivel mundial muestran la gran importancia de las fuentes naturales sobre las artificiales para todos los contaminantes, con la excepción del SO2 (dióxido de azufre), donde las dos fuentes son casi iguales, no obstante, para el NO2 (dióxido de nitrógeno), su totalidad se debe a las actividades antropogénicas.

Clasificación de los contaminantes según su composición

Según su composición los contaminantes se pueden clasificar en distintos grupos, como lo señala Encinas (2011):

- **Compuesto de Carbono: CO y CO2**

Monóxido de Carbono (CO)

Incluyen primarios CO, y el CO. No hay contaminantes secundarios. Es el contaminante primario más abundante en la troposfera. Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es estable (tiempo promedio = 2 - 4 meses). No es soluble en agua.

Fuentes

- Oxidación de CH4 (Metano)
- Gases volcánicos: (erupciones volcánicas)
- Incendios forestales
- Tormentas eléctricas
- Océanos: las algas y otras biológicas aportan CO al agua que se libera a la atmósfera
- Quema de la biomasa
- Combustión incompleta de compuestos de carbono,

<p>Debido a un déficit de O₂</p> <ul style="list-style-type: none"> Reacción a elevada temperatura entre el CO₂ y C, típica de procesos industriales como por ejemplo en los altos hornos. Disociación del CO₂ a temperaturas altas, por ejemplo, en los vehículos o en la incineración de residuos. Oxidación de hidrocarburos emitidos por el transporte y por los disolventes industriales <p>Efectos</p> <ul style="list-style-type: none"> Es tóxico para los animales porque en concentraciones superiores a 0.86 g m⁻³ se combina fuertemente con la hemoglobina de la sangre para formar la carboxihemoglobina, y reduce su capacidad de transportar O₂. Afecta a las plantas si su concentración supera las 0.11 g m⁻³. Formas de eliminación El CO se elimina por su oxidación a CO₂ por los radicales OH o por el O₃ del aire, pero esta última reacción es muy lenta. El suelo es un sumidero de CO debido a los hongos. Se han encontrado hasta 14 especies de hongos que usan CO para sus procesos biológicos Las plantas superiores poseen capacidad de absorción de CO Deposición seca 	<p>Fuentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Combustión de combustibles fósiles Erupciones volcánicas Incendios forestales Reducción de Anión (SO₄²⁻) en aguas y suelos escasos de oxígeno Incineración de residuos Quema de la biomasa Oxidación de OCS (sulfuro de carbono) producido en el mar, con el radical O. Oxidación del H₂S por parte del O atómico, O₂ y O₃ Oxidación del dimetilsulfuro (DMS), H₂S y CS₂ por el radical OH, en la troposfera. Procesos de elaboración industrial: operaciones de fundición por el uso de muchos sulfuros <p>Efectos</p> <ul style="list-style-type: none"> Se oxida e hidrata hasta formar H₂SO₄ (Acido Sulfúrico) con lo que contribuye de forma muy importante a la lluvia ácida Salud: Produce una sensación de quemazón, sequedad y dolor en nariz y garganta. Produce una abundante secreción que puede ser sanguinolenta, hemorragias nasales, tos, lagrimeo y pinchazos en los ojos, además de ardor de estómago, náuseas, dolor torácico y dificultad al respirar. En las plantas produce necrosis apicales de color rojo o anaranjado, causada por dificultades en el mecanismo sintetizador de la clorofila Formas de eliminación Deposición húmeda (rainout o washout) Deposición seca: adsorción en materiales e incorporación al metabolismo de las plantas Oxidación a SO₄²⁻
<p>Oxidación de Carbono (CO₂)</p> <p>Es un gas incoloro, inodoro y muy soluble en agua. Solo es considerado contaminante cuando se encuentra en concentraciones elevadas.</p> <p>Fuentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Erupciones volcánicas Incendios forestales Respiración de los seres vivos Quema de la biomasa Oxidación de CO Combustión completa de compuestos con C <p>Efectos</p> <ul style="list-style-type: none"> No es realmente tóxico salvo que su concentración sea muy elevada. Si se inhala o ingiere en cantidades elevadas puede producir: asfixia, congelación y daños renales o coma. Efecto invernadero <p>Formas de eliminación</p> <ul style="list-style-type: none"> Fotosíntesis de plantas microscópicas en el océano. El mar absorbe, de hecho, más del 85 % del CO₂ liberado a la atmósfera. La fotosíntesis de las grandes masas boscosas. Deposición húmeda Deposición seca 	<p>Compuestos de Nitrógeno (N): N₂O, NO y NO₂</p> <p>Casi todo el N₂O atmosférico procede de fuentes naturales, el NO procede tanto de fuentes naturales como antropogénicas y el NO₂ emitido al aire es fundamentalmente antropogénico.</p> <p>NO_x (Conjunto de NO y NO₂)</p> <p>El NO y el NO₂ se suelen considerar en conjunto con la denominación de NO_x ya que el NO sufre una rápida oxidación a NO₂, siendo éste el que predomina en la atmósfera. El NO es un gas incoloro, inodoro y no inflamable. Es tóxico e insoluble en agua. El NO₂ es un gas de olor asfáltico y no inflamable. Es tóxico y muy soluble en agua.</p> <p>Fuentes</p> <ul style="list-style-type: none"> El NO se produce en procesos biológicos y por fijación del N₂ al O₂ atmosférico El NO₂ se produce en las descomposiciones biológicas. Descomposición de los nitratos del suelo Incendios forestales Erupciones volcánicas Tormentas eléctricas Quema de biomasa Incineración de residuos Combustión a altas temperaturas, por reacción entre el N y el O, en generadores de calor y vehículos. Procesos industriales de compuestos nitrogenados,
<p>Compuesto de Azufre (S): SO₂</p> <p>Oxidación de azufre (SO₂)</p> <p>Es un gas incoloro, no inflamable y bastante estable. Su temporalidad es de 2 a 4 días. Es muy soluble en agua y tiene un importante poder reductor.</p>	

[Handwritten signatures and scribbles in blue ink are scattered across the page, including a large 'B' in the top right, a signature in the middle right, and another signature in the bottom right.]

Fertilizantes y explosivos:

- Oxidación fotoquímica del NO mediante reacciones con el O₃, ciertos hidrocarburos y O₂

Efectos

- Se oxida e hidrata hasta formar HNO₃ (Ácido Nítrico) con lo que contribuye de forma muy importante a la lluvia ácida
- Formación del smog fotoquímico
- Influye en las reacciones de formación y destrucción del O₃, tanto troposférico como estratosférico
- En concentraciones altas produce daños a la salud y a las plantas
- Formas de eliminación
- Deposición húmeda (rainout o washout)
- Deposición seca (proceso de absorción)

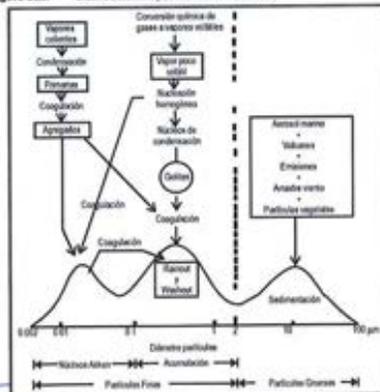
• Partículas y aerosoles

Los aerosoles atmosféricos se definen como suspensiones de partículas sólidas o líquidas en el aire. Las partículas en la atmósfera pueden tener un diámetro de 0.002 µm a 100 µm. El límite inferior, 0.002 µm, es bastante controvertido ya que no existen criterios aceptados sobre si un conjunto de moléculas puede considerarse una partícula (Encinas, 2011). Sin embargo, este es el tamaño de partícula más pequeño detectado hasta la fecha.

El límite superior, 100 µm, corresponde al tamaño de arena muy fina. Hay partículas más grandes en la atmósfera, como gotas de lluvia de aproximadamente 1 mm de diámetro o granizo de 1-20 mm de tamaño, pero sus tasas de deposición muy altas las descartarán para cualquier propósito, es decir, de la definición de partículas.

Las partículas se clasifican en tres rangos (Figura 223). Los dos primeros rangos de tamaño (núcleo de Aitken y acumulación) están estrechamente relacionados y tienen características bastante similares. De hecho, las partículas de modo nuclear de Aitken pueden agruparse y crecer hasta convertirse en partículas de modo acumulativo. Por eso se llama modo acumulativo. Los dos modos se agrupan bajo el nombre de partículas finas. Sin embargo, no existe una relación significativa entre los regímenes más pequeños y las partículas sedimentables, también conocidas como partículas gruesas.

Figura 223. Distribución de partículas de aerosoles



Fuente: Tomado de Encinas (2011).

Fuentes, efectos y formas de eliminación

Las partículas finas proceden fundamentalmente de la fuente antropogénica, como son los procesos de conversión gas-partícula a temperatura ambiente y los procesos de combustión. Debido a su pequeño tamaño, estas partículas no pueden depositarse rápidamente y se eliminan de la atmósfera por deposición húmeda (rainout o washout). Estas partículas debido a su tamaño pueden penetrar en el tracto respiratorio provocando numerosos problemas respiratorios. Además, son también responsables de la reducción de la visibilidad.

Las partículas gruesas se generan normalmente por procesos mecánicos (viento, erosión, etc.). Pertenecen a este rango, por ejemplo, el aerosol marino o el aerosol terrígeno. Como consecuencia de su origen, estas partículas son relativamente grandes y, por lo tanto, se eliminan por deposición seca o húmeda (washout). No tienen efectos sobre la salud puesto que se depositan rápidamente. Sus efectos principales están en la corrosión de materiales y en los procesos del suelo alterando su equilibrio.

• Metales pesados

Muchos metales pesados son micronutrientes esenciales para la vida de los organismos y deben ser absorbidos por las raíces de las plantas o como parte de la dieta de un animal. Están presentes en la atmósfera en niveles muy bajos. En el aire tienen una temporalidad media de 7 a 30 días, pero en el suelo, agua o en los seres vivos son más persistentes y se acumulan convirtiéndose en contaminantes primarios, tóxicos y peligrosos. Entre los más dañinos están el Hg (mercurio) y el Pb (plomo).

Fuentes

- Erupciones volcánicas
- Pesticidas inorgánicos. Ya no se usan, pero como son muy persistentes, sigue habiendo lugares con concentraciones altas de estos productos.
- Abonos
- Lixiviación en los vertederos
- Los vehículos: gasolinas con Pb (plomo)
- Procesos industriales

Efectos

- Algunos metales pueden acumularse en la cadena trófica debido a que no se degradan en la naturaleza, ni química ni biológicamente, por lo que, pueden provocar graves daños en la salud a pesar de sus bajas concentraciones.
- Algunos compuestos orgánicos del plomo atmosférico son absorbidos por el hombre, principalmente a través del sistema respiratorio, afectando a los huesos, a la inteligencia de los niños, a los fetos de las madres gestantes y al sistema nervioso.
- Afectan al crecimiento de las plantas

Formas de eliminación

- Deposición húmeda (rainout o washout)
- Deposición seca de las partículas que los contienen

• Hidrocarburos

Son contaminantes primarios. Muchos metales pesados son micronutrientes esenciales para la vida de los organismos y deben ser absorbidos por las raíces de las plantas o como parte de la dieta de un animal. Están presentes en la atmósfera en niveles muy bajos.

Metano (CH₄)

Es el más abundante e importante de los hidrocarburos atmosféricos. Es un contaminante primario incoloro e insoluble en agua. Su temporalidad media es de 5 a 10 años.

Fuentes

- Descomposición anaerobia de materia orgánica: El metano es producido por microbios que viven en condiciones anaeróbicas degradando la materia orgánica. En Los medios en los que actúan estos microbios son muy variados:
 - minas de carbón donde se le conoce como el gas grisú,
 - instalaciones defectuosas de extracción de gas natural (el 90 % del cual es metano) y en gasoductos construidos para su transporte
 - en el estómago de un rumiante,
 - en el interior de un estercolero,
 - un campo inundado para el cultivo de arroz o
 - el fondo de una marisma,
 - en los pantanos (donde se le conoce como gas de los pantanos)
- Incendios forestales
- Vegetación: las hojas vivas de los árboles y de las plantas emiten metano
- Vertederos
- Quema de la biomasa
- Procesos de combustión, refinó y transporte del petróleo y sus derivados

Efectos

- Efecto invernadero
- Interviene en las reacciones estratosféricas
- No produce daños en la salud ni en los seres vivos
- Formas de eliminación
- Reacción con los radicales OH y con el O atmosférico, formando radicales de metilo.
- Deposición seca

Oxidantes fotoquímicos: O3 troposférico y estratosférico

El O₃ (ozono) es el principal oxidante de la atmósfera. Desempeña dos funciones completamente diferentes según se encuentre en la estratosfera o en la troposfera. El O₃ en la estratosfera absorbe la radiación ultravioleta peligrosa que nos llega del sol, mientras que el O₃ en la troposfera es un importante contaminante secundario.

Ozono Troposférico (O₃)

Es un gas azulado, corrosivo e irritante. Debido a su carácter de oxidante fuerte, es bastante inestable (solo es estable a altas temperaturas).

Fuentes

- Reacción de los NO_x naturales con los COV biogénicos en presencia de radiación solar (fotoquímicas)
- IncurSIONES del O₃ estratosférico
- Descargas eléctricas en las tormentas
- La fotooxidación de CH₄ y CO en presencia de NO_x

Efectos

- Es el componente más dañino del smog fotoquímico,
- Causa daños importantes a la salud ya que afecta a la mucosa

- Efecto invernadero
- Frena el crecimiento de las plantas.
- Formas de eliminación
- Deposición seca y, en menor grado, deposición húmeda (es poco soluble)
- Fotólisis por el ultravioleta-visible
- Reacción con NO_x, HCv e hidrocarburos insaturados

5.5.1.1. Metodología

Se obtuvieron mapas de contaminación del aire para el municipio de Tulum a través de imágenes de satélite Sentinel 5P y su sensor TROPospheric Monitoring Instrument (TROPOMI). De este sensor se descargaron datos de contaminación atmosférica provenientes de SO₂, aerosoles, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono, vapor de agua y dióxido de azufre. Además de estos componentes también se pudieron obtener las variaciones de metano, ozono y dióxido de azufre para julio de 2023.

Para lo anterior, se utilizaron dos procesos metodológicos y diferentes programas de software para percepción remota. Entre estos, el primer proceso se realizó desde Google Earth Engine, el cual, aplicando scripts (códigos de programas) se pudo acceder a datos atmosféricos históricos (2018 a 2023) pudiendo descargar secuencias temporales de datos de monóxido de carbono (CO), indicador de aerosoles y dióxido de nitrógeno troposféricos, estratosféricos y total (NO_x) con una resolución aproximada de 1 kilómetro (0.01 arc sec). Las cuales fueron adaptadas al territorio de estudio y re proyectadas a UTM Zona 16N y transformadas a un tamaño de celda de 90 metros.

Las unidades de medida para cada variable responden:

- Dióxido de Nitrógeno (NO₂): mol/m³
- Dióxido de Nitrógeno Troposférico (NO₂): mol/m³
- Dióxido de Nitrógeno Estratosférico (NO₂): mol/m³
- Monóxido de Carbono (CO): mol/m²
- Vapor de agua H₂O: mol/m³
- Aerosol: media de prevalencia de aerosoles en la atmósfera

Por otro lado, se emplearon técnicas de geoproscesos desde los programas SNAP, ArcMap, QGIS completando los métodos con el Navegador EO (<https://apps.sentinel-hub.com/ee-browser/>), el cual permite visualizar las imágenes obtenidas por la serie de satélites Sentinel.

Con lo anterior se pudo obtener cuatro mapas más para gases contaminantes de Metano (CH₄), Ozono (O₃), Dióxido de azufre (SO₂) y Formaldehído (CH₂O).

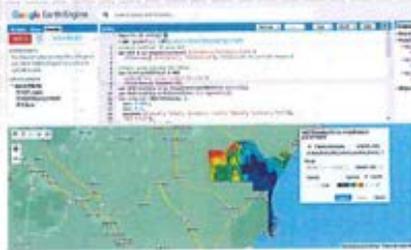
5.5.1.2. Memoria de cálculo

- Primer paso se acceso al entorno de trabajo de Google Earth Engine (GEE)
- Segundo paso se señala la zona de Interés (municipio de Tulum)
- Tercer paso se corre el script para el cálculo definiendo las fechas de análisis (temporalidad)
- Cuarto paso una vez has ajustado la fecha temporal y definido el área de Interés (AOI) se activa la opción RUN de la zona superior y se cargarán en el visor los datos atmosféricos.
- El resultado se muestra en el visor
- Para descargar la información se debe acceder a la pestaña Task donde se observa el listado de todas las capas disponibles para descargar.

Finalmente, ejecutando el botón Run se comenzarán a descargar los datos en formato GeoTIFF y quedan archivados en Google Drive

- Se aplica un factor de conversión para la publicación de los datos en unidades de micromol - m⁻²
- Se realiza la cartografía correspondiente en un software de SIG.

Figura 224. Entorno de trabajo GEE.



Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, para los últimos cuatro mapas correspondientes a los gases de Metano (CH₄), Ozono (O₃), Dióxido de azufre (SO₂) y Formaldehído (CH₂O), los pasos para su obtención fueron los siguientes:

Paso 1. Se accede al sitio web de EO Browser (<https://www.sentinel-hub.com/explore/EOBrowser/>)

Paso 2. Se ingresa con la cuenta gratuita de usuario haciendo clic en "Login".

Paso 3. Se elige el satélite de donde se descargarán los datos: Sentinel Sp L2A.



Paso 4. Se define el Área de Interés (AOI): Municipio de Tulum, en este caso se cargó un archivo en formato GEOJSON/JSON para definir el área de interés. Esa área se utilizará para recortar al exportar la imagen.

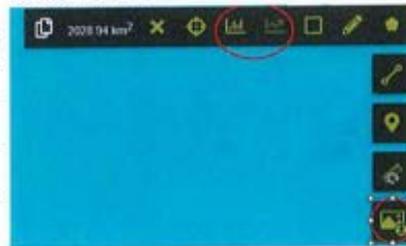
Paso 5. Se seleccionaron las fechas de inicio y de fin, en este caso para Metano fueron del 14 marzo 2019 al 14 de julio 2023. Para el Ozono desde el 21 de julio 2018 a 21 de julio 2023, para el Dióxido de Azufre de julio 15 2018 a julio 15 2023 y para el Formaldehído de



Paso 6. Se visualizan las fuentes de datos y se eligen los que nos servirán para el análisis, los cuales se muestran en el navegador.



Paso 7. Se descargan las imágenes y gráficas de cada uno de los gases utilizados en este Atlas.



Paso 8. Se procede a realizar las figuras o mapas correspondientes.

5.5.1.3. Resultado análisis

Con GEE y el sensor TROPOMI/SentinelSp (ESA) se obtuvieron seis mapas de gases contaminantes para el municipio de Tulum, cada uno para los elementos mencionados anteriormente y con una temporalidad de análisis de 5 años (2018 a 2023).

Se presentan los primeros tres mapas correspondientes a los componentes del Nitrógeno (NO) o NO_x (Figuras 225, 226 y 227), como se conocen. Como ya se había señalado el NO procede tanto de fuentes naturales como antropogénicas y el NO_x emitido al aire es fundamentalmente antropogénico. Por lo que se presenta el promedio quinquenal de la distribución territorial del Dióxido de Nitrógeno (NO₂): Total (suma del NO^o troposférico y estratosférico), Troposférico y Estratosférico para el municipio de Tulum en mol/m³.

La columna de densidad del NO_x Estratosférico y Troposférico detecta cambios en la composición atmosférica en combinación con instrumentos terrestres en tierra también se evalúa la atmósfera estratosférica.

En la estratosfera, los óxidos de nitrógeno son un actor clave en la química del agotamiento del ozono (O₃). En la troposfera, la fotólisis de NO_x es la responsable de la producción de O₃, sin embargo, su acumulación está asociada con impactos negativos en la salud humana, el ecosistema y el forzamiento radiativo, es decir, la variación climática (Müller, 2021).

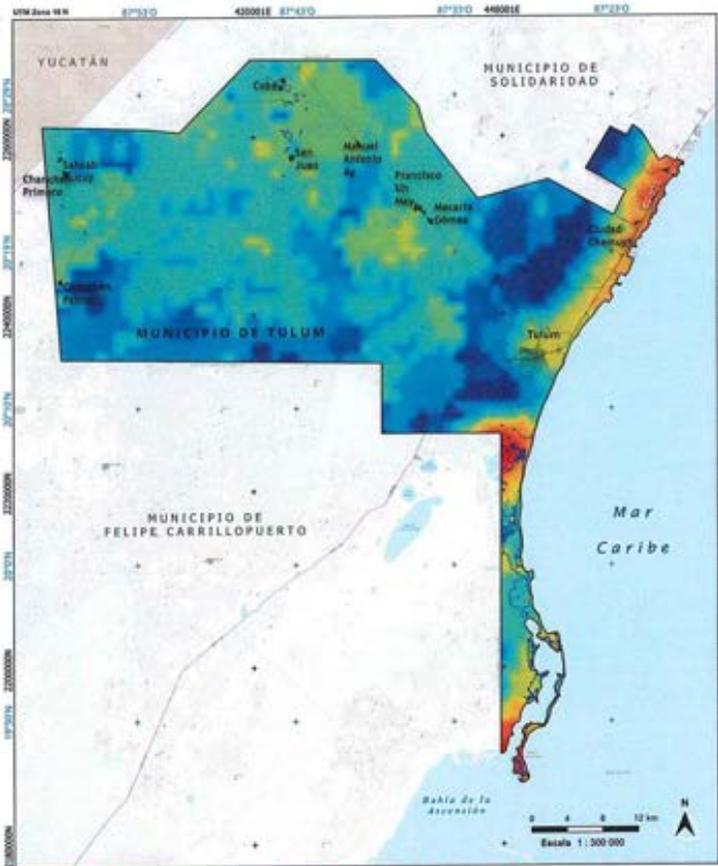
De acuerdo con Zhang, et al. (2022) más de 100 µmol/m³ se consideran valores altos de concentración de NO_x. Si observamos la figura 225, los valores alcanzados para NO_x Total fueron de 48 a 52 µmol/m³ concentrándose más cerca de la costa y al sur donde se existe una concentración de manglares, donde inicia el Área Natural Protegida de San Kaa'n esto se debe, como consecuencia, tal vez, al incendio de la Reserva originado en 2019 y a la descomposición de los nitratos del suelo y la combustión a altas temperaturas, por reacción entre el N y el O₂ en generadores de calor y vehículos. Hacia el interior del municipio estos valores disminuyen, llegando a 48 µmol/m³.

Para el NO_x Troposférico los valores alcanzados fueron de 7.5 a 11.1 $\mu\text{mol}/\text{m}^3$ (Figura 226) y para el NO_x Estratosférico de 40.14 a 40.43 $\mu\text{mol}/\text{m}^3$, se puede considerar un promedio de 40 $\mu\text{mol}/\text{m}^3$, para este último, sin embargo, se observan tres áreas muy diferenciadas se debe recordar que los NO_x son factores clave en la química del agotamiento del ozono, por lo que se recomienda mayor análisis a lo detectado.

Si bien, no se observan valores altos o muy nocivos de NO_x, se debe monitorear la calidad de la emisión de estos gases a la atmósfera porque pueden, en un momento dado, ser causa de daño a la salud de la población.

5.5.1.4. Mapas resultantes de gases contaminantes

Figura 225. Contaminación por NO₂ Total de 2018 a 2023, Tulum.



Mapa promedio de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) 2018 a 2023

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

<p>Simbología</p> <p>Dióxido de Nitrógeno NO₂ Total</p> <p>5 $\mu\text{mol}/\text{m}^3$</p> <p>40 $\mu\text{mol}/\text{m}^3$</p>	<p>□ Límite municipal</p> <p>□ Traza urbana</p> <p>○ Red vial</p> <p>○ Cuerpos de agua</p> <p>□ Estado de Yucatán</p>	<p>Fuente:</p> <p>Mapas Geográficos Censos de Población y Vivienda 2020 del INEGI; Imágenes CIESA Sentinel 2a (2018 a 2023); Modelo Digital de Elevación obtenido del Centro de Datos de Elevación Maritima 3.0 (DEM 3.0, MRO); Corque Nacional (2010, 2017).</p> <p>Información Técnica:</p> <p>Proyecto: Oficina Técnica de Planeación Zona 18 Norte Código Muestra: 0107 2023. Escala: QRS 1:800.</p>	<p>CIG</p> <p>Centro de Investigación Geográfica</p> <p>Fecha de actualización: febrero 2023</p>
--	---	--	---

Fuente: Elaboración propia.

Figura 226: Contaminación por NO₂ Troposférico de 2018 a 2023, Tulum.

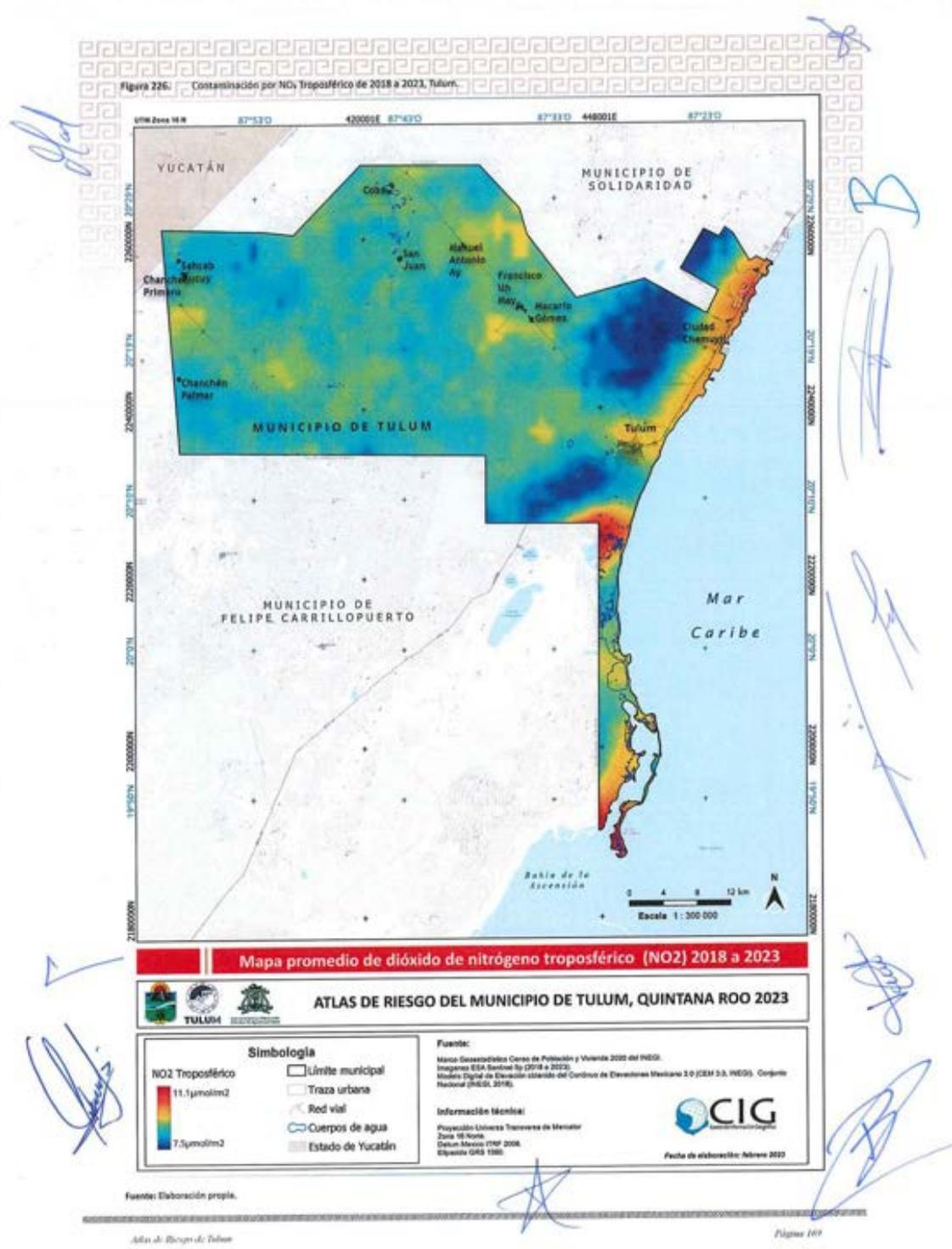
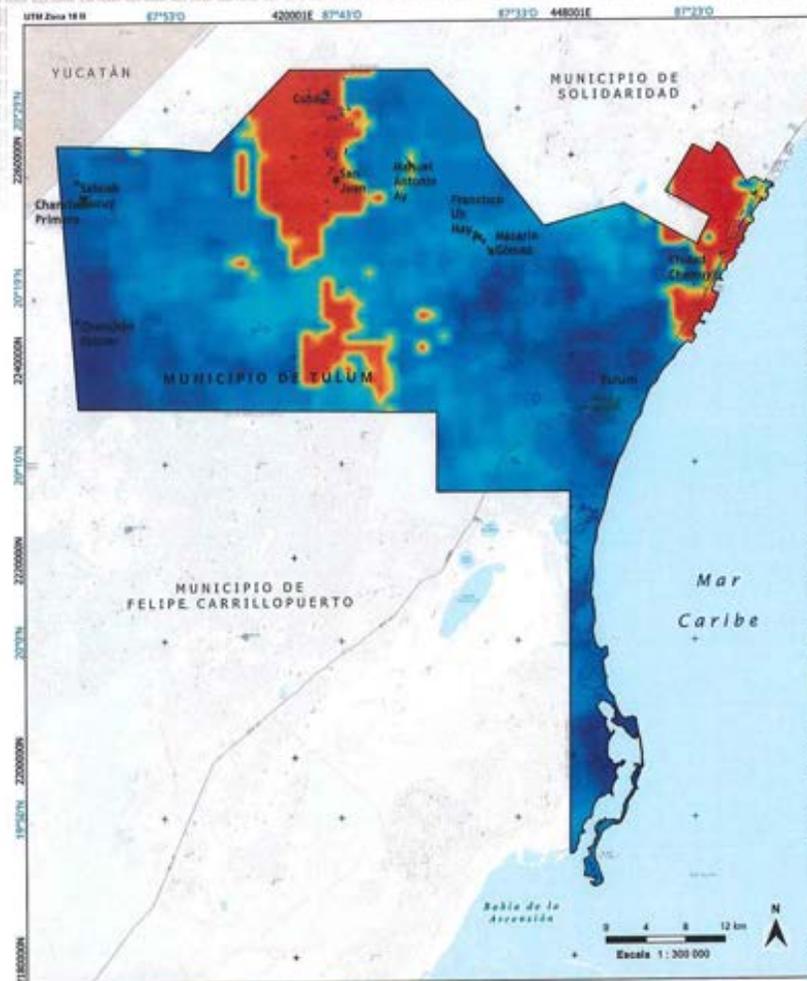


Figura 227. Contaminación por NO₂ Estratosférico de 2018 a 2023, Tulum.



Mapa promedio de dióxido de nitrógeno estratosférico (NO₂) 2018 a 2023

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

<p>NO₂ Estratosférico</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Límite municipal ▭ Traza urbana ⋯ Red vial ○ Cuerpos de agua ▨ Estado de Yucatán 	<p>Fuente:</p> <p>Mapa Geoespacial Centros de Población y Vivienda 2020 del INEGI. Imágenes ESA Sentinel 1p (2018 a 2023). Modelo Digital de Elevación obtenido del Continuo de Elevaciones Mexicano 1.0 (CEM 1.0, INEGI, Corpesa Nacional (INEGI, 2018).</p> <p>Información Mexical:</p> <p>Proyección UTM Zona Transversal de Mericuar Zona 18 Norte Datum Mexico (TRIP 2011) Escala QR3 1986.</p>
---	---	--

Fuente: Elaboración propia.

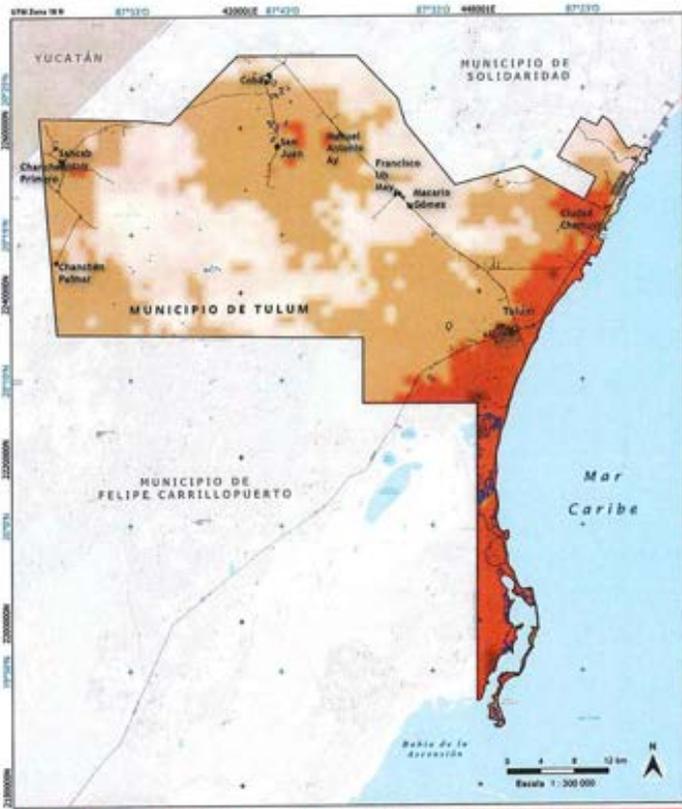
Para el monóxido de Carbono (CO) su distribución se muestra en la figura 9x, si bien en las imágenes originales la columna total de monóxido de carbono se mide en mil por metro cuadrado, estas se convirtieron a unidades de $\mu\text{mol}/\text{m}^2$.

El monóxido de carbono (CO) es un importante gas traza atmosférico. En ciertas áreas urbanas, es un contaminante atmosférico importante. Las principales fuentes de CO son la combustión de combustibles fósiles, la quema de biomasa y la oxidación atmosférica de metano y otros hidrocarburos.

Para Tulum la concentración de este gas se observa a todo lo largo de su línea de costa y sobre la carretera 307 (figura 228), a su interior

disminuye, solo unas pequeñas áreas se muestran con mayor valor, lo cual se puede deber a la oxidación de CH_4 (Metano). No obstante, se puede observar donde la selva no ha sido impactada y donde ya se tiene un grado de impacto, esto se puede deber a incendios forestales, quema de la biomasa. Por otra parte, la mayor concentración al Este del municipio puede deberse a la densidad de circulación de vehículos y actividades urbanas ya que una de las fuentes generadoras es la oxidación de hidrocarburos emitidos por el transporte y por los disolventes industriales. De la misma manera, cercano al litoral del municipio, una de las fuentes generadoras puede ser la congregación de algas y otras fuentes biológicas que aportan CO al agua que se libera a la atmósfera (figura 228).

Figura 228. Contaminación por Monóxido de Carbono (CO) de 2018 a 2023.



Mapa promedio de Monóxido de Carbono (CO) 2018 a 2023

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

Símbolos:

- Monóxido de Carbono (CO): Escala de color de 27,662.43 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ (rojo oscuro) a 28,434 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ (rojo claro).
- Límite municipal: Línea negra.
- Traza urbana: Área sombreada.
- Red vial: Línea azul.
- Cuerpos de agua: Área azul.
- Estado de Yucatán: Línea gris.

Fuentes:

Mapa Geoespacial Censos de Población y Vivienda 2020 del INEGI
 Imágenes ESA Sentinel 2p (2018 a 2023)
 Modelo Digital de Elevación obtenido del Centro de Estudios Avanzados de Mérida S.C. (CEMIA S.C. INEGI), Ciudad Nacional (2020, 2018).

Información adicional:

Proyecto: Atlas de Riesgo del Municipio de Tulum
 Fecha: 18 de mayo
 Ciudad: Mérida QROO 2023
 Versión: 010 1000.

CIG
 Centro de Estudios Avanzados de Mérida S.C.

Fuente: Elaboración propia.

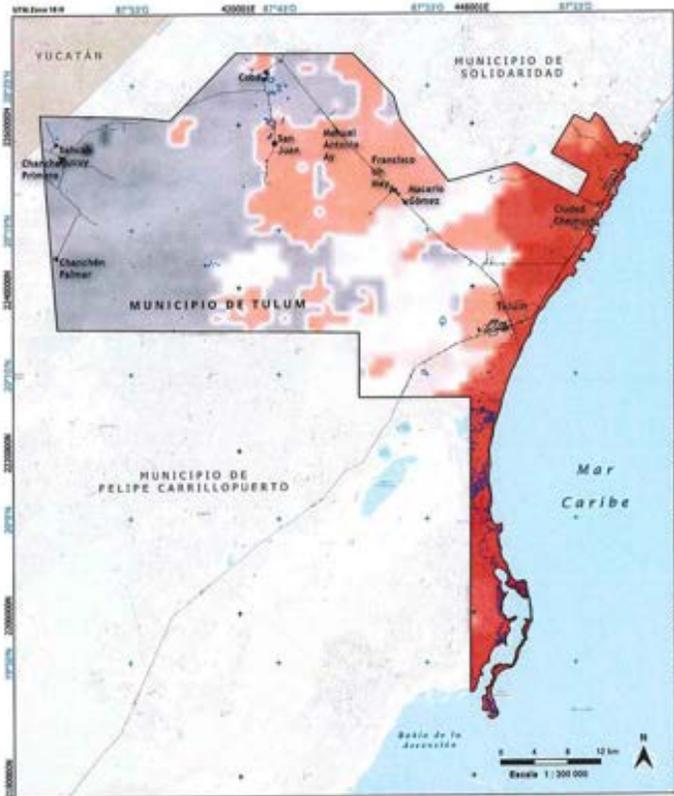
Ciertos gases en la atmósfera, como el vapor de agua y el CO₂, absorben y vuelven a emitir energía infrarroja desde la atmósfera a la superficie de la Tierra. Este proceso, conocido como el efecto invernadero, hace que la temperatura superficial media sea 33°C más alta de lo que sería en ausencia de estos gases, sin el efecto invernadero, la temperatura media sería de -18°C (Dlugokencky, et al., 2016).

No obstante, son los gases de efecto invernadero que no son condensables o de larga duración (principalmente el CO₂, además del metano (CH₄), el óxido nítrico (N₂O) y los halocarbonos) los que actúan como contribuyentes al efecto invernadero.

Como señalan Dlugokencky, et al. (2016) el vapor de agua y las nubes juegan el papel de respuesta rápida, lo que significa que el vapor de agua responde rápidamente a los cambios de temperatura, a través de la evaporación, la condensación y la precipitación. De hecho, el vapor de agua contribuye al efecto invernadero, pero es un gas de vida corta que se condensa y precipita. No es responsable de casi ningún sistema de calefacción.

En el municipio de Tulum los valores más altos para vapor de agua (humedad) se muestran cercanos a su litoral (Figura 229). Las áreas rojas y rosa pálido muestran dónde la humedad está dejando la superficie y entrando a la atmósfera por evaporación; por el contrario, las áreas grises a negras muestran con se concentran menos vapor de agua.

Figura 229. Promedio de concentración del vapor de agua de 2018 a 2023, Tulum.



Mapa promedio de vapor de agua (H₂O) 2018 a 2023

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

<p>Simbología</p> <p>Vapor de agua</p> <p>Humedad</p> <p>Seco</p>	<p> <input type="checkbox"/> Límite municipal <input type="checkbox"/> Traza urbana <input type="checkbox"/> Red vial <input type="checkbox"/> Cuerpos de agua <input type="checkbox"/> Estado de Yucatán </p>	<p>Fuente:</p> <p>Metro Geoespacializer Centro de Planeación y Muestreo 2020 del INEGI</p> <p>Imágenes Satelitales de Sentinel 2A (2018 a 2023)</p> <p>Modelo Digital de Elevación obtenido del Centro de Datos de Elevación Mundial 3.0 (DEM 3.0, AW3D), Copernicus Mission (2010, 2015)</p> <p>Información Miscelánea:</p> <p>Proyecto Límite Territorial de Municipio</p> <p>2014-16 Sexta</p> <p>Quintana Roo (Q.ROO) 2018</p> <p>© España 1978-1985</p>	<p>CIG</p> <p>Centro de Información Geográfica</p> <p>Fecha de actualización: febrero 2023</p>
--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia.

Atlas de Riesgo de Tulum

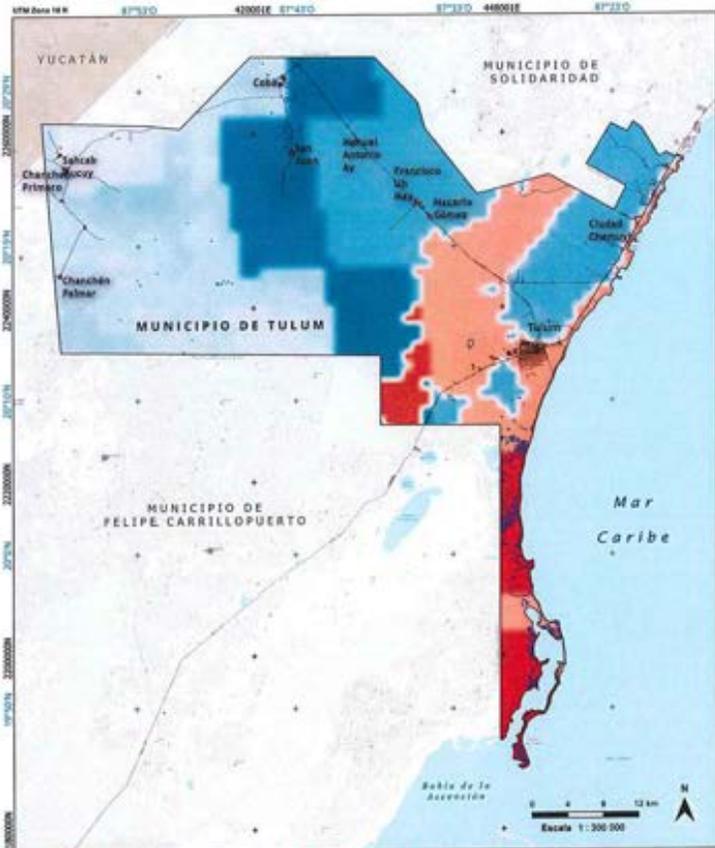
Figura 172

En cuando a los aerosoles, se muestra la media de prevalencia de aerosoles en la atmósfera del municipio de Tulum a través del Aerosol Index (AI), el cual es un índice cualitativo que indica la presencia de capas elevadas de aerosoles en la atmósfera (Figura 230). Se puede utilizar para detectar la presencia de aerosoles que absorben los rayos ultravioletas, como el polvo del desierto y las columnas de cenizas volcánicas. Los valores positivos indican la presencia de aerosol absorbente de UV. Este índice se calcula para dos pares de longitudes de onda en unidades espectrales de nanómetros: 340/380 nm y 354/388 nm.

Para el municipio se obtuvieron valores negativos y la mayor concentración de estas partículas se localizó al sur del municipio, hacia Punta Allen, la siguiente en importancia sería la indicada en rosa pálido donde localiza la ciudad de Tulum y a lo largo de la carretera 307 (Figura 230).

Su unidad puede ser aprovechada para buscar la distribución de aerosoles casuales, principios de polvo en la atmósfera, cenizas volcánicas y quema de biomasa.

Figura 230. Concentración promedio del índice de Aerosol, 2018 a 2023, Tulum.



Mapa del Índice de Aerosol (2018 a 2023)

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> AerosolTulum 0.46 Alto -1.48 Bajo 	<ul style="list-style-type: none"> □ Límite municipal □ Traza urbana ~ Red vital ○ Cuerpos de agua ■ Estado de Yucatán 	<p>Fuentes:</p> <p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2018 a 2023). Atlas Digital de Situación Ambiental del Continuo de Ecosistemas Maritimos S.P (CEM S.P. INEGI). Corredor Nacional (2015, 2016).</p> <p>Información Miscelánea:</p> <p>Proyección UTM Zona 18Q del Sistema de Referencia Geográfica (SRG) 2011. Escala 1:300,000. Septiembre 2016.</p>	<p>Fecha de actualización: febrero 2023</p>
--	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Atlas de Riesgo de Tulum

Figura 173

Posteriormente, con las imágenes del satélite Sentinel 5p, descargadas desde el EO Browser se procedió a la creación de la siguiente cartografía: Metano (CH4), Ozono (O3), Dióxido de azufre (SO2) y Formaldehído (CH2O), correspondientes a las figuras 232, 234, 236 y 238.

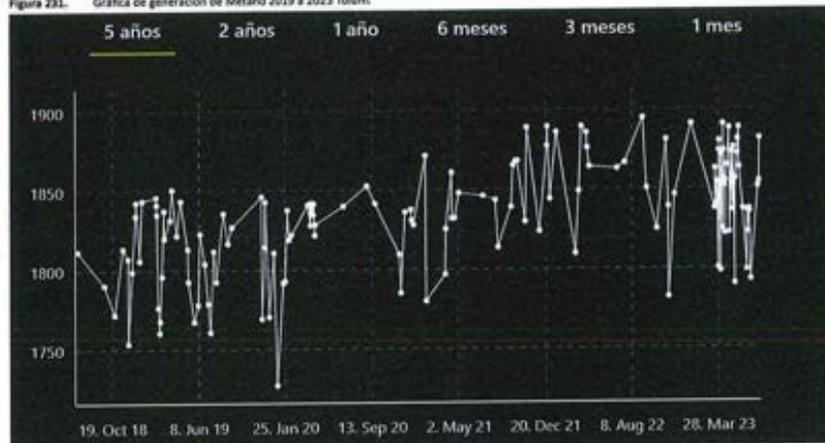
El metano es, después del dióxido de carbono, el contribuyente más importante al efecto invernadero aumentado antropogénicamente (causado por la actividad humana). Los valores de medición se proporcionan en partes por billón (ppb) con una resolución espacial de 7 km x 3.5 km (24.5 km2).

En el municipio de Tulum se observa que el gas metano durante estos cinco años de análisis se concentró cerca de ciudad Chemuyil y Akumal,

así como en el área de crecimiento de la ciudad de Tulum y en Manuel Antonio Ay (Figura 232). Igualmente se observa valores cercanos a los 2000 ppb en la Laguna Campechén y disminuye en áreas al Este del municipio sin impacto y presencia humana. Lo anterior pudo deberse al incendio de julio de 2019 en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an por la acumulación de materia orgánica que en conjunto con el suelo kárstico y cavernas generó gas metano.

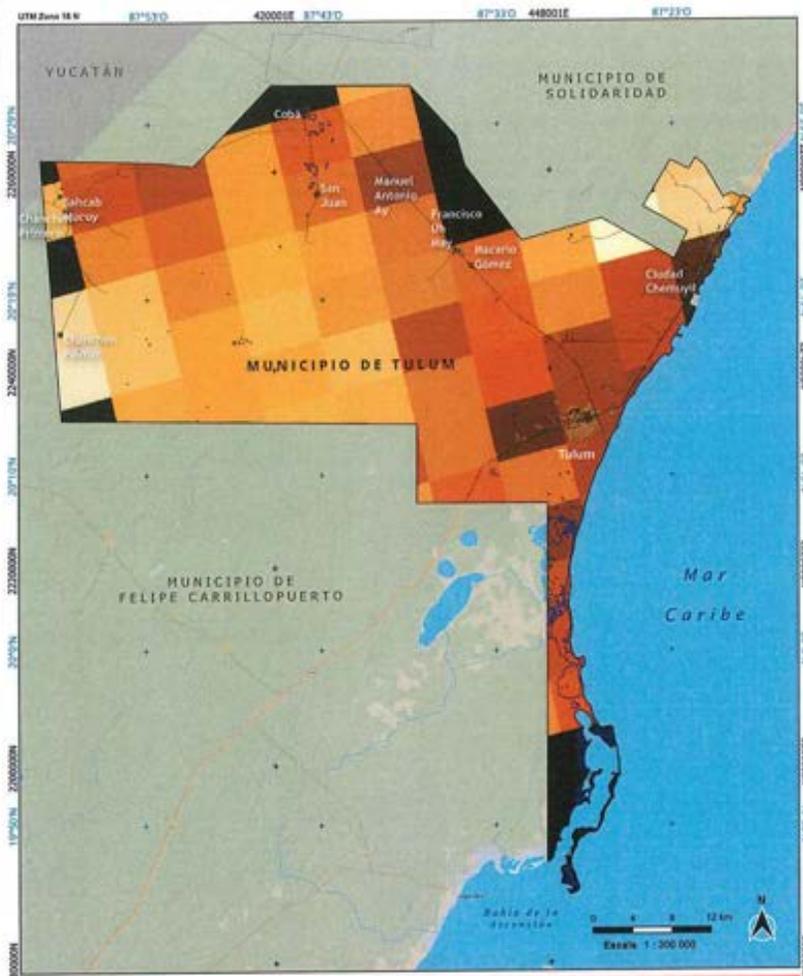
De la misma manera, en la gráfica 1x, podemos observar su generación y comportamiento para un periodo de cinco años, los valores tienen un descenso significativo en 2020, posiblemente al confinamiento por la pandemia de COVID-19. A finales de 2021 hasta la fecha se advierte un aumento en su generación, probablemente al fin de este confinamiento.

Figura 231. Gráfica de generación de Metano 2019 a 2023 Tulum.



Fuente: Elaboración propia desde EO Browser.

Figura 232. Concentración de gas Metano (CH4), 2019 a 2023, Tulum.



Mapa promedio de gas Metano (CH4) 2019 a 2023

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

Metano (CH4) 1,800ppm 1,450ppm Sin dato	Simbología Límite municipal Traza urbana Red vial Cuerpos de agua Estado de Yucatán	Fuente: Marco Geospatial/Censos de Población y Vivienda 2020 del INEGI. Imágenes ESA Sentinel-2p (2019 a 2023), Sentinel Hub EO Browser. Modelo Digital de Elevación obtenido del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (DEM 3.0, INEGI), Conjunto Nacional (INEGI, 2018). Información técnica: Proyecto Gobierno Transversal de Muestreo Zona 18 Norte Cálculo Metano (TMF 2006, Escala de 1:300 000. CIG Fecha de elaboración: febrero 2023
---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

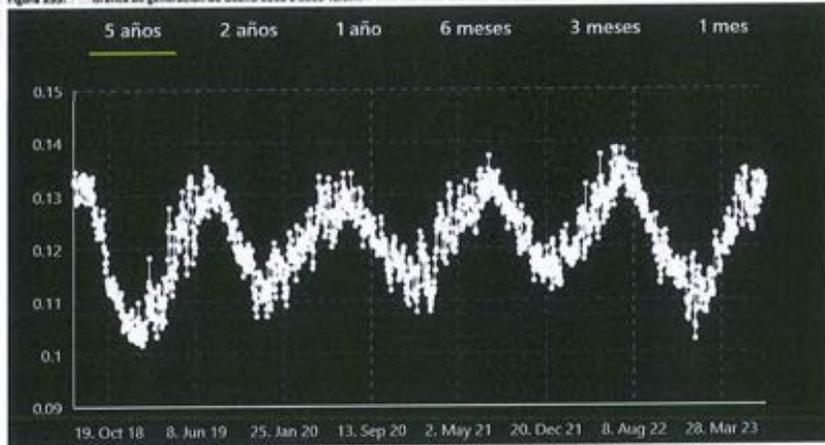
El ozono es valioso para el equilibrio de la atmósfera terrestre. La capa de ozono de la estratosfera protege la biosfera de la peligrosa radiación ultravioleta. En la troposfera, el ozono actúa como un agente limpiador muy eficaz, pero en concentraciones elevadas resulta perjudicial para la salud humana, de los animales y de las plantas. El ozono es, además, uno de los gases con una contribución significativa al efecto invernadero responsable del cambio climático. Desde el descubrimiento del agujero de ozono antártico en la década de 1980, posterior protocolo de Montreal, se reguló la producción de sustancias cloradas destructoras

de ozono, este gas se ha verificado monitorizando de manera rutinaria tanto desde el suelo como desde el espacio.

Los valores obtenidos del análisis de Ozono se dan en moles por metro cuadrado (mol/m^3).

En la figura 233 se observa el comportamiento fluctuante del O_3 , como se puede ver cada año tiene variaciones de ascenso y descenso, el cual ha sido más espaciado entre 2019 y 2021.

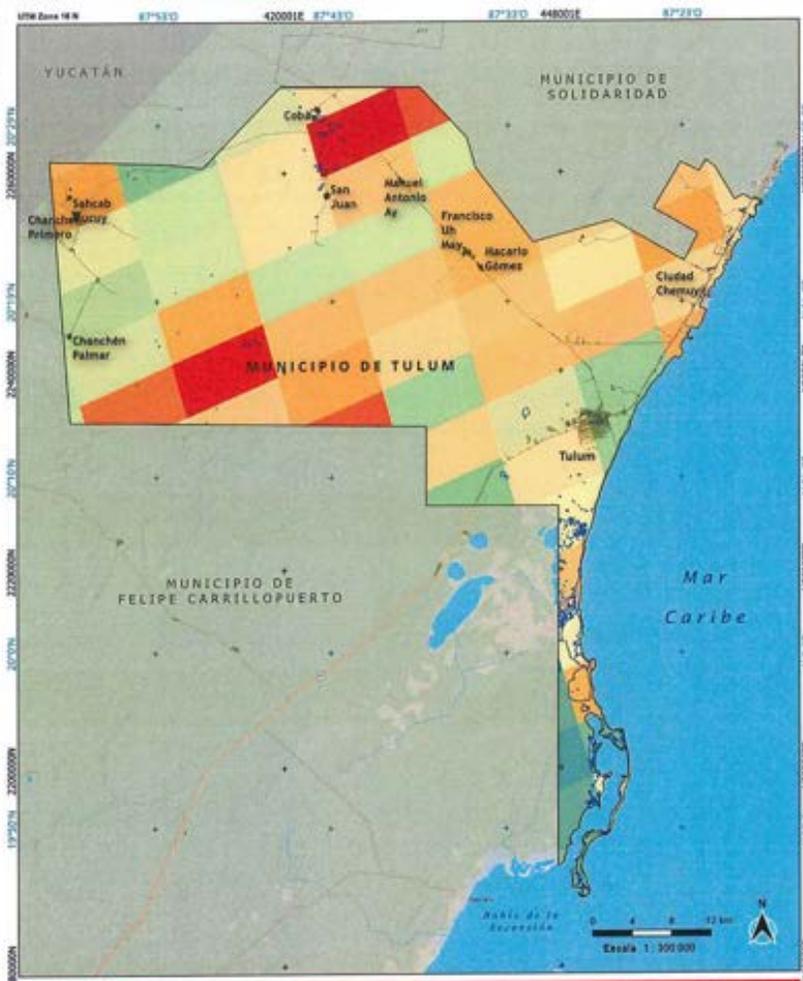
Figura 233. Gráfica de generación de Ozono 2018 a 2023 Tulum.



Fuente: Elaboración propia desde EO Brevier.

El ozono troposférico se forma cuando los gases contaminantes, como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles, reaccionan con la luz solar. El ozono troposférico es un irritante respiratorio que puede causar problemas de salud como asma, bronquitis y neumonía. También puede dañar las plantas y los cultivos. Para el municipio de Tulum en la figura 13x se observa que cerca de la localidad de Cobá y hacia el sur se ha producido para ese periodo de tiempo valores de gas ozono de $0.134 \text{ mol}/\text{m}^3$. El resto del municipio se queda con cantidades medias o mínimas.

Figura 294. Concentración de Ozono (O₃), 2018 a 2023, Tulum.



Mapa promedio de Ozono (O₃) 2018 a 2023



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

Ozono EOS

Simbología

- Limite municipal
- Traza urbana
- Red vial
- Cuerpos de agua
- Estado de Yucatán

Fuente:
Marco Geocodificado Censos de Población y Vivienda 2020 del INEGI.
Imágenes ESA Sentinel 2p (2019 a 2023). Sentinel Hub EO Browser.
Mapas Digitales de Elecciones Abiertas del Consejo de Elecciones del Estado de Quintana Roo (CEQ), Consejo Nacional (CEN), 2018.

Información técnica:
Proyecto: Sistema de Información Geográfica del Municipio de Tulum.
Zona 18 Norte.
Datum: Mexico 1993 2006.
Elevación: UTM 18N.

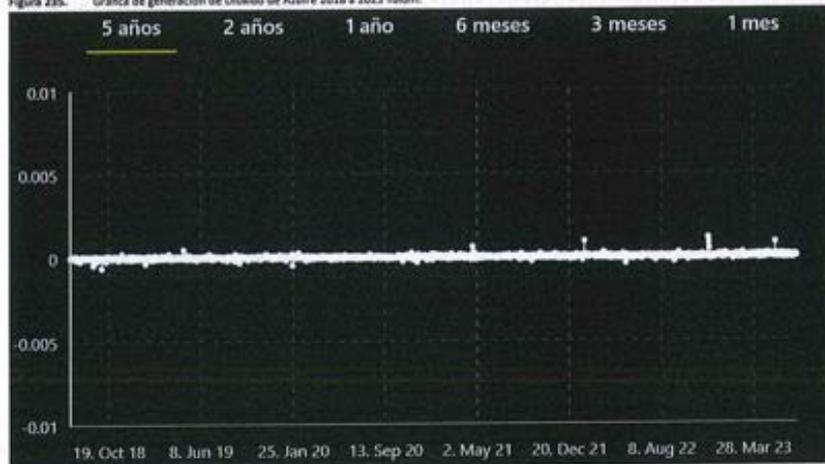
CIG
Centro de Información Geográfica

Fecha de elaboración: Abril 2023

Fuente: Elaboración propia.

El dióxido de azufre (SO₂) cuando se combina con el agua en la atmósfera, forma ácido sulfúrico, que puede causar lluvia ácida. La lluvia ácida puede dañar los árboles, los cultivos y los ecosistemas acuáticos. También puede corroer los materiales de construcción, como los metales y los ladrillos. El SO₂ se libera a la atmósfera principalmente por la combustión de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural. También puede ser liberado al aire por la actividad volcánica y por la industria. En el municipio de Tulum no se existen volcanes ni grandes industrias, por lo que la producción de este gas es mínima o insignificante para dañar el aire o la salud humana, como se puede observar en la gráfica 235.

Figura 235. Gráfica de generación de Dióxido de Azufre 2018 a 2023 Tulum.

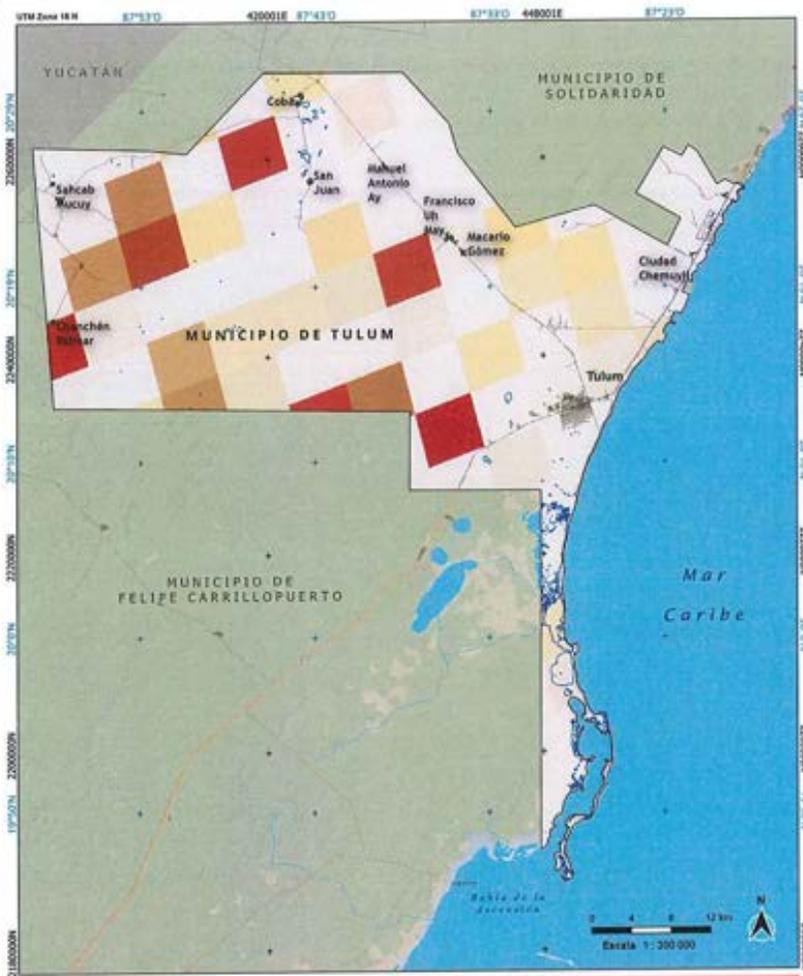


Fuente: Elaboración propia desde EO Browser.

El dióxido de azufre accede a la atmósfera terrestre mediante procesos naturales y antropogénicos (causados por el ser humano). Tiene relevancia química a nivel local y global y su incidencia abarca desde contaminación de corta duración hasta efectos en el clima. Solo alrededor del 30% de las emisiones de SO₂ procede de fuentes naturales; la mayoría es de origen antropogénico. El instrumento TROPOMI de Sentinel-5P muestrea la superficie terrestre a intervalos de un día con una resolución espacial de 3.5 x 7 km, lo que permite distinguir detalles finos que incluyen áreas reducidas de SO₂. Los valores obtenidos se dan en moles por metro cuadrado (mol/m²).

Como se observa en la figura 14x, en el municipio de Tulum es mínima la generación de este gas, siendo solamente su valor máximo de 0.004 mol/m², principalmente en áreas hacia el sur de su territorio poco impactadas por el hombre, lo que se supone se produce de una manera natural.

Figura 236. Concentración de Dióxido de Azufre (SO₂), 2018 a 2023, Tulum.



Mapa promedio de Dióxido de Azufre (SO₂) 2018 a 2023

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

Simbología	
Dióxido de azufre (SO ₂)	□ Límite municipal
0.0004 mol/m ²	□ Traza urbana
0 mol/m ²	— Red vial
	○ Cuerpos de agua
	□ Estado de Yucatán

Fuente:
Marco Geosistémico Correo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.
Imágenes ESA Sentinel 1p (2018 a 2023).
Modelo Digital de Elevación estándar del Continuo de Elevaciones Maritimo 3.0 (CEN 3.0, MDS - Correo Nacional (MEX), 2019).

Información técnica:
Proyección: UTM Zona Transversa de Mercurio
Zona 18 Norte
Datum: Mexico 1993
Elevación: GRS 1985.

CIG
Centro de Información Geográfica

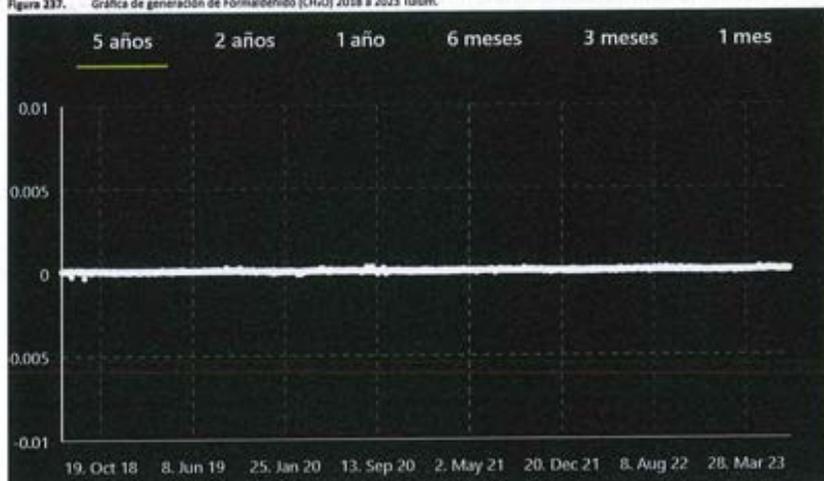
Fecha de elaboración: febrero 2023

Fuente: Elaboración propia.

Las observaciones satelitales a largo plazo del formaldehído (CH₂O) son esenciales para los estudios de la calidad del aire y de la interdependencia entre la química y el clima, tanto a escala regional como global. Las variaciones estacionales e interanuales de la distribución de formaldehído se relacionan, sobre todo, con cambios de temperatura y con incendios, pero también con cambios antropogénicos (debidos a la actividad humana). La vida del formaldehído en la atmósfera asciende a apenas unas cuantas horas, por lo que cabe relacionar directamente su concentración en la capa límite con la emisión de hidrocarburos de vida corta, los cuales no suelen ser detectables desde el espacio. Las medidas se dan en moles por metro cuadrado (mol/m³).

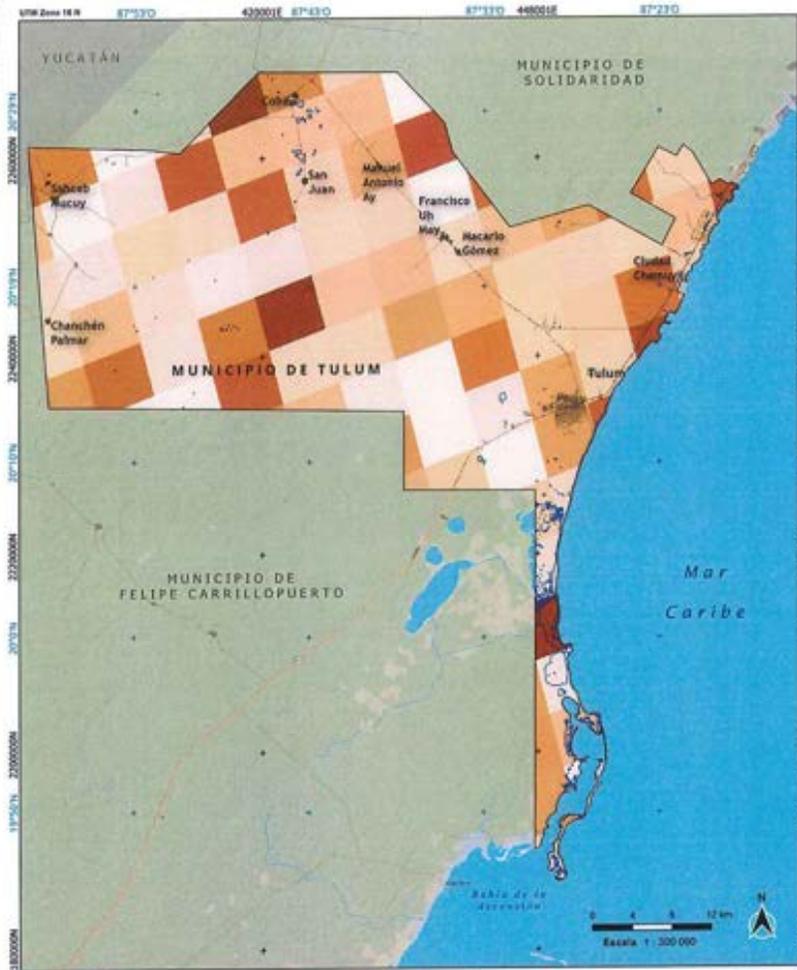
Es un subproducto de la combustión incompleta de materia orgánica y también se puede producir de forma natural en el medio ambiente. El formaldehído es un contaminante del aire peligroso que puede causar una variedad de problemas de salud, incluyendo irritación de los ojos, la nariz y la garganta, problemas respiratorios, cáncer y daños al ADN. Sin embargo, para el municipio a lo largo de 5 años sus valores son mínimos, sin detección significativa de este gas (figuras 237 y 238).

Figura 237. Gráfica de generación de Formaldehído (CH₂O) 2018 a 2023 Tulum.



Fuente: Elaboración propia desde EO Browser.

Figura 238. Concentración de Formaldehído (CH2O), 2018 a 2023, Tulum.



Mapa de gas formaldehído (CH2O), 2018 a 2023



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

Simbología	
Formaldehído (CH2O)	□ Límite municipal
0.0003 mg/m ³	□ Traza urbana
0 mg/m ³	— Red vial
	○ Cuerpos de agua
	▨ Estado de Yucatán

Fuente:
Módulo Geoespacial Censos de Población y Vivienda 2020 del INEGI.
Imágenes ESA Sentinel 2p (2018 a 2020), EOS Sentinel Hub.
Módulo Digital de Elecciones y Datos del Consejo de Elecciones Quintana Roo 3.0 (CEM 3.0 INEC), Consejo Nacional (INEGI, 2019).

Información Técnica:
Proyecto: Sistema de Información Geográfica de Riesgo del Municipio de Tulum
Zona 16 Norte
Chetumal, Quintana Roo 2023.
Escala: 1:300,000.
Sistema de Referencia: UTM 18N.



Fecha de elaboración: febrero 2023

Fuente: Elaboración propia.

Atlas de Riesgo de Tulum

Figura 238

Agua

El agua es un solvente universal por lo que nunca será pura en la naturaleza. El agua, en su ciclo natural, atraviesa la atmósfera y el suelo, transportando y disolviendo sus componentes. El agua se puede clasificar según su:

Localización:

- Superficial: está en la superficie (ríos, pantanos...).
- Subterránea o profunda: de los acuíferos (una gran masa de agua debajo de la tierra)
- Freática: capa más superficial del acuífero.
- De fuentes o pozos
- Lacustre: de los lagos
- De infiltración: lluvia que se filtra en el suelo y alimenta los acuíferos subterráneos
- De lixiviado: agua de lluvia que lava el suelo o las hojas de los árboles
- Marina: agua de mar (océanos)
- Pluvial: agua de lluvia

Utilización:

- Potable: destinada al consumo humano
- Industrial: la que se usa en los procesos industriales
- Residual: la que procede de las actividades humanas (domésticas, comerciales, e industriales).
- Tratada: la que ha sido sometida a tratamientos de purificación.
- Cruda: la que no ha sido sometida a tratamientos de purificación

Composición:

- Pura: H₂O
- Dura: menos de 1000 mg l-1 de sales o sólidos totales disueltos.
- Salobre: 1000 a 10000 mg l-1 de sales
- Salada: 10000 a 100000 mg l-1 de sales
- Natural: agua cruda, tal y como se encuentra en el recurso del que procede (sin contaminar)
- Destilada: sometida a un proceso de destilación con muy baja conductividad
- Mineral: la de los yacimientos subterráneos. También puede ser agua potable a la que se han añadido sales minerales permitidas por la ley.
- Dura: rica en Ca²⁺ y Mg²⁺.
- Blanda: pobre en Ca²⁺ y Mg²⁺.
- Pútrida: en la que se están descomponiendo sustancias orgánicas

El agua incluso en zonas limpias donde no hay contaminación, el agua natural tiene muchísimos componentes, tanto inorgánicos como orgánicos:

- SUSTANCIAS INORGÁNICAS (procedentes del suelo y del agua de lluvia)
- SUSTANCIAS ORGÁNICAS (procedentes de la descomposición de la biomasa)

Existen cuatro fuentes principales de contaminación antropogénica: la industria (dependiendo del tipo de industria se desprenderán unos contaminantes u otros), los residuos sólidos urbanos (RSU), principalmente transportan contaminantes orgánicos, la navegación (muy importante en la contaminación por hidrocarburos), la agricultura y ganadería, que contaminan el agua a través de pesticidas, fertilizantes y materia orgánica de animales y plantas.

Todas estas fuentes de contaminación modifican algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del agua. Las propiedades alteradas por contaminantes (tabla 114) son en realidad parámetros medidos en el agua para determinar su calidad.

Tabla 114. Parámetros del agua que pueden ser alterados por contaminantes.

Físicos	Químicos	Biológicos
Color	pH	Bacterias coliformes
Olor y sabor	O ₂ disuelto (O ₂)	Virus
Conductividad	DBO ₅ , DCO, COF	Microorganismos
Temperatura	Nitrógeno total	Animales
Materiales en suspensión	Amónios	Plantas
Radiactividad	Carbonos	
Espumas	Metales pesados	
	Compuestos orgánicos	

Fuente: Enríquez (2011).

Las sustancias contaminantes del agua provienen de residuos, fundamentalmente orgánicos que se oxidan fácilmente por las acciones de bacterias aerobias, las cuales provienen de las siguientes fuentes: aguas domésticas, desechos de industrias alimentarias, desperdicios de industrias papeleras, subproductos de operaciones de curtido, efluentes (salidas de agua) de mataderos y plantas empaquetadoras de alimentos. Por otra parte, los efectos pueden implicar la muerte de la vida microscópica aerobia y macroscópica.

También existen agentes patógenos que contribuyen a la contaminación del agua como las bacterias, virus, protozoos. Entre las fuentes principales se encuentran las heces y restos orgánicos de personas infectadas.

El agua puede contaminarse debido a varias sustancias orgánicas o inorgánicas, por ejemplo:

Compuestos orgánicos sintéticos

Esto es petróleo, gasolina, plástico, pesticidas, solventes, detergentes, compuestos farmacéuticos. Este tipo de contaminante permanecen mucho tiempo en el agua, porque son productos sintéticos, tienen la estructura molecular muy compleja que exhiben los microorganismos en el agua no pueden degradarse.

Fuentes

- Aguas industriales y municipales
- Aguas de escorrentía
- Agua de precipitación

Sustancias químicas inorgánicas

Se clasifican en esta partida los ácidos inorgánicos, las sales inorgánicas y los metales tóxicos como Hg (mercurio) y Pb (plomo).

Fuentes

- Ácidos minerales: drenaje de las minas de hierro y lluvia ácida.
- Sales inorgánicas: vertidos, infiltración del mar, utilización de sal para eliminar la nieve.
- Metales pesados: minería, siderurgia, corrosión de materiales metálicos, erosión.

Efectos

- Aumento de la acidez por los ácidos minerales.
- Aumento de la salinidad por las sales inorgánicas.
- Aumento de la toxicidad por metales pesados.

Sedimentos y materiales suspendidos

Se refiere a las partículas que se expelen del suelo y flotan en el agua y la vierten de partículas. Son los que más contribuyen a la masa total de contaminante en el agua.

Fuentes

- Natural: erosión.

Efectos

- Desbordamientos y daño de animales acuáticos.
- Reducción de luz y aumento de la turbidez

Para detectar los niveles de contaminación del agua embalsada, cuerpos de agua, ríos, cenotes se deben estimar índices de calidad, los cuales son valores (datos numéricos) que califican la calidad del agua, independientemente del uso que se le vaya a dar. Los índices de calidad pueden ser químicos o biológicos. Por lo que para obtenerlos se deben aplicar técnicas variadas para cada clasificación del agua.

5.5.1.5. Metodología

Para identificar sedimentos al interior del municipio de Tulum se emplearon imágenes de satélite, ya que puede resultarte más fácil de visualizar y localizar la búsqueda de sedimentos y sólidos en suspensión. Las actividades y fenómenos naturales como la deforestación, las inundaciones o los movimientos producidos por las corrientes oceánicas tienen el potencial de movilizar la masa observable de sedimentos y algas cuando se trabaja además de los componentes RGB de color natural de la naturaleza e incluso con los tradicionales filtros de pseudocolor.

Se utilizó como proceso metodológico Google Earth Engine, el cual, aplicando scripts (códigos de programas) se pudo acceder a la identificación de sedimentos incrementando la proporción de contrastes de color en algunas bandas puede generar una imagen a falso color completamente diferente a la original y con mayor capacidad de análisis.

Para poder identificar los sólidos en suspensión, uno de los efectos más interesantes lo dan las bandas del NIR y el azul y rojo visible. Por lo que se realizó una combinación de RGB 4B2 (para Sentinel 2A, figura 239) alterando el orden habitual de bandas puede ser interesante para comenzar a visualizar los sólidos y sedimentos. De esta forma, la banda NIR resaltará el verde de la vegetación y los cuerpos de agua aparecerán en un tono verde oscuro. Los sólidos disueltos tendrán un sutil color marrón. Se realizaron las masas vegetales en tonos verdes desde un segundo plano. Una proporción de pesos entre bandas puede estar en un 50% para el canal rojo, 30% para el azul y 20% para el NIR. Es decir, se multiplican BANDA 4 x 5, BANDA 8 x 2 y BANDA 2 x 3 (figura 239).

Figura 239. Combinación de color RGB 4B2 para identificar suspensión sólidos



Fuente: Elaboración propia

Mapa de Tulum de Tulum

5.5.1.6. Memoria de cálculo

- Primer paso se acceso al entorno de trabajo de Google Earth Engine (GEE)
- Segundo paso se señala la zona de interés (municipio de Tulum)
- Tercer paso se corre el script para el cálculo definiendo las fechas de análisis (temporalidad) las cuales fueron de 2018-07-15 a 2023-07-20.
- Cuarto paso una vez has ajustado la fecha temporal y el área de interés se corre el script.
- El resultado se muestra en el visor
- Para descargar la información se debe acceder a la pestaña Task donde se observa el listado de todas las capas disponibles para descargar.
- Finalmente, ejecutando el botón Run se comenzarán a descargar los datos en formato GeoTIFF y quedan archivados en Google Drive.
- Se realiza la cartografía correspondiente en un software de SIG.

Figura 240. Entorno de trabajo GEE.



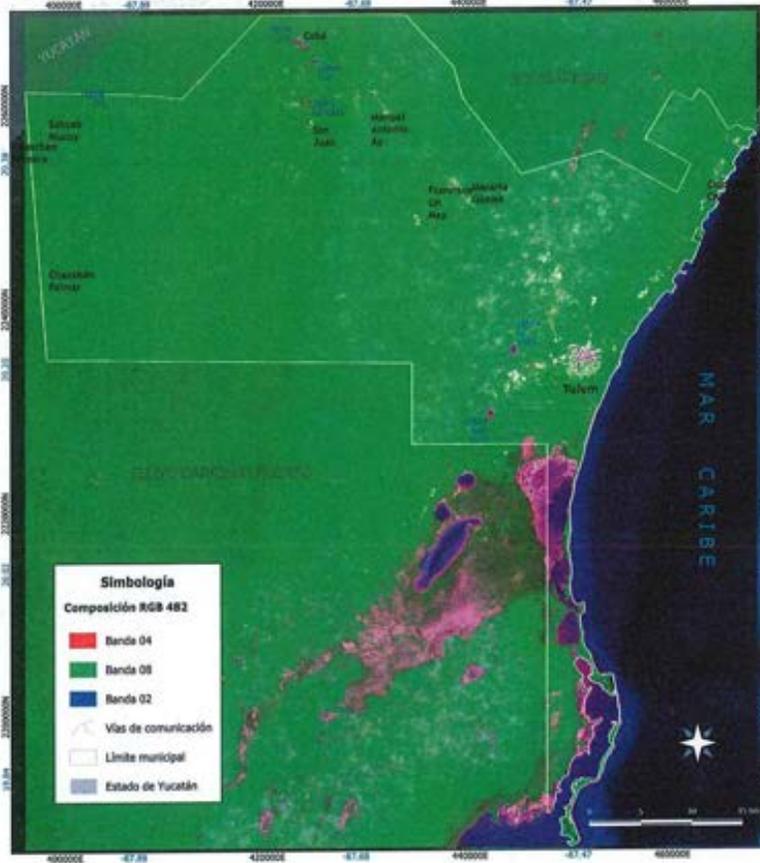
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se procedió a realizar el mapa del territorio municipal, donde podemos identificar claramente los cuerpos de agua en tonalidades lilas y moradas, los sedimentos y sólidos suspendidos pueden ser visibles en tonos marrones, siendo más significativos en los cuerpos de agua dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Lagunas Unión, Kaan Luum, al sur, Lagunas Cobá, Yaas, Nochakan, así al noroeste (figura 241).

Figura 241

5.5.1.7. Mapas resultantes de sedimentos

Figura 241. Promedio de sedimentos y sólidos disueltos (2018-2023)



Fuente: Elaboración propia

También se calcularon para esta sección de contaminantes el Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI), el Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI) y el SAVI (Índice de Vegetación Ajustado al Suelo). Estos índices ambientales forman parte del contexto ambiental complementario para el análisis de riesgo del municipio de Tulum.

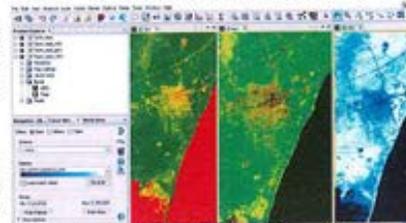
El primero su uso principal es detectar y controlar los cambios leves en la cantidad de agua de las masas de agua. Del segundo, mide el vendor y la densidad de la vegetación captada en una imagen de satélite. Por último, el tercero, se utiliza para el análisis de cultivos, para regiones áridas con vegetación escasa y superficies expuestas del suelo.

5.5.1.8. Metodología

Para el cálculo de estos índices se utilizó el software SNAP (Sentinel Application Platform) el cual es un software que permite descargar de manera gratuita, analizar y visualizar los datos obtenidos de los diferentes satélites Sentinel. Se emplearon imágenes de Sentinel 2A.

A través de SNAP, después de la descarga de imágenes se procedió al cálculo de los índices NDWI, NDVI y SAVI con fecha de julio 2023 (Figura 242). Posterior a estos procedimientos, se realizaron los mapas correspondientes los cuales se muestran en las figuras 1xx, 2xx y 3xx.

Figura 242. Uso del software SNAP para cálculo de índices ambientales



Fuente: Elaboración propia

5.5.1.9. Memoria de cálculo

- Primer paso se acceso al entorno Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/daac/home>) para la descarga de las imágenes: Sentinel 2A, julio 2023, 10m/px.
- Segundo paso para poder realizar operaciones entre bandas es necesario que todas las bandas posean la misma resolución espacial. Por esto, realizamos un resampling o remuestreo.
- Tercer paso se hacer el corte para el área de interés (municipio de Tulum)
- Cuarto paso se abren las imágenes en falso color Open RGB Image Window.
- Quinto paso desde el menú se accede al cálculo de los índices espectrales con la opción Optical-Thematic Land Processing y allí se elige qué tipo de variable queremos observar en la superficie. Por ejemplo, para el caso del NDVI, seleccionarlo dentro de la categoría de índices de vegetación (Vegetation Radiometric Indices - NDVI/Processor).
- Sexto paso desde la pestaña "Processing Parameters" se indica qué bandas utilizaremos para calcular este índice. En este caso, para calcular NDVI solicita ingresar la banda Roja e Infrarroja (NIR), ya que la fórmula para el cálculo de este índice es la siguiente: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$, SAVI = $((NIR - RED) / (NIR + RED + 1)) * (1 + L)$ y NDWI = $(GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$
- Séptimo paso para Sentinel 2A, como banda roja utilizamos la banda 4 y la banda 8 para el infrarrojo cercano o NIR. Hacemos click en Run y se lleva a cabo el proceso.
- Octavo paso ya generado el cálculo se procede a seleccionar la imagen a exportar y luego debemos ir a Archivo - Exportar y elegir el formato de salida. En este caso fue en, "GeoTIFF".

5.5.1.10. Mapas resultantes de agua y suelo

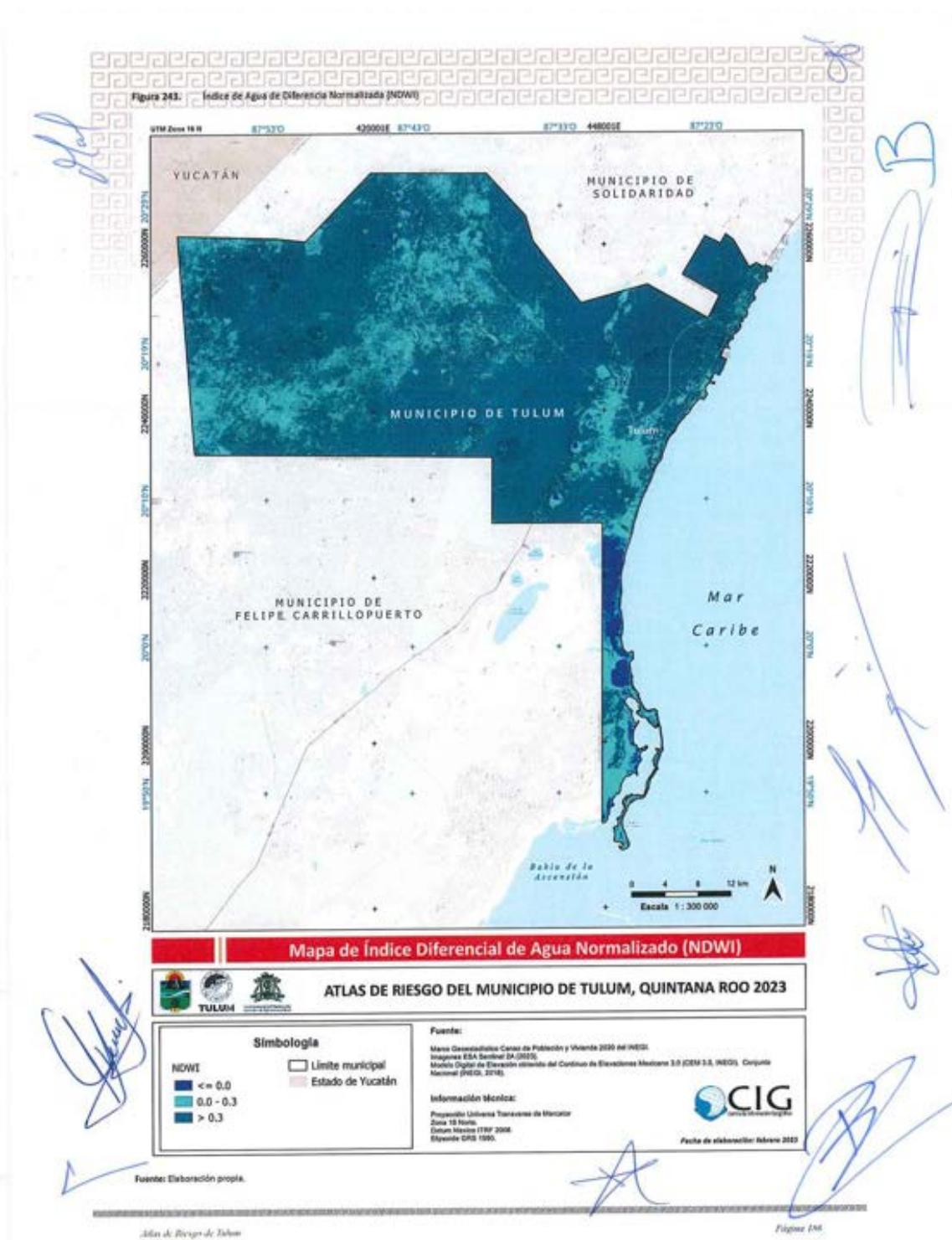
Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI)

El Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI) se utiliza para resaltar el aspecto de las masas de agua en una imagen de satélite. Para ello, se reduce considerablemente la reflectancia del suelo y la vegetación, lo que permite que dichas masas de agua "destaquen" en la imagen.

Su uso principal es detectar y controlar los cambios leves en la cantidad de agua de las masas de agua. El NDWI permite conocer el contenido de humedad de la vegetación y la humedad del suelo; si relacionamos estos datos con el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI), podremos conocer mejor el estado de la vegetación en nuestra ciudad o municipio.

Conocer la humedad del suelo y la humedad de las plantas es esencial para identificar áreas propensas a incendios y prevenirlos. Las longitudes de onda del verde visible maximizan la reflectancia habitual de la superficie del agua. Las longitudes de onda del infrarrojo cercano maximizan la alta reflectancia de la vegetación terrestre y las zonas de suelo, mientras que minimizan la baja reflectancia de las masas de agua.

El resultado de la fórmula NDWI son valores positivos para los elementos de agua y negativos (o cero) para el suelo y la vegetación terrestre. En el caso del municipio de Tulum de acuerdo con los resultados que se pueden observar en la figura 1ax valores menores a cero, siendo los de azul brillante, se identifican los cuerpos de agua más grandes detectados, las lagunas situadas cerca de la comunidad de Cobá y las de la Reserva de Sian Ka'an (Figura 1ax). Entre el 0 y el 0.3 son superficies con cierto grado de humedad o construidas, y valores mayores a 0.3 vegetación.



Suelo

El suelo es un entorno complejo. De hecho, de los tres vectores ambientales, el suelo es el más complejo y el más incomprendido. Tiene su propia atmósfera interior, régimen del agua, ciertas especies animales y vegetales determinados. Y es un medio dinámico nace, madura, envejece y muere (Encinas, 2011).

La contaminación del suelo se define como un desequilibrio físico, químico o biológico resultante de la acumulación de sustancias en niveles que son tóxicos para los organismos del suelo, lo que resulta en la pérdida de la productividad del suelo.

Al contrario de lo que sucede en el aire y en el agua, como nos señala Encinas (2011), en el suelo los contaminantes son poco móviles. El proceso de dilución es prácticamente inexistente. Solo un pequeño porcentaje de la contaminación del suelo se elimina mediante riego, escorrentía, lixiviados. Sabiendo que el suelo tarda al menos 10,000 años en desarrollarse por completo, podemos decir que cuando el suelo está contaminado, nunca se regenera.

La fuente de contaminación del suelo puede ser natural o artificial (antropogénica). La fuente natural sería la liberación excesiva de una sustancia durante la meteorización de la roca madre, siempre que la sustancia se acumule y sea tóxica para el suelo. Sería un ingrediente natural tóxico. Entre las fuentes artificiales o antropogénicas están: los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), los Residuos Industriales (RSI), los abonos, pesticidas, plaguicidas, el agua de riego, la deposición de contaminantes atmosféricos y lixiviados (filtrado), lodos de las depuradoras, y el uso del suelo como depurador de aguas residuales (filtro verde).

Si bien existen muchas técnicas para identificar la contaminación del suelo, sin embargo, para la Gestión del Riesgo de Desastre, el Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI) y el SAVI (Índice de Vegetación Ajustado al Suelo) serían los más afines a la detección de las condiciones del suelo y vegetación del municipio de Tulum.

El NDVI (Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación) ha sido uno de los índices de vegetación más utilizados en la observación remota desde su aparición en la década de los 70.

Para la Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) este índice puede:

- Monitorizar sequías y ayudar a pronosticar las zonas con peligro de incendio
- Cuantificar de forma rápida y precisa los daños causados por condiciones climáticas extremas, logrando gastar menos tiempo y recursos humanos;
- Obtener información del campo agrícola con imágenes históricas de hace 30 o 40 años;
- Seguimiento de sectores a cualquier escala (desde una región/ estado a todo un país), con actualizaciones en tiempo real y con éstos prever el pago indemnizaciones, seguros y bonos de desastres; y por lo contrario también puede,
- Identificar los campos que no son elegibles para el pago (por ejemplo, debido a una quema no autorizada).

El índice NDVI es una combinación de bandas espectrales capturadas por satélites de teledetección, el cual ayuda a distinguir la vegetación de otros tipos de cobertura terrestre (artificial) y determinar su estado general. También ayuda a identificar y visualizar áreas de vegetación en el mapa, así como a detectar cambios inusuales en el crecimiento.

En pocas palabras, NDVI mide la condición y la salud de una planta o su vitalidad. Este índice de vegetación es un indicador de verdor y tiene una estrecha relación con la biomasa verde, que representa el crecimiento.

Para el municipio de Tulum se utilizó imágenes Sentinel 2A con fecha de julio de 2023. La intención fue detectar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación del área de estudio. La calidad y desarrollo de la

vegetación se encuentran vinculadas con la calidad y composición del suelo.

El método consiste en determinar la densidad del color verde sobre el área de la superficie terrestre de estudio, la cual se estima por los valores de longitudes de onda de la luz solar visible que absorbe la clorofila para su uso en el proceso de fotosíntesis (desde 0.4 micras hasta 0.7 micras) y la luz del infrarrojo cercano reflejado en las hojas (0.7 a 1.1 micras).

El NDVI sus valores van de -1 a 1. Un descenso repentino en los valores de NDVI puede ser una señal de que la salud de las plantas se está deteriorando, debe contrastarse con otros datos disponibles. La interpretación correcta de los valores del NDVI puede ayudar a los agricultores o tomadores de decisión a obtener mejores rendimientos, a la gestión de fertilizantes y cuidar mejor del medio ambiente.

Como ya se mencionó este índice está determinado por valores entre -1.0 y 1.0, donde los valores negativos consisten principalmente en nubes, agua y nieve, y los valores negativos cercanos a 0 consisten principalmente en roca y tierra desnuda.

Para el caso de Tulum estos se muestran en rojo (figura 244) que corresponden a los cuerpos de agua, a las lagunas principalmente.

Valores muy pequeños (0.1 o menos) de la función NDVI corresponden a zonas sin roca, arena o nieve. En Tulum estos valores hasta 0.2 corresponden a zonas urbanas y construidas.

Los valores medios (0.2 a 0.3) representan arbustos y pastizales, estos corresponden en el mapa hasta 0.4 mientras que los valores altos (0.6 a 0.8) representan bosques templados y tropicales. En Tulum son los mayores a 0.4 que corresponden a selva (figura 244).

SAVI (Índice de Vegetación Ajustado al Suelo)

El índice de vegetación SAVI es una alternativa al índice NDVI clásico que corrige la influencia inducida por el suelo durante los estudios botánicos en las bandas del espectro electromagnético. El índice SAVI se puede utilizar para contrastar el NDVI bajo ciertas condiciones de presencia de vegetación o el estado de la materia y la vegetación.

El índice SAVI es más adecuado para estudios que analizan la vegetación en una etapa temprana de desarrollo o con vegetación escasa. En general, SAVI puede ser una buena alternativa entre cualquier suelo con baja densidad vegetativa y donde exista contacto con la superficie del suelo. Si durante su análisis la exposición del suelo es mayoritariamente dominante sobre la vegetación, puede utilizar SAVI para reemplazar el NDVI. Los valores que puede obtener este índice también van de -1 a 1.

Para el municipio de Tulum se observa en la figura 3xx valores de 0 a 0.5. Los valores menores a 0 indican los cuerpos de agua. Los valores 0 a 0.1 es suelo desnudo o suelo árido, de 0.1 a 0.5 baja cobertura vegetal, vegetación en crecimiento, matorrales y mayores a 0.5 vegetación densa.

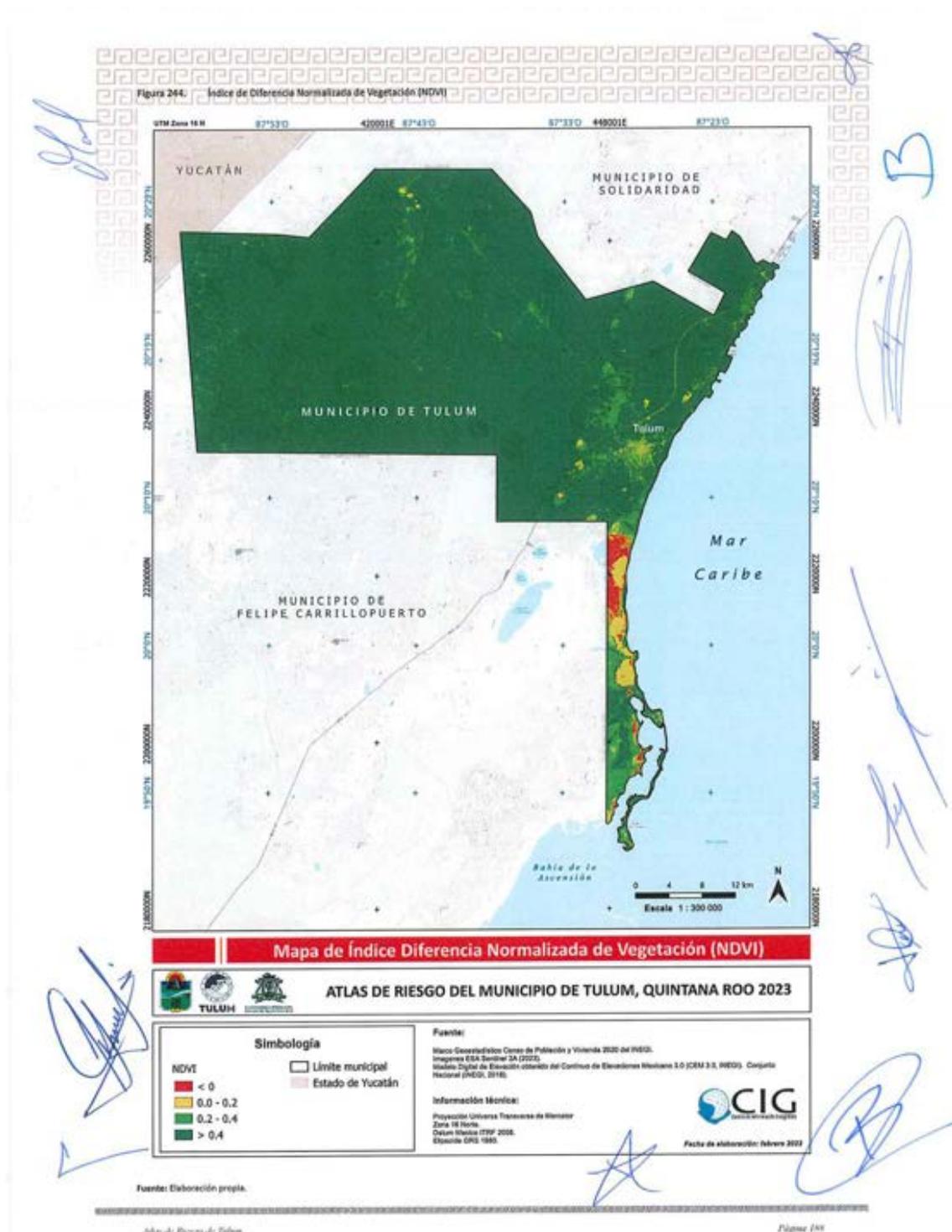
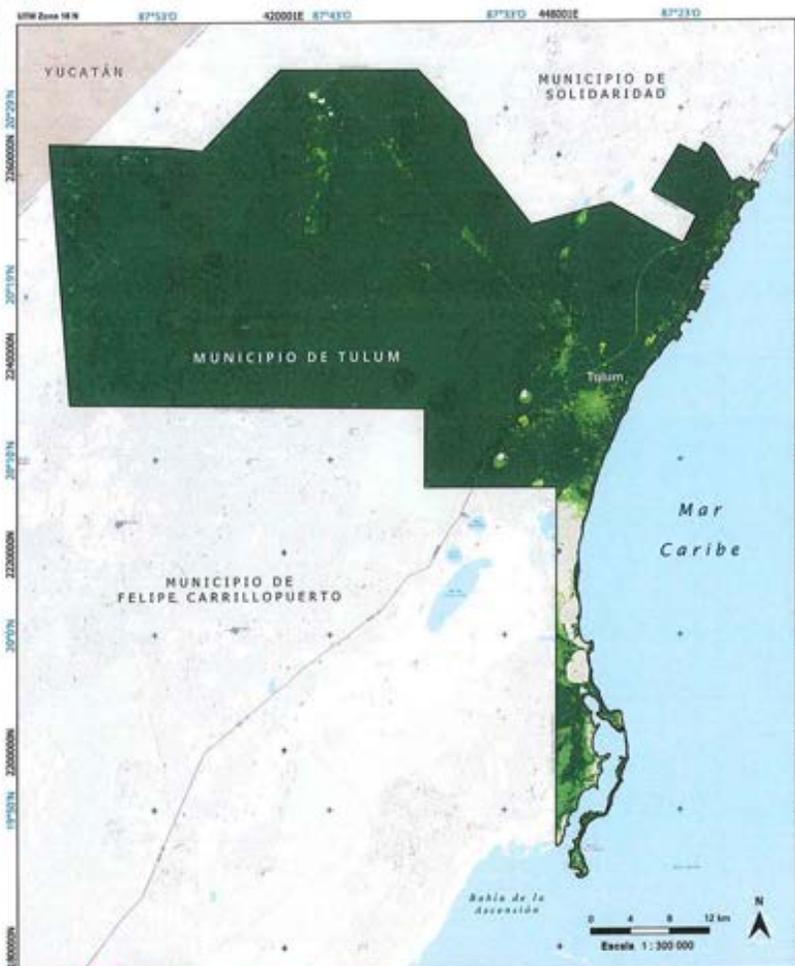


Figura 245: Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI)



Mapa de Índice Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI)

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2023

Simbología	Fuente:
SAVI	Miner Secretaría del Centro de Publicación y Difusión 2020 del INEGI;
<= 0.0	Imágenes ESA Sentinel 2A (2023);
0.0 - 0.1	Índice Digital de Elevación obtenido del Centro de Elevaciones Mexicanas 3.0 (CEM 3.0, INEGI), Conjunto Nacional (INEGI, 2018).
0.1 - 0.5	
> 0.5	
□ Límite municipal	Información técnica:
□ Estado de Yucatán	Proyección Universal Transversa de Mercator
	Zona 18 Norte
	Datum Mexico (TM) 2008
	Eje plano CRS 1983.
	Fecha de elaboración: febrero 2023

Fuente: Elaboración propia.

5.5.2. Epidemias y plagas

Una epidemia o plaga constituye un desastre sanitario en el sentido estricto del término. Esta clasificación también es complementaria a la contaminación del aire, el agua, el suelo y los alimentos debido a pandemias, bioterrorismo, desertificación y lluvia ácida como riesgos ecológicos-sanitarios.

Una epidemia es un aumento inesperado, a menudo repentino, de una enfermedad particular en una comunidad o región. Una pandemia ocurre cuando una epidemia ocurre en todo el mundo, cruza fronteras internacionales y afecta a muchas personas. Un ejemplo es la propagación del COVID-19, conocido como coronavirus. Algunas enfermedades infecciosas pueden suponer una importante amenaza para la salud a nivel local, regional y mundial y dar lugar a epidemias o pandemias. Las enfermedades y las pandemias se pueden prevenir y minimizar mediante una serie de medidas en el hogar y la comunidad, como una buena higiene, el distanciamiento social y las vacunas.

Para hacer frente a este tipo de riesgo para la salud, es fundamental que los gobiernos tienen políticas, estrategias y acciones para atender la emergencia de salud pública y prevenir la propagación de enfermedades, especialmente aquellas de interés internacional (CEFP, 2020).

La pandemia del virus H1N1 del año 2009 puso a prueba los protocolos de atención a la preparación y respuesta a emergencias provocadas por gripe (Aviar y humana - H5N1), cuyo aprendizaje se resumen en que el mundo está mal preparado para responder a una pandemia grave de gripe o a cualquier emergencia de salud pública que represente una amenaza semejante de alcance global y sostenida (OMS, 2017).

A principios de diciembre de 2019 se detectó una neumonía de origen desconocido en la ciudad de Wuhan, China. Como resultado, las autoridades sanitarias chinas se vieron sorprendidas por una serie de neumonías de origen desconocido y capaces de propagarse con mucha facilidad. El 01 de enero de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) solicitó nueva información a las autoridades sanitarias de China para evaluar adecuadamente el riesgo real de la epidemia. Al principio, se creía que la epidemia podría controlarse localmente en China. El 11 de marzo de 2020, a la luz de la propagación internacional rápida y gradual de la epidemia, la OMS declaró el estado de pandemia, recordando a los países el camino a seguir (Serrano-Cumplido et al., 2020).

El primer caso de COVID-19 se detectó en México el 27 de febrero de 2020. En Quintana Roo el primer caso positivo fue el 13 de marzo de 2020 al 28 de marzo se tenían 37 casos positivos. De los cuales dos corresponderían al municipio de Tulum.

COVID-19

Al principio, se creía que la epidemia podría controlarse localmente en China. El 11 de marzo de 2020, a la luz de la propagación internacional rápida y gradual de la epidemia, la OMS declaró el estado de pandemia, recordando a los países el camino a seguir.

Ante la declaratoria de la Organización Mundial de la Salud de considerar a la COVID-19 como una emergencia de salud pública, el día 30 de enero de 2020 se llevó a cabo una reunión extraordinaria del Comité Nacional para la Seguridad en Salud, en la que destacan acciones de preparación y respuesta para la protección de la salud en México (DOF, 2020).

COVID-19 es el acrónimo del término en inglés "coronavirus disease 2019", que significa "enfermedad del coronavirus 2019". Es una infección del tracto respiratorio causada por un nuevo tipo de coronavirus que comenzó en el año 2019. Una infección del tracto respiratorio es una enfermedad que afecta la nariz, la garganta, las vías respiratorias o los pulmones. La COVID-19 es muy contagiosa y se propaga fácilmente de una persona a otra.

En el estado de Quintana Roo, México, el 13 de marzo se confirmó el primer caso de SARS-CoV-2 y el 24 de marzo de 2020 se registró la primera muerte. Las autoridades locales tomaron medidas de acuerdo con la política pública de atención, tanto a nivel mundial como nacional y se ha establecido un sistema de prevención y vigilancia de enfermedades con información para el perfil epidemiológico de Quintana Roo (Gómez-Rivera, et al., 2020).

En las siguientes gráficas se muestra el comportamiento de casos confirmado de COVID-19 en el municipio de Tulum durante 2020, 2021, 2022 y 2023, por casos totales diarios y casos totales por mes (Figuras 246 al 251).

En 2020 el municipio de Tulum tuvo en total 325 casos, siendo julio el mes con más casos positivos con 90 (Figura 247). Los casos diarios fueron 8 el máximo por día presentándose en el mes de junio y julio (gráfico 1).

Para 2021 el comportamiento de la enfermedad de COVID-19 tuvo variaciones diferentes, el total de casos para ese año fue de 245 confirmados. Se observa en el gráfico 3 que los casos diarios máximos fueron 6 y los meses con más positivos fueron enero con 44 y agosto con 41 (Figura 249).

En 2022, se observa el descenso debido ya a los esquemas de vacunación aplicados, dando un total de solo 74 casos para el municipio para ese año. En el gráfico 5 los casos diarios máximos fueron 5 solamente en el mes de febrero y 3 en el mes de julio. El mes que más casos acumuló fue enero con 51, le sigue julio con 10, junio con 8, febrero con 2, marzo, septiembre y diciembre solo con un caso, el resto de los meses no tuvo ningún caso (Figura 251). Para 2023, a la fecha solo se a detectado un caso el 21/02/2023.

Figura 246. Gráfico de casos diarios por COVID-19 del municipio de Tulum 2020.

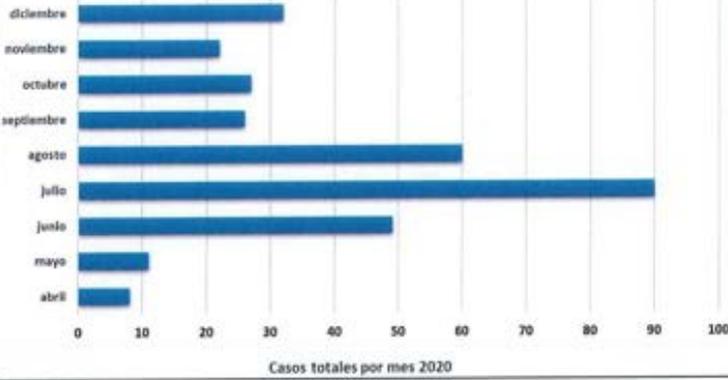


Fuente: COMAHICYT - CentroGeo - Geolint - DataLab (<https://datos.covid-19.conacyt.mx/#/000View>)

Área de Riesgo de Tulum

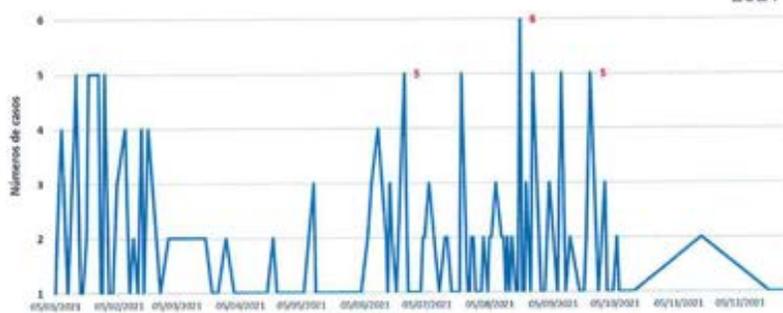
Página 198

Figura 247. Gráfico de casos mensuales COVID-19 del municipio de Tulum 2020.



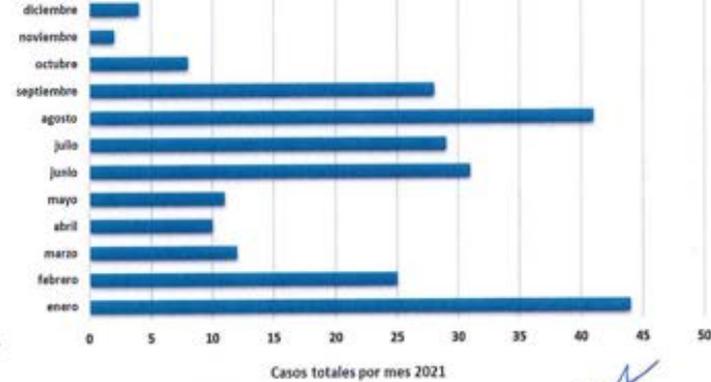
Fuente: CONAHCYT - CentroGeo - Geolint - DataLab (<https://datos.covid-19.conacyt.mx/ROOView>)

Figura 248. Gráfico de casos diarios por COVID-19 del municipio de Tulum 2021.



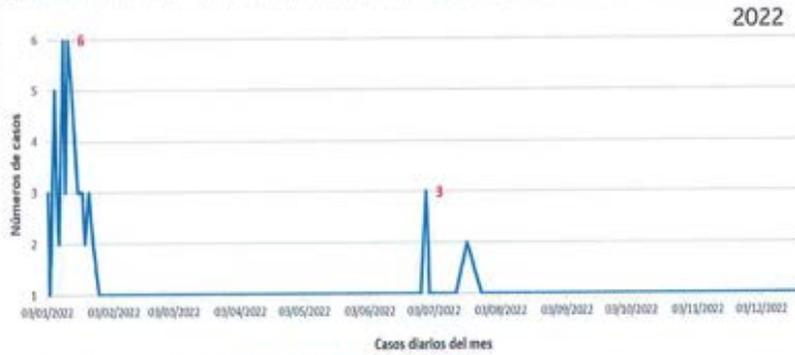
Fuente: CONAHCYT - CentroGeo - Geolint - DataLab (<https://datos.covid-19.conacyt.mx/ROOView>)

Figura 249. Gráfico de casos mensuales COVID-19 del municipio de Tulum 2021.



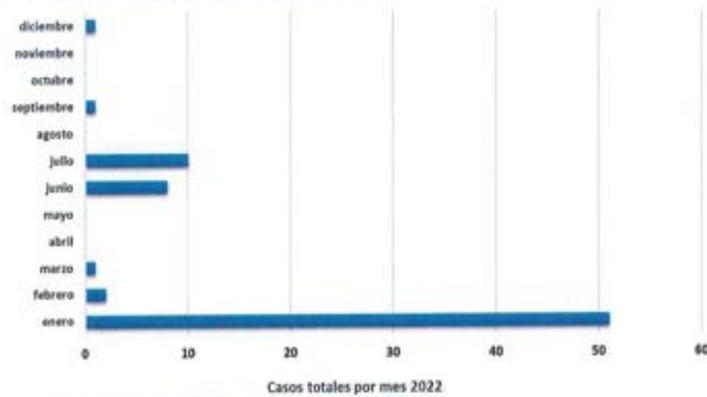
Fuente: CONAHCYT - CentroGeo - Geolint - DataLab (<https://datos.covid-19.conacyt.mx/ROOView>)

Figura 250. Gráfico de casos diarios por COVID-19 del municipio de Tulum 2022.



Fuente: CONAHUICYT - CentroGeo - Geolint - DataLab (<https://datos.covid-19.conahcyt.mx/NGOView/>)

Figura 251. Gráfico de casos mensuales COVID-19 del municipio de Tulum 2022.



Fuente: CONAHUICYT - CentroGeo - Geolint - DataLab (<https://datos.covid-19.conahcyt.mx/NGOView/>)

Dengue

El dengue es una enfermedad causada por un arbovirus de la familia Flaviviridae, que tiene cuatro serotipos distintos, pero estrechamente emparentados: DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4. El virus del dengue se transmite por mosquitos hembra, principalmente de la especie *Aedes aegypti*, en menor grado, *Ae. Albopictus* (SESA, 2021).

El dengue es actualmente una de las principales enfermedades infecciosas transmitidas por vectores (ETV) de origen viral y está clasificada como un problema de salud pública a nivel mundial.

En México, de 2000 a 2009, como señala SESA (2021) se observó una tendencia ascendente, luego disminuyó en 2011, luego aumentó nuevamente en 2013 y continuó disminuyendo hasta 2016. En el 2018 el acumulado de casos fue de 12, 706 casos, en el 2019 fue de 28,820 casos de dengue no grave (DNG), 10,982 casos de dengue con signos de alarma (DCSA) y 3,560 casos de dengue grave (DG) con incidencia de 22,89, respectivamente; 8,72 y 2,83 casos por 100.000 habitantes. Por su parte, en Quintana Roo, durante el 2019 se notificaron 1,950 casos confirmados de dengue, correspondientes a 913 casos de DG, 944 casos de DCSA y 93 casos de DG, reflejando una incidencia global de 111,17 por-100,000 habitantes y una tasa de mortalidad de 1.25 por cada 100 casos de DCSA+DG.

Causas

Su presencia obedece a la conjunción de diversos factores:

- 1). circulación viral cíclica de los cuatro serotipos,
- 2). co-circulación de más de un serotipo en una misma región,
- 3). altas densidades vectoriales,
- 4). cambios en fenómenos climáticos asociados a la alteración de su intensidad y duración, como ejemplo:
 - a. frecuencia de lluvias
 - b. huracanes más intensos
- 3). deficientes servicios públicos:
 - a. escasez en la dotación de agua,
 - b. mala disposición de la basura

5.5.2.1. Resultado análisis

De acuerdo con el análisis presentado por la Secretaría de Salud del Estado de Quintana Roo (SESA, 2021), la transmisión del Dengue se caracterizó por la diversidad de factores que indujeron un ambiente favorable para 2020.

Se dio de manera natural en los municipios de Othón P. Blanco, Bacalar, Benito Juárez, Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Solidaridad, Tulum, Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos; con un total de 228 casos confirmados a dengue, una tasa de incidencia a nivel estado de 33.23 casos por cada 100,000 habitantes, y una tasa de mortalidad de 0.06

por cada 100,000 habitantes y una letalidad de 0.91 por cada 100 caso de dengue con signos de alarma y dengue grave, en comparación con el número total de casos estimados correspondiente a 523 casos, el cual refleja una tasa de incidencia de 30.37 casos por cada 100,000 habitantes.

Para el caso particular del municipio de Tulum solamente fueron 3 casos confirmados, con una tasa de incidencia de 7.84 casos por cada 100 mil habitantes y una tasa de mortalidad y letalidad de cero, 12 casos estimados y una tasa de ocurrencia de 31.35% por cada 100 mil habitantes (tabla 155).

Tabla 155. Morbilidad y Mortalidad de Dengue por municipio, Quintana Roo 2020

VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD DE DENGUE, QUINTANA ROO 2020											
MPIO.	DNG	DCSA Y DG	Total	Tasa incid.*	Muestras Acum.	% Positividad	Def.	TM.**	Letalidad***	Casos Estimados	CE Tasa incid.†
OTHÓN P. BLANCO	34	14	48	18.48	1162	4.13	1	0.38	7.14	91.26	35.12
BACALAR	10	4	14	29.18	83	16.87	0	0.00	0.00	22.02	47.77
BENITO JUÁREZ	43	67	110	12.87	353	35.14	0	0.00	0.00	317.31	37.13
COZUMEL	0	0	0	0.00	13	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
ISLA MUJERES	1	2	3	14.05	7	42.86	0	0.00	0.00	3.50	18.39
LÁZARO CÁRDENAS	4	0	4	12.61	50	8.00	0	0.00	0.00	9.41	28.65
SOLIDARIDAD	3	7	10	4.33	48	20.83	0	0.00	0.00	30.47	13.19
TULUM	0	3	3	7.84	9	33.33	0	0.00	0.00	12.00	31.35
FELIPE CARRILLO PUERTO	16	9	25	26.31	223	11.21	0	0.00	0.00	23.92	25.17
JOSÉ MARÍA MORELOS	7	4	11	24.49	144	7.64	0	0.00	0.00	12.50	27.83
TOTAL	118	110	228	13.23	2052	11.11	1	0.06	0.91	523.28	30.37

FUENTE: LESISPINAIVE * Tasa por 100,000 Hab. **Tasa mortalidad por 100,000 ***Letalidad por 100 casos

Las figuras 252 y 253 muestran los casos confirmados para el municipio de Tulum en la semana 1 y 2 de 2020. Los casos confirmados se muestran en azul. Por otro lado, el muestreo de casos también se centra en las primeras semanas, la baja incidencia puede vincularse a que en 2020 todavía existían restricciones de salida por COVID-19.

Figura 252. Gráfica de caracterización de casos Probables, Confirmados y Casos Estimados, Tulum, Quintana Roo 2020.



Fuente: SESA (2021).

Figura 253. Gráfica de Muestreo y positividad (%), Tulum, Quintana Roo 2020.



Mis de Dengue de Tulum

Página 115

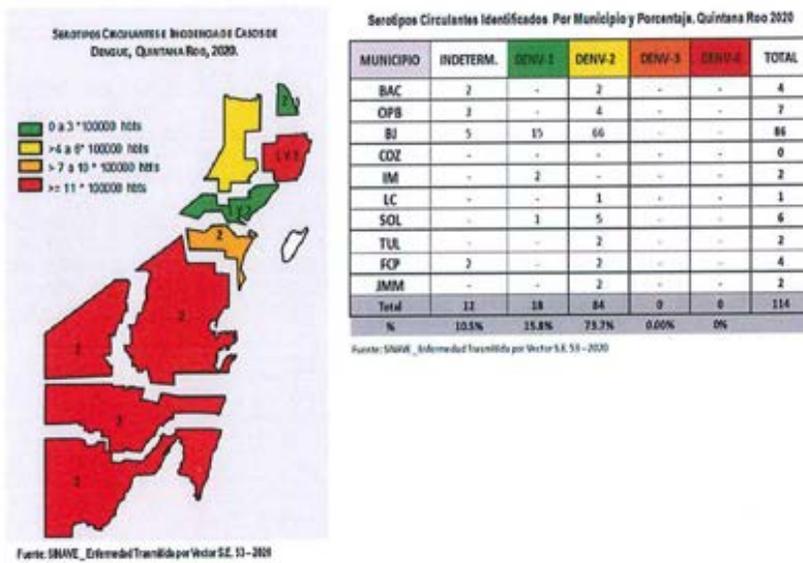
Se sugiere fortalecer la vigilancia epidemiológica de dengue en los diferentes niveles técnicos administrativos, haciendo evidente la utilidad y necesidad de los datos que generan mediante la detección, notificación y seguimiento de casos.

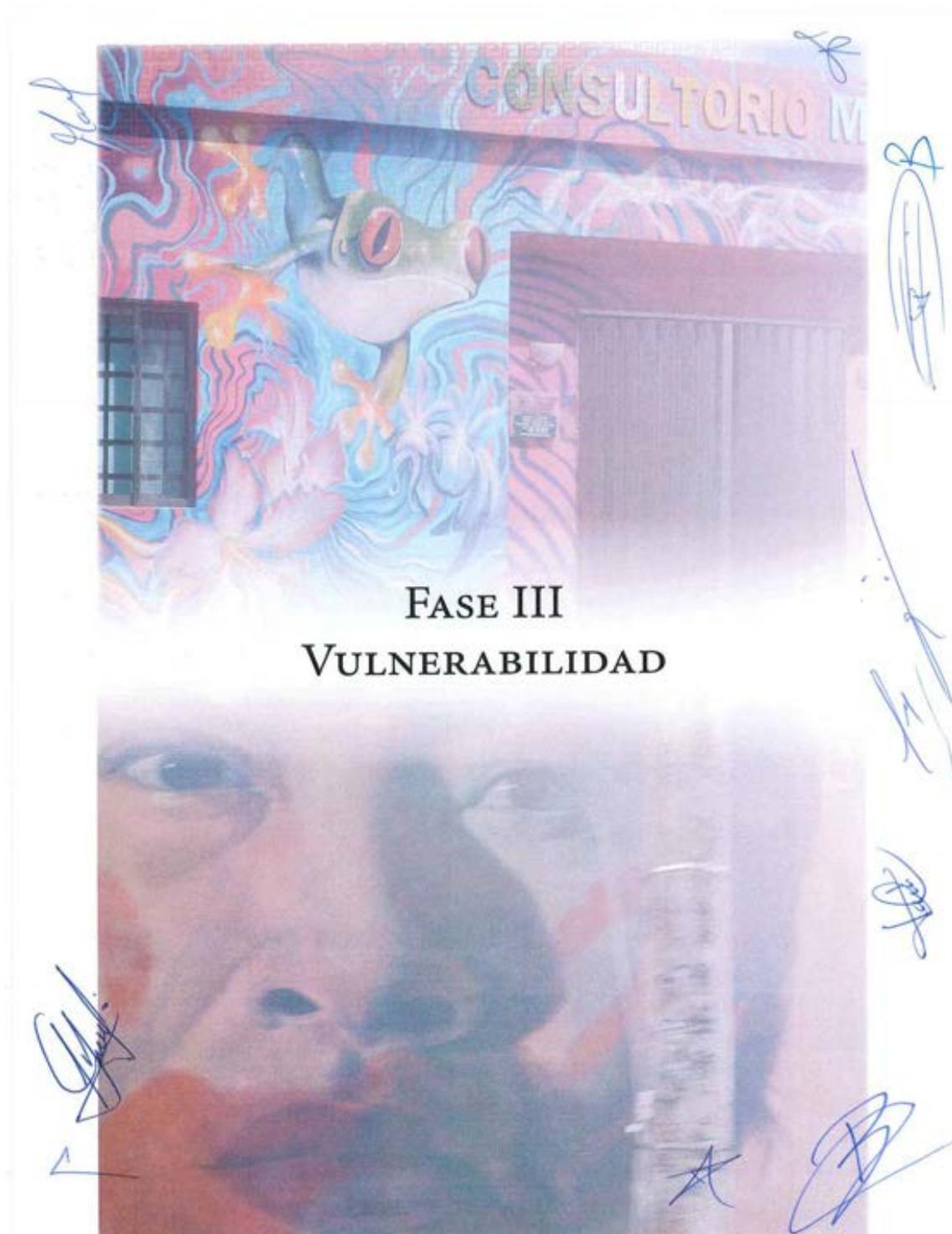
5.5.2.2. Mapas resultantes de susceptibilidad y peligros ponderados

Los casos de Dengue se identificaron por sus serotipos circulantes por municipio y porcentaje (Figura 25). Para el municipio de Tulum el serotipo reconocido fue DENV-2 con un total de 2 casos.

Estos primeros cuatro serotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4) muestran diferencias en la composición de su genoma y antígenos de superficie. Una persona infectada con uno de estos virus será inmune de por vida; pero no estará protegida contra los otros tres serotipos. Investigaciones recientes han demostrado que cada serotipo se puede subdividir en genotipos según el lugar del mundo donde se encuentra el virus, y cada genotipo se puede subdividir en genotipos internos según las diferencias en la composición del genoma.

Figura 254. Serotipos circulantes e incidencia de casos de Dengue, 2020





6. FASE III. VULNERABILIDAD

6.1. Vulnerabilidad social

6.1.1. Grado de vulnerabilidad social

El riesgo, que es la probabilidad de que ocurran efectos adversos, depende de dos factores: el peligro y la vulnerabilidad. Esta última puede estimarse para un territorio y su población, lo cual es indudablemente necesario elaborar procedimientos y medidas eficaces de mitigación y reducir los efectos negativos. (Guevara Ortíz, 2006)

El concepto de vulnerabilidad está definido en el artículo 1° de la Ley General de Protección Civil (Ley General de Protección Civil, 2020) como la "susceptibilidad o propensión de un agente afectable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales...". Por su parte (Guevara Ortíz, 2006) la define como "la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas".

Esta vulnerabilidad puede clasificarse en dos tipos, la social y la física. La primera puede evaluarse cualitativamente relacionando los aspectos socioeconómicos, educativos, culturales, nivel de preparación ante sistemas perturbadores, entre otros. La vulnerabilidad física puede cuantificarse utilizando variables físicas, tales como la resistencia de los materiales de construcción ante la fuerza de los vientos huracanados o las inundaciones (Guevara Ortíz, 2006).

Respecto a la vulnerabilidad social se puede decir que existen diversos factores que pueden determinar la situación y el bienestar de las personas. De acuerdo [Guía básica para elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos, 2006], una mayor vulnerabilidad social es consecuencia de la pobreza, el crecimiento demográfico y la urbanización acelerada; y esta va a determinar el grado de efectividad en el que un grupo social podrá hacerle frente a una emergencia, la rapidez de su rehabilitación y la de su recuperación. Aquellos que se encuentran en situaciones de mayor vulnerabilidad tienen mayores dificultades para acceder a recursos y oportunidades básicas, lo que puede limitar su calidad de vida, su seguridad y su participación plena en la sociedad.

Es importante destacar que la vulnerabilidad social no se limita únicamente a la falta de recursos económicos. Si bien la pobreza es uno de los principales determinantes de la vulnerabilidad, existen otras dimensiones que también influyen en la capacidad de las personas para satisfacer sus necesidades básicas y desarrollarse plenamente. Estas dimensiones pueden incluir aspectos como la salud, la seguridad, el acceso a la educación, la igualdad de género, la edad, la discapacidad, entre otros.

El grado de vulnerabilidad social puede variar tanto a nivel individual como colectivo, y su magnitud puede estar influenciada por factores contextuales y estructurales. Por ejemplo, una comunidad o región con altos índices de pobreza, falta de infraestructuras y servicios básicos, y con altos niveles de violencia, puede enfrentar una mayor vulnerabilidad social en comparación con otras áreas más desarrolladas.

Para medir la vulnerabilidad social en el municipio de Tulum se empleó la metodología de CENAPRED (2006) de la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social. Capítulo II. Vulnerabilidad social; basada en indicadores que proporcionarán valiosos elementos de análisis.

Uno de los primeros pasos que se realizó fue la caracterización de los elementos del medio natural, sociales, demográficos y económicos del municipio, asimismo para medir la vulnerabilidad social del municipio se consideraron los indicadores socioeconómicos.

Los indicadores socioeconómicos se dividen en cinco categorías: salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población; de igual forma, estas se subdividen en 18 indicadores, los cuales se obtienen a partir de datos estadísticos; tres referentes a salud, tres relativos a educación, seis para vivienda, tres para empleo e ingresos y tres para población.

Los indicadores a nivel municipal y localidad fueron calculados con base a la información del Censo de Población y Vivienda del 2020. Para poder calcular la vulnerabilidad social asociada a desastres, la metodología señala el cálculo de Indicadores socioeconómicos ya establecidos en las fichas elaboradas por CENAPRED, estos indicadores tienen valores que van de 0 a 1, donde 1 corresponde al nivel más alto de vulnerabilidad y 0 al nivel más bajo, lo anterior permitirá una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas, que es un parámetro para medir las posibilidades de organización y recuperación después de un desastre. El resultado obtenido será la calificación final de las características socioeconómicas y la obtención del grado de vulnerabilidad social del municipio.

6.1.1.1. Características sociales y económicas

Las características sociales y económicas son aspectos de una población relacionados con su estructura y situación económica. Estos factores incluyen factores como el acceso a la salud, las características de educación, las condiciones de la vivienda, el acceso a recursos y servicios básicos, el nivel de ingresos y empleo y las condiciones de la población.

Las diferencias de estas características influyen en la vulnerabilidad ante amenazas naturales ya que determinan la capacidad de la población para prepararse, resistir, responder y recuperarse de dichas amenazas.

Las personas con bajos ingresos y poco acceso a servicios esenciales suelen ser más vulnerables frente a amenazas naturales. El nivel educativo puede influir en la capacidad de comprender y responder adecuadamente a las alertas de desastres, así como en la capacidad de adoptar prácticas de prevención y mitigación. Las personas con empleos estables y un nivel de ingresos adecuado generalmente tienen más recursos para prepararse y recuperarse de los desastres.

Indicadores de Salud

De acuerdo con los Servicios Estatales de Salud (SESA, 2023) al año 2022, en Quintana Roo se contaba con 372 médicos generales en unidades de primer nivel de atención 1 que otorgaban en promedio 4 consultas por día; sin embargo, esto solo corresponde al personal médico contratado por los servicios de salud estatales. Esta misma dependencia de gobierno reporto en el año 2017 (Alejandro Huitrón Hernández, 2017) que se tenía un total de dos mil 19 médicos (817 médicos generales, 1,136 médicos especialistas y 66 odontólogos).

En cuanto al municipio de Tulum (SESA, 2021) existen 15 médicos generales y 1 odontólogo, 10 consultorios de primer nivel, 3 ambulancias, 1 sala de urgencias, 1 laboratorio, 2 equipos de rayos X.

Durante el año 2020, en Quintana Roo hubo 24,063 nacimientos; en el municipio de Tulum ocurrieron 745 de ellos (3%). Las madres sin labor remunerada representan el 68% del total, las madres con remuneración laboral representan el 18%, el porcentaje restante no específico. Para el estado de Quintana Roo, en el año 1994 se registraban un total de 25.8 defunciones de menores de un año por cada mil nacimientos, en el año 2019 se habían reducido a 10.4. Se espera disminuir la mortalidad infantil a 7.4 en 2030 y a 3.5 en 2050 (Consejo Nacional de Población, 2019). Por otra parte, se reportan 962 nacimientos y 14 defunciones de menores de un año para el municipio de Tulum (INEGI, 2023).

Respecto a la población afiliada a los servicios de salud, el INEGI (2020) reporta que en el municipio de Tulum existen 28,331 personas afiliadas, lo que representa el 60.6% del total de la población. De estas personas el 90.5% están afiliadas al IMSS (34.5%) y al INSABI (56.0%).

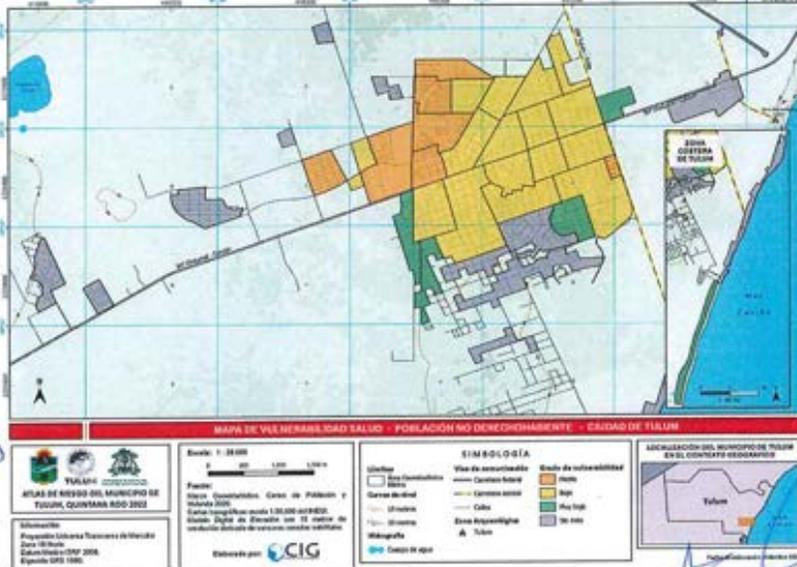
1 Los niveles de atención médica en México son 3: El primer nivel es la atención primaria (primer contacto con el paciente), es decir el nivel más cercano al sitio donde habita el paciente y se integra de unidades médicas ambulatorias. El segundo nivel lo integran los hospitales generales que dan atención a la mayoría de los padecimientos que requieren hospitalización o atención de urgencia. El tercer nivel corresponde a los hospitales de alta especialidad.

Tabla 156. Indicadores de salud.

Sector	Variable	Precedimiento	Justificación	Cálculo	Rangos	Grado de vulnerabilidad	Valor asignado	Rango del municipio	Calificación
Salud	Médicos por cada 1,000 habitantes	La proporción de médicos por 1,000 habitantes se obtiene de la multiplicación del número de médicos por mil y se divide entre el total de la población.	La Secretaría de Salud indica que es aceptable que exista un médico por cada 1,000 habitantes, por lo que el indicador refleja la disponibilidad de médicos para atender a la población en un periodo determinado. La baja proporción de médicos se reflejará en las condiciones de salud de la población, lo que agudiza las condiciones de vulnerabilidad, situación que se podría agravar en caso de emergencia o desastre.	$PM = (35 \text{ médicos} \times 1000) / \text{Población municipal}$ $46,721 = 0.3$	De 0.20 a 0.39 Médicos por cada 1,000 habitantes De 0.4 a 0.50 Médicos por cada 1,000 habitantes De 0.6 a 0.79 Médicos por cada 1,000 habitantes De 0.8 a 0.99 Médicos por cada 1,000 habitantes Uno o más Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Alto Alto Medio Bajo Muy Bajo	1.00 0.75 0.50 0.25 0.00	0.3	1.00
	Tasa de Mortalidad	El resultado se obtiene de dividir el número de defunciones de niños menores de un año de edad en un periodo determinado, entre las nacidas vivos en el mismo periodo y el resultado se multiplica por mil.	Este indicador se refiere a la posibilidad de un recién nacido de sobrevivir al primer año de vida, tomando en cuenta que el riesgo de muerte es mayor en las primeras horas, semanas y meses de vida, la mortalidad durante este periodo indicará en gran medida las condiciones de la atención a la salud de la población en el caso de la madre.	$TMM = (14 \text{ defunciones de menores de un año} / 362 \text{ nacimientos}) \times 1000 = 14.32$	37.0 ó más De 47.1 a 54.9 De 37.1 a 47.0 De 27.2 a 37.0 De 17.2 a 27.1	Muy Alto Alto Medio Bajo Muy Bajo	1.00 0.75 0.50 0.25 0.00	14.52	0.00
	Porcentaje de la población no derechohabiente	El porcentaje de la población no derechohabiente se obtiene dividiendo el total de la población no derechohabiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por cien.	Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cual es la que menos acceso tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud, esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.	Porcentaje de población no derechohabiente = $(\text{Población no derechohabiente} / \text{Población total}) \times 100$	83.52 ó más De 67.05 a 83.51 De 50.58 a 67.04 De 34.11 a 50.57 De 17.63 a 34.10	Muy Alto Alto Medio Bajo Muy Bajo	1.00 0.75 0.50 0.25 0.00	39.4%	0.25
Promedio del indicador Salud									0.42

Fuente: Elaboración propia

Figura 255. Porcentaje de población no derechohabiente en la ciudad de Tulum



Fuente: Elaboración propia

Mapa de Riesgo de Tulum

Figura 197



Indicadores de Educación:

El estudio de la vulnerabilidad demuestra claramente que las características educativas ejercen una influencia significativa en la adopción de actitudes y conductas de autoprotección y prevención en un individuo. En México, la educación se considera uno de los derechos fundamentales que todos deben tener acceso, ya que juega un papel crucial en el bienestar de toda la población.

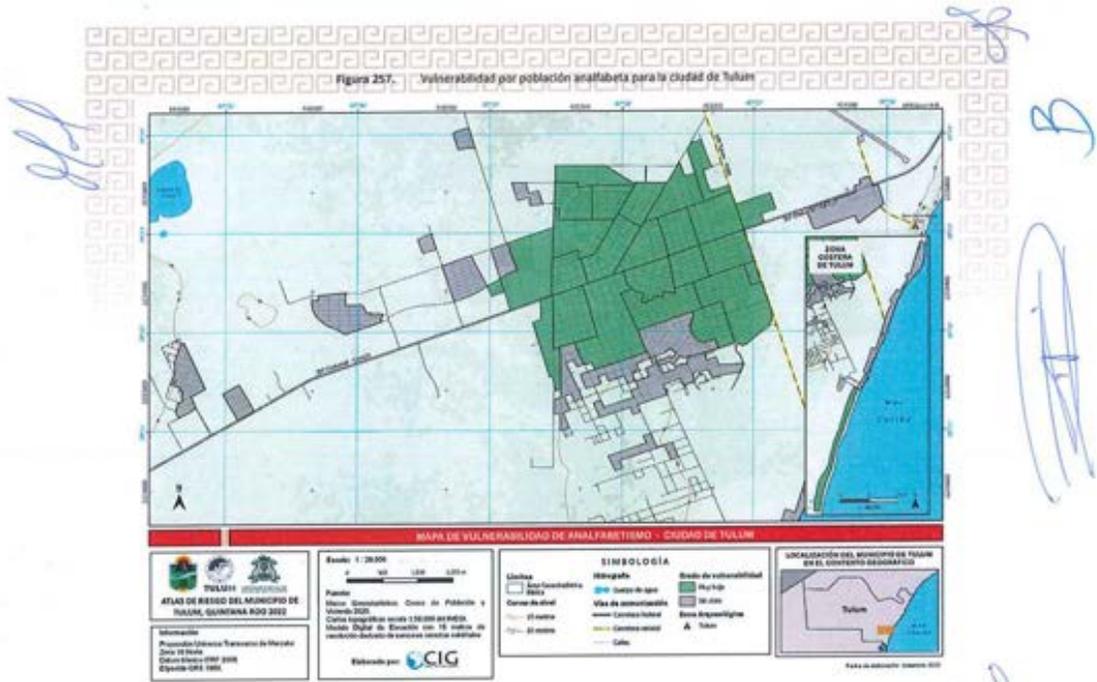
La educación proporciona a las personas las habilidades necesarias para comprender y evaluar los riesgos a los que se enfrentan, permitiéndoles tomar decisiones informadas sobre cómo protegerse a sí mismas y a los demás. Además, fomenta la conciencia social y la responsabilidad colectiva en la prevención de desastres y emergencias. En resumen, la educación es una poderosa herramienta que capacita a las personas para enfrentar de manera más efectiva los desafíos que puedan surgir en situaciones de riesgo.

En México, el grado promedio de escolaridad es de alrededor de 10.2 años, en Tulum es de 9.3 años, mientras que el porcentaje de analfabetos es del 5% y el 88.66% de los niños entre 6 y 14 años asisten a una escuela.

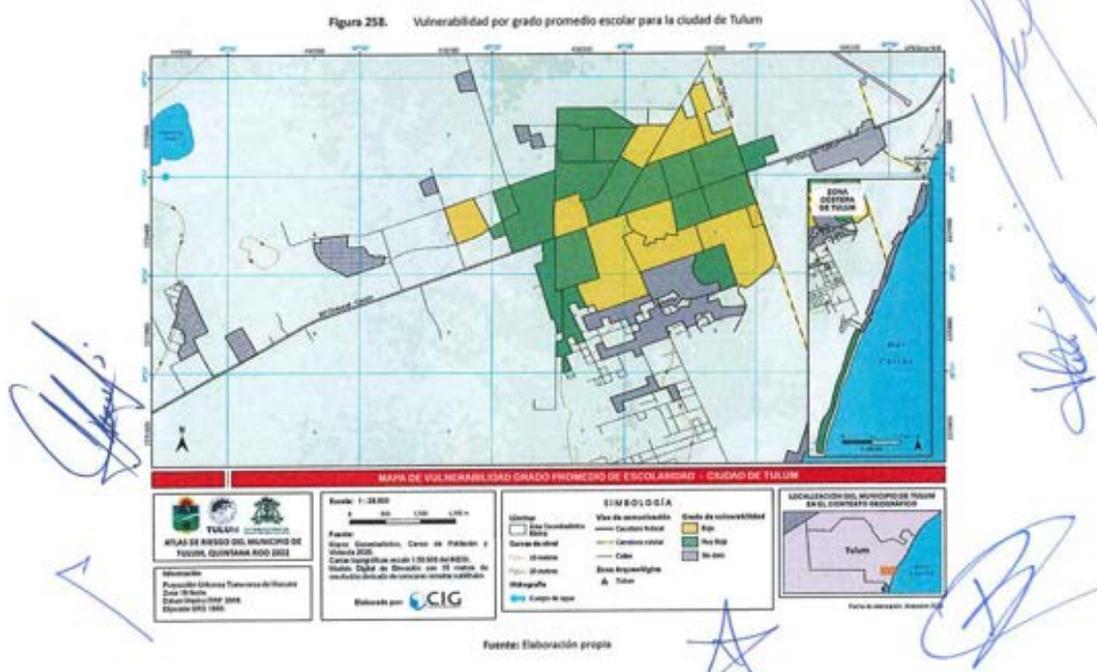
Tabla 117. Indicadores de educación

Sector	Variable	Procedimiento	Justificación	Cálculo	Rango	Grado de vulnerabilidad	Valor asignado	Peso del municipio	Calificación
Educación	Porcentaje de analfabetismo	Se obtiene dividiendo a la población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad. El resultado se multiplica por cien.	Además de las limitaciones directas que implica la carencia de habilidades para leer y escribir, es un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los factores claves con respecto a la vulnerabilidad social.	$NA = \frac{\text{Población de 15 años o más analfabeta}}{\text{Población total de 15 años o más}} \times 100$	De 80.20 o más	Muy Alto	1.00	5%	0.00
					De 45.42 a 80.19	Alto	0.75		
					De 30.64 a 45.41	Medio	0.50		
					De 15.86 a 30.63	Bajo	0.25		
					De 1.07 a 15.85	Muy Bajo	0.00		
Educación	Grado promedio de escolaridad	Este indicador lo proporciona el INEGI ya elaborado, lo obtiene de dividir la suma de los años aprobados desde el primero de primaria hasta el último año alcanzado de las personas de 15 años y más entre el total de la población de 15 años y más. Incluye a la población de 15 años y más, excluye a la población de 15 años y más con grados no especificados en algún nivel y a la población con nivel de escolaridad no especificado.	Refleja a la población que cuenta con menos de nueve años de educación formal, la educación secundaria es obligatoria para la conclusión del nivel básico de educación. Se considerará a la población mayor de 15 años que no ha completado la educación secundaria como población con riesgo educativo.	$GPE = \frac{\text{Suma de años aprobados desde primero de primaria hasta el último alcanzado de la población de 15 años y más}}{\text{Población total de 15 años y más}}$	De 1 a 3.2	Muy Alto	1.00	9.3 años	0.25
					De 3.3 a 5.4	Alto	0.75		
					De 5.5 a 7.6	Medio	0.50		
					De 7.7 a 9.8	Bajo	0.25		
					De 9.9 a más	Muy Bajo	0.00		
Educación	Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	En algunos casos para la obtención del porcentaje de la cobertura de la demanda de la educación básica, se toma en cuenta la educación preescolar (a partir de los 3 años), otros sólo toman en cuenta desde la educación primaria hasta la educación secundaria; lo cual se estima dividiendo la matrícula de educación primaria y secundaria entre la población de 6 a 14 años, que es el rango de edad de asistencia a tales niveles educativos.	El indicador muestra a la población que se encuentra en edad de demandar los servicios de educación básica, la cual es fundamental para continuar con capacitación posterior que proporciona las herramientas para acceder al mercado laboral.	$DEB = \frac{\text{Población total de 6 a 14 años que asiste a la escuela}}{\text{Población total de 6 a 14 años}} \times 100$	De 42.72 a 54.17	Muy Alto	1.00	88.66%	0.00
					De 54.18 a 65.62	Alto	0.75		
					De 65.63 a 77.07	Medio	0.50		
					De 77.08 a 88.52	Bajo	0.25		
					88.53 o más	Muy Bajo	0.00		
Promedio del indicador educación								0.08	

Fuente: elaboración propia

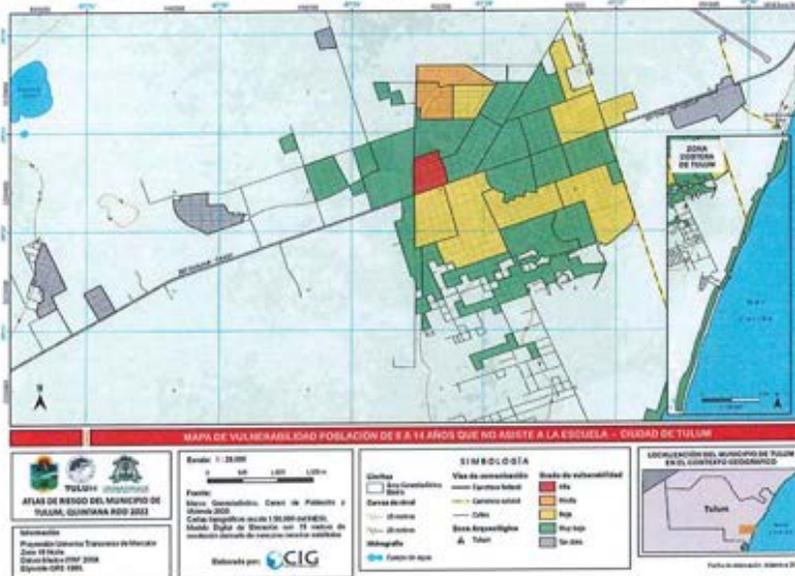


Fuente: Elaboración propia

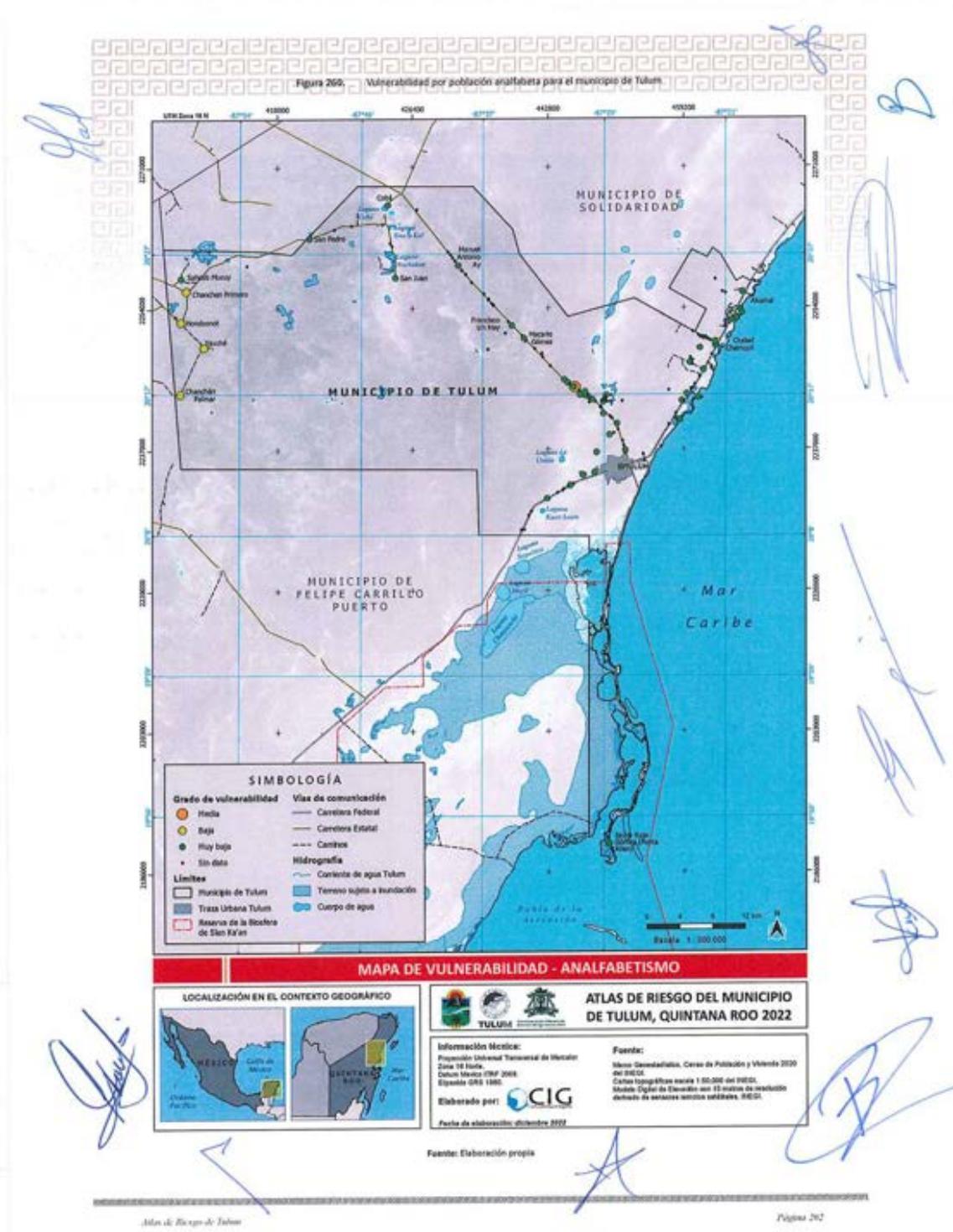


Fuente: Elaboración propia

Figura 255. Vulnerabilidad por población de 0 a 14 años que no asiste a la escuela para la ciudad de Tulum.



Fuente: Elaboración propia



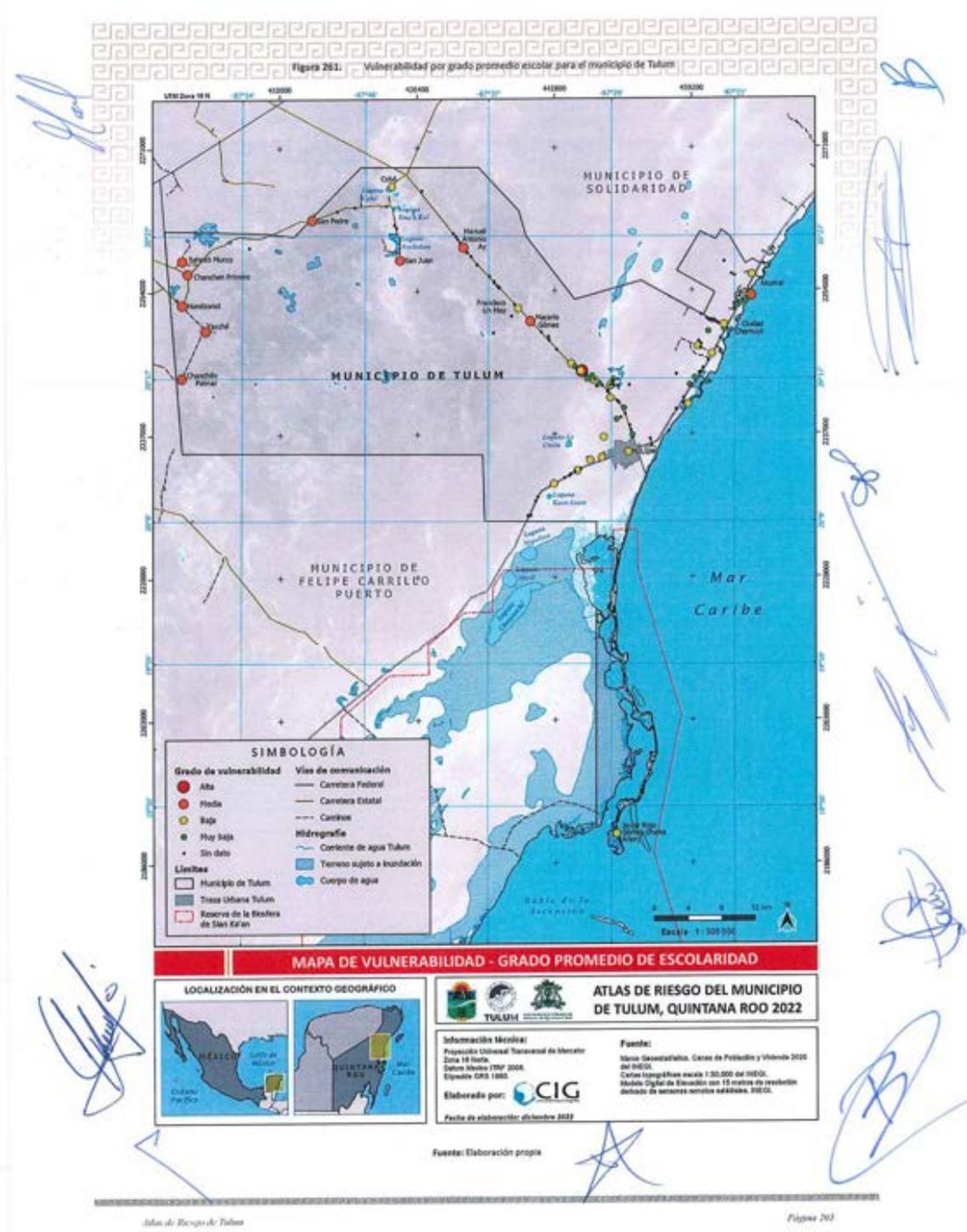
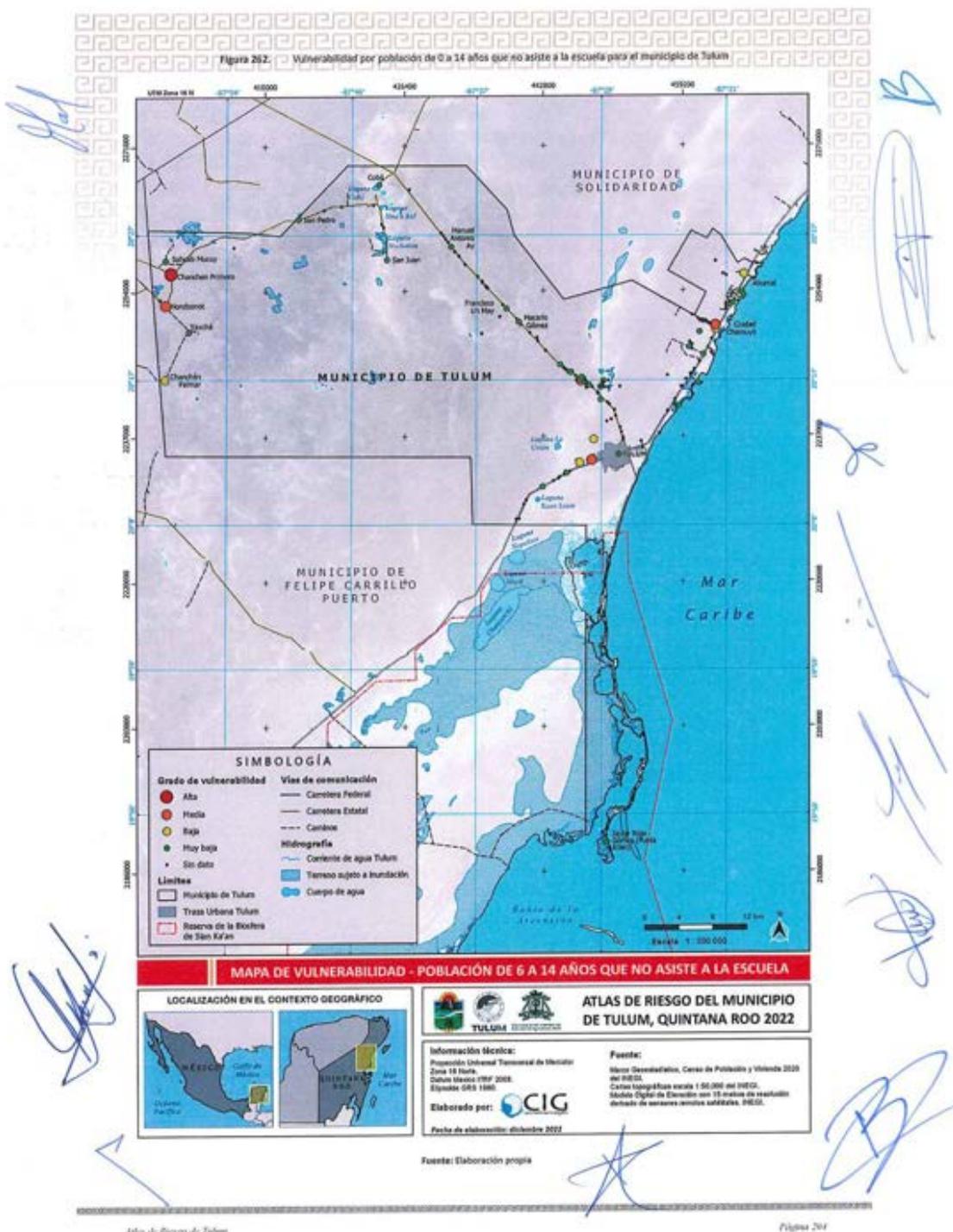


Figura 262. Vulnerabilidad por población de 0 a 14 años que no asiste a la escuela para el municipio de Tulum



Vivienda

La vivienda, como el principal componente del espacio social, desempeña un papel fundamental en la vida cotidiana de las personas. Es en este espacio donde gran parte de nuestras actividades diarias se desarrollan, y por ende, su accesibilidad y características tienen un impacto significativo en la calidad de vida de la población.

Es importante destacar que, en el contexto de desastres de origen natural, la vivienda es uno de los sectores más afectados. De hecho, los daños sufridos por las viviendas pueden servir como indicadores clave para medir la magnitud de los desastres. Cuando una vivienda presenta un estado precario, los factores de riesgo asociados con diversos fenómenos naturales aumentan en número e intensidad, lo que, a su vez, eleva las amenazas a la salud y seguridad de sus habitantes.

La vulnerabilidad de una vivienda puede manifestarse de múltiples formas, desde la calidad de los materiales de construcción utilizados hasta la disponibilidad de servicios básicos. En este sentido, se han considerado seis indicadores para evaluar el grado de vulnerabilidad de la población en relación con la calidad de sus viviendas.

Los primeros indicadores se centran en el acceso a servicios básicos, como el agua potable, la electricidad y el drenaje. La ausencia de estos

servicios refleja la carencia de satisfactores para las necesidades básicas y de saneamiento de la población, lo cual incide directamente en la comodidad y en las condiciones de salud de los habitantes.

Si bien no es una norma estricta, es importante señalar que una gran cantidad de viviendas que carecen de servicios básicos suelen pertenecer al sector informal de la construcción. Estas viviendas tienden a ubicarse en zonas altamente expuestas a peligros naturales, áreas de reserva ecológica o fuera de los planes de desarrollo urbano, lo que las convierte en áreas altamente vulnerables.

Por tanto, para abordar adecuadamente la problemática de la vulnerabilidad de la vivienda, es necesario tomar en cuenta estos indicadores y trabajar en la implementación de políticas y estrategias que promuevan una construcción más segura y accesible, así como el acceso equitativo a servicios básicos para toda la población. Al hacerlo, estaremos contribuyendo a reducir la vulnerabilidad de la población y a mejorar la resiliencia ante futuros desastres naturales.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), en el municipio de Tulum el porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada es del 3.99%, mientras el porcentaje de viviendas sin drenaje es el 8.79% y sin servicio de energía eléctrica es del 3.32%. El 7.20% tienen pisos de tierra y existe un déficit de vivienda es del 7.20%.

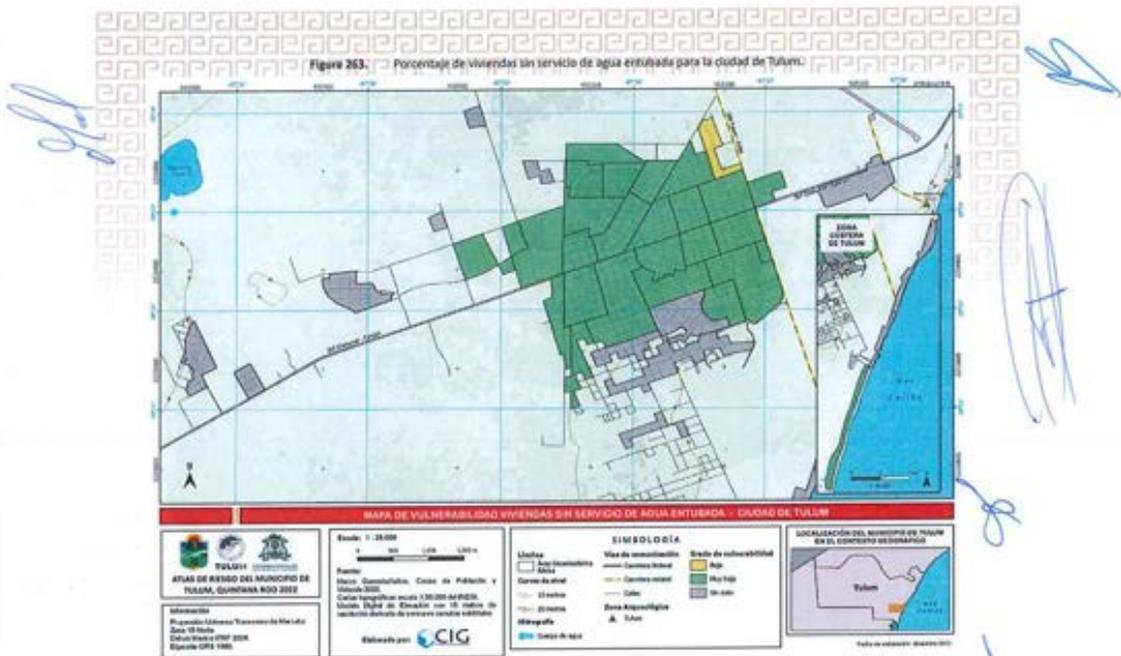
Tabla 188. Indicadores de Vivienda

Tector	Variable	Precondiciona	Justificación	Cálculo	Rangos	Grado de vulnerabilidad	Valor asignado	Rango del municipio	Calificación
Vivienda	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.	La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunos labores de atención, ya que el tener el agua que cumple con las mínimas medidas de salubridad toma tiempo y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se lleva a cabo de manera eventual.	Viviendas particulares que no disponen de agua entubada = (Viviendas particulares habitadas - Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada) / Viviendas particulares habitadas * 100	79.05 ó más	Muy Alto	1.00	3.99%	0.00
					De 59.89 a 79.04	Alto	0.75		
					De 39.99 a 59.88	Medio	0.50		
					De 19.97 a 39.92	Bajo	0.25		
Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	Se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje. El resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.	La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales, las cuales en situaciones de desastre aumentan considerablemente.	Porcentaje de viviendas que no disponen de drenaje = (Viviendas particulares habitadas - Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje) / Viviendas particulares habitadas * 100	80.22 ó más	Muy Alto	1.00	8.79%	0.00	
				De 60.47 a 80.21	Alto	0.75			
				De 40.72 a 60.46	Medio	0.50			
				De 20.97 a 40.71	Bajo	0.25			
Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.	La falta de energía eléctrica aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales, ya que el no contar con este servicio excluye a la población de formas de comunicación, extinción la capacidad de respuesta se puede retrasar.	Porcentaje de viviendas que no disponen de energía eléctrica = (Viviendas particulares habitadas - Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica) / Viviendas particulares habitadas * 100	79.05 ó más	Muy Alto	1.00	3.32%	0.00	
				De 59.29 a 79.04	Alto	0.75			
				De 39.53 a 59.28	Medio	0.50			
				De 19.77 a 39.52	Bajo	0.25			
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Este porcentaje se obtiene de la diferencia del total de viviendas habitadas y el total de viviendas con piso de material diferente a tierra, el resultado se divide entre el total de viviendas habitadas y se multiplica por cien.	Las viviendas de piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que otros tipos de construcciones.	Porcentaje de viviendas con piso de tierra = (Viviendas particulares habitadas con piso de tierra / Viviendas particulares habitadas) * 100	78.73 ó más	Muy Alto	1.00	7.20%	0.00	
				De 59.43 a 78.72	Alto	0.75			
				De 40.13 a 59.42	Medio	0.50			
				De 20.83 a 40.12	Bajo	0.25			
Déficit de vivienda	El resultado representa tanto las viviendas nuevas que se requieren, sumado a las viviendas que necesitan mejoramiento. Para efectos de esta metodología el resultado deberá ser un porcentaje.	Aun cuando son diversos los factores que influyen en la determinación de los salarios, las remuneraciones guardan relación con la productividad en el trabajo, el indicador proporcional de manera aproximada el porcentaje de la población que no puede satisfacer sus necesidades básicas.	Déficit de vivienda = (Total de hogares - Viviendas particulares habitadas + Viviendas particulares habitadas con piso de tierra) / Viviendas particulares habitadas * 100	58.00 ó más	Muy Alto	1.00	7.20%	0.00	
				De 37.91 a 49.99	Alto	0.75			
				De 25.82 a 37.90	Medio	0.50			
				De 13.73 a 25.81	Bajo	0.25			
					De 1.63 a 13.72	Muy Bajo	0.00		
Promedio del Indicador Vivienda								0.00	

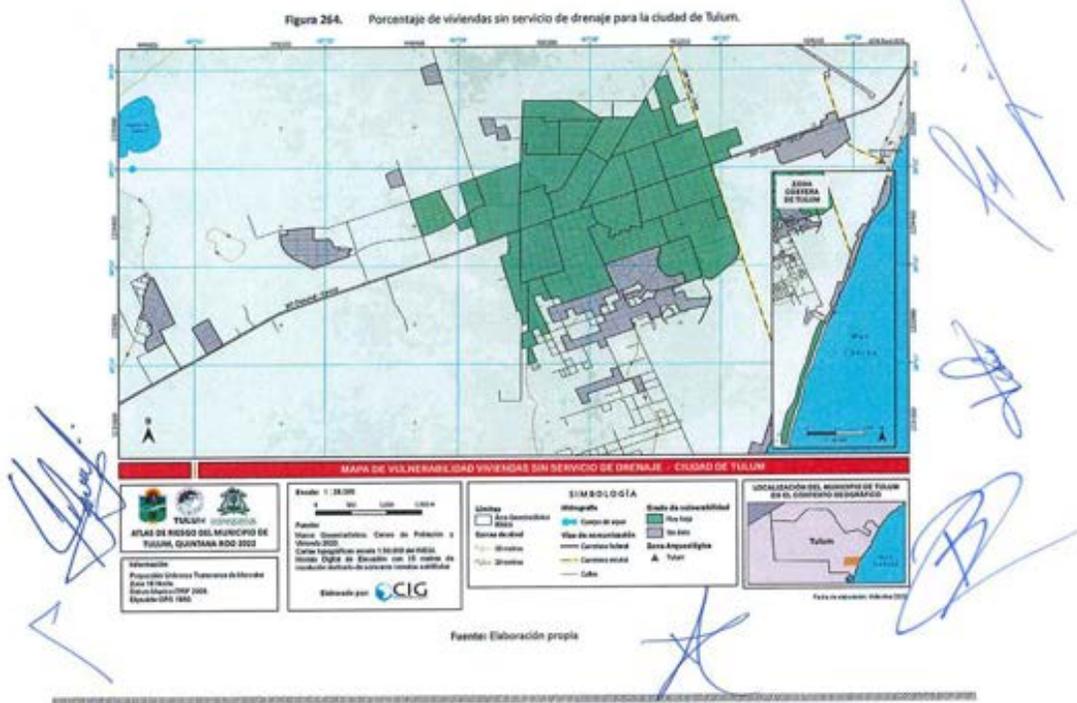
Fuente: Elaboración propia

Atlas de Riesgo de Tulum

Página 201

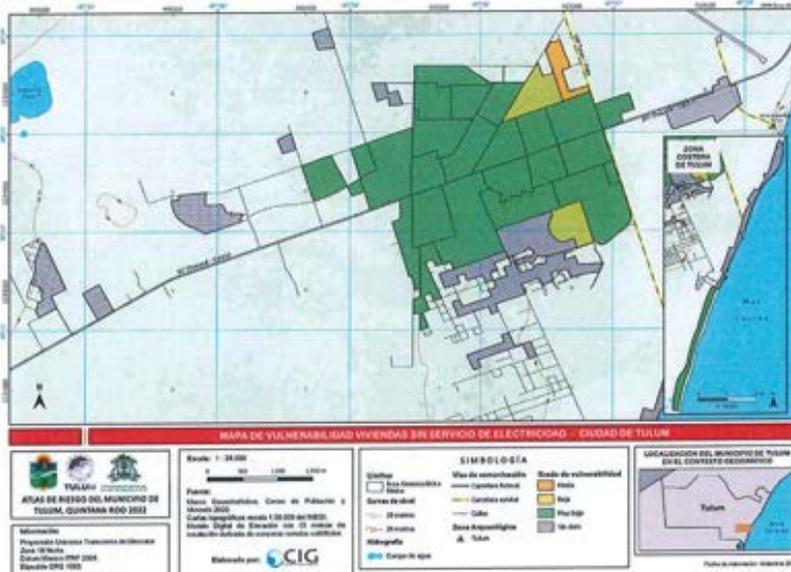


Fuente: Elaboración propia



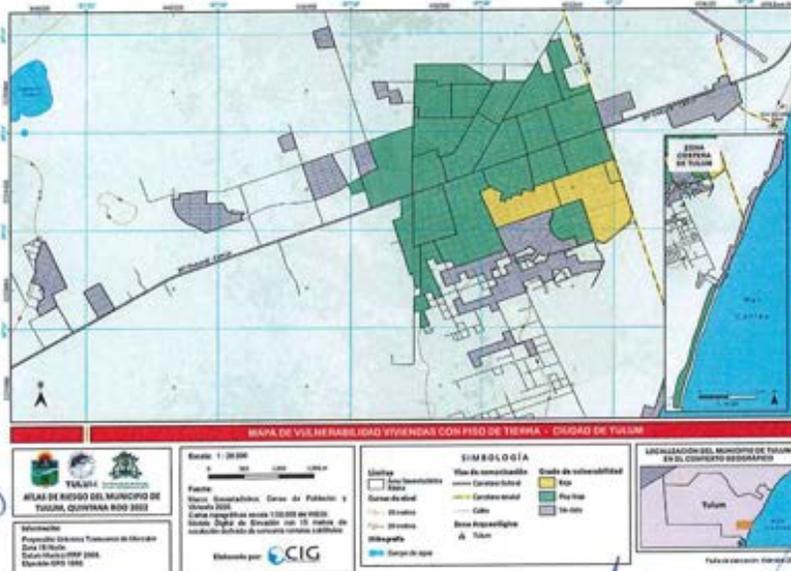
Fuente: Elaboración propia

Figura 255. Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad para la ciudad de Tulum.

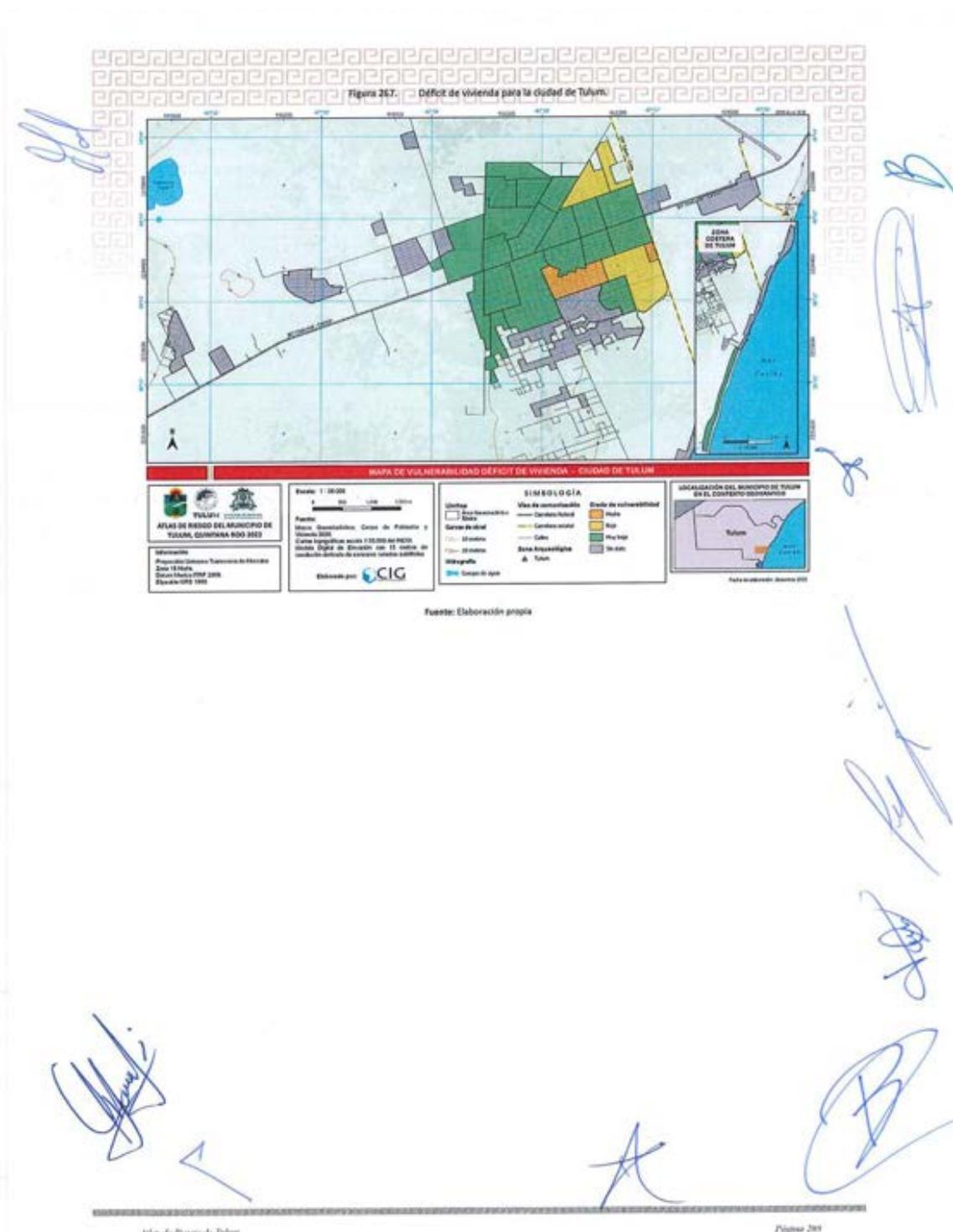


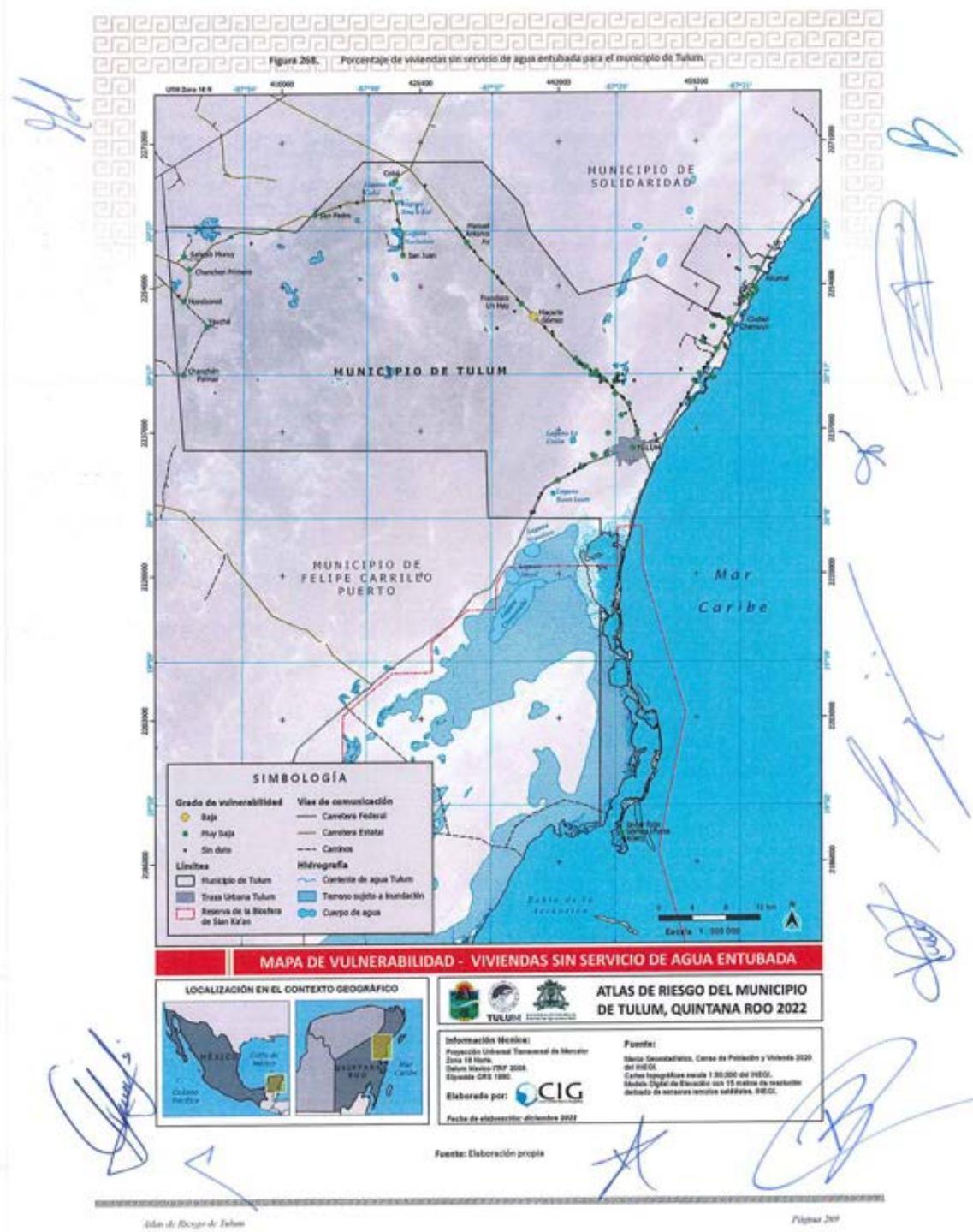
Fuente: Elaboración propia

Figura 266. Porcentaje de viviendas con piso de tierra para la ciudad de Tulum.



Fuente: Elaboración propia





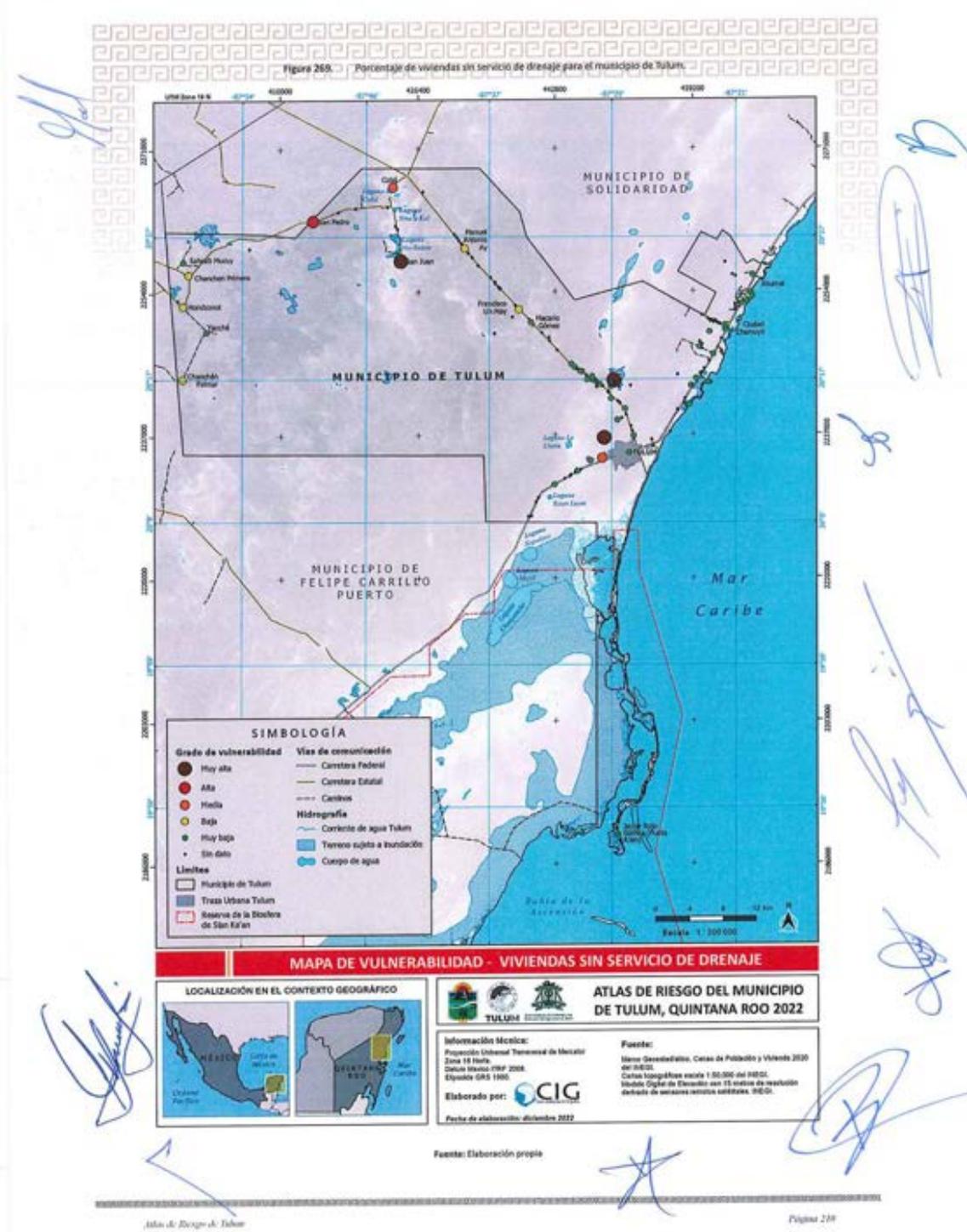
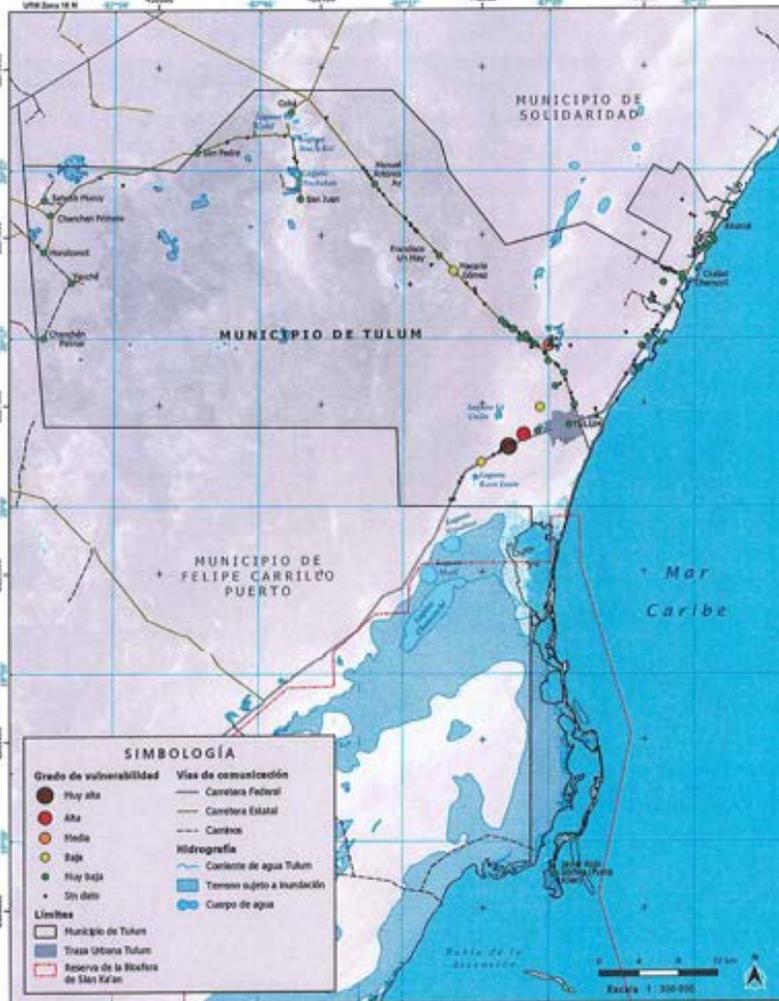


Figura 270. Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad para el municipio de Tulum.



MAPA DE VULNERABILIDAD - VIVIENDAS SIN SERVICIO DE ELECTRICIDAD



ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO 2022

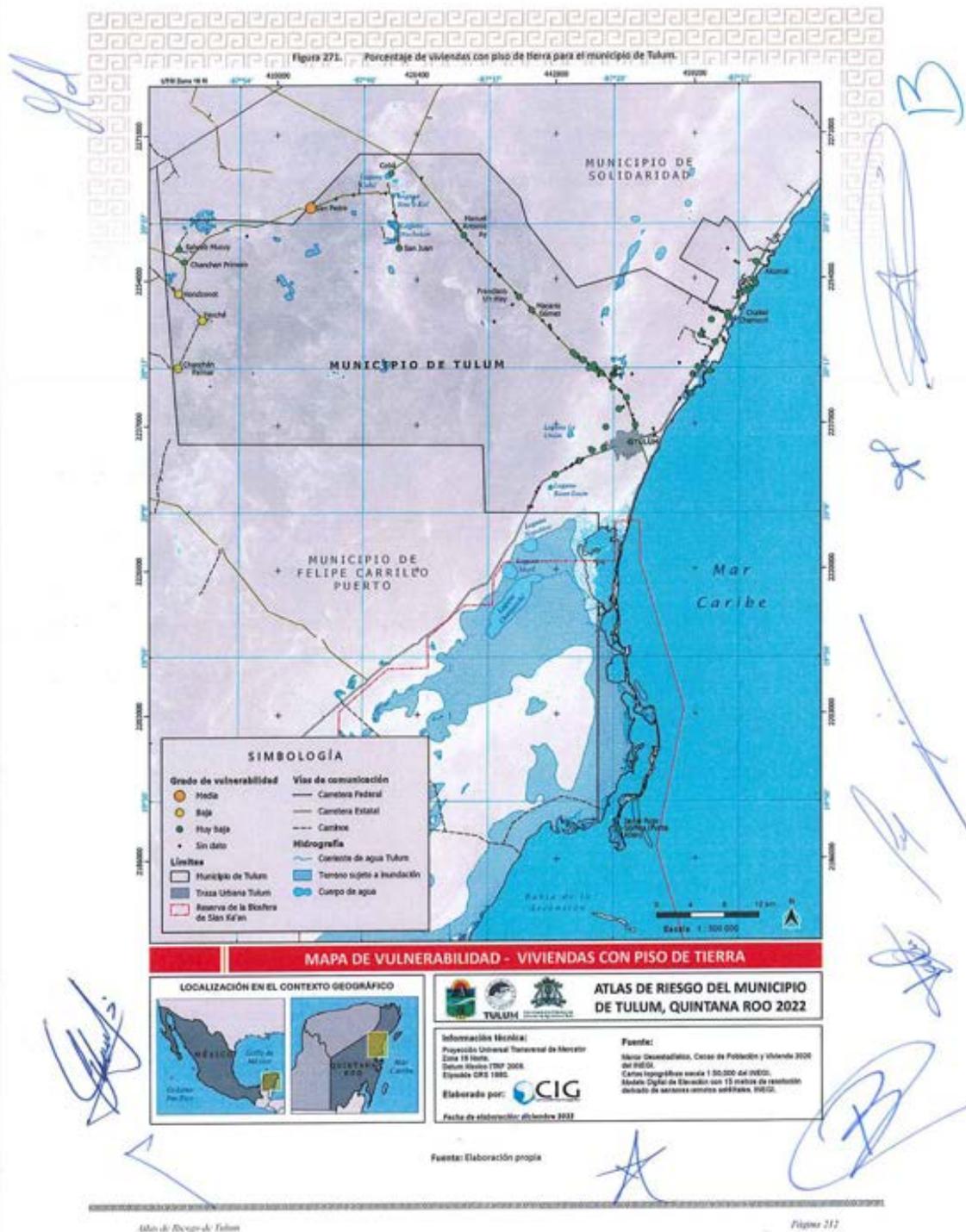
Información Municipal:
Población Urbana: 10,000 habitantes
Zona 18 Norte,
Senam 18000 (1997) 2008,
Elevación: 1000 msnnm.

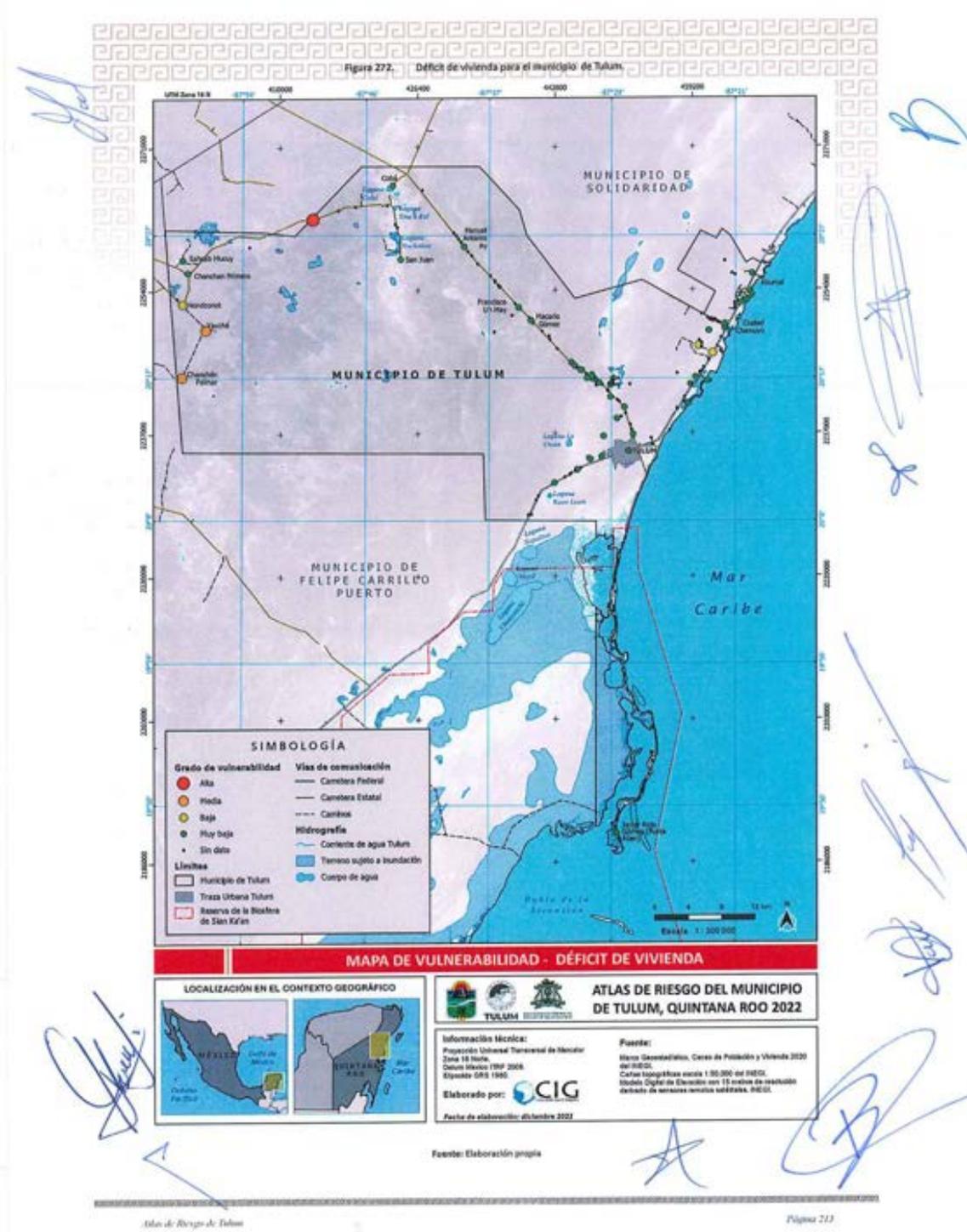
Fuente:
Municipio de Tulum, Casas de Población y Vivienda 2020 del INEGI.
Carta topográfica escala 1:50,000 del INEGI.
Modelo Digital de Elevación con 15 metros de resolución obtenido de satélites Sentinel-1A/2A, INEGI.

Elaborado por: **CIG**

Fecha de elaboración: diciembre 2022

Fuente: Elaboración propia





Empleo e Ingresos

Es crucial prestar especial atención a los indicadores de la condición de empleo e ingresos, los cuales nos permiten vislumbrar una situación vulnerable tanto en el corto plazo, donde la calidad de vida es precaria y las familias de bajos ingresos luchan por satisfacer sus necesidades inmediatas, como en el largo plazo, donde la vulnerabilidad puede aumentar frente a la falta de capacidad de prevención y respuesta ante desastres. En este rubro, se destacan tres indicadores esenciales. La metodología considera la relevancia de estos indicadores, no solo para evaluar la situación actual, sino también para implementar medidas efectivas que ayuden a reducir la desigualdad y fortalecer la capacidad de las personas para afrontar situaciones adversas.

Como se ha señalado antes, Tulum centra su actividad económica en su sector terciario (75%), principalmente, en las actividades relacionadas con el turismo, tales como los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. El secundario tiene su eje en la construcción e industrias manufactureras, debido a su crecimiento y expansión hotelera, y finalmente, su sector primario es el que menos población ocupada tiene con solo un 1%.

La Población Económicamente Activa (PEA) es el grupo social constituido por todas las personas que suministran la mano de obra disponible para la producción de bienes y servicios (Peralta, 2016).

La PEA para el municipio de Tulum para un total de 46,721 personas es de 25,969, lo que es un 55.58% del total de la población.

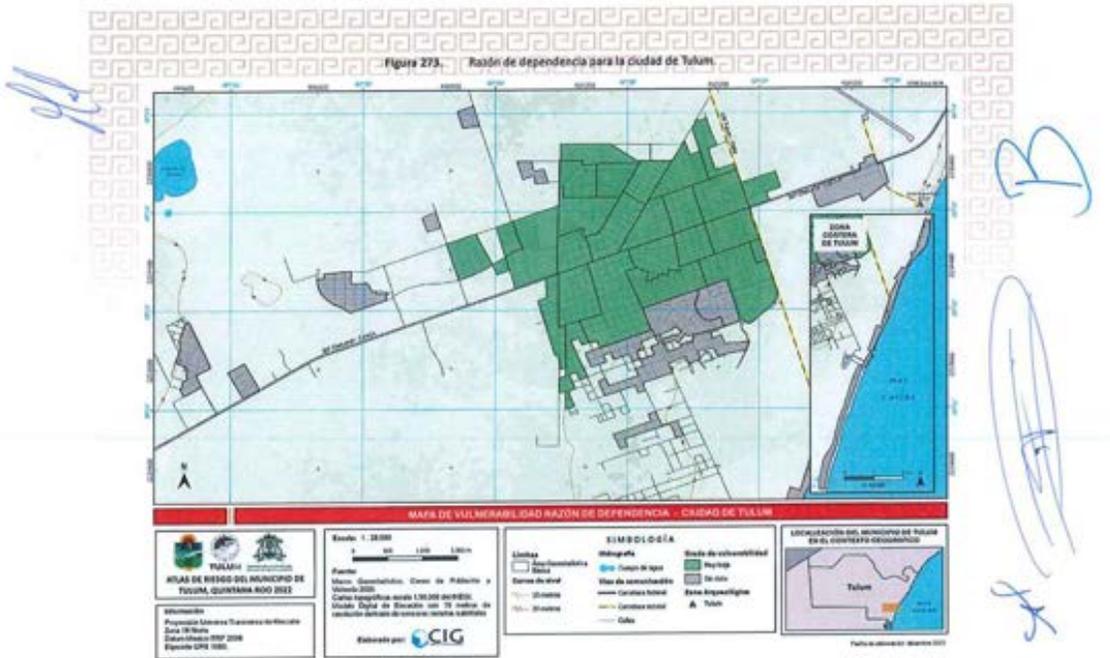
Por otro lado, un factor esencial que acentúa la pobreza es la falta de empleo ha sido, que es uno de los problemas sociales más graves de México (Ruiz & Ordaz, 2011). El indicador de Tasa de desempleo abierto permite distinguir las condiciones del mercado laboral. Para el municipio de Tulum es del 0.78%.

La Razón de dependencia económica es un índice demográfico que expresa la proporción de personas dependientes sobre la población que está en edad de trabajar. Este indicador es muy utilizado para conocer la sostenibilidad del sistema de pensiones, ya que muestra la proporción de personas en edad de trabajar que financian una pensión. Para Quintana Roo la razón de dependencia fue de 41.54% para 2020 (INEGI, 2020). Es decir, hay 42 personas por cada 100 personas en edades productivas. Para el municipio de Tulum es del 45.38%, es decir que hay 45 personas en edad productiva por cada 100.

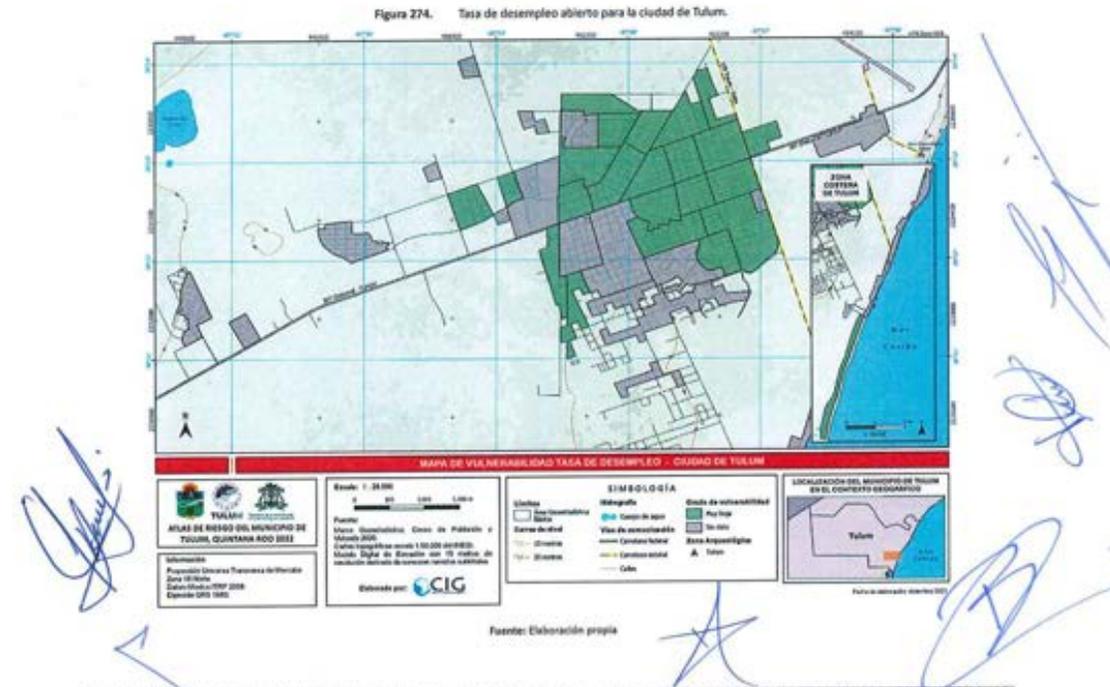
Tabla 115. Indicadores de vivienda

Sector	Variable	Procedimiento	Justificación	Cálculo	Rango	Grado de vulnerabilidad	Valor asignado	Rango del municipio	Calificación
Empleo e Ingresos	Razón de dependencia	La razón de dependencia se obtiene de la suma del total de las personas que por su edad se consideran como dependientes (personas de 15 años y mayores de 64 años) entre el total de personas que por su edad se identifican como económicamente productivas (mayores de 15 años y menores de 64 años).	Mientras mayor sea la razón de dependencia, más personas se venán en desventaja frente a un desastre de origen natural ya que su capacidad de respuesta y prevención prácticamente va a ser nula.	Razón de dependencia = (Población de 0 a 14 años + Población de 65 años y más) / Población de 15 a 64 años * 100	117.60 ó más	Muy Alto	1.00	45.38%	0.00
					De 97.64 a 117.60	Alto	0.75		
					De 77.67 a 97.63	Medio	0.50		
					De 57.70 a 77.66	Bajo	0.25		
					De 37.72 a 57.69	Muy bajo	0.00		
	Tasa de desempleo abierto	Para obtener la Tasa de Desempleo Abierto es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien.	Este indicador se refiere directamente a la situación de desempleo que influye sobre la capacidad de consumo de la población, así como en la capacidad de generar los recursos que posibilitan la adquisición de bienes satisfactorios.	Tasa de desempleo abierto = Número de personas desocupadas / Población económicamente activa	12.57 ó más	Muy Alto	1.00	0.78%	0.00
					De 9.28 a 12.36	Alto	0.75		
					De 6.59 a 9.27	Medio	0.50		
					De 3.10 a 6.18	Bajo	0.25		
					De 0 a 3.09	Muy bajo	0.00		
Promedio del indicador Empleo e Ingresos								0.00	

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

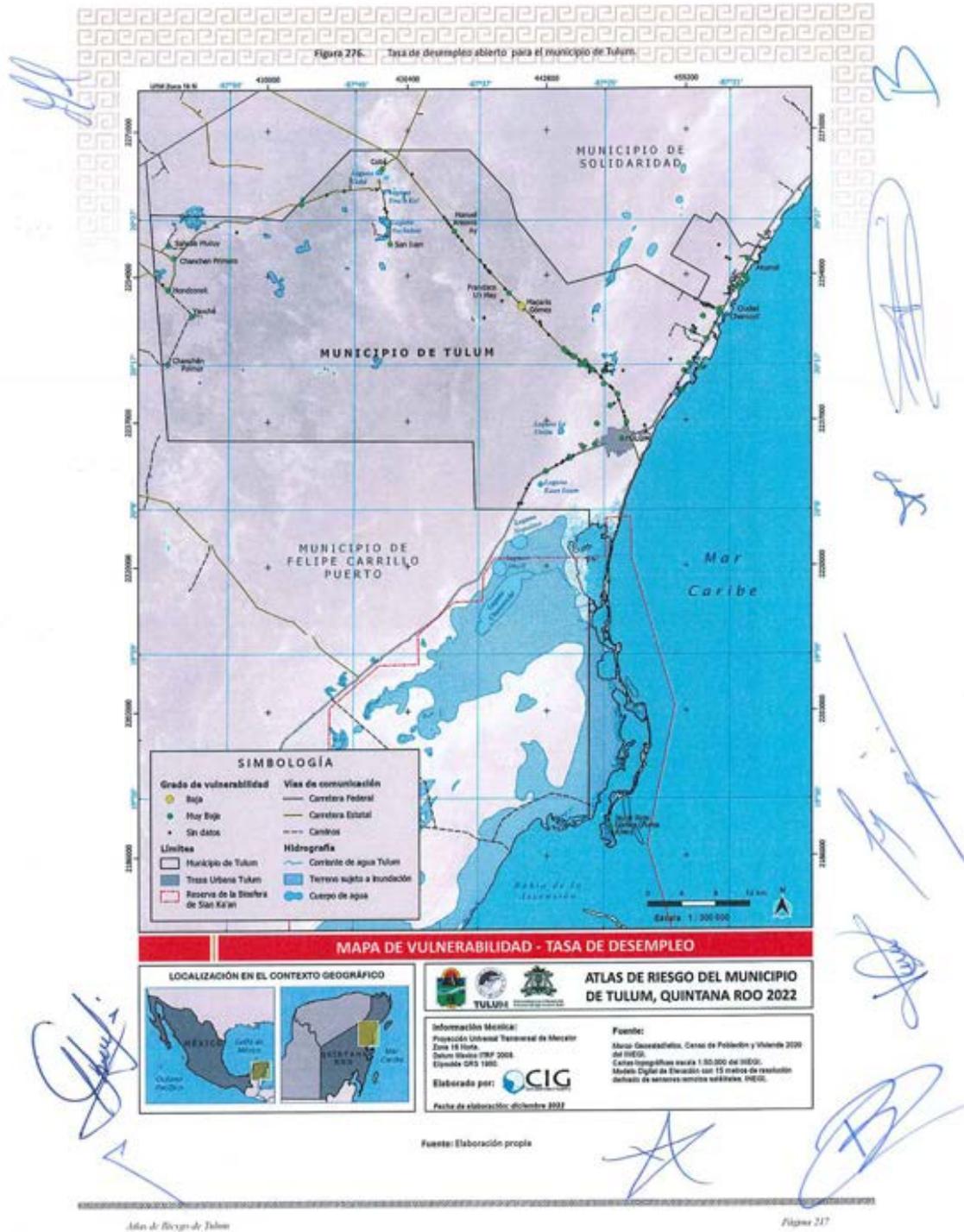


Fuente: Elaboración propia

Mapa de Riesgo de Tulum

Figura 273





Población

Este apartado se compone de tres indicadores y se aborda el tema de los grupos étnicos en la población, mismos que poseen características culturales y sociales únicas que los distinguen. Sus condiciones de vida a menudo están relacionadas con desigualdades históricas y culturales. Lamentablemente, muchos de estos grupos étnicos enfrentan marginación y discriminación, lo que los convierte en uno de los sectores más vulnerables y desfavorecidos de nuestro país.

Se analiza la distribución y dispersión de los asentamientos humanos, lo que nos permite entender cómo la población se agrupa y establece en diferentes áreas. Este aspecto es crucial para identificar patrones de urbanización, densidad poblacional y acceso a servicios básicos, lo que a su vez puede impactar en la calidad de vida de las comunidades.

Un aspecto a considerar es la distribución de los asentamientos humanos, que se refiere a cómo se distribuye la población en el territorio nacional. Esto nos proporciona una visión más amplia de las disparidades regionales y la concentración de población en áreas específicas. Además, nos permite comprender las dinámicas migratorias y los factores que impulsan a las personas a trasladarse de una región a otra.

De acuerdo con el INEGI (2020), la población total del municipio de Tulum es de 46,721 habitantes, la mayor parte (71%) se concentra en la ciudad de Tulum, la capital municipal con 33,374 habitantes. En 40 de

las 177 localidades hay habitantes que hablan alguna lengua indígena, incluso algunas comunidades tienen población mayor a tres años que solo habla alguna lengua indígena pero no español, tal es el caso de Yaaché (23%) o Sahcab Mucuy y Chanchén Palmar con el 14.6% cada una. A nivel municipal hay 11,088 personas que hablan alguna lengua indígena lo que representa el 24% de la población total.

La población del municipio representa el 2.5% del Estado con un promedio de 3.33 integrantes por hogar. La densidad poblacional es de 23 habitantes por km² (0.23 Hab/ha) y el 84.4% de la población se concentra en cinco localidades: Tulum, Akumal, Cobá, Francisco Uh May y Chanchén Primero. Tomando la definición de INEGI para localidades urbanas (>= 2,500 hab.), el municipio de Tulum solo cuenta con 1 localidad urbana (Tulum), el resto se consideran rurales (176).

El total de la superficie contemplada integral para la ciudad de Tulum fue de 1,263 hectáreas (12.63 km²) con una población total de 33,837 habitantes (INEGI, 2020), por lo consiguiente la densidad de población para la ciudad de Tulum es de 27 habitantes por hectárea.

Como se mencionó en el apartado 4.3 de la Fase I, se calculó la densidad poblacional para las 10 localidades con mayor población del municipio, teniendo como criterio un mínimo de 500 habitantes. Con este criterio, la localidad con menos habitantes es Ciudad Chemuyil (548 habitantes) con un área superficial de 14 hectáreas y una densidad de 39 hab/ha y la mayor Akumal con 2,154 habitantes y una densidad de 35 hab/ha.

Tabla 128. Indicadores de población

Sector	Variante	Procedimiento	Justificación	Cálculo	Rangos	Grado de vulnerabilidad	Valor asignado	Rango del municipio	Calificación
Población	Porcentaje de la población de habla indígena	Se obtiene de dividir a la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena entre el total de la población de 5 años y más, el resultado se multiplica por cien. El INEGI establece que para considerar a una población predominantemente indígena al menos el 40% de la población debe hablar alguna lengua indígena.	La mayoría de los municipios donde se vive la población indígena presenta una estructura de oportunidades muy precaria, lo cual se refleja en condiciones de vulnerabilidad de esta población.	Porcentaje de población indígena = Población de 5 años y más que habla una lengua indígena / Población de 5 años y más * 100	Más del 40% de la población	Predominantemente indígena	1.00	24%	0.00
					Menos del 40% de la población	Predominantemente no indígena	0.00		
	Densidad de población	Se obtiene de dividir el total de la población de un territorio determinado entre la superficie del mismo. El resultado indica al número de habitantes por kilómetro cuadrado.	La densidad, más que un problema de sobrepoblación, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que la tasa de crecimiento es elevada, el problema se agrava por la migración del medio rural a las ciudades. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor.	Densidad de población = Población total / Superficie territorial	Más de 50 hab por ha	Muy Alto	1.00	27 habitantes por km ² o 0.23 habitantes por hectárea	0.00
					De 30 a 49 hab por ha	Alto	0.75		
					De 5 a 9 hab por ha	Medio	0.50		
					De 1 a 4 hab por ha	Bajo	0.25		
Dispersión poblacional	Se consideran localidades pequeñas a las menores de 2,500 habitantes. Con lo cual se calcula el porcentaje de personas que respecto al total de la población de un territorio determinado.	La dispersión poblacional se manifiesta principalmente en localidades pequeñas cuyas condiciones de acceso y riesgo en la disponibilidad de servicios públicos representan un problema. Estas localidades presentan las mayores tasas de fecundidad, mortalidad infantil y ausencia e deficiencia de servicios básicos: agua, drenaje, electricidad, teléfono y caminos de acceso.	Dispersión poblacional = Total de la población que habita en localidades menores a 2500 habitantes / Población total	40 o más	Muy Alto	1.00	0.29	0.00	
				De 30 a 39.9	Alto	0.75			
				De 20 a 29.9	Medio	0.50			
				De 10 a 19.9	Bajo	0.25			
					Menor a 9 hab por ha	Muy bajo	0.00		
Promedio del indicador población								0.00	

Fuente: Elaboración propia

Figura 277. Porcentaje de la población de habla indígena para la ciudad de Tulum.

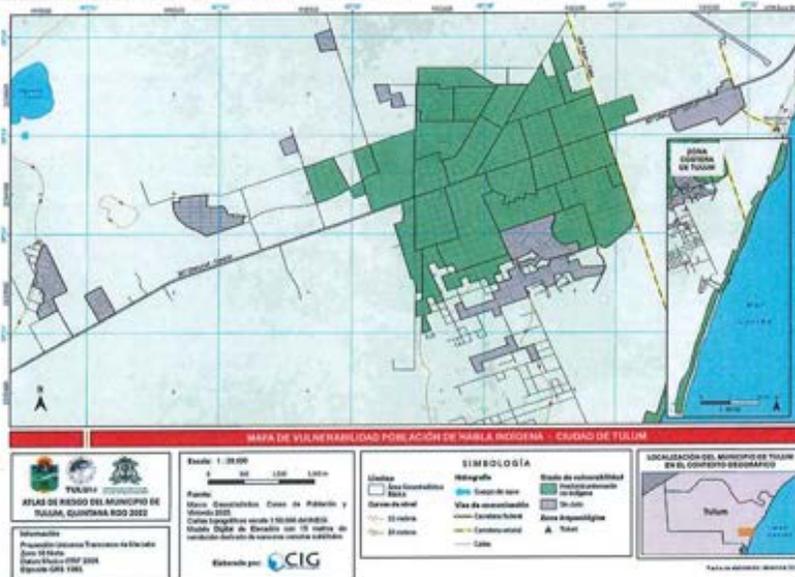
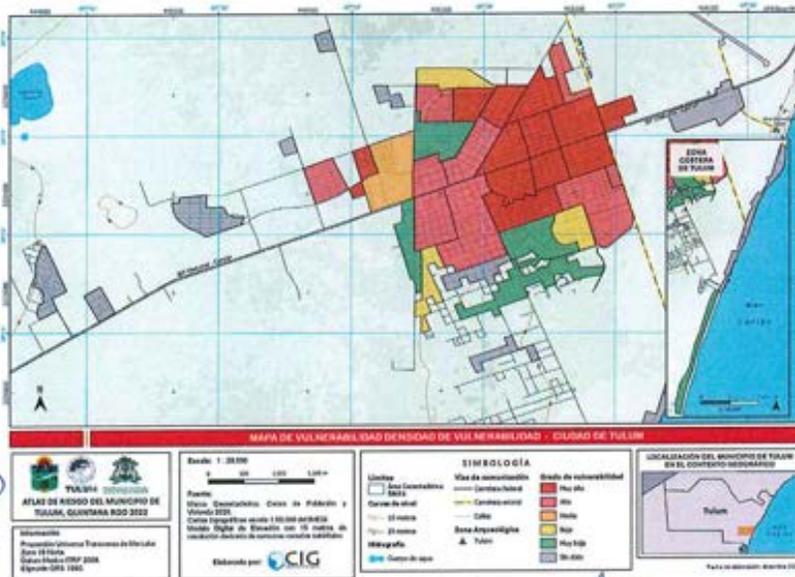
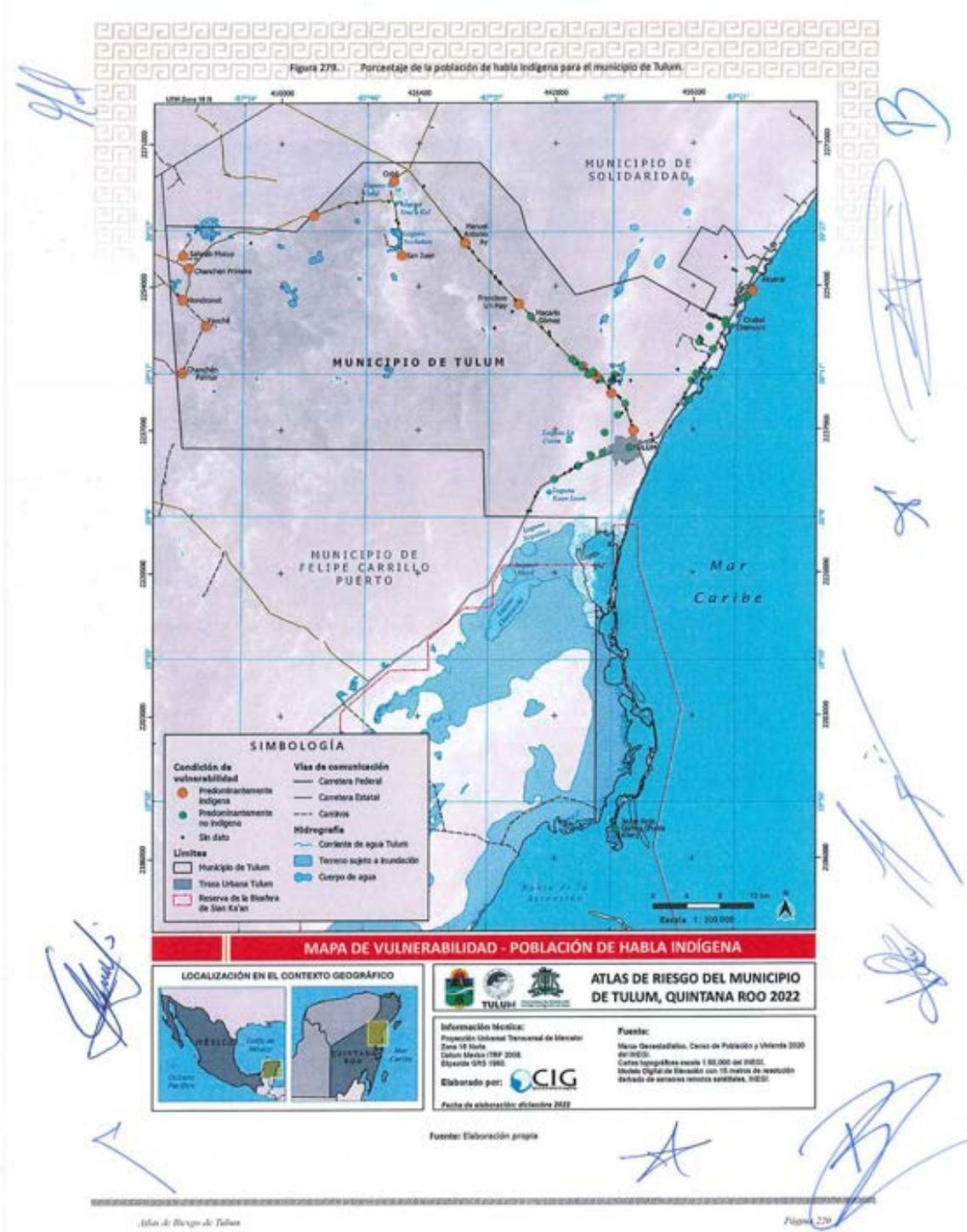
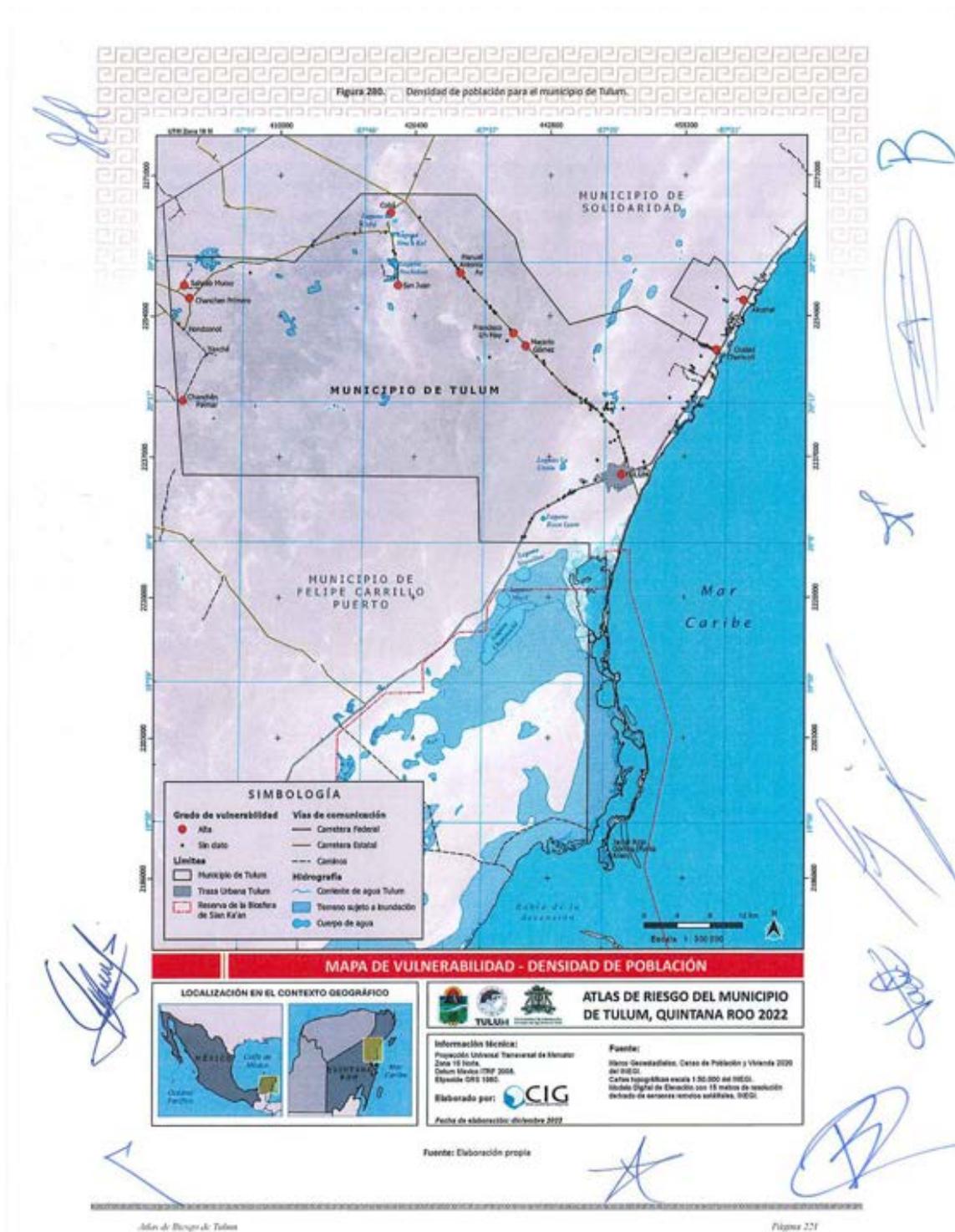


Figura 278. Densidad de población para la ciudad de Tulum.







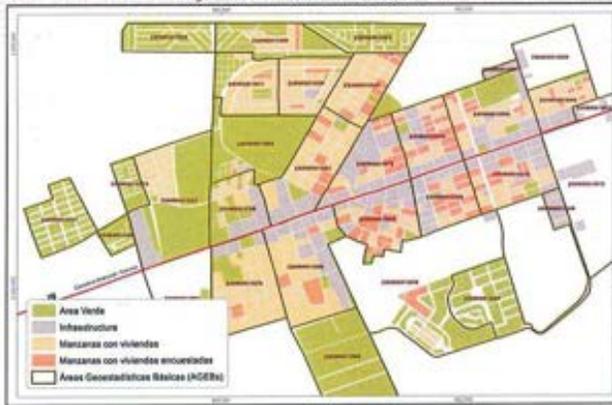
5.3.1.2. Percepción social

Ciudad de Tulum

Con base a los resultados de la encuesta aplicada en 2017 a través del proyecto "Resiliencia en ciudades costeras del Caribe Mexicano ante desastres asociados a huracanes: Chetumal, Tulum y Playa del Carmen" (Castillo, 2017) en la ciudad de Tulum, se muestran los resultados de la vulnerabilidad por colonia para esta localidad.

El marco muestral para la ciudad de Tulum se constituyó de 38 AGEBS (Áreas Geoestadísticas Básicas, INEGI) y 690 manzanas. Se eligieron las manzanas que contaban con viviendas (Figura 218).

Figura 281. Marco muestral ciudad de Tulum



Fuente: Proyecto "Resiliencia en ciudades costeras del Caribe Mexicano ante desastres asociados a huracanes: Chetumal, Tulum y Playa del Carmen" (Castillo, 2017).

El diseño de la muestra se realizó a través de un muestreo estratificado bi-etápico:

- Muestreo aleatorio simple de manzanas en cada AGEBS.
Muestra sistemática de dos viviendas en cada manzana seleccionada.

A partir de lo anterior se obtuvo un tamaño de muestra de 178 viviendas, correspondientes a 89 manzanas que equivalen a un 3.5% de las viviendas totales de la ciudad de Tulum para ese periodo.

El diseño del cuestionario tenía como objetivo principal: conocer la preparación y respuesta de la población con respecto a fenómenos como

los huracanes y lluvias intensas. Para la conformación de las preguntas se realizó revisión de bibliografía como son instrumentos, metodologías y artículos científicos y de organizaciones internacionales, nacionales, estatales y locales.

Posteriormente, se realizó la identificación de variables que conformarían el cuestionario, el cual se integró por 52 preguntas (Figura 282). Este fue estructurado en 6 secciones la primera correspondió a datos generales del entrevistado las 5 secciones restantes fueron conformadas por el sistema social, sistema natural, sistema físico, sistema de gobernanza y sistema espacial. El enfoque sistémico, tal como lo señala el Marco de Sendai, actualmente es base para conocer la percepción de la población en el contexto de la Gestión de Riesgo de Desastres (GRD).

Figura 282. Diseño del cuestionario



Fuente: Proyecto "Resiliencia en ciudades costeras del Caribe Mexicano ante desastres asociados a huracanes: Chetumal, Tulum y Playa del Carmen" (Castillo, 2017).

Resultados

Como se ha mencionado la primera sección del cuestionario correspondió a los datos del entrevistado. Contabilizando las respuestas de la sección "Ambiente cultural ante inundaciones y huracanes" se obtuvo el grado de exposición de la ciudad de Tulum que fue de 0.76. A continuación, en las gráficas siguientes se exponen los principales resultados:

Figura 283. Gráfica de Edad del entrevistado y sexo jefe de familia



El rango de edad del entrevistado con mayor participación fue entre 30 a 45 años y la mayoría tenía como cabeza de familia un hombre (58%), ver figura 283.

Percepción de la población:

¿Podría mencionar si ha escuchado o entiende qué significa la palabra riesgo?

El 89.44% respondió que si ha escuchado o entiende lo que significa "RIESGO", sin embargo, aún la población confunde RIESGO = PELIGRO, también lo perciben como "daño", "algo malo", "peligroso", "estar en peligro", entre otros (figura 284).

El significado del concepto de RIESGO de acuerdo con Hernández et al. (2018) se define como la ocurrencia potencial de las consecuencias dañinas o pérdidas resultantes de las interacciones entre los peligros naturales o antropogénicos y las condiciones vulnerables.

Figura 284. ¿Qué entiende por riesgo la población de la ciudad de Tulum?



¿Podría mencionar si ha escuchado o entiende qué significa la palabra vulnerabilidad?

El 48.89% respondió que si ha escuchado o entiende lo que significa "VULNERABILIDAD", lo cual lo perciben como "débil", "debilidad", "fragilidad", "estar en peligro", entre otros (figura 285). Todavía no se tiene una idea clara de su significado.

El significado del concepto de VULNERABILIDAD de acuerdo con Hernández et al. (2018) citando a Blaikie et al. (2006) se define como las

características de una persona o grupo de personas relacionadas con la capacidad de anticipar, hacer frente, resistir y recuperarse del impacto de los peligros naturales. También se asume como una predisposición intrínseca a ser afectado o susceptible a sufrir daños físicos, económicos, sociales o políticos, como consecuencia de un evento de origen natural o antropogénico.

Figura 285. ¿Qué entiende por vulnerabilidad la población de la ciudad de Tulum?



¿Podría mencionar si ha escuchado o entiende qué significa la palabra resiliencia?

El porcentaje de la población que entiende o ha escuchado el concepto de resiliencia, fue mínimo, solamente el 6.11% respondió que si ha escuchado o entiende lo que significa "RESILIENCIA". La percepción de la población fue que "nunca" habla escuchado el concepto y fueron pocas las respuestas, sin embargo, se obtuvo una respuesta adecuada "capacidad de sobreponerse de los riesgos" (figura 286).

El concepto de RESILIENCIA, de acuerdo con ONU-HABITAT (2018), "describe la habilidad de cualquier sistema urbano de mantener continuidad después de impactos o de catástrofes mientras contribuye positivamente a la adaptación y la transformación".

Figura 286. ¿Qué entiende por vulnerabilidad la población de la ciudad de Tulum?





SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

ACTA DE LA SEXAGÉSIMA SEGUNDA SESIÓN ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, PERÍODO CONSTITUCIONAL 2021-2024.

En la Ciudad de Cozumel, Municipio del mismo nombre, Estado de Quintana Roo, estando al día Doce del mes de Abril del año dos mil Veinticuatro, se reunieron en el Salón de Cabildo (Salón Municipios de Quintana Roo), los siguientes ciudadanos: Ciudadana Juanita Obdulia Alonso Marrufo, Presidente Municipal de Cozumel; Ciudadano Bruno Estaban Díaz Solís, Síndico Municipal; Ciudadana Ángela Del Socorro Carrillo Chufin, Primera Regidora; Ciudadano Daniel Adrián Guat Manzanilla, Segundo Regidor; Ciudadana Fabiola Aislinn Chávez Brito, Tercera Regidora; Ciudadano Martín Luna Alvarez, Cuarto Regidor; Ciudadana Genny Aracelly Martínez Koh, Quinta Regidora; Ciudadano Pedro Francisco Centeno Ka, Sexto Regidor; Ciudadano Emilio Villanueva Sosa, Séptimo Regidor; Ciudadana Genny Vanessa Gracia Aguilar, Octava Regidora; Ciudadano Miguel Ángel Cante Ávila, Noveno Regidor; para efecto de llevar a cabo la Sexagésima Segunda Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, con calidad de pública, para el periodo dos mil veintiuno, dos mil veinticuatro, actuando como secretario de actas el Licenciado Ociel González González, en su carácter de Secretario General del Honorable Ayuntamiento de Cozumel, Quintana Roo. En estricto cumplimiento a las normas jurídicas aplicables, la sesión tuvo verificativo en el orden siguiente.

Table with 2 columns: 'USO DE LA VOZ' and 'Text'. Rows include: 'LA PRESIDENTE MUNICIPAL' (Buenos días. Síndico Municipal, Regidoras y Regidores de este Honorable Ayuntamiento...), 'EL SECRETARIO GENERAL' (Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto del día es el número UNO...), 'LA PRESIDENTE MUNICIPAL' (Secretario proceda con el pase de lista y declaración del quórum legal.), and 'EL SECRETARIO GENERAL' (Presidenta, integrantes del Cabildo, antes de proceder con el pase de lista, les informo que derivado de la temporalidad de la primera licencia que solicito mediante oficio AC/REG/7/2024/0002 el Ciudadano Pedro Oscar Joaquín Delbouis, en su carácter de Séptimo Regidor Propietario, por un término de hasta 30 días a partir del 2 de marzo del año 2024, el cual fuera aprobado por los integrantes de este Ayuntamiento en la Vigésima Novena Sesión).

Handwritten notes and signatures on the right side of the page, including 'Diana el punto Verónica' and several illegible signatures.

Handwritten signatures at the bottom of the page.



SECRETARIA
GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

2

	Extraordinaria, el Licenciado Emilio Villanueva Sosa, podrá reincorporarse nuevamente a sus funciones de Séptimo Regidor Suplente en caso de que se apruebe la autorización de la nueva solicitud de licencia temporal del Séptimo Regidor propietario, mismo que se desahogara en el punto cinco de la presente sesión. procedo con el pase de lista.
PRESIDENTE MUNICIPAL: JUANITA OSBULIA ALONSO MARRUFO,	PRESENTE
SINDICO MUNICIPAL: BRUNO ESTEBAN DIAZ SOLIS,	PRESENTE
PRIMERA REGIDORA: ANGELA DEL SOCORRO CARRILLO CHULIN,	PRESENTE
SEGUNDO REGIDOR: DANIEL ADRIAN GUAL MANZANILLA,	PRESENTE
TERCERA REGIDORA: FABIOLA AISLINN CHAVEZ BRITO,	PRESENTE
CUARTO REGIDOR: MARTIN LUNA ALVAREZ,	PRESENTE
QUINTA REGIDORA: GENNY ARACELY MARTINEZ KOH,	PRESENTE
SEXTO REGIDOR: PEDRO FRANCISCO CENTENO KU,	PRESENTE
OCTAVA REGIDORA: GENNY VANESSA GRACIA AGUILAR,	PRESENTE
NOVENO REGIDOR: MIGUEL ANGEL CANTE AVILA,	PRESENTE
CONTINUA EN USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que se encuentran presentes LA MAYORIA de las y los integrantes del Honorable Ayuntamiento. Por lo que existe quorum para que tenga verificativo esta sesión.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, atentamente le solicito continúe con el siguiente punto del Orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto del Orden del día es el punto número DOS y consiste en la instalación de la sesión.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Solicito a las personas presentes ponerse de pie. Siendo las nueve horas con trece minutos del día viernes, doce de abril del año dos mil veinticuatro, se declara formalmente instalada la Sexagésima Segunda Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, para el periodo dos mil veintiuno dos mil veinticuatro. Les pido a todos tomar asiento.

Handwritten notes and signatures on the right side of the page, including names like 'Miguel', 'Vanessa', and several illegible signatures.

Handwritten signatures at the bottom of the page.



SECRETARIA
GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

3

	Secretario, sírvase a proceder con el siguiente punto del orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, el siguiente punto del orden del día, es el número TRES, y corresponde a la lectura del orden día y su aprobación en su caso.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, proceda con el desahogo de la lectura del orden del día para su aprobación en su caso.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	<p>Presidente Municipal, le informo que el contenido del orden del día es el siguiente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lista de asistencia y declaración del quórum legal. 2. Instalación de la sesión. 3. Lectura del orden del día para su aprobación en su caso. 4. Iniciativa Triclasiva simple, de la Licenciada Fabiola Alálinn Chávez Brito, en su calidad de Tercera Regidora del Honorable Ayuntamiento de Cozumel, Quintana Roo, por la que solicita al Honorable cuerpo del Cabildo, acuerde procedente el 80% de descuento en el pago del derecho municipal para el "Reconocimiento de Identidad" a partir de su aprobación el 15 de abril del presente año, en marco a la celebración del 31 de marzo día internacional de la Visibilidad Trans (Travesti, Transgénero, Transexual) para cualquier persona que cuente con la mayoría de edad que así lo solicite en el Registro Civil del Municipio de Cozumel, Quintana Roo; en los términos dispuestos en el oficio AC/REG/3/2024/00015 de fecha veintisiete de marzo del año dos mil veinticuatro. 5. Solicitud que realiza el Licenciado Pedro Oscar Joaquín Delbouis, en su calidad de Séptimo Regidor propietario del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, a efecto de que se le autorice por el Cabildo del Ayuntamiento de Cozumel, una nueva licencia hasta por sesenta días y esta sea efectiva a partir del día primero de abril del presente año, en los términos dispuestos en el oficio de fecha veintisiete de marzo del año dos mil veinticuatro. 6. Propuesta de punto de acuerdo por el cual la Licenciada Juanita Obdulía Alonso Mamú, Presidente Municipal,

[Handwritten signatures and notes in blue ink]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

4

	<p>solicita al Honorable Cuerpo de Cabildo, que, en caso de ser aprobada la solicitud de licencia, la dispensa de la lectura y aprobación del Acta de la presente Sesión, para proceder a su firma y pueda ser publicada en el Periódico Oficial del Estado.</p> <p>7. Clausura de la sesión.</p> <p>Es cuanto Presidente Municipal.</p>
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, continúe con el proceso de someter a discusión y votación el punto del orden del día de la presente sesión.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	<p>Integrantes de este Ayuntamiento, se les concede el uso de la voz, para que se manifiesten respecto del contenido del orden del día de la presente sesión.</p> <p>Ahora lo conducente, es realizar la votación en forma económica.</p> <p>Se somete a su consideración el orden del día de la Sexagésima Segunda Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo para el Período Constitucional 2021-2024, por lo que solicito a las y los Integrantes del Cabildo levantar la mano quienes estén por la afirmativa</p> <p>Presidente Municipal le informo que el sentido de la votación es de APROBADA por MAYORIA de los asistentes.</p> <p>Es cuanto Presidente Municipal.</p>
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, continúe con el siguiente punto del orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	<p>Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto del orden del día es el número CUATRO y corresponde a la Iniciativa simple, de la Licenciada Fabiola Alisón Chávez Brito, en su calidad de Tercera Regidora del Honorable Ayuntamiento de Cozumel, Quintana Roo, por la que solicita al Honorable cuerpo del Cabildo, acuerde procedente el 80% de descuento en el pago del derecho municipal para el "Reconocimiento de identidad" a partir de su aprobación al 15 de abril del presente año, en marco a la celebración del 31 de marzo día Internacional de la Visibilidad Trans (Travesti, Transgénero, Transexual) para cualquier persona que cuente con la mayoría de edad que así lo solicite en el Registro Civil del Municipio de Cozumel, Quintana Roo; en los términos dispuestos en el oficio AC/REG/3/2024/00015 de fecha veintisiete de marzo del año dos mil veinticuatro.</p>

[Handwritten signature]



SECRETARIA
GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

5

USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Se concede el uso de la voz a la Licenciada Fabiola Aislínn Chávez Brito, en su calidad de Tercera Regidora del Honorable Ayuntamiento de Cozumel, Quintana Roo, para que proceda a exponer el contenido de la presente iniciativa.
USO DE LA VOZ: LA TERCERA REGIDORA.	Muy buenos días compañeros Regidores, Presidenta, Secretario General, Síndico Municipal, Gente que nos acompaña, Medios de Comunicación y Medios de las Redes sociales; quisiera dejar en actas que los días que las personas podrán ejercer este recurso será desde el día quince de abril hasta el 30 del mismo mes, es un cambio con el objetivo de que puedan aprovechar este descuento, el descuento que pagarían sería de ciento cuarenta y cinco pesos a ciento sesenta y un pesos, por lo que me gustaría contar con su apoyo compañeros como lo hemos hecho estos tres años en la administración, los años dos mil veintidós, dos mil veintitrés y si se aprueba en el dos mil veinticuatro.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Gracias, Regidora. Secretario, continúe con el proceso de someter a discusión y votación el contenido de la iniciativa que se desahoga en el presente punto del orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Integrantes del Ayuntamiento, se les concede el uso de la voz, para que se manifiesten respecto de la iniciativa que se desahoga en el presente punto del orden del día. Se le concede el uso de la voz al Sexto Regidor, Pedro Centeno.
USO DE LA VOZ: EL SEXTO REGIDOR.	Buenos días Presidenta, Síndico, Compañeros Regidores y Regidoras y los aquí presentes; como bien dice la compañera Regidora te hemos apoyado en todo, pero pienso en este momento me extraña que hayan subido esta propuesta porque recuerda en que tiempo que nos encontramos, nos encontramos en tiempos electorales ahora cualquier programa e iniciativas como estas puede ser mal utilizado, no hemos tenido objeción en apoyarte anteriormente pero yo pienso que en este momento aprobar algo así, es como intentar coaccionar con algo no es que sea tu intención, pero recuerda que en política si se maneja así las cosas al final esa iniciativa tuya puede ser difundida como un logro de esta administración y repito me extraña que en tiempos electorales o en tiempos electorales aprueben este tipo de iniciativas.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Se toma nota de lo expuesto por el Sexto Regidor, y se transcribe en el acta de la sesión. Se le concede el uso de la voz al Noveno Regidor, Miguel Cante.
USO DE LA VOZ: EL NOVENO REGIDOR.	Gracias. Muy buenos días, Presidente Municipal, Secretario General, Síndico y Compañeros presentes; de lo único que si voy a solicitar en las posteriores sesiones es realizar el calendario

[Handwritten signatures and notes in the right margin]

[Handwritten signatures at the bottom of the page]



SECRETARÍA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

	<p>general. La verdad es que, en lo personal, tengo mis dudas porque no se nos presentó un impacto presupuestal sobre la iniciativa de un 80% de descuento. Me gustaría saber los datos porque nosotros hemos apoyado la iniciativa de nuestra Regidora. Me gustaría saber cuántos han sido beneficiados con este tema, cuántas personas realmente han funcionado sin la iniciativa en años anteriores. Digo, las cosas positivas las tenemos que aprobar y las que no nos han funcionado también hay que decirlo: no funcionan, no sirven, hay que desecharlas. Pero si es importante que la Secretaría General, previamente, y lo digo para todos los Regidores, tenemos que pasar la iniciativa y tenemos que preverlo. Si la Secretaría General no lo hace, sería bueno que nos reúna a los Regidores, que platicue sobre su iniciativa, que nos socialice el tema y, al final, aprobemos qué cosas, Regidora, y que si la vamos a aprobar. Porque hoy, en este momento, me gustaría tener la aprobación por no la socializaste y mucho menos la Secretaría General no la pasó a precalificado. Entonces, es importante precalificado para no estar tomando estos temas en este momento.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.</p>	<p>Se toma nota de lo expuesto por el Noveno Regidor y se transcribe en el acta de la sesión.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SÍNDICO MUNICIPAL.</p>	<p>Se le concede el uso de la voz al Síndico Municipal.</p> <p>Muy buenos días Presidenta, Compañeros Ediles yo no mas quiero dejar en claro que si falta socializar esta iniciativa y también como dice el Regidor Carte no se acompaña un estudio de impacto presupuestal y quienes han sido los beneficiarios de este tema, y también otra parte importante y si me gustaría que me aclararan y es que ahí tengo mis duda estamos dando un descuento de un 80% en referente en el pago de un derecho entonces yo no sé si se analizó el marco jurídico tanto del Código Fiscal del Estado de Quintana Roo, la Ley de Hacienda Municipal hasta cuanto es el importe o porcentaje que puede ascender un descuento otorgado por ejemplo nosotros un impuesto que tengo presente en estos momentos es el impuesto predial, el impuesto predial tiene límites yo me imagino que los derechos igual y si no es así pues me falta corroborar esa información, yo creo que esa parte es importante porque considero que si bien es cierto que hay que apoyara a la comunidad, tampoco nos podemos extralimitar en nuestras funciones aprobando porcentajes por encima del marco que establecen las disposiciones fiscales o aplicables, en esta caso tampoco se acompaña el fundamento legal yo creo que esa parte hay que precisar para que se pudiera tomar una decisión, porque yo estoy absolutamente a favor pero quiero aprobar un porcentaje en función de lo que marca la Ley, los límites establecidos es cuanto.</p>

[Handwritten notes and signatures on the right side of the page, including names like 'Vanessa' and 'Daniel Pichot' and various initials.]

[Handwritten signatures at the bottom of the page.]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL</p>	<p>Se toma nota de lo expuesto por el Síndico Municipal, y se transcribe en el acta de la sesión.</p> <p>Nomás para cumplimentar, todas las iniciativas son puntos que solicita suban Cabildo ya sea la Presidente Municipal o Ustedes Miembros del Cabildo, siempre se les pregunta de trabajar en las mesas de trabajo que si bien no están reglamentadas, no son obligatorias porque ustedes saben que convocamos a muchas mesas de trabajo denominadas precabildes y en ocasiones se presentan una o dos personas sin embargo lo seguimos haciendo en esta ocasión no fue la excepción se le planteo la posibilidad a quien propone el punto de que se socialice este tema ¿por qué? porque al final de cuentas quien sube la iniciativa tiene un fin que se apruebe y si él tiene un interés con su iniciativa de que se apruebe, tiene que ser la primera persona que solicite que se socialice para que se conozca toda la ruta, nosotros como Secretaría General cumplimos en enviar el libro de trabajo donde está todo el contenido pero los detalles en un dialogo, en un intercambio de ideas debe de ser una iniciativa complementaria del que presenta el documento, nosotros siempre tenemos esa apertura lo seguiremos haciendo porque bueno al final de cuentas si yo presentara una iniciativa mi propósito final es que se apruebe y tendría yo que aplicar toda la ruta para que si hay dudas o aclaraciones se lleven a cabo, pero si ustedes determinan que las sesiones obligadamente sea de cualquier punto se tenga que precabildo lo podemos hacer en económico un acuerdo y seguimos que les puedo asegurar que un 95% se ha realizado así.</p> <p>Se le concede el uso de la voz al Tercera Regidora, Fabiola Aislán.</p>
<p>USO DE LA VOZ: LA TERCERA REGIDORA.</p>	<p>Lo ideal Regidor, era que se entregara el veintisiete bueno lo entregamos el tres y era que no pasara en la primera semana de abril para cumplir esta fecha para no pasar a los tiempos electorales, también en Secretaría General me dijeron que no era necesario el precabildo sin embargo con anterioridad yo ya había mandado mensaje a unos cuantos Regidores diciendo que yo iba a presentar una propuesta y esperaba su apoyo, hoy en la mañana previamente les comente a unos compañeros y pues también el presupuesto que pedía el Licenciado Bruno, la Tesorería contesto que no había ningún impacto presupuestal, el primer año hubo dos personas que hicieron este cambio, el según do año cinco y esperamos que este año pueda haber un poco más de personas que puedan aprovechar este descuento, es cuanto</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL</p>	<p>Se toma nota de lo expuesto por la Tercera Regidora y se transcribe en el acta de la sesión.</p>

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

	<p>Gracias, efectivamente como se mencionó en la lectura del punto el documento fue presentado el día veintisiete de abril, pero el día veintiocho y veintinueve fueron días inhábiles más el sábado y el domingo nos puso en complicaciones por motivo de agenda en presidencia y también de todos ustedes entonces no pudimos subir el documento, la convocatoria el día lunes primero o dos entonces, si se presentó el veintisiete y aparece que fuera tres o cuatro días del mes pero no, fueron días inhábiles jueves, viernes, sábado y domingo.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SEXTO REGIDOR.</p>	<p>Se le concede el uso de la voz al Sexto Regidor, Pedro Centeno.</p> <p>No me extraña que usted siempre quiera salirse por la tangente, secretario, usted dice que nos han convocado a mesa de trabajo, recuerde que los que siempre llegan tarde son ustedes, dice que hay que sujetarse a la agenda de presidencia, la mayoría de las veces la presidenta no ha estado con nosotros, cuando realmente hay un punto que le interesa a ella es cuando asiste, normalmente manda representantes y está dentro de la ley, no pasa nada, lo acaba de decir la regidora Fabiola, que le dijeron en Secretaría General que no era necesario hacer una mesa de trabajo, entonces quien se contradice, los mentirosos somos los de Cabildo porque en Secretaría General siempre tienen la razón, le recuerdo también que aquí en este lugar me tengo dicho y me tengo demostrado con documentos que una iniciativa de la misma regidora Fabiola, la metió y en doce horas estaba en la convocatoria, entonces no diga usted que por falta de tiempo o porque eran días inhábiles o era fin de semana no se pudo hacer, cuando se quieren hacer las cosas aquí en esta administración se hacen como por arte de magia, voy a tocar un punto muy delicado aprovechando mi tiempo y es pues gracias a los acontecimientos que pasaron ayer, me extraña que esto los medios de comunicación no lo hagan viral, porque si debe de ser algo viral en nuestra comunidad, en una sesión de Cabildo la Presidenta Municipal presumió que el Gobierno del Estado nos estaba apoyando con la faraónica obra de la avenida Rafael E Melgar, una obra que es una mentira y aquí mismo le dije que nosotros con el dinero que nos debe la Fundación de Parques y Museos que son más de doscientos millones de pesos con los que han estado haciendo campaña los de morena, nos vienen a dar migajas, nos quitan el dinero de las licencias y aun así se lo agradecemos y nos arrodillamos como Ayuntamiento ante el Gobierno del Estado, engañando a la comunidad Cozumeleña y diciéndole que los problemas de drenaje de Cozumel se iban a solucionar con esa nefasta obra, aquí mismo dije que si nos hubiéramos sentado a negociar con el gobierno del estado, esos doscientos millones nos</p>

[Handwritten signatures and notes in the right margin]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signatures at the bottom of the page]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

alcanzarían para solucionar ese problema el cual es UNO: La planta de tratamiento de aguas negras San Miguelito, ya no tiene la capacidad suficiente para recibir todas las descargas. Ese es el verdadero problema, hay que ampliar esa planta de tratamiento de aguas negras, sin embargo a esta administración, repito, no le interesa el bienestar de la comunidad, prefiere seguir practicando la sumisión, que esa es la doctrina de morena de la que desgraciadamente pertenezco y de la cual pues soy fundador, no me arrepiento pero sí me da vergüenza la gente que llegó ahorita, en lugar de recibir migajas, deberíamos andar exigiendo que se nos pague, ayer con una pequeña lluvia y fue difundida por algunos medios de comunicación, rebosando los drenajes de aguas negras y aún el día que tuve un accidente, el miércoles pasado, en la calle de la siete con Melgar, que no había lluvia, había una peste espantosa y se lo pueden ir a preguntar a los empresarios de esa área, asimismo presumimos con bombo y platillo que la Gobernadora del Gobierno del Estado nos iba reencarpetar desde la avenida Claudio Canto hasta la veintinueve sobre la Rafael E. Melgar, reencarpetar significa levantar la porquería que tenemos de carretera y poner una nueva, criticábamos a gobiernos anteriores porque esa ha sido una de las principales actividades que ha hecho este gobierno, criticar a gobiernos anteriores, ¿pero que creen? Le volvimos a untar frijol colado a las carreteras, dense una vuelta por la carretera Costera Sur, tómense foto a las guarniciones, a los camellones, ya prácticamente no hay, porque solo se les subió el nivel a las carreteras a esos que van en moto, en bicicleta ya se andado cuenta que los registros de aguas negras, los de agua potable esta subidas un día de estos va ocurrir un accidente pero eso no nos importa porque solo son un gobierno de la cuatro T eso es lo que teníamos que hacer como gobierno, esos que están presumiendo que son de la cuarta transformación ¿a qué segundo piso se refieren?, al segundo piso de la destrucción de nuestro municipio de nuestro estado de nuestro país, que vergüenza que toda vía con este gobierno nefasto que practican tengan el descaro de salir a ser campaña, algunos ya les está llegando su karma verá y a otros no les toco nada y que bueno espero que esto que estoy diciendo sea difundido, yo por denunciar corrupción, nepotismo, tráfico de influencias, Amiguismo, compadrazmo hicieron todo lo posible por sancionarme y me castigaron dos años y saben que no me importa porque no toda mi vida eh estado acostumbrado a vivir del gobierno, toda mi vida eh vivido de mi trabajo pobres de los que solo saben vivir de la política, pobres de los que solo saben estirar la mano para pedir o ser serviles por alcanzar un hueso yo me regreso a lo que sé hacer tengo treinta y cuatro años en el buceo

Handwritten notes and signatures on the right side of the page, including names like 'Venerable' and 'D. Pedro Pineda'.

Handwritten signatures at the bottom of the page.



SECRETARÍA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

10

	y me sigue encantando el buceo pobres de los que no tiene otro modo de vida , gracias
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Se toma nota de lo expuesto por el Sexto Regidor, y se transcribe en el acta de la sesión. Se le concede el uso de la voz a la Presidente Municipal .
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	En efecto, el gobierno de la 4T después de veinte años que se necesitaba hacer una obra de drenaje que aclaramos desde un inicio que el drenaje se tiene que cambiar en su totalidad, el tiempo de vida de esa obra ya venció, el material con el que se hizo en su momento era con lo que se tenía, era de asbesto ese material ya no existe y la problemática no solamente existe sobre la avenida Rafael Melgar, el problema existe en toda la isla y se dijo muy claro que se iba a iniciar con una obra del gobierno del Estado, una obra millonaria que se invirtió una buena cantidad de dinero que es el conector principal de las aguas residuales que va en la avenida Rafael Melgar y se está realizando esta obra, esta obra en efecto, tiene ahí algunos detalles, la obra no ha sido entregada y por parte del gobierno municipal también hemos hecho nuestras observaciones para que se arregle, pero lo que sí hay que resaltar, es que es una obra que se debió haber hecho desde hace más de 20 años y no se había volteado a ver hacia una necesidad. Incluso se le había ofrecido a los Presidentes Municipales anteriores y habían comentado que no iban a hacerse responsables de una obra de esta naturaleza por el costo político que implicaba hacer una obra así, en efecto, una obra de esta naturaleza trae en el momento de su ejecución trae molestias hacia los ciudadanos, hacia los turistas, pero no podemos seguir posponiendo obras de esta naturaleza que son necesarias para el Municipio de Cozumel, y no podemos posponerlo por temor precisamente a las críticas porque es una obra como cualquier obra, que cuando se realiza puede tener ahí sus observaciones y se tendrán que resolver. Por otro lado, lo que usted comenta de lo que debe la Fundación, le repito que eso es un proceso legal, está en proceso, y bueno cuando se resuelva ya esperemos que sea a favor del Ayuntamiento de Cozumel, con respecto a la planta de tratamiento es algo similar, es una planta que se ha pedido sobre todo a los ambientalistas en Cozumel han levantado la voz precisamente por este tema y desde el mes de enero en una visita de la Señora Gobernadora, que le agradecemos nuevamente porque desde el primer día que fuimos a solicitar estas obras que son necesarias para Cozumel, desde el primer día dio indicación para que se atiendan estos temas, entendiendo la prioridad de los temas, también se dio indicación de que se atiendan la planta de tratamiento, y en enero en una reunión a la que vino para Cozumel

Handwritten notes and signatures:
 - Top right: *[Signature]*
 - Middle right: *Alfonso*
 - Middle right: *Vannu*
 - Middle right: *[Signature]*
 - Middle right: *[Signature]*
 - Middle right: *[Signature]*
 - Bottom right: *[Signature]*
 - Bottom right: *[Signature]*

Handwritten notes and signatures at the bottom:
 - *[Signature]*
 - *[Signature]*
 - *[Signature]*



SECRETARIA
GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

	<p>con los hoteleros dio la noticia que en este año dos mil veinticuatro se iba a invertir en esta planta de tratamiento San Miguelito, bueno se está trabajando, estamos conscientes y lo hemos dicho en múltiples ocasiones que el rezago en todas las áreas es enorme y se está avanzando a pasos agigantados.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.</p>	<p>Se toma nota de lo expuesto por la Presidente Municipal y se transcribe en el acta de la sesión.</p> <p>Se le concede el uso de la voz al Noveno Regidor, Miguel Caste.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL NOVENO REGIDOR</p>	<p>Gracias, buen día a todos en estén presidenta era el ocho de marzo a la una de la tarde en la sala presidentes cuando le hice una pregunta cuando quedan las cámaras de video vigilancias de Cozumel y usted me asegura la próxima semana que entra, ósea el quince estamos a casi a mediados del mes de abril y bueno ni por parte de usted ni por los medios de comunicación ni por comunicación social no se les invito a la inauguración de estas video cámaras de seguridad la verdad es que desde a mi punto de vista muy personal, dinero tenemos, dinero hemos tenido en esta administración, hemos aprobado el techo presupuestal de treinta y un nueve millones para estas video cámaras, pues ya imagino que se inició pero no hemos visto la inauguración como muchas proyectos del dos mil veintitrés que no hemos cerrado que no se han inaugurado que no se han dado bien y si queremos ahora si como cuidanos cómo regidor estén pedirle que nos dé cuenta de este tema, es cuanto</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.</p>	<p>Se toma nota de lo expuesto por el Noveno Regidor y se transcribe en el acta de la sesión.</p> <p>Se le concede el uso de la voz a la Presidente Municipal.</p>
<p>USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.</p>	<p>Le recuerdo que a partir de primero de marzo entramos a un periodo de veda electoral, en ese periodo no se puede realizar actos inaugurales sin embargo las cámaras de video vigilancia están en funcionamiento ya, lo invito que el día que usted quiere, si gusta usted saliendo podamos ir a visitar el videobold que se tiene en la Dirección de Seguridad, para que usted pueda ver el monitoreo de estas cámaras, la totalidad de las cámaras de video vigilancia están en funcionamiento y bueno también se quedaron obras como los domos que tampoco pudieron ser inaugurados porque inicio el periodo electoral pero bueno ya estaremos en condiciones posteriormente de realizar los eventos de inauguración en el que estará usted como en todas las inauguraciones invitado.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.</p>	<p>Se toma nota de lo expuesto por la Presidente Municipal y se transcribe en el acta de la sesión.</p>

11

[Handwritten signature]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

12

<p>USO DE LA VOZ: EL SINDICO MUNICIPAL</p>	<p>Se le concede el uso de la voz al Sindico Municipal.</p> <p>Buenos dias compañeros Ediles, yo únicamente para efecto de comentarles a la Secretaria General, que estoy próximo a presentar una iniciativa la cual es mi obligación como lo marca la Ley de los Municipios, que es remitir la cuenta pública, yo oreo que en esta ocasión mínimo la exposición en precalibreo para mis compañeros me va a llevar seis o siete días porque recordemos que en el ejercicio fiscal pasado tuvimos un presupuesto histórico de novecientos setenta y tres millones de pesos, una cantidad que dudo que se vuelva a repetir dentro de la historia de la municipalidad en virtud de que hubieron muchos refrendos, muchos remanentes del ejercicio pasado, hubieron ingresos extraordinarios en virtud de amparos que se sobreseyeron, entonces es fenómeno dudo que se vuelva a repetir habiendo un amplio margen para la cuenta pública pero entonces hay que analizar esa cantidades tal y como lo marca el catálogo del Consejo Nacional de Amortización Contable, y comentarles si no he subido la iniciativa es que estoy en la espera de la información que me remita la Dirección de Obras Públicas, Eventos Generales por cuanto hace a los estados financieros que fueron presentados por la Tesorera, pues que me los presento de golpe porque normalmente no me presenta información y también por otro lado voy a presentar unas iniciativas referente a una transferencia que hicimos que se pide en términos de Ley, establece un mecanismo solidario y otra iniciativa referente al Servicio de Administración Tributaria, pues nos extraña a los compañeros Regidores que se notificó a la Tesorera y no fue y pues un servidor tuvo que atender esa reunión en Cancún y decirles que en obligaciones fiscales vamos bien nomas hay una referencia del dos mil veintuno que hay que hacerle una modificación con saldo a favor ya se cometo con la gente de Servicio de Administración Tributaria para que podamos tener la atención, este tema del timbrado en carácter de reforma fiscal, sin ninguna observación con esa parte ya queda limpia el tema fiscal, eso si es de reconocerse igual agradecerle a la contadora, es cuanto.</p>
<p>USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL</p>	<p>Se toma nota de lo expuesto por el Sindico Municipal, y se transcribe en el acta de la sesión.</p> <p>Ahora lo conducente, es realizar la votación en forma económica por lo que solicito a las y los integrantes del cabildo que estén por la afirmativa levantar la mano.</p> <p>Presidente Municipal le informo que el sentido de la votación es de APROBADA por MAYORIA.</p>

[Handwritten notes and signatures in blue ink, including the name 'Vannina' and several illegible signatures.]

[Handwritten signatures in blue ink at the bottom of the page.]



SECRETARIA
GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto es el número CINCO y corresponde a la solicitud que realiza el Licenciado Pedro Oscar Joaquín Delbouis, en su calidad de Séptimo Regidor propietario del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, a efecto de que se le autorice por el Cabildo del Ayuntamiento de Cozumel, una nueva licencia hasta por sesenta días y esta sea efectiva a partir del día primero de abril del presente año, en los términos dispuestos en el oficio de fecha veintisiete de marzo del año dos mil veinticuatro.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Se le concede el uso de la voz al Licenciado Octel González González, Secretario General, para que proceda a informar lo referente al presente punto del orden del día
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	<p>Integrantes de este Cabildo del Municipio de Cozumel, les informo que en fecha 01 de abril del presente año, se recibió ante las oficinas de la Secretaría General Municipal un oficio signado por el Licenciado Pedro Oscar Joaquín Delbouis, en su calidad de Séptimo Regidor propietario, "oficio que se les envió en el libro de trabajo" de esta sesión, por el que solicita sea sometido a consideración de este Ayuntamiento; la autorización de una nueva licencia temporal hasta por 60 días sin goce de sueldo, a partir del día primero de abril del año 2024, a efecto de su participación en el proceso electoral municipal 2024.</p> <p>Lo anterior expuesto, y con fundamento en el artículo 120, 121 y 125 del Reglamento Interior del Ayuntamiento de Cozumel, se les hace de conocimiento, para los fines legales y administrativos correspondientes.</p> <p>Es cuanto Presidente Municipal.</p>
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, continúe con el proceso de someter a discusión y votación la solicitud de autorización expuesto en el presente punto del orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Integrantes del Ayuntamiento, se les concede el uso de la voz, para que se manifiesten respecto a la propuesta presentada en el presente punto del orden del día.
USO DE LA VOZ: EL SEXTO REGIDOR.	Se le concede el uso de la voz al Sexto Regidor, Pedro Centeno. Pues vamos a seguir tocando el punto anterior..... (se realiza una moción por no apagar al fono que se desahóge en el punto cinco)
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Regidor Centeno moción de orden; el punto es respecto a la solicitud presentada en este punto, para que haga alusión a la solicitud del Licenciado Pedro Oscar Joaquín Delbouis.

13

[Handwritten notes and signatures in the right margin]

[Handwritten signatures at the bottom of the page]



SECRETARIA GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

	Ahora lo conducente, es realizar la votación en forma económica por lo que solicito a las y los integrantes del cabildo que estén por la afirmativa levantar la mano. Presidente Municipal le informo que el sentido de la votación es de APROBADA por UNANIMIDAD.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, continúe con el siguiente punto del orden del día
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto es el número SEIS y corresponde a la Propuesta de punto de acuerdo por el cual la Licenciada Juanita Obedulia Alonso Marrufo, Presidente Municipal, solicita al Honorable Cuerpo de Cabildo, que, en caso de ser aprobada la solicitud de licencia, la dispensa de la lectura y aprobación del Acta de la presente Sesión, para proceder a su firma y pueda ser publicada en el Periódico Oficial del Estado.
SE DECLARA DESIERTA EI PUNTO SEIS.	Se declara desierto el punto numero seis en consecuencia, de un error humano en el desahogó punto referido.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Secretario, continúe con el siguiente punto del orden del día
USO DE LA VOZ: EL SECRETARIO GENERAL.	Presidente Municipal, le informo que el siguiente punto a desahogar es la clausura de la presente sesión.
USO DE LA VOZ: LA PRESIDENTE MUNICIPAL.	Solicito a las personas presentes ponerse de pie. No habiendo más puntos que tratar y previo a que fueron agotados todos y cada uno de los puntos del orden del día, se tiene formalmente clausurada la presente sesión, cuando son las nueve horas con cuarenta y siete minutos del día doce de abril del año dos mil veinticuatro, Se agradece su presencia.

[Handwritten notes and signatures in the right margin]
 Presidente Municipal
 Juanita Obedulia Alonso Marrufo

---Levantándose en este acto la presente Acta en duplicado, de conformidad con lo dictado en el artículo 61 de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo. -----

LA CIUDADANA PRESIDENTE MUNICIPAL

C. JUANITA OBEDULIA ALONSO MARRUFO.

[Handwritten signatures and initials]
 [Signature]
 [Signature]
 [Signature]



SECRETARIA
GENERAL

AYUNTAMIENTO DE COZUMEL

15

C. BRUNO ESTEBAN DÍAZ SOLÍS.
SÍNDICO MUNICIPAL

C. ÁNGELA DEL SOCORRO CARRILLO CHULÍN.
PRIMERA REGIDORA

C. DANIEL ADRIÁN GUAL MANZANILLA.
SEGUNDO REGIDOR

C. FABIOLA AISLÍNN CHÁVEZ BRITO.
TERCERA REGIDORA

C. MARTÍN LUNA ALVAREZ.
CUARTO REGIDOR.

C. GENNY ARACELLY MARTÍNEZ KOH.
QUINTA REGIDORA.

C. PEDRO FRANCISCO CENTENO KÚ.
SEXTO REGIDOR

C. EMILIO VILLANUEVA SOSA.
SEPTIMO REGIDOR

C. GENNY VANESSA GRACIA AGUILAR.
OCTAVA REGIDORA

C. MIGUEL ÁNGEL CANTE ÁVILA.
NOVENO REGIDOR

C. OCIEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ
SECRETARIO GENERAL DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO

LA PRESENTE HOJA DE FIRMAS CORRESPONDE AL ACTA DE LA SEXAGÉSIMA SEGUNDA SESIÓN ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, PARA EL PERÍODO DOS MIL VEINTIUNO DOS MIL VEINTICUATRO; DE FECHA DOCE DE ABRIL DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO. —



LICENCIADO OCIEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ, SECRETARIO GENERAL DEL AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, PARA EL PERÍODO 2021-2024, CON FUNDAMENTO EN LOS ARTÍCULOS 116 FRACCIÓN I, 117 Y 120 FRACCIÓN III DE LA LEY DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO; ASÍ COMO EL ARTÍCULO 50 DEL REGLAMENTO INTERIOR PARA EL AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, AUTORIZO EL ACTA QUE ANTECEDE A LA RELATIVA SEXAGÉSIMA SEGUNDA SESIÓN ORDINARIA DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO, DE FECHA DOCE DE ABRIL DEL DOS MIL VEINTICUATRO, CONSTANTE DE QUINCE HOJAS, CON TEXTO ÚNICAMENTE SUS ANVERSOS, TODAS Y CADA UNA DE ELLAS SUSCRITAS POR LOS MIEMBROS DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO QUE EN ELLA INTERVINIERON Y QUE ASÍ QUISIERON HACERLO. EN COZUMEL, QUINTANA ROO. A 12 DE ABRIL DEL DOS MIL VEINTICUATRO.



AYUNTAMIENTO DE COZUMEL
SECRETARIA GENERAL
LIC. OCIEL GONZALEZ GONZALEZ
SECRETARIO GENERAL DEL HONORABLE AYUNTAMIENTO



El que suscribe, **Licenciado Ociel González González**, Secretario General del Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, para el período constitucional 2021-2024, con fundamento en Artículo 120 Fracción VIII, de la Ley de los Municipios del Estado de Quintana Roo, en relación con el Artículo 16 Fracción VIII, del Reglamento Orgánico de la Administración Pública del Municipio de Cozumel, certifico que la presente es copia fiel y exacta del **Acta de la Sexagésima Segunda Sesión Ordinaria del Honorable Ayuntamiento del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, Periodo Constitucional 2021-2024**, celebrada en fecha **doce** del mes de **abril** del año dos mil **veinticuatro**, constante de **dieciséis** fojas útiles y cuyo original obra en los Archivos Municipales de esta Secretaría General. En Cozumel, Estado de Quintana Roo, a los veintiocho días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro.

A blue ink handwritten signature is written over a circular official stamp. The stamp features the coat of arms of Mexico and the text 'MUNICIPIO DE COZUMEL SECRETARÍA GENERAL COZUMEL, Q. ROO.' below it.



EXPEDIENTE NÚMERO: **DI-294/2017**

CRISTHIAN DAVID LOPEZ VARGAS
V. S.
TEODORA CORREA JIMENEZ

REMATE EN SUBASTA PÚBLICA
CONVOCATORIA DE POSTORES
EN PRIMERA ALMONEDA

*En la Ciudad de Chetumal, Capital del Estado de Quintana Roo, en las oficinas que ocupa la Junta Local de Conciliación y Arbitraje del Estado de Quintana Roo, ubicado en la Avenida Héroes de Chapultepec número 134 Altos entre Avenida de los Héroes y Avenida Juárez de la Colonia Centro, Código Postal 77000, Municipio de Othón P. Blanco, de esta Ciudad de Chetumal, Quintana Roo, tendrá verificativo la AUDIENCIA PÚBLICA de remate en subasta en PRIMERA ALMONEDA a las **NUEVE HORAS DEL DÍA VEINTISEIS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO**, sobre el 50% del bien embargado dentro del expediente marcado con el numero **DI-294/2017**, promovido por CRISTHIAN DAVID LOPEZ VARGAS en contra de TEODORA CORREA JIMENEZ, lo que se hace del conocimiento para las personas que quieran comparecer a la misma como postores.*

DESCRIPCIÓN DEL BIEN

*Predio embargado al 50%, identificado con el número de folio electrónico 2008010000000101271, ubicado en Avenida Maxuxac no. 226 Manzana 237, Lote 04; Fraccionamiento Comité Proterritorio; código postal 77086, Ciudad Chetumal, Municipio Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo; y según avalúo comercial que obra en autos, el 50% del bien embargado, asciende a la cantidad de **\$1,549,500.00 (SON: UN MILLON QUINIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS PESOS 00/100 MONEDA NACIONAL)** siendo postura legal la que cubra las dos terceras partes de dicho avalúo al 50%, que corresponde a la cantidad de **\$1,033,000.00 (SON: UN MILLON TREINTA Y TRES MIL PESOS 00/100 MONEDA NACIONAL)** debiendo la o las personas que concurren como postores exhibir en un billete de depósito de NACIONAL FINANCIERA, S.N.C., el importe del diez por ciento de su puja.*

Se expide la presente CONVOCATORIA, en cumplimiento al acuerdo de fecha cinco de agosto del año dos mil veinticuatro.

ATENJAMENTE

MAESTRO JAHIR LATABAN HERNÁNDEZ
PRESIDENTE DE LA JUNTA LOCAL DE CONCILIACIÓN
Y ARBITRAJE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO



AVISO DE DESLINDE

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

Aviso de medición y deslinde del predio denominado Gestero-001, con una superficie aproximada de 2,157.48 metros cuadrados, ubicado en el municipio de Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo.

En atención a las Obras del Gobierno de México consideradas de interés público y seguridad nacional, así como los proyectos prioritarios y estratégicos para el desarrollo nacional, con la finalidad de procurar por el óptimo aprovechamiento de los bienes del dominio público de la federación y atendiendo al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el caso específico del Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V., realiza una solicitud sobre el polígono denominado Gestero-001 con fundamento en lo dispuesto por los artículos 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 41 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 12, 13, 19, y 50 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 2, 6 fracción VII, 28, 49, 59 al 61, 66 y 84 de la Ley General de Bienes Nacionales; 2, 158, 159, 161 y demás aplicables de la Ley Agraria; 112 del Reglamento de la Ley Agraria en materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural y 20 fracciones V y XII del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, se faculta a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, a través de la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial y Agrario y, la Dirección General de Ordenamiento de la Propiedad Rural, para la administración de los terrenos baldíos y nacionales.

Esta última, mediante oficio No.II210.DGOPR.DTN.10937.2024 del 05 de junio del 2024, autorizó los trabajos de medición y deslinde del predio presuntamente propiedad de la nación denominado Gestero-001, con una superficie aproximada de 2,157.48 metros cuadrados, ubicado en el municipio de Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo. Asimismo, en el oficio de referencia se comisionó al suscrito perito deslindador para llevar a cabo la medición y deslinde del citado predio, por lo que, en cumplimiento a los artículos 14 Constitucional, 3 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 160 de la Ley Agraria, 101, 104 y 105 Fracción I del Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural, se publica, por una sola vez en el Diario Oficial de la Federación, en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Campeche y en el periódico de mayor circulación de esa entidad federativa con efectos de notificación a los propietarios, poseedores,



colindantes y todo aquel que considere que los trabajos de deslinde lo pudiesen afectar, para que dentro del plazo de 30 días hábiles contados a partir de la publicación del presente Aviso en el Diario Oficial de la Federación, comparezcan para exponer lo que a su derecho convenga, así como para presentar la documentación que fundamente su dicho en copia certificada o en copia simple acompañada del documento original para su cotejo, en términos de la fracción II del artículo 15-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Así mismo, en su comparecencia deberán señalar domicilio cierto para oír y recibir notificaciones. El croquis se encontrará a la vista de cualquier interesado correspondiente en la oficina de representación ubicada en Av. Calz. Veracruz No. 341, entre las calles Salvador Alvarado, esq. Con Manuel M. Dieguez, Col. Adolfo López Mateos (Planta Alta) C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo. Se hace saber que dicho aviso con el croquis respectivo se fijará a su vez, en los parajes cercanos al predio.

A las personas que no presenten sus documentos dentro del plazo señalado, o que habiendo sido notificadas a presenciar el deslinde no concurren al mismo, se les tendrá como conformes con sus resultados.

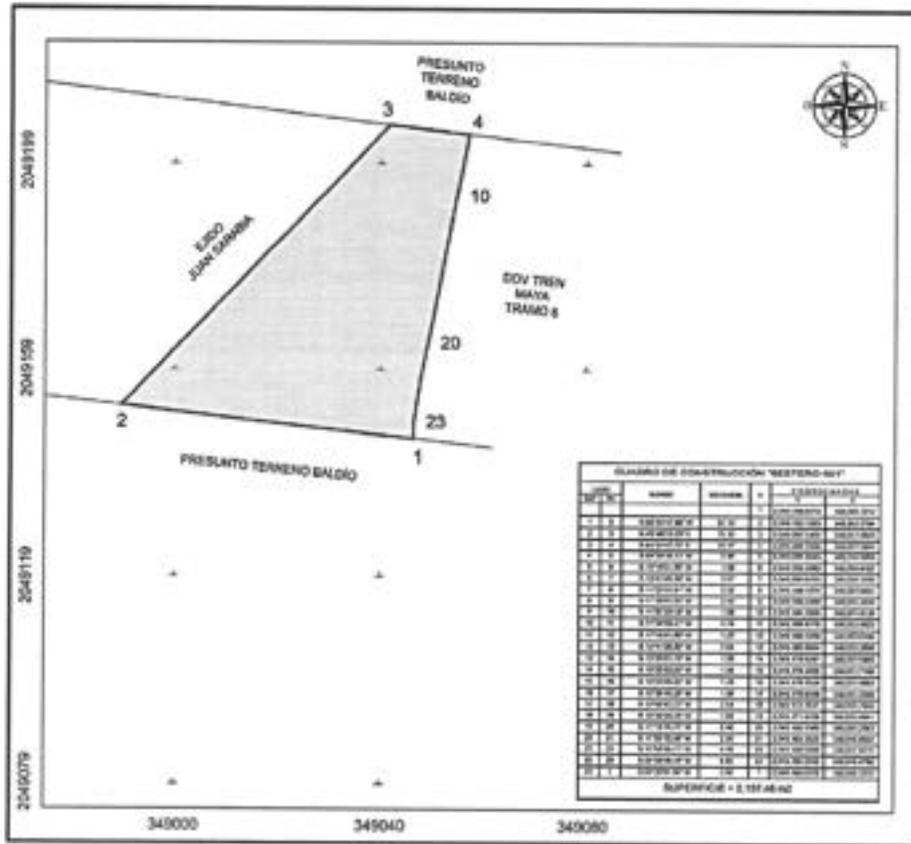
Para tal efecto, se especifica sobre el predio lo siguiente:

Predio: 6ester0-001
Solicitante: FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V.
Expediente: DGOPR/IETN-23QR/520/2022
Estado: Quintana Roo
Municipio: Othón P. Blanco
Superficie: 2,157.48 metros cuadrados.

Las medidas, colindancias y coordenadas de ubicación geográfica del predio son las siguientes:

AL NORTE: Presunto Terreno Baldío.
AL SUR: Presunto Terreno Baldío.
AL ESTE: Derecho de Vía del Tramo 6 del Proyecto Tren Maya.
AL OESTE: Terrenos del ejido Juan Sarabia.





CUADRO DE CONSTRUCCIÓN "BESTERO-001"						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
1	2	N 83°24'47.86" W	57.12	2	2,049,146.8073	349,046.3212
2	3	N 43°48'53.20" E	75.32	3	2,049,297.5402	349,041.6940
3	4	S 83°24'47.72" E	15.47	4	2,049,205.7659	349,057.0604
4	5	S 09°39'18.13" W	0.96	5	2,049,294.8243	349,050.9003
5	6	S 10°15'31.55" W	1.58	6	2,049,293.2683	349,056.6187
6	7	S 10°41'45.39" W	2.67	7	2,049,290.6433	349,050.1229
7	8	S 11°22'31.91" W	2.22	8	2,049,195.4674	349,055.6851
8	9	S 11°30'01.05" W	2.42	9	2,049,196.0089	349,055.2832
9	10	S 11°57'22.46" W	1.88	10	2,049,194.2600	349,054.8138
10	11	S 11°34'59.41" W	4.74	11	2,049,189.8178	349,053.8823
11	12	S 11°16'41.89" W	1.25	12	2,049,186.3958	349,053.6186
12	13	S 10°41'26.59" W	7.64	13	2,049,180.8944	349,052.2000
13	14	S 10°25'01.78" W	1.28	14	2,049,179.6241	349,051.9695
14	15	S 10°20'52.50" W	1.39	15	2,049,178.2553	349,051.7186
15	16	S 10°25'05.00" W	1.28	16	2,049,176.9924	349,051.4894
16	17	S 10°38'48.28" W	1.36	17	2,049,175.6559	349,051.2352
17	18	S 10°46'42.73" W	2.54	18	2,049,173.1617	349,050.7604
18	19	S 10°32'03.49" W	1.95	19	2,049,171.2458	349,050.4041
19	20	S 11°18'15.77" W	5.86	20	2,049,165.5046	349,049.2563
20	21	S 11°53'12.39" W	2.20	21	2,049,163.3523	349,048.6034
21	22	S 11°54'55.71" W	4.76	22	2,049,158.6990	349,047.8215
22	23	S 08°59'08.46" W	8.60	23	2,049,150.2042	349,046.4792
23	1	S 02°30'01.90" W	3.60	1	2,049,146.8073	349,046.3212
SUPERFICIE = 2,157.48 m2						

Cabe señalar que el polígono en cuestión versa sobre el Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, por lo que al tratarse de una obra destinada al beneficio social se acredita un interés general; en esa tesitura, se deben de otorgar todas las facilidades para sustanciar el debido procedimiento.

Chetumal, Quintana Roo, a 05 de junio de 2024.

PERITO COMISIONADO



SANDRA LUZ GONZÁLEZ BLANCO



DESARROLLO TERRITORIAL
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO



AVISO DE DESLINDE

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

Aviso de medición y deslinde del predio denominado Gesterero-002, con una superficie aproximada de 644.54 metros cuadrados, ubicado en el municipio de Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo.

En atención a las Obras del Gobierno de México consideradas de interés público y seguridad nacional, así como los proyectos prioritarios y estratégicos para el desarrollo nacional, con la finalidad de procurar por el óptimo aprovechamiento de los bienes del dominio público de la federación y atendiendo al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el caso específico del Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V., realiza una solicitud sobre el polígono denominado Gesterero-002 con fundamento en lo dispuesto por los artículos 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 41 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 12, 13, 19, y 50 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 2, 6 fracción VII, 28, 49, 59 al 61, 66 y 84 de la Ley General de Bienes Nacionales; 2, 158, 159, 161 y demás aplicables de la Ley Agraria; 112 del Reglamento de la Ley Agraria en materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural y 20 fracciones V y XII del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, se faculta a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, a través de la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial y Agrario y, la Dirección General de Ordenamiento de la Propiedad Rural, para la administración de los terrenos baldíos y nacionales.

Esta última, mediante oficio No.11210.DGOPR.DTN.10936.2024 del 05 de junio del 2024, autorizó los trabajos de medición y deslinde del predio presuntamente propiedad de la nación denominado Gesterero-002, con una superficie aproximada de 644.54 metros cuadrados, ubicado en el municipio de Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo. Asimismo, en el oficio de referencia se comisionó al suscrito perito deslindador para llevar a cabo la medición y deslinde del citado predio, por lo que, en cumplimiento a los artículos 14 Constitucional, 3 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 160 de la Ley Agraria, 101, 104 y 105 Fracción I del Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural, se publica, por una sola vez en el Diario Oficial de la Federación, en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Campeche y en el periódico de mayor circulación de esa entidad federativa con efectos de notificación a los propietarios, poseedores,



colindantes y todo aquel que considere que los trabajos de deslinde lo pudiesen afectar, para que dentro del plazo de 30 días hábiles contados a partir de la publicación del presente Aviso en el Diario Oficial de la Federación, comparezcan para exponer lo que a su derecho convenga, así como para presentar la documentación que fundamente su dicho en copia certificada o en copia simple acompañada del documento original para su cotejo, en términos de la fracción II del artículo 15-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Así mismo, en su comparecencia deberán señalar domicilio cierto para oír y recibir notificaciones. El croquis se encontrará a la vista de cualquier interesado correspondiente en la oficina de representación ubicada en Av. Calz. Veracruz No. 341, entre las calles Salvador Alvarado, esq. Con Manuel M. Dieguez, Col. Adolfo López Mateos (Planta Alta) C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo. Se hace saber que dicho aviso con el croquis respectivo se fijará a su vez, en los parajes cercanos al predio.

A las personas que no presenten sus documentos dentro del plazo señalado, o que habiendo sido notificadas a presenciar el deslinde no concurren al mismo, se les tendrá como conformes con sus resultados.

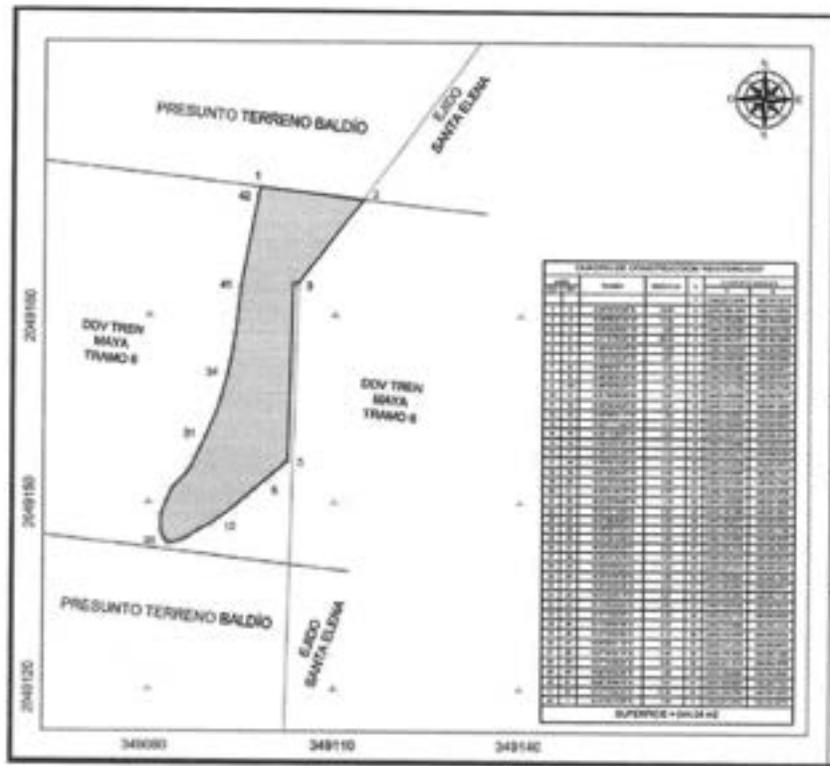
Para tal efecto, se especifica sobre el predio lo siguiente:

Predio: 6estero-002
Solicitante: FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V.
Expediente: DGOPR/IETN-23QR/520/2022
Estado: Quintana Roo
Municipio: Othón P. Blanco
Superficie: 644.54 metros cuadrados.

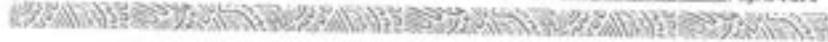
Las medidas, colindancias y coordenadas de ubicación geográfica del predio son las siguientes:

AL NORTE: Presunto Terreno Baldío y terrenos del ejido Santa Elena.
AL SUR: Derecho de Vía del Tramo 6 del Proyecto Tren Maya.
AL ESTE: Derecho de Vía del Tramo 6 del Proyecto Tren Maya.
AL OESTE: Derecho de Vía del Tramo 6 del Proyecto Tren Maya.





CUADRO DE CONSTRUCCIÓN "6ESTERO-002"						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,049,201,0608	349,097,8079
1	2	S 83°24'47.80" E	10.80	2	2,049,199,1334	349,114,5003
2	3	S 36°56'27.30" W	17.42	3	2,049,185,2089	349,104,6300
3	4	N 89°33'03.51" W	0.82	4	2,049,185,2183	349,103,2129
4	5	S 01°31'04.61" W	26.43	5	2,049,156,2971	349,102,4599
5	6	S 49°43'49.45" W	0.59	6	2,049,156,4134	349,102,0069
6	7	S 59°16'30.99" W	2.81	7	2,049,154,6164	349,099,8443
7	8	S 49°50'37.71" W	1.16	8	2,049,153,8663	349,098,9577
8	9	S 49°39'36.20" W	2.55	9	2,049,152,2190	349,097,8157
9	10	S 49°52'56.87" W	1.62	10	2,049,151,1735	349,095,7748
10	11	S 51°00'09.38" W	2.41	11	2,049,149,6568	349,093,9017
11	12	S 52°30'49.21" W	3.20	12	2,049,147,7120	349,091,3059
12	13	S 54°09'01.17" W	1.83	13	2,049,146,6421	349,089,8852
13	14	S 62°11'11.52" W	2.12	14	2,049,145,6500	349,088,0063
14	15	S 54°10'25.81" W	2.02	15	2,049,144,4710	349,086,3719
15	16	S 64°22'51.69" W	1.21	16	2,049,143,9488	349,085,2629
16	17	S 70°31'26.06" W	1.13	17	2,049,143,5715	349,084,2159
17	18	S 78°58'15.25" W	0.74	18	2,049,143,4294	349,083,4870
18	19	N 87°25'54.81" W	0.39	19	2,049,143,4467	349,083,1010
19	20	N 43°05'30.60" W	0.48	20	2,049,143,7956	349,082,7344
20	21	N 32°01'36.75" W	0.76	21	2,049,144,4378	349,082,3728
21	22	N 20°37'04.63" W	1.18	22	2,049,145,5383	349,081,9088
22	23	N 00°31'19.53" E	2.63	23	2,049,148,1654	349,081,9827
23	24	N 21°56'33.53" E	2.29	24	2,049,150,2917	349,082,8393
24	25	N 24°59'17.31" E	2.22	25	2,049,152,3076	349,083,7788
25	26	N 41°29'10.58" E	1.50	26	2,049,153,4960	349,084,0209
26	27	N 43°24'46.47" E	2.09	27	2,049,155,0138	349,085,2656
27	28	N 36°31'12.79" E	1.00	28	2,049,155,8175	349,085,8909
28	29	N 24°06'58.22" E	1.42	29	2,049,157,1113	349,087,4401
29	30	N 25°47'57.38" E	1.66	30	2,049,158,6023	349,088,1909
30	31	N 26°00'28.06" E	2.02	31	2,049,160,4200	349,089,0477



31	32	N 23°22'30.18" E	4.21	32	2,040,164,2860	349,090.7187
32	33	N 19°04'34.87" E	2.52	33	2,040,166,6650	349,091.5414
33	34	N 15°15'54.90" E	4.26	34	2,040,170,7718	349,092.6622
34	35	N 12°05'57.84" E	2.27	35	2,040,172,9884	349,093.1374
35	36	N 10°24'07.62" E	2.12	36	2,040,175,0765	349,093.5210
36	37	N 09°00'21.70" E	2.68	37	2,040,177,1378	349,093.8474
37	38	N 07°54'07.74" E	2.04	38	2,040,179,1628	349,094.1285
38	39	N 07°04'55.94" E	2.00	39	2,040,181,1512	349,094.3755
39	40	N 06°32'22.25" E	1.98	40	2,040,183,0906	349,094.5980
40	41	N 06°16'09.73" E	1.57	41	2,040,184,6609	349,094.7704
41	42	N 10°14'02.47" E	15.36	42	2,040,199,7753	349,097.4932
42	1	N 13°30'17.88" E	1.32	1	2,040,201,0606	349,097.8079
SUPERFICIE = 644.54 m2						

Cabe señalar que el polígono en cuestión versa sobre el Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, por lo que al tratarse de una obra destinada al beneficio social se acredita un interés general; en esa tesitura, se deben de otorgar todas las facilidades para sustanciar el debido procedimiento.

Chetumal, Quintana Roo, a 05 de junio de 2024.

PERITO COMISIONADO



SANDRA LUZ GONZÁLEZ BLANCO

DESARROLLO TERRITORIAL



SUBSECRETARÍA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y AGRARIO
DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO DE LA PROPIEDAD RURAL
DIRECCIÓN DE TERRENOS NACIONALES

AVISO DE DESLINDE
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

Aviso de medición y deslinde del predio denominado "T5-ETV-033", con una superficie aproximada de 24.88 metros cuadrados, ubicado en el municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

En atención a las Obras del Gobierno de México consideradas de interés público y seguridad nacional, así como los proyectos prioritarios y estratégicos para el desarrollo nacional, con la finalidad de procurar por el óptimo aprovechamiento de los bienes del dominio público de la federación y atendiendo al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el caso específico del Proyecto Prioritario denominado **Tren Maya**, FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V., realiza una solicitud sobre el polígono **"T5-ETV-033"**, por lo que con fundamento en lo dispuesto por los artículos 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 41 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 12, 13, 19, y 50 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 2, 6 fracción VII, 28, 49, 59 al 61, 66 y 84 de la Ley General de Bienes Nacionales; 2, 158, 159, 161 y demás aplicables de la Ley Agraria; 112 del Reglamento de la Ley Agraria en materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural y 20 fracciones V y XII del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, se faculta a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, a través de la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial y Agrario y, la Dirección General de Ordenamiento de la Propiedad Rural, para la administración de los terrenos baldíos y nacionales.

Esta última, mediante oficio **II210.DGOPR.DTN.03406.2024** del 19 de febrero de 2024, autorizó los trabajos técnicos de medición y deslinde del predio presuntamente propiedad de la nación **"T5-ETV-033"**, con una superficie aproximada de **24.88 metros cuadrados**, ubicado en el municipio de **Benito Juárez**, estado de **Quintana Roo**. Asimismo, en el oficio de referencia se comisionó entre otros a la suscrita perito deslindadora, para llevar a cabo la medición y deslinde del citado predio, por lo que, en cumplimiento a los artículos 14 Constitucional, 3 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 160 de la Ley Agraria, 101, 104 y 105 Fracción I del Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural, se publica, por una sola vez en el Diario Oficial de la Federación, en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo y en el periódico de mayor circulación de esa entidad federativa **con efectos de notificación a los propietarios, poseedores, colindantes y todo aquel que considere que los trabajos Técnicos de Medición y Deslinde lo pudiesen afectar**, para que dentro del

Página 1 de 1

© 2024. Todos los derechos reservados. C.P. 99999. Cdad. de México. www.gob.mx/bof. Tel. 55 21429700

Oficio No. I1210.DGOPR.DTN.

.2024

plazo de 30 días hábiles contados a partir de la publicación del presente Aviso en el Diario Oficial de la Federación, comparezcan para exponer lo que a su derecho convenga, así como para presentar la documentación que fundamente su dicho en copia certificada o en copia simple acompañada del documento original para su cotejo, en términos de la fracción II del artículo 15-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Así mismo, en su comparecencia deberán señalar domicilio cierto para oír y recibir notificaciones. El croquis se encontrará a la vista de cualquier interesado correspondiente en la oficina de representación ubicada en Calzada Veracruz No. 341, Planta alta, entre las calles Salvador Alvarado esq. con Manuel M. Dieguez, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo. Se hace saber que dicho aviso con el croquis respectivo se fijará a su vez, en los parajes cercanos al predio.

A las personas que no presenten sus documentos dentro del plazo señalado, o que habiendo sido notificadas a presenciar el deslinde no concurren al mismo, se les tendrá como conformes con sus resultados.

Para tal efecto, se especifica sobre el predio lo siguiente:

Predio: **"T5-ETV-033"**
Solicitante: **FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V.**
Expediente: **DGOPR/IETN-23QR/336/2022**
Estado: **Quintana Roo**
Municipio: **Benito Juárez**
Superficie: **24.88** metros cuadrados

Las medidas, colindancias y coordenadas de ubicación geográfica del predio son las siguientes:

AL NORTE: **DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5**
AL SUR: **DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5**
AL ESTE: **PRESUNTO TERRENO NACIONAL**
AL OESTE: **DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5**

Oficio No. II210.DGOPR.DTN.

.2024



Cabe señalar que el polígono en cuestión versa sobre el Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, por lo que al tratarse de una obra destinada al beneficio social se acredita un interés general; en esa tesitura, se deben de otorgar todas las facilidades para sustanciar el debido procedimiento.

Chetumal, Quintana Roo, a 21 de febrero del 2024.

PERITO COMISIONADA

Sandra Luz González Blanco
SANDRA LUZ GONZÁLEZ BLANCO



DESARROLLO TERRITORIAL



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

SUBSECRETARÍA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y AGRARIO
DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO DE LA PROPIEDAD RURAL
DIRECCIÓN DE TERRENOS NACIONALES

AVISO DE DESLINDE SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

Aviso de medición y deslinde del predio denominado "T5-ETV-034", con una superficie aproximada de 407.00 metros cuadrados, ubicado en el municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

En atención a las Obras del Gobierno de México consideradas de interés público y seguridad nacional, así como los proyectos prioritarios y estratégicos para el desarrollo nacional, con la finalidad de procurar por el óptimo aprovechamiento de los bienes del dominio público de la federación y atendiendo al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el caso específico del Proyecto Prioritario denominado **Tren Maya**, FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V., realiza una solicitud sobre el polígono **"T5-ETV-034"**, por lo que con fundamento en lo dispuesto por los artículos 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 41 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 12, 13, 19, y 50 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 2, 6 fracción VII, 28, 49, 59 al 61, 66 y 84 de la Ley General de Bienes Nacionales; 2, 158, 159, 161 y demás aplicables de la Ley Agraria; 112 del Reglamento de la Ley Agraria en materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural y 20 fracciones V y XII del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, se faculta a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, a través de la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial y Agrario y, la Dirección General de Ordenamiento de la Propiedad Rural, para la administración de los terrenos baldíos y nacionales.

Esta última, mediante oficio **II210.DGOPR.DTN.03407.2024** del 19 de febrero de 2024, autorizó los trabajos técnicos de medición y deslinde del predio presuntamente propiedad de la nación **"T5-ETV-034"**, con una superficie aproximada de **407.00 metros cuadrados**, ubicado en el municipio de **Benito Juárez**, estado de **Quintana Roo**. Asimismo, en el oficio de referencia se comisionó entre otros a la suscrita perito deslindadora, para llevar a cabo la medición y deslinde del citado predio, por lo que, en cumplimiento a los artículos 14 Constitucional, 3 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 160 de la Ley Agraria, 101, 104 y 105 Fracción I del Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural, se publica, por una sola vez en el Diario Oficial de la Federación, en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo y en el periódico de mayor circulación de esa entidad federativa **con efectos de notificación a los propietarios, poseedores, colindantes y todo aquel que considere que los trabajos Técnicos de Medición y Deslinde lo pudiesen afectar**, para que dentro del **plazo de 30 días hábiles contados a partir de la publicación del presente Aviso en el Diario Oficial de la Federación, comparezcan para exponer lo que a su**

Ciudad de México, D.F., México, a los 17 días del mes de Septiembre del año 2024.
 Dirección General de Ordenamiento de la Propiedad Rural, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, C.P. 17000, Chetumal, Quintana Roo. Tel: 997-327 3234 y 997-327 3280 en guatemalacomunicacion.gob.mx

EXPEDIENTE: DGOPR/IETN-23QR/336/2022

derecho convenga, así como para presentar la documentación que fundamente su dicho en copia certificada o en copia simple acompañada del documento original para su cotejo, en términos de la fracción II del artículo 15-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Así mismo, en su comparecencia deberán señalar domicilio cierto para oír y recibir notificaciones. El croquis se encontrará a la vista de cualquier interesado correspondiente en la oficina de representación ubicada en Calzada Veracruz No. 341, Planta alta, entre las calles Salvador Alvarado esq. con Manuel M. Dieguez, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo. Se hace saber que dicho aviso con el croquis respectivo se fijará a su vez, en los parajes cercanos al predio.

A las personas que no presenten sus documentos dentro del plazo señalado, o que habiendo sido notificadas a presenciar el deslinde no concurren al mismo, se les tendrá como conformes con sus resultados.

Para tal efecto, se especifica sobre el predio lo siguiente:

Predio: "T5-ETV-034"
Solicitante: FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V.
Expediente: DGOPR/IETN-23QR/336/2022
Estado Quintana Roo
Municipio: Benito Juárez
Superficie: 407.00 metros cuadrados

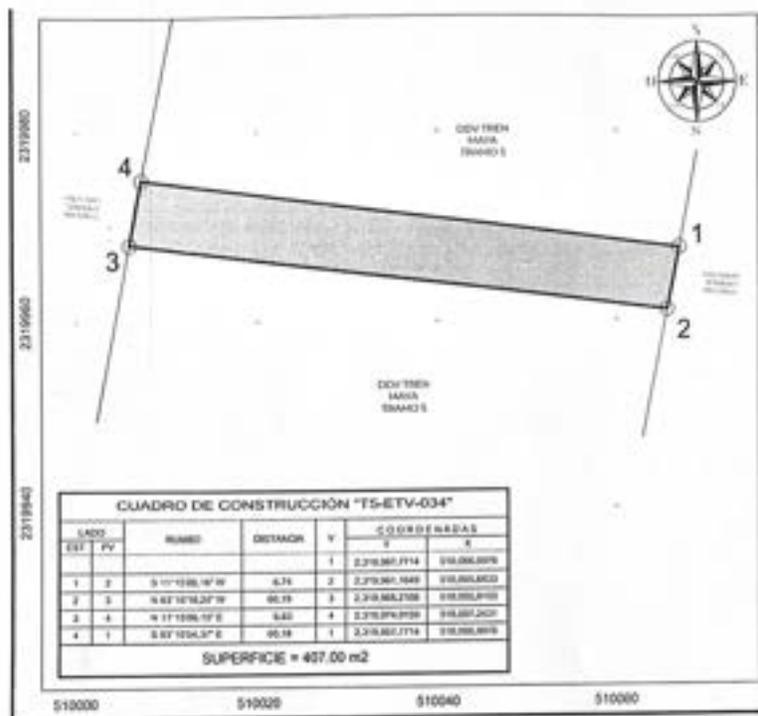
Las medidas, colindancias y coordenadas de ubicación geográfica del predio son las siguientes:

AL NORTE: DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5
AL SUR: DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5
AL ESTE: PRESUNTO TERRENO NACIONAL
AL OESTE: PRESUNTO TERRENO NACIONAL

Calzada Veracruz No. 341, Planta alta, entre las calles Salvador Alvarado esq. con Manuel M. Dieguez, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo. Tel: 997 617 3614 y 997 617 3305 or quintoname@probita.gob.mx



EXPEDIENTE: DGOPR/IETN-23QR/336/2022



Cabe señalar que el polígono en cuestión versa sobre el Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, por lo que al tratarse de una obra destinada al beneficio social se acredita un interés general; en esa tesitura, se deben de otorgar todas las facilidades para sustanciar el debido procedimiento.

Chetumal, Quintana Roo, a 21 de febrero del 2024.

PERITO COMISIONADA

Sandra Luz González Blanco
SANDRA LUZ GONZÁLEZ BLANCO

Page 1 of 1
 C. Estado Quintana Roo, S. R. L. Blvd. Alcazales No. 100, Col. Industrial, Chetumal, Quintana Roo, México. C.P. 23000. Teléfono:
 997 961 532, 997 961 533 y 997 961 534. Correo electrónico: info@ceqr.gob.mx



DESARROLLO TERRITORIAL
SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

SUBSECRETARÍA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y AGRARIO
DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO DE LA PROPIEDAD RURAL
DIRECCIÓN DE TERRENOS NACIONALES

AVISO DE DESLINDE
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

Aviso de medición y deslinde del predio denominado "T5-ETV-035", con una superficie aproximada de 11.16 metros cuadrados, ubicado en el municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

En atención a las Obras del Gobierno de México consideradas de interés público y seguridad nacional, así como los proyectos prioritarios y estratégicos para el desarrollo nacional, con la finalidad de procurar por el óptimo aprovechamiento de los bienes del dominio público de la federación y atendiendo al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el caso específico del Proyecto Prioritario denominado **Tren Maya**, FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V., realiza una solicitud sobre el polígono **"T5-ETV-035"**, por lo que con fundamento en lo dispuesto por los artículos 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 41 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 12, 13, 19, y 50 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 2, 6 fracción VII, 28, 49, 59 al 61, 66 y 84 de la Ley General de Bienes Nacionales; 2, 158, 159, 161 y demás aplicables de la Ley Agraria; 112 del Reglamento de la Ley Agraria en materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural y 20 fracciones V y XII del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, se faculta a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, a través de la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial y Agrario y, la Dirección General de Ordenamiento de la Propiedad Rural, para la administración de los terrenos baldíos y nacionales.

Esta última, mediante oficio **II210.DGOPR.DTN.03408.2024** del 19 de febrero de 2024, autorizó los trabajos técnicos de medición y deslinde del predio presuntamente propiedad de la nación **"T5-ETV-035"**, con una superficie aproximada de **11.16 metros cuadrados**, ubicado en el municipio de **Benito Juárez**, estado de **Quintana Roo**. Asimismo, en el oficio de referencia se comisionó entre otros a la suscrita perito deslindadora, para llevar a cabo la medición y deslinde del citado predio, por lo que, en cumplimiento a los artículos 34 Constitucional, 3 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 160 de la Ley Agraria, 101, 104 y 105 Fracción I del Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural, se publica, por una sola vez en el Diario Oficial de la Federación, en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo y en el periódico de mayor circulación de esa entidad federativa **con efectos de notificación a los propietarios, poseedores, colindantes y todo aquel que considere que los trabajos Técnicos de Medición y Deslinde lo pudiesen afectar**, para que dentro del **plazo de 30 días hábiles contados a partir de la publicación del presente Aviso en el Diario Oficial de la Federación, comparezcan para exponer lo que a su**

Página 1 de 1

Carretera México-Itza, 203, Itza, Mérida, Yucatán. Calle Salvador Alvarado s/n, San Mateo del Puerto, Quintana Roo. Teléfono: 997 712 1000. Correo electrónico: informacion@segraf.gob.mx

EXPEDIENTE: DGOPR/IETN-23QR/336/2022

derecho convenga, así como para presentar la documentación que fundamente su dicho en copia certificada o en copia simple acompañada del documento original para su cotejo, en términos de la fracción II del artículo 15-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Así mismo, en su comparecencia deberán señalar domicilio cierto para oír y recibir notificaciones. El croquis se encontrará a la vista de cualquier interesado correspondiente en la oficina de representación ubicada en **Calzada Veracruz No. 341, Planta alta, entre las calles Salvador Alvarado esq. con Manuel M. Dieguez, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo.** Se hace saber que dicho aviso con el croquis respectivo se fijará a su vez, en los parajes cercanos al predio.

A las personas que no presenten sus documentos dentro del plazo señalado, o que habiendo sido notificadas a presenciar el deslinde no concurren al mismo, se les tendrá como conformes con sus resultados.

Para tal efecto, se especifica sobre el predio lo siguiente:

Predio: **"T5-ETV-035"**
Solicitante: **FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V.**
Expediente: **DGOPR/IETN-23QR/336/2022**
Estado **Quintana Roo**
Municipio: **Benito Juárez**
Superficie: **11.16** metros cuadrados

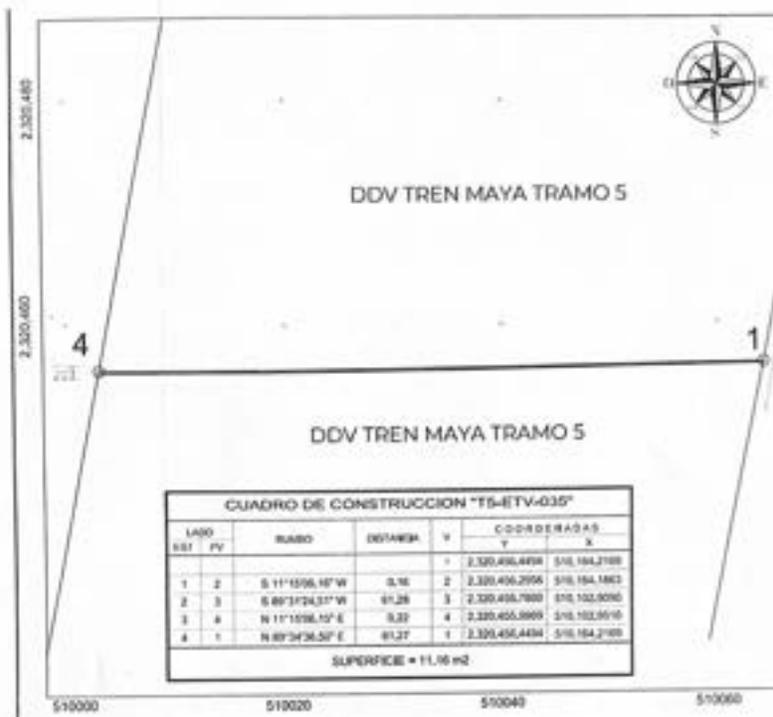
Las medidas, colindancias y coordenadas de ubicación geográfica del predio son las siguientes:

AL NORTE: **DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5**
AL SUR: **DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5**
AL ESTE: **PRESUNTO TERRENO NACIONAL**
AL OESTE: **PRESUNTO TERRENO NACIONAL**

Folleto Expediente No. 336, Planta alta, entre las calles Salvador Alvarado esq. con Manuel M. Dieguez, Calzada Adolfo López Mateos C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo. Teléfono 997 2814 y 997 812 2068 o quintanaerooficial@pqr.gob.mx

356

EXPEDIENTE: DGOPR/IETN-23QR/336/2022



Cabe señalar que el polígono en cuestión versa sobre el Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, por lo que al tratarse de una obra destinada al beneficio social se acredita un interés general; en esa tesitura, se deben de otorgar todas las facilidades para sustanciar el debido procedimiento.

Chetumal, Quintana Roo, a 21 de febrero del 2024.

PERITO COMISIONADA

SANDRA LUZ GONZÁLEZ BLANCO

Figura 5.01.1
 I. Instituto Registral y Catastral, Calle 48a, s/n, Centro, Mérida, Yucatán, México. Teléfono: 999 980 0000. Correo electrónico: igc@instituto registral y catastral.gob.mx
 Instituto Registral y Catastral, Calle 48a, s/n, Centro, Mérida, Yucatán, México. Teléfono: 999 980 0000. Correo electrónico: igc@instituto registral y catastral.gob.mx

EXPEDIENTE: DGOPR/IETN-23QR/336/2022

en el Diario Oficial de la Federación, comparezcan para exponer lo que a su derecho convenga, así como para presentar la documentación que fundamente su dicho en copia certificada o en copia simple acompañada del documento original para su cotejo, en términos de la fracción II del artículo 15-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Así mismo, en su comparecencia deberán señalar domicilio cierto para oír y recibir notificaciones. El croquis se encontrará a la vista de cualquier interesado correspondiente en la oficina de representación ubicada en Calzada Veracruz No. 341, Planta alta, entre las calles Salvador Alvarado esq. con Manuel M. Dieguez, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo. Se hace saber que dicho aviso con el croquis respectivo se fijará a su vez, en los parajes cercanos al predio.

A las personas que no presenten sus documentos dentro del plazo señalado, o que habiendo sido notificadas a presenciar el deslinde no concurran al mismo, se les tendrá como conformes con sus resultados.

Para tal efecto, se especifica sobre el predio lo siguiente:

Predio: "T5-ETV-036"
Solicitante: FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V.
Expediente: DGOPR/IETN-23QR/336/2022
Estado Quintana Roo
Municipio: Benito Juárez
Superficie: 238.02 metros cuadrados

Las medidas, colindancias y coordenadas de ubicación geográfica del predio son las siguientes:

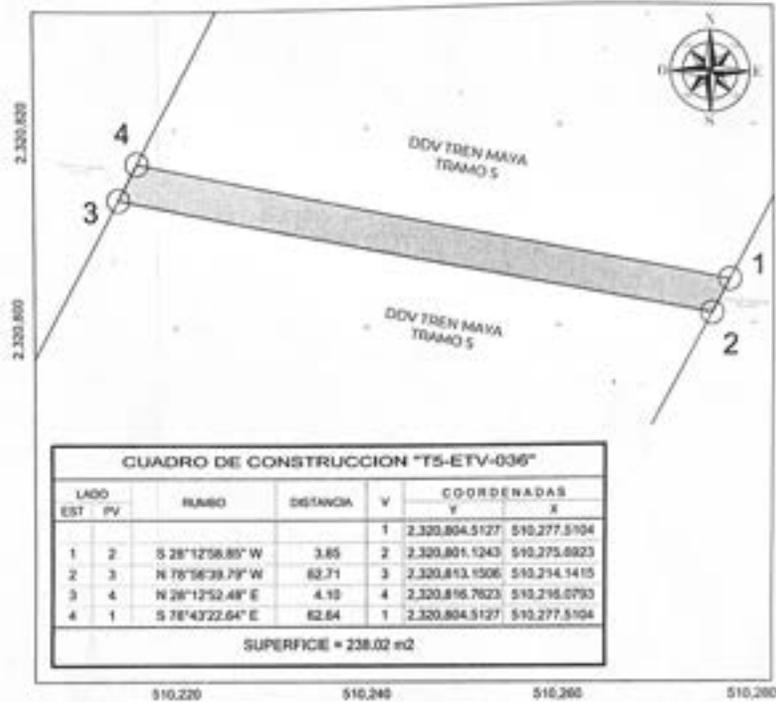
AL NORTE: DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5

AL SUR: DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 25

AL ESTE: PRESUNTO TERRENO NACIONAL

AL OESTE: PRESUNTO TERRENO NACIONAL

EXPEDIENTE: DGOPR/IETN-23QR/336/2022



Cabe señalar que el polígono en cuestión versa sobre el Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, por lo que al tratarse de una obra destinada al beneficio social se acredita un interés general; en esa tesitura, se deben de otorgar todas las facilidades para sustanciar el debido procedimiento.

Chetumal, Quintana Roo, a 21 de febrero del 2024.

PERITO COMISIONADA

Sandra Luz González Blanco

SANDRA LUZ GONZÁLEZ BLANCO

Elaborado por: Mr. JES. Wilson de la Cruz, con los datos del Sr. Juan Pablo Sánchez y Sr. Alejandro Sánchez, Oficina de Asesoría Legal y Técnica, DGOPT, Quintana Roo.





DESARROLLO TERRITORIAL
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

SUBSECRETARÍA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y AGRARIO
DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO DE LA PROPIEDAD RURAL
DIRECCIÓN DE TERRENOS NACIONALES

AVISO DE DESLINDE
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

Aviso de medición y deslinde del predio denominado "T5-ETV-037", con una superficie aproximada de 123.69 metros cuadrados, ubicado en el municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

En atención a las Obras del Gobierno de México consideradas de interés público y seguridad nacional, así como los proyectos prioritarios y estratégicos para el desarrollo nacional, con la finalidad de procurar por el óptimo aprovechamiento de los bienes del dominio público de la federación y atendiendo al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el caso específico del Proyecto Prioritario denominado **Tren Maya**, FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V., realiza una solicitud sobre el polígono **"T5-ETV-037"**, por lo que con fundamento en lo dispuesto por los artículos 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 41 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 12, 13, 19, y 50 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 2, 6 fracción VII, 28, 49, 59 al 61, 66 y 84 de la Ley General de Bienes Nacionales; 2, 158, 159, 161 y demás aplicables de la Ley Agraria; 112 del Reglamento de la Ley Agraria en materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural y 20 fracciones V y XII del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, se faculta a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, a través de la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial y Agrario y, la Dirección General de Ordenamiento de la Propiedad Rural, para la administración de los terrenos baldíos y nacionales.

Esta última, mediante oficio **II210.DGOPR.DTN.03410.2024** del 19 de febrero de 2024, autorizó los trabajos técnicos de medición y deslinde del predio presuntamente propiedad de la nación **"T5-ETV-037"**, con una superficie aproximada de **123.69 metros cuadrados**, ubicado en el municipio de **Benito Juárez**, estado de **Quintana Roo**. Asimismo, en el oficio de referencia se comisionó entre otros a la suscrita perito deslindadora, para llevar a cabo la medición y deslinde del citado predio, por lo que, en cumplimiento a los artículos 14 Constitucional, 3 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 160 de la Ley Agraria, 101, 104 y 105 Fracción I del Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Ordenamiento de la Propiedad Rural, se publica, por una sola vez en el Diario Oficial de la Federación, en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo y en el periódico de mayor circulación de esa entidad federativa **con efectos de notificación a los propietarios, poseedores, colindantes y todo aquel que considere que los trabajos Técnicos de Medición y Deslinde lo pudiesen afectar**, para que dentro del **plazo de 30 días hábiles contados a partir de la publicación del presente Aviso en el Diario Oficial de la Federación, comparezcan para exponer lo que a su derecho convenga, así como**

Luis de la Cruz, No. 241, Pórtico 606, entre las Calles, Salto de Agua y con Manuel M. Rogas, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77000, Chetumal, Quintana Roo. Tel: 997 227 3011 y 997 227 2700 en quintanaerooficial@oficial.gub.qroo.mx

Página 1 de 1

EXPEDIENTE: **DGOPR/IETN-23QR/336/2022**

para presentar la documentación que fundamente su dicho en copia certificada o en copia simple acompañada del documento original para su cotejo, en términos de la fracción II del artículo 15-A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo. Así mismo, en su comparecencia deberán señalar domicilio cierto para oír y recibir notificaciones. El croquis se encontrará a la vista de cualquier interesado correspondiente en la oficina de representación ubicada en **Calzada Veracruz No. 341, Planta alta, entre las calles Salvador Alvarado esq. con Manuel M. Dieguez, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77010, Chetumal, Quintana Roo.** Se hace saber que dicho aviso con el croquis respectivo se fijará a su vez, en los parajes cercanos al predio.

A las personas que no presenten sus documentos dentro del plazo señalado, o que habiendo sido notificadas a presenciar el deslinde no concurran al mismo, se les tendrá como conformes con sus resultados.

Para tal efecto, se especifica sobre el predio lo siguiente:

Predio: **"T5-ETV-037"**
Solicitante: **FONATUR Tren Maya, S.A. de C.V.**
Expediente: **DGOPR/IETN-23QR/336/2022**
Estado **Quintana Roo**
Municipio: **Benito Juárez**
Superficie: **123.69** metros cuadrados

Las medidas, colindancias y coordenadas de ubicación geográfica del predio son las siguientes:

AL NORTE: **DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5**

AL SUR: **DERECHO DE VÍA TREN MAYA TRAMO 5**

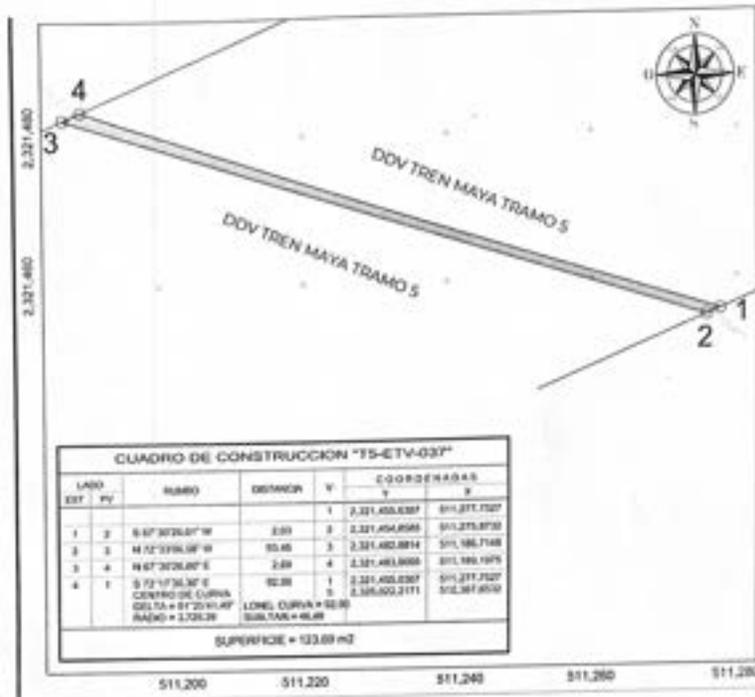
AL ESTE: **PRESUNTO TERRENO NACIONAL**

AL OESTE: **PRESUNTO TERRENO NACIONAL**

Figura 1 de 1
Código Interno de: 245, Planta Alta, entre las calles Salvador Alvarado esq. con Manuel M. Dieguez, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77010, Chetumal,
Quintana Roo. Tel: 991 937 7034 y 991 937 1159 en quintana.roo@trencmaya.gob.mx



EXPEDIENTE: DGOPR/IETN-23QR/336/2022



Cabe señalar que el polígono en cuestión versa sobre el Proyecto Prioritario denominado Tren Maya, por lo que al tratarse de una obra destinada al beneficio social se acredita un interés general; en esa tesitura, se deben de otorgar todas las facilidades para sustanciar el debido procedimiento.

Chetumal, Quintana Roo, a 21 de febrero del 2024.

PERITO COMISIONADA

Sandra Luz González Blanco

SANDRA LUZ GONZÁLEZ BLANCO

Página 1 de 1

Salvador Alvarado Ríos, S.C., Platanillo, entre las calles Salvador Alvarado Ríos y Manuel M. O'García, Colonia Adolfo López Mateos C.P. 77090, Chetumal, Quintana Roo. Tel: 981 822 7024 y 981 822 2368 or quiblanco@peritos.com



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

LICENCIADA MARÍA ELENA H. LEZAMA ESPINOSA, GOBERNADORA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO, EN EJERCICIO DE LAS FACULTADES QUE ME CONFIEREN LOS ARTÍCULOS 90 FRACCIÓN III Y 93; EN CUMPLIMIENTO DE LA OBLIGACIÓN ESTABLECIDA EN EL ARTÍCULO 91 FRACCIÓN VI, AMBOS DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE QUINTANA ROO; DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN LOS ARTÍCULOS 1, 2, 3, 7 FRACCIÓN I Y 12 DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO; EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 63 FRACCIÓN IX DE LA LEY DE LAS ENTIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA PARAESTATAL DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, Y

CONSIDERANDO

El día 26 de mayo de 1994, mediante escritura Pública número 37,357, otorgada ante la fe del licenciado Emiliano Zubiria Maqueo, Notario Público número 25 del Distrito Federal, fue constituida la empresa denominada VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V.; asimismo, se aprobaron las modificaciones al estatuto de la empresa en la sesión de fecha 13 de agosto del 2004, la cual fue protocolizada con escritura pública 349, otorgada ante la fe del licenciado Ángel Enrique Aguilar Núñez, Notario Público número 17 del Estado de Quintana Roo.

En la sesión de fecha 15 de noviembre de 2005 se aprobó la modificación a la cláusula décima cuarta de los estatutos sociales de la empresa relativo a la integración del Consejo de Administración y del sector al cual corresponde la empresa, a fin de mantener su sectorización a la Secretaría de Infraestructura y Transporte en sustitución de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente.

Mediante acuerdo 05/CAIQ/05/2022, de fecha 11 de mayo de 2022, el Consejo de Administración determinó, previa consulta a la Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo, que la Secretaría de Obras Públicas funja como coordinadora del sector de "VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V."

Para el cumplimiento del objeto de la empresa de participación estatal mayoritaria denominada "VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V.", es necesario que las facultades y responsabilidades de quienes integran sus Órganos de Administración, Dirección y Vigilancia, sean debidamente delimitadas, adoptando el cumplimiento de las normas que rigen sus organización, desarrollo y operación, de conformidad a lo



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

dispuesto por la Ley de las Entidades de la Administración Pública Paraestatal del Estado de Quintana Roo.

El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2023-2027, se establece como uno de los 5 ejes rectores "Gobierno Honesto, Austero y Cercano a la Gente", impone la obligación de implementar políticas encaminadas a eliminar todas las formas de corrupción, así como incentivar y promover mecanismos de co-creación, transparencia, rendición de cuentas y evitar la ejecución discrecional del gasto público con el involucramiento y participación activa de la ciudadanía, acrecentando la eficacia gubernamental y la confianza de la población.

La Modernización de la Administración Pública, implica la evaluación permanente de sus procedimientos y estrategias, a fin de consolidar aquellas que contribuyen al cumplimiento de las metas institucionales y replantear las que resultan insuficientes para tal propósito, sumándose al Nuevo Acuerdo por el Bienestar y Desarrollo de Quintana Roo y dando cumplimiento al Programa de Excelencia en el Servicio Público.

En este tenor y de acuerdo a las atribuciones que le han sido conferidas a esta empresa de participación estatal mayoritaria, requiere una actualización a su estructura orgánica, que de manera complementaria e integral la haga más funcional y eficaz, por lo que en términos de lo establecido en el artículo 22 de la Ley de las Entidades de la Administración Pública Paraestatal del Estado de Quintana Roo, el presente Reglamento Interior, define y precisa los niveles jerárquicos, así como las unidades administrativas que integran la estructura orgánica de la entidad.

En virtud de lo anterior, mediante acuerdo número 04/CAIE/12/2023, de la sesión Extraordinaria de fecha 14 de diciembre del año 2023, los integrantes del consejo de administración de esta entidad paraestatal, tuvo a bien aprobar el presente Reglamento Interior.

En mérito a lo antes expuesto, tengo a bien emitir el siguiente:

**REGLAMENTO INTERIOR DE LA EMPRESA DE PARTICIPACIÓN ESTATAL
MAYORITARIA VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS, S.A. DE C.V.**

**CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES**



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

ARTÍCULO 1. El presente Reglamento Interior tiene por objeto regular la designación, competencia, facultades, operación y responsabilidades de las unidades de administración y dirección de la empresa de participación estatal mayoritaria denominada VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V.

ARTÍCULO 2. Las disposiciones emanadas de este reglamento interior, son de observancia general exclusivas del personal adscrito a la empresa de participación estatal mayoritaria VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V., su vigencia es indefinida hasta que no se hagan modificaciones al mismo y sean publicadas en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

ARTÍCULO 3. La empresa de participación estatal mayoritaria VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V., se sujetará a las políticas, estrategias y prioridades que determine el acta constitutiva, sus modificaciones y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 4. La empresa de participación estatal mayoritaria VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V., creado como auxiliar de la Administración Pública Paraestatal, desarrollará sus funciones en apego a las políticas y lineamientos generales de operación que establezca la dependencia del sector, la Secretaría de Obras Públicas, y tendrá a su cargo las atribuciones que expresamente le confiera su acta constitutiva.

ARTÍCULO 5. Para los efectos del presente reglamento, se entenderá por:

- I. **Análisis De Puestos:** Al Proceso de investigación mediante el cual se determinan las tareas que componen el puesto, así como los conocimientos y condiciones que debe reunir una persona para que lo pueda desempeñar adecuadamente;
- II. **Asamblea General de Accionistas:** Al Órgano supremo de la empresa de participación estatal mayoritaria VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V.; el cual podrá acordar todos los actos de ésta y sus resoluciones serán ejecutadas por la persona que ella misma designe y en su defecto por la persona titular de la Presidencia del Consejo de Administración;
- III. **Comisión:** A la Comisión Estatal de Mejora Regulatoria;
- IV. **Consejo de Administración:** Al Órgano de gobierno de carácter colegiado, encargado de administrar y dirigir a la Entidad Paraestatal;



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- V. Estatuto: Al Acta Constitutiva de la empresa de participación estatal mayoritaria VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V., y sus modificaciones;
- VI. Entidad Paraestatal: A la Empresa de Participación Estatal Mayoritaria VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V.;
- VII. Reglamento Interior: Al presente Reglamento Interior de la Empresa de Participación Estatal Mayoritaria VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V.;
- VIII. Ley de las Entidades: A la Ley de las Entidades de la Administración Pública Paraestatal del Estado de Quintana Roo;
- IX. Titular de la Dirección General: A la persona titular de la Dirección General de la Empresa de Participación Estatal Mayoritaria VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS S.A. DE C.V., y
- X. Unidad Administrativa: A las Coordinaciones Generales, Coordinaciones, Departamentos y Áreas que se ubiquen dentro de los niveles jerárquicos comprendidos en la estructura de la organización autorizada.

CAPÍTULO II DE LA ORGANIZACIÓN DE LA SOCIEDAD

ARTÍCULO 6. Para la planeación y ejecución de las actividades necesarias para el logro de los objetivos de la entidad, se contará con las siguientes unidades administrativas:

- I. Despacho de la Dirección General;
- II. Coordinación General de Administración y Finanzas;
- III. Coordinación General de Operaciones;
- IV. Coordinación de Enlace Institucional;
- V. Coordinación Jurídica y Unidad de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales y de archivo;
- VI. Coordinación de Pilotos y Seguridad Aérea;
- VII. Coordinación de Aeródromos Zona Norte;
- VIII. Coordinación de Comercialización y mejora regulatoria;
- IX. Coordinación de Recursos Humanos;



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- X. Coordinación de Contabilidad y Finanzas;
- XI. Coordinación de Planeación y Presupuesto;
- XII. Coordinación de Mantenimiento y Control de Calidad, y
- XIII. Coordinación de Servicios Generales.

ARTÍCULO 7. Las unidades administrativas estarán integradas por el personal de dirección, técnicos, administrativos y de apoyo que las necesidades del servicio requieran, debiendo contenerse en el manual de organización y ajustarse al presupuesto de egresos autorizado.

CAPÍTULO III DE LAS FACULTADES DE LA DIRECCIÓN GENERAL

ARTÍCULO 8. La dirección General es el órgano administrativo ejecutor de las propuestas, políticas, acuerdos, planes y programas aprobados por la asamblea general de accionistas del consejo de administración y su titularidad corresponde a una persona denominada director general.

ARTÍCULO 9. La dirección general de la entidad paraestatal, además de las facultades y obligaciones contenidas en los estatutos, la Ley de las Entidades y el reglamento de la ley de las Entidades de la Administración Pública Paraestatal del Estado de Quintana Roo, en materia de homogenización del funcionamiento de los órganos de gobierno integración de las Carpetas de trabajo, y actas de sesiones, tendrá las siguientes:

- I. Administrar y representar legalmente a la entidad paraestatal;
- II. Formular los programas institucionales de corto, mediano y largo plazo, así como los presupuestos de la entidad para estatal y presentarlos para su aprobación al consejo de administración;
- III. Formular los programas de organización;
- IV. Establecer los métodos que permitan el óptimo aprovechamiento de los bienes muebles e inmuebles de la entidad para estatal;
- V. Tomar las medidas pertinentes a fin de que las funciones de la entidad paraestatal se realicen de manera articulada, congruente y eficaz;
- VI. Establecer los procedimientos para controlar la calidad de los suministros y programas de recepción que aseguren la continuidad en la prestación del servicio;
- VII. Proponer al consejo de administración en su caso, el nombramiento y la remoción de los dos primeros niveles de servidores públicos en todos aquellos



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

casos no previsto de otra manera en la ley, reglamento, decreto u acuerdo de creación de la entidad para estatal, así como la fijación de sueldos y demás prestaciones conforme a las designaciones globales del presupuesto de gasto corriente aprobado en el presupuesto de egresos;

- VIII. Recabar información y elementos estadísticos que reflejen el estado de las funciones de la entidad paraestatal para así poder mejorar la gestión de la misma;
- IX. Establecer los sistemas de control necesarios para alcanzar las metas u objetivos propuestos;
- X. Presentar periódicamente al consejo de administración, en su caso, el informe del desempeño de las actividades de la entidad paraestatal, incluido el ejercicio de los ingresos y egresos y los estados financieros correspondientes;
- XI. Establecer los mecanismos de evaluación que destaquen la eficiencia y la eficacia con que se desempeña la entidad paraestatal y presentar al consejo de administración, en su caso, por lo menos dos veces al año, la evaluación de gestión con el detalle que previamente se acuerde con dicho órgano y escuchando al comisario público;
- XII. Implementar la política de mejora regulatoria al interior de la entidad paraestatal;
- XIII. Ejecutar los acuerdos que dicte el consejo de administración, y
- XIV. Las que señalen las otras leyes, decretos, reglamentos, acuerdos y demás disposiciones administrativas aplicables.

CAPÍTULO IV DE LAS FACULTADES GENÉRICAS DE LOS TITULARES DE LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ARTÍCULO 10. Al frente de cada unidad administrativa habrá una persona titular de la misma, quién será responsable técnica y administrativamente del funcionamiento de la unidad administrativa a su cargo y se auxiliará por las jefaturas de departamento, así como del personal técnico y administrativo contemplado dentro del presupuesto de egresos autorizado y que resulten necesarios para el adecuado cumplimiento de sus facultades.

ARTÍCULO 11. La titularidad de cada unidad administrativa de la entidad paraestatal tendrá las siguientes facultades genéricas:



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- I. Planear, programar, controlar y evaluar el desempeño de las facultades que le sean encomendadas;
- II. Proponer a la dirección general, la resolución de los asuntos cuya tramitación le corresponda;
- III. Formular los programas y anteproyectos presupuestarios, así como gestionar la aplicación de los recursos necesarios para el cabal desempeño de las facultades que tengan encomendadas;
- IV. Proponer a la dirección general los anteproyectos de manual de organización, manual de procedimientos y manual de trámites y servicios, reglamentos, así como la celebración de acuerdos o convenios, en el ámbito de sus respectivas competencias;
- V. Asesorar técnicamente en asuntos de su competencia a la dirección general;
- VI. Coordinar con cada unidad administrativa tanto internas como externas para el mejor funcionamiento de la entidad paraestatal;
- VII. Organizar las actividades de la unidad administrativa distribuyendo las cargas de trabajo adecuadamente, para lograr mayor eficiencia del personal en su permanente marco de legalidad;
- VIII. Coordinar las tareas tendientes a la elaboración del Programa Operativo Anual;
- IX. Elaborar un informe periódico a la dirección general de las actividades desarrolladas y del grado de avance de los programas de trabajo de la unidad administrativa de su adscripción;
- X. Verificar, previo acuerdo con la dirección general, la entrega de la información que le sea requerida por las Unidades Administrativas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal, así como de los Ayuntamientos en el ámbito de su competencia;
- XI. Atender oportuna y eficazmente las instrucciones de la dirección general respecto al funcionamiento y servicios de la unidad administrativa a su cargo, dictando las medidas necesarias para su corrección;
- XII. Recibir y canalizar a la Unidad Administrativa que corresponda, las quejas, denuncias y sugerencias de que conozcan con motivos de sus funciones;
- XIII. Supervisar el seguimiento y cumplimiento, en el ámbito de su competencia, a los acuerdos y convenios que celebre la entidad paraestatal con las dependencias, entidades e instancias de los tres niveles de gobierno o los celebrados con las personas físicas o morales, en el ámbito de competencia de la unidad administrativa responsable;
- XIV. Formular la implementación de programas y proyectos que propicien el desarrollo integral de la entidad paraestatal;



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- XV. Instrumentar las medidas necesarias para garantizar la organización, conservación y preservación de los archivos con el objeto de respetar el derecho a la verdad y el acceso a la información contenida en los archivos, así como fomentar el conocimiento de su patrimonio documental;
- XVI. Establecer la participación en el ámbito de su competencia con la Coordinación Jurídica y Unidad de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales, para el cumplimiento de las obligaciones previstas en la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Quintana Roo y el Reglamento de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Poder Ejecutivo del Estado;
- XVII. Asistir a las reuniones que convoque la dirección general para tratar asuntos de su competencia;
- XVIII. Integrar la información que le sea necesaria para el cumplimiento de sus funciones en el ámbito de sus respectivas competencias;
- XIX. Promover en cada una de las unidades administrativas de la entidad paraestatal, la transparencia proactiva;
- XX. Vigilar el cumplimiento del presente reglamento, manual de organización, manual de procedimientos y manual de procedimientos de trámites y servicios, para garantizar la adecuada ejecución de las funciones al interior de la entidad paraestatal;
- XXI. Recomendar a la Coordinación Jurídica y Unidad de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales, de manera fundada y motivada la clasificación de información que se encuentre bajo su resguardo, como información reservada o confidencial, en términos de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Quintana Roo y el Reglamento de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Poder Ejecutivo del Estado, y
- XXII. Las demás facultades que determine la dirección general o aquellas que le confieran otras disposiciones legales.

CAPÍTULO V DE LAS FACULTADES ESPECÍFICAS DE LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS

ARTÍCULO 12. La Persona Titular de la Coordinación General de Administración y Finanzas, tendrá las facultades siguientes:



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- I. Programar las acciones administrativas y financieras acordadas con la dirección general orientadas a lograr mayor productividad de la entidad paraestatal;
- II. Administrar los recursos humanos, financieros y materiales autorizados y asignados a la entidad paraestatal conforme a las políticas, normas, sistemas y procedimientos establecidos;
- III. Supervisar la elaboración del Anteproyecto del Programa Operativo Anual, del presupuesto de Ingresos y Egresos de la entidad paraestatal y ponerlo a consideración de la dirección general;
- IV. Coordinar y supervisar el proceso de programación y presupuestación de la entidad con base en los lineamientos que emita la Secretaría de Finanzas y Planeación;
- V. Coordinar los trámites administrativos de acuerdo a la reglamentación vigente para la adecuada integración del personal de la entidad paraestatal, y
- VI. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 13. La Persona Titular de la Coordinación General de Operaciones, tendrá las facultades siguientes:

- I. Planear y programar las actividades del personal encargado de efectuar las operaciones en los servicios de transporte contratados a la entidad paraestatal, así como las operaciones de los aeródromos;
- II. Gestionar ante la Coordinación General de Administración y Finanzas los recursos económicos necesarios para la prestación de los servicios que presta la entidad paraestatal, así como las necesidades de los aeródromos;
- III. Supervisar y coordinar al personal de vuelo y tierra en el desempeño de sus actividades, en apego a los manuales generales autorizados por la Agencia Federal de Aviación Civil;
- IV. Coadyuvar en la vigencia y actualización del Certificado de Explotador de Servicios aéreos (AOC) con el que cuente la entidad paraestatal;
- V. Coordinar las verificaciones ordinarias y extraordinarias realizadas a la entidad paraestatal, por la Agencia Federal de Aviación Civil;
- VI. Coordinar las operaciones aéreas conforme a los requerimientos de la Coordinación de Comercialización y al finalizar la operación, se informará a esta última los pormenores, a través del medio que sea más idóneo;



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- VII. Vigilar la correcta aplicación de los manuales generales autorizados por la Agencia federal de Aviación Civil, con el objetivo de mantener una operación segura de las aeronaves y aeródromos, y
- VIII. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 14. La Persona Titular de la Coordinación de Enlace Institucional, tendrá las facultades siguientes:

- I. Coordinar los procedimientos de los trámites correspondientes en materia aduanal, para la importación de piezas de aeronaves al país;
- II. Planear, programar y organizar todas las acciones necesarias para la vigencia de los permisos de los aeródromos en el Estado;
- III. Coordinar y dar seguimiento a las enmiendas, vigencias y permisos de aeródromos y de las aeronaves de la entidad paraestatal;
- IV. Representar a la entidad paraestatal como integrante del comité de seguridad aeroportuaria;
- V. Mantener vigentes los seguros de las aeronaves de la entidad paraestatal, al vencimiento de los mismos, y
- VI. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 15. La Persona Titular de la Coordinación Jurídica y Unidad de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales y de archivos, tendrá las facultades siguientes:

- I. Asesorar jurídicamente a la dirección general y a cada unidad administrativa de la entidad paraestatal, así como fijar y difundir los criterios de interpretación y aplicación de las disposiciones jurídicas que norman sus funciones;
- II. Determinar y difundir los criterios de interpretación y aplicación de las disposiciones jurídicas que normen el funcionamiento de la entidad paraestatal;
- III. Planear la actualización del Reglamento Interior, Manual de Organización y Manual de Procedimientos, en conjunto con la Coordinación Recursos Humanos, para garantizar la adecuada ejecución de las funciones al interior de la entidad paraestatal;
- IV. Representar a la Entidad paraestatal en actos de pleitos y cobranza, ante cualquier instancia donde la entidad paraestatal sea parte;



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- V. Formular y emitir dictámenes jurídicos de todos aquellos documentos jurídicos-normativos que le sean turnados por la dirección general;
- VI. Coordinar la atención y seguimiento a los requerimientos de las solicitudes de acceso a la Información Pública en términos de la Ley de la materia y el Reglamento de Transparencia y Acceso a la Información Pública para el Poder Ejecutivo del Estado de Quintana Roo;
- VII. Dirigir las acciones necesarias para que se lleve a cabo la publicación y difusión de la información que se presenta en el Portal de Internet y esté actualizada conforme a la normativa;
- VIII. Promover que cada una de las unidades administrativas de la entidad paraestatal lleven a cabo las acciones de gestión documental y administración de archivos;
- IX. Integrar y dirigir el Comité de Transparencia y Acceso a la Información en el ámbito de su competencia;
- X. Expedir las certificaciones de documentos generados por la Entidad que sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones;
- XI. Elaborar, con la colaboración de los responsables de los archivos de trámite, de concentración y en su caso histórico, los instrumentos de control y consulta archivística previstos en esta Ley, la Ley General y demás normativa aplicable; de conformidad a los lineamientos o criterios emitidos para tales efectos por el Archivo General del Estado o el Consejo Nacional;
- XII. Elaborar criterios específicos y recomendaciones en materia de organización y conservación de archivos, cuando la especialidad del sujeto obligado así lo requiera, así como el programa anual de archivos;
- XIII. Elaborar y someter a consideración del titular del sujeto obligado o a quien éste designe, el programa anual;
- XIV. Coordinar los procesos de valoración y disposición documental que realicen las áreas operativas;
- XV. Coordinar las actividades destinadas a la modernización y automatización de los procesos archivísticos y a la gestión de documentos electrónicos de las áreas operativas;
- XVI. Brindar asesoría técnica para la operación de los archivos; VII. Elaborar programas de capacitación en gestión documental y administración de archivos;
- XVII. Coordinar, con las áreas o unidades administrativas, las políticas de acceso y la conservación de los archivos;
- XVIII. Coordinar la operación de los archivos de trámite, concentración y, en su caso, histórico, de acuerdo con la normatividad aplicable;



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- XIX. Autorizar la transferencia de los archivos cuando un área o unidad del sujeto obligado sea sometida a procesos de fusión, escisión, extinción o cambio de adscripción; o cualquier modificación de conformidad con las disposiciones legales aplicables, y
- XX. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 16. La Persona Titular de la de la Coordinación de Pilotos y Seguridad Aérea, tendrá las facultades siguientes:

- I. Vigilar que los equipos cuenten con la documentación reglamentaria en materia de aeronáutica;
- II. Supervisar que los pilotos cuenten con la documentación requerida por la autoridad aeronáutica antes de cada vuelo, con la finalidad de que puedan llevar a cabo el servicio contratado;
- III. Coordinar la elaboración y supervisión de las pruebas necesarias que se requieran para el buen funcionamiento de las aeronaves;
- IV. Gestionar ante la Coordinación General de Operaciones, el programa de adiestramiento que se requiera para el personal de vuelo;
- V. Elaborar informes sobre cualquier discrepancia o incidente que reporten los pilotos durante sus operaciones aéreas a la Coordinación General de Operaciones para su control con la Coordinación de Mantenimiento, y
- VI. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 17. La Persona Titular de la Coordinación de Aeródromos de Zona Norte, tendrá las facultades siguientes:

- I. Supervisar la ejecución de las operaciones aéreas que se realizan en el aeródromo;
- II. Supervisar de manera permanente que las condiciones de las pistas sean adecuadas para la realización de las operaciones aéreas;
- III. Coordinar la elaboración de los informes mensuales estadísticos de las operaciones aéreas;
- IV. Informar a la Coordinación de Enlace Institucional sobre las operaciones realizadas semanalmente en el ámbito de su competencia;



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- V. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones legales y administrativas que emita la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transporte, para la operación de los aeródromos civiles;
- VI. Coordinar la elaboración de los reportes mensuales de facturación a la coordinación de comercialización, y
- VII. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 18. La Persona Titular de la Coordinación de Comercialización y Mejora Regulatoria, tendrá las facultades siguientes:

- I. Comunicar al público en general, Instituciones, empresas ligadas al ramo y agencias de viaje, los servicios que ofrece la entidad, mediante información impresa y electrónica para la captación de nuevos clientes;
- II. Instrumentar el seguimiento a la prestación de los servicios contratados; con la finalidad de contribuir a la mejora en la calidad;
- III. Formular conjuntamente con la coordinación general de operaciones un registro de los servicios, para el control y facturación de los mismos;
- IV. Elaborar el proyecto de presupuesto de ingresos para su validación y presentación ante el consejo de administración;
- V. Realizar y proponer el tabulador de ingresos propios para ser presentados ante el consejo de administración y su posterior publicación el Periódico Oficial del Estado;
- VI. Coordinar el proceso de mejora regulatoria al interior de la entidad paraestatal;
- VII. Integrar, preparar y presentar el programa de mejora regulatoria y la agenda regulatoria de la entidad paraestatal, para remitirlo a la Comisión;
- VIII. Informar, de conformidad con el calendario que establezca la Comisión, respecto de los avances y resultados en la ejecución del programa de mejora regulatoria correspondiente;
- IX. Hacer del conocimiento de la comisión, las actualizaciones o modificaciones al Catálogo Nacional y Estatal de Regulaciones, Trámites y Servicios;
- X. Rendir el informe correspondiente a la dirección general, sobre los resultados de su gestión en materia de mejora regulatoria;
- XI. Rendir los informes sobre mejora regulatoria que solicite la comisión;
- XII. Apoyar en la elaboración del análisis de impacto regulatorio de las regulaciones que pretenda emitir la entidad paraestatal;
- XIII. Coordinar la creación y actualización de un apartado de mejora regulatoria en el portal de internet oficial de la entidad paraestatal, que remita a las



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

herramientas en la materia y al Catálogo Nacional de Regulaciones, Trámites y Servicios, así como las acciones, cédulas, documentos e informes correspondientes;

- XIV. Coordinar al interior de la entidad paraestatal la aplicación de programas específicos de simplificación y mejora regulatoria establecidos por la Comisión Nacional y Estatal de mejora regulatoria;
- XV. Enviar a la comisión, los anteproyectos de leyes, decretos legislativos, actos y las manifestaciones respectivas que formule la entidad paraestatal, para el dictamen correspondiente;
- XVI. Realizar, administrar y actualizar el contenido de cualquier plataforma donde exista la obligación de dar a conocer los servicios que presta la entidad paraestatal, y
- XVII. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 19. La Persona Titular de la Coordinación de Recursos Humanos, tendrá las facultades siguientes:

- I. Coadyuvar con su superior jerárquico en la administración de los recursos humanos de la entidad paraestatal de acuerdo a los Estatutos y a la normatividad aplicable para tal fin;
- II. Aplicar las normas, políticas y lineamientos en los procesos administrativos de reclutamiento, selección y contratación del personal;
- III. Establecer y aplicar los procedimientos de distribución, revisión y solventación y control de las nóminas de pago del personal adscrito a la entidad paraestatal;
- IV. Coadyuvar con la Coordinación Jurídica y Unidad de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales y de archivos, en la elaboración y actualización del presente reglamento, manual de organización y del manual de procedimientos. Así como también vigilar el cumplimiento de estos para garantizar el correcto desempeño de los trabajadores al interior de la entidad paraestatal;
- V. Realizar el cálculo de ISR de los trabajadores, captura de las incidencias para determinar el pago de los impuestos al Instituto Mexicano del Seguro Social y al INFONAVIT, así como también la determinación y cálculo del impuesto sobre nómina, y
- VI. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

ARTÍCULO 20. De la Persona Titular de la Coordinación de Contabilidad y Finanzas, tendrá las facultades siguientes:

- I. Establecer criterios de registro y control en apego a la normatividad institucional de las operaciones financieras, garantizando que la información que produzca sea homogénea y permita su integración a la cuenta pública;
- II. Emitir Estados Financieros Contables;
- III. Proporcionar información útil y confiable a las instancias de decisión y a las distintas autoridades que lo requieran;
- IV. Integrar, archivar y custodiar la cuenta pública, vigilando el cumplimiento de las disposiciones de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público, Manual del Sistema de Contabilidad Gubernamental y demás disposiciones jurídicas aplicables;
- V. Determinar y calcular los impuestos Federales y Estatales;
- VI. Elaborar el informe del avance de gestión financiera, que trimestralmente se le entrega a la ASEQROO (Auditoría Superior del Estado de Quintana Roo), y
- VII. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 21. De la Persona Titular de la Coordinación de Planeación y Presupuesto, tendrá las facultades siguientes:

- I. Elaborar el Programa Operativo Anual y los anteproyectos de presupuesto autorizados a la entidad paraestatal, para presentarlos a la Coordinación General de Administración y Finanzas;
- II. Definir y elaborar en coordinación con los titulares de cada unidad administrativa los análisis de puestos de la entidad paraestatal, así como mantener actualizada la estructura de los puestos;
- III. Coordinar la elaboración e integración de los presupuestos de Ingresos y Egresos en apego a la normatividad emitida por la Secretaría de Planeación y Finanzas;
- IV. Coordinar, planear y evaluar la estructura orgánica, el anteproyecto del presupuesto, programa operativo anual y todo aquello relacionado al equipamiento de la entidad paraestatal, conforme a las normas y lineamientos establecidos por el consejo de administración; y
- V. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

ARTÍCULO 22. La Persona Titular de la Coordinación de Mantenimiento y Control de Calidad, tendrá las facultades siguientes:

- I. Verificar y supervisar que todas las aeronaves de la entidad se encuentren en óptimas condiciones técnicas y mecánicas para brindar servicios seguros y de calidad;
- II. Verificar al inicio y término de las operaciones, las condiciones de aeronavegabilidad de las aeronaves;
- III. Supervisar que a las aeronaves se les realicen los servicios de mantenimiento programados, de conformidad al manual del fabricante de cada aeronave;
- IV. Verificar la integración de un expediente relacionado con los controles de boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad de las aeronaves, elaborados por el taller externo contratado;
- V. Reportar a la Coordinación de Mantenimiento y Control de Calidad cualquier discrepancia que presenten las aeronaves;
- VI. Formular y presentar a la dirección general los informes técnicos correspondientes a las operaciones efectuadas por el equipo de transporte, que contenga el funcionamiento de cada una de las aeronaves operadas por la entidad paraestatal, cuando menos una vez al mes, y
- VII. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 23. La persona Titular de la Coordinación de Servicios Generales, tendrá las facultades siguientes:

- I. Proporcionar a cada unidad administrativa de la entidad paraestatal, los servicios de apoyo administrativo que sean necesarios para el mejor desempeño de sus funciones;
- II. Coordinar la adecuada custodia, almacenamiento y mantenimiento del mobiliario, equipo de oficina y demás insumos de la entidad paraestatal;
- III. Elaborar el programa anual del mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes muebles e inmuebles de la entidad paraestatal, así como supervisar el uso y destino adecuado;
- IV. Realizar en forma semestral el levantamiento y codificación de los bienes muebles e inmuebles de la entidad paraestatal;
- V. Coordinar y supervisar las acciones para la vigilancia, seguridad y limpieza de los bienes muebles e inmuebles en posesión de la entidad paraestatal;



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

- VI. Proporcionar el reporte para Auditoría Superior del Estado, respecto a las altas o bajas de bienes muebles e inmuebles, y
- VII. Las demás que le encomiende expresamente la dirección general y otras disposiciones legales aplicables.

CAPÍTULO VI DE LAS RESPONSABILIDADES ADMINISTRATIVAS

ARTÍCULO 24. Las infracciones cometidas por las y los servidores públicos de la entidad paraestatal y el personal que en ella laboren, que violenten las disposiciones del presente reglamento serán sancionadas de conformidad a lo previsto en la Ley General de Responsabilidades Administrativas y las demás disposiciones legales o administrativas que correspondan.

ARTÍCULO 25. Las y los servidores públicos adscritos a la entidad paraestatal tienen la obligación de conocer y cumplir las disposiciones contenidas en el presente reglamento interior y el marco normativo de las facultades que ejerzan y en ningún caso podrá alegar ignorancia o desconocimiento de ellos.

CAPÍTULO VII DE LAS RELACIONES LABORALES

ARTÍCULO 26. Las Relaciones Laborales entre la entidad paraestatal y las y los Servidores Públicos se regularán por lo dispuesto en la Ley de los Trabajadores al Servicio de los Poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial, de los Ayuntamientos y los Organismos Descentralizados del Estado de Quintana Roo.

ARTÍCULO 27. Las y los servidores públicos que laboran en la entidad paraestatal son trabajadores de confianza, desde la dirección general, coordinaciones generales, coordinaciones, jefaturas de departamento, administradores y los trabajadores al servicio inmediato de ellos, así como los técnicos y el personal administrativo, así como aquellos que independientemente del nombre del puesto que se les atribuya u otorgue por la dirección general y que realicen o tengan a su cargo funciones de dirección, inspección, vigilancia, fiscalización o manejen fondos y aquellos otros cargos que con tal carácter determine la ley de la materia.



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

CAPÍTULO VIII DE LAS SUPLENCIAS DE LOS SERVIDORES PÚBLICOS

ARTÍCULO 28. La persona titular de la dirección general será suplida en sus ausencias temporales no mayores a 15 días hábiles por el titular de la coordinación general administración y finanzas de la entidad paraestatal o por quien designe la dirección general; en caso que sean ausencias mayores a 15 días hábiles, será determinada por quien designe el consejo de administración.

ARTÍCULO 29. Las personas titulares de las Coordinaciones serán suplidas durante sus ausencias temporales menores de 15 días hábiles por el inferior jerárquico, cuyo asunto sea de su competencia. En las ausencias mayores de 15 días hábiles, serán suplidos por quien designe la dirección general.

CAPÍTULO IX DE LAS MODIFICACIONES AL REGLAMENTO INTERIOR

ARTÍCULO 30. Será facultad de la persona Titular del Poder Ejecutivo, previa aprobación del órgano de gobierno de la entidad, aprobar las modificaciones y adiciones al presente reglamento interior, las cuales no podrán contravenir ninguna norma o disposición legal aplicable.

La modificación al presente reglamento requerirá la presentación de un proyecto de modificación reglamentaria, que contenga una parte expositiva en donde se consignen las razones, motivos y pertinencia de la intención modificadora y la parte propositiva con el texto reglamentario que se propone.

ARTÍCULOS TRANSITORIOS

ARTÍCULO PRIMERO. El presente reglamento entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

ARTÍCULO SEGUNDO. En tanto se expidan los manuales de organización y de procedimientos de VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS, S.A. DE C.V, la persona titular de la dirección general resolverá las cuestiones que al efecto se presenten, con la aprobación del órgano de gobierno.

ARTÍCULO TERCERO. Se derogan todas las disposiciones reglamentarias de igual o menor jerarquía que se opongan al presente reglamento interior.



PODER EJECUTIVO
ESTADO DE QUINTANA ROO

DADO EN LA RESIDENCIA OFICIAL DEL PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, EN LA CIUDAD DE CHETUMAL, CAPITAL DEL ESTADO DE QUINTANA ROO A LOS SEIS DÍAS DEL MES DE AGOSTO DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO.

LA GOBERNADORA DEL ESTADO

LIC. MARÍA ELENA H. LEZAMA ESPINOSA



SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS

LIC. IRAZOLY MARISOL SARABIA MAY

EL DIRECTOR GENERAL DE VIP SERVICIOS
AÉREOS EJECUTIVOS, S.A. DE C.V.

CAP. P.A. ERIK MERAZ PALMA

LA PRESENTE HOJA DE FIRMAS CORRESPONDE AL REGLAMENTO INTERIOR DE LA EMPRESA DE PARTICIPACIÓN ESTATAL MAYORITARIA VIP SERVICIOS AÉREOS EJECUTIVOS, S.A. DE C.V., DE FECHA 6 DE AGOSTO DEL AÑO 2024.



**EL CONSEJO DE LA JUDICATURA DEL
PODER JUDICIAL DEL ESTADO DE QUINTANA ROO
EMITE LA PRESENTE**

CONVOCATORIA

A LAS PERSONAS QUE POR PRIMERA OCASIÓN SOLICITARÁN SU INSCRIPCIÓN AL
PADRÓN DE PERITOS QUE PUEDEN ACTUAR ANTE LOS ÓRGANOS DEL PODER
JUDICIAL DEL ESTADO PARA EL AÑO 2025.

Con fundamento en el artículo 92 fracción XIV de la Ley Orgánica del Poder Judicial; que dispone formar anualmente una lista con los nombres de las personas que puedan fungir como Peritos ante los órganos del Poder Judicial, así como lo establecido en los artículos 10, 11, 12 y 15 del Reglamento para las Personas que pueden fungir como Peritos ante los Órganos del Poder Judicial, el artículo 55 fracción X del Reglamento Interior del Consejo de la Judicatura, y de conformidad a lo establecido en el Acuerdo General Conjunto 4/2022 del Tribunal Superior de Justicia y del Consejo de la Judicatura del Poder Judicial del Estado, publicado en la Página Oficial del Poder Judicial del Estado, se **CONVOCA** a quienes deseen integrar el **PADRÓN DE PERITOS ANTE EL PODER JUDICIAL**, y cumplan con las bases de la presente convocatoria de conformidad con los siguientes:

REQUISITOS

- I. Tener título en el arte, ciencia o técnica en la materia en la que desee registrarse, en el caso de que estén legalmente reglamentados.
En estos casos, será necesario tener un mínimo de tres años de ejercicio profesional, el cual se contará a partir de la expedición de la cédula con efectos de patente para el ejercicio correspondiente, por parte de la Dirección General de Profesiones, dependiente de la Secretaría de Educación Pública; o del documento que avale sus conocimientos por la autoridad gubernamental, federal o estatal, competente.
 - II. Tener conocimientos relacionados con el arte, ciencia o técnica respectiva, en caso de que no estén legalmente reglamentados.
En estos casos, será necesario tener un mínimo de cinco años de ejercicio del arte, ciencia o técnica, comprobables a través de la documentación que acredite su experiencia en tales ámbitos.
 - III. En los casos a que se refieren las fracciones anteriores, se deberá acreditar la dedicación cotidiana a las actividades vinculadas a las áreas del conocimiento en que se solicita el registro.
 - IV. Tratándose de disciplinas de reciente aplicación, estén o no reglamentadas, el tiempo mínimo de su ejercicio deberá ser igual al tiempo en que inició su aplicación, sin perjuicio del cumplimiento de los demás requisitos que, en general, se prevén en este artículo.
 - V. Los aspirantes deberán presentar, además, constancias de estudios, cursos o talleres que muestren una constante actualización.
 - VI. Excepcionalmente, los aspirantes deberán acreditar su pericia mediante examen que se presentará con la cooperación de instituciones públicas o privadas, en aquellos casos que determine el Pleno.
- El costo que derive de la aplicación de los exámenes será cubierto por el sustentante.
- VII. Gozar de buena reputación y tener un modo honesto de vivir.
 - VIII. No haber sido condenado, mediante sentencia ejecutoriada, por delito doloso que merezca pena privativa de libertad.
 - IX. No desempeñarse como servidora o servidor público del Poder Judicial del Estado de Quintana Roo; en caso de ser servidora o servidor público de otros Entes Públicos, deberá abstenerse de intervenir en los asuntos en donde la institución en la que labore sea parte.

X. En el caso de quien se haya desempeñado como servidor público, no haber sido sancionado administrativamente por los órganos de los Poderes Judicial, Legislativo y Ejecutivo federales o estatales, por la comisión de alguna falta grave.

B A S E S

PRIMERA. Las personas que por primera ocasión soliciten su ingreso al Padrón de Peritos, deberán presentar un escrito en el que manifiesten su intención de formar parte del Padrón de Peritos, al cual acompañarán todos los documentos a que se refiere la base segunda de la presente convocatoria, para efectos de regularización administrativa.

SEGUNDA. Para la inscripción al Padrón de Peritos del Poder Judicial, deberán acompañarse los siguientes documentos, en original y copia:

- I. Solicitud en la que se manifestará:
 - a. El área del conocimiento en la que desea se le registre, conforme a las determinadas en la convocatoria.
- II. Constancia de no inhabilitación en el servicio público;
- III. Copia simple de la carta de antecedentes no penales, acompañada de su original para cotejo;
- IV. Información curricular actualizada en la que deberá indicarse:
 - a. Nombre completo.
 - b. Fecha de nacimiento.
 - c. Nacionalidad. En caso de nacionalidad extranjera, acreditar su calidad migratoria compatible para laborar en el país.
 - d. Estado civil.
 - e. Domicilio.
 - f. Teléfono.
 - g. Correo electrónico.
 - h. Estudios realizados, entre los que deberá incluirse los cursos de actualización.
 - i. Empleos o actividades desempeñadas.
 - j. Una fotografía tamaño infantil blanco y negro de fecha reciente.
- V. Dos cartas de personas que lo conozcan y avalen su conducta y solvencia moral.
- VI. Dos cartas de personas o instituciones a las que haya prestado sus servicios, en las que manifieste la opinión sobre la calidad de los mismos.

Las cartas a que se refieren esta fracción y la anterior, deberán ser contemporáneas a la fecha de publicación de la convocatoria y señalar los datos personales de quienes las expidan, dentro de los cuales se indicarán, al menos, dirección, teléfono, y en su caso, correo electrónico.

VII. Copia certificada del título y cédula profesional; o bien, documento que avale sus conocimientos, expedido con el reconocimiento por la autoridad gubernamental, federal o estatal, competente; estos documentos deberán estar vinculados a la materia o área del conocimiento respecto de la cual se solicita el registro por los aspirantes.

VIII. Copia simple de la Cédula de Identificación Fiscal y constancia de inscripción en el Registro Federal de Contribuyentes y, en su caso, último aviso de cambio de domicilio.

Para efectos de esta fracción, no se admitirán Cédulas de Identificación Fiscal pertenecientes a personas morales.

Las solicitudes deberán presentarse en los formatos que determine la Secretaría Ejecutiva del Pleno, los cuales se encuentran anexos a la presente convocatoria.

Las copias certificadas que se acompañen a las solicitudes a que se refiere la presente convocatoria, deberán ser expedidas por notario público; y en el caso de documentos expedidos por autoridades extranjeras, deberán estar apostillados y acompañar la traducción que corresponda; requisito último que también deberá observarse respecto de documentos expedidos por autoridades nacionales en otros idiomas.

Los interesados deberán realizar su solicitud junto con la documentación señalada en la presente convocatoria, **por cada área del conocimiento en la que deseen se les registre.**

Las gestiones vinculadas al proceso de selección serán personales, por lo que sólo podrán llevarse a cabo por el interesado.

La falta de cualquiera de los documentos o que estos no se presenten con los requisitos señalados, será suficiente para desechar la solicitud.

TERCERA. De acuerdo con la naturaleza y complejidad de la materia sobre la que verse el peritaje, los peritos se desempeñarán ante los órganos del Poder Judicial del Estado de Quintana Roo durante el año dos mil veinticinco, en las siguientes ramas:

I. Disciplinas:

- a. Administración;
- b. Antropología;
- c. Antropometría;
- d. Balística;
- e. Contaduría Pública;
- f. Criminalística;
- g. Economía;
- h. Fonética;
- i. Genética;
- j. Geomática;
- k. Informática;
- l. Ingeniería;
- m. Medicina;
- n. Odontología;
- o. Psicología;
- p. Psiquiatría;
- q. Química;
- r. Toxicología; y,
- s. Veterinaria.

II. Artes:

- a. Arquitectura; y,
- b. Caligrafía

III. Técnicas:

- a. Dactiloscopia, dactilogramas y sistema de identificación;
- b. Documentoscopia y grafoscopia;
- c. Fotografía y videograbación forense;
- d. Topografía;
- e. Tránsito terrestre, aéreo, náutico o fluvial;
- f. Incendios y explosiones;
- g. Agrimensura;
- h. Análisis de daños estructurales;
- i. Auditoría y Análisis de Información Financiera;
- j. Auditoría en Obra Pública y/o Privada;
- k. Batimetría;
- l. Construcción;
- m. Criminología;
- n. Elaboración de Estudios y Planos Arquitectónicos, de Construcción Topográficos y de Agrimensura;
- o. Elaboración de Planos y Proyectos de Instalaciones Eléctricas;
- p. Electricidad;
- q. Estructuras de Acero y Concreto;
- r. Fiscal (en Materia Tributaria);
- s. Fotografía Forense;
- t. Geodesia;
- u. Inocuidad Alimentaria;
- v. Higiene y Seguridad;
- w. Legislación Sanitaria;
- x. Urbanización y Edificación;
- y. Sistema de Información Geográfica; y,
- z. Sistemas de Identificación, Técnicas Audiovisuales, Fotografía y Video

IV. Oficios:

- a. Traductor e intérprete auditiva oral; y,
- b. Traductor e intérprete de idiomas.

Los interesados deberán en su caso, plasmar la especialidad de la rama en la que deseen se les registre, en el formato de solicitud anexo a la presente convocatoria.

CUARTA. Las personas interesadas en ingresar su solicitud de nuevo ingreso, deberán acceder a la plataforma digital siguiente: <https://peritos.tsjroo.gob.mx>; posteriormente, tendrán que registrarse siguiendo los pasos que se marcan en la plataforma en comentario; luego, podrán subir su documentación de registro a partir del martes primero de octubre del año en curso, una vez completado este paso, el sistema generará un acuse de recibo por solicitud; lo cual, será responsabilidad del solicitante asegurarse de recibir dicho acuse.

QUINTA. La fecha para la presentación de la documentación será durante los diez primeros días hábiles del mes de octubre del presente año.

SEXTA. La lista con los nombres de los peritos que sean aceptados por el Consejo de la Judicatura para formar parte del Padrón de Peritos del Poder Judicial, será publicada en su momento en el Periódico Oficial del Estado, así como en la página web <https://www.tsjroo.gob.mx/>.

SÉPTIMA. Para el caso de los dictámenes periciales, cuyos honorarios correspondan ser sufragados por el Poder Judicial del Estado, los peritos deberán en todo caso ajustarse al arancel emitido mediante Acuerdo General 14/2018, aprobado por el Consejo de la Judicatura, en su sesión de fecha ocho de noviembre de dos mil dieciocho y publicado en el Periódico Oficial del Estado en fecha catorce de noviembre del mismo año, y sus respectivas reformas; así como estar dados de alta en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y contar con los recibos de honorarios correspondientes, por lo que deberán adjuntar a su solicitud la manifestación de haber leído en su integridad el citado acuerdo y aceptar lo estipulado en el mismo, mediante el formato adjunto.

OCTAVA. El Consejo de la Judicatura analizará lo conducente para la asignación del registro.

NOVENA. Todas las cuestiones no previstas en la presente convocatoria serán resueltas por el Consejo de la Judicatura.

Para cualquier información comunicarse en horario laboral a los teléfonos (983) 83 2 10 00 Ext. 131 y/o 142. Asimismo, en caso de requerir asistencia por problemas técnicos, podrá comunicarse con el área de informática para tal efecto, a través de la extensión 185.

CANCÚN, Q. ROO, A 11 DE SEPTIEMBRE DE 2024
LA SECRETARÍA DE ACUERDOS DE SALA EN FUNCIONES DE
SECRETARÍA EJECUTIVA DEL PLENO DEL CONSEJO DE LA JUDICATURA
DEL PODER JUDICIAL DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

MTRA. GENY ALICIA CARRIL ALONZO, DEL ESTADO
CONSEJO DE LA JUDICATURA
QUINTANA ROO

ANEXO 1. Solicitud de ingreso al Padrón de Peritos

Chetumal/Cancún Quintana Roo, a ____ de _____ de 2024

**CONSEJO DE LA JUDICATURA
DEL PODER JUDICIAL DEL ESTADO
DE QUINTANA ROO**

Quien suscribe, _____,
manifiesto por este conducto mi interés en formar parte de la lista de personas que
podrán fungir como peritos ante el Poder Judicial, también conocida como **Padrón
de Peritos**, durante el año dos mil veinticinco, en materia de
_____ con la especialidad (en su
caso) en _____, lo cual acreditaré
con los documentos adjuntos en este escrito y de acuerdo con lo establecido en la
convocatoria correspondiente, de conformidad con lo dispuesto en el
**REGLAMENTO PARA LAS PERSONAS QUE PUEDEN FUNGIR COMO
PERITOS ANTE LOS ÓRGANOS DEL PODER JUDICIAL.**

Firma de la persona solicitante

ANEXO 2. Aceptación del contenido y alcance del Reglamento.

Chetumal/Cancún Quintana Roo, a ____ de _____ de 2024

**CONSEJO DE LA JUDICATURA
DEL PODER JUDICIAL DEL ESTADO
DE QUINTANA ROO**

Quien suscribe, _____,
por este conducto, manifiesto haber leído íntegramente el **ACUERDO GENERAL 14/2018 DEL PLENO DEL CONSEJO DE LA JUDICATURA DEL PODER JUDICIAL DEL ESTADO, POR EL CUAL SE EMITE EL REGLAMENTO PARA LAS PERSONAS QUE PUEDEN FUNGIR COMO PERITOS ANTE LOS ÓRGANOS DEL PODER JUDICIAL**, así como sus diversas reformas, por lo que acepto ampliamente el contenido y los alcances referidos en el acuerdo aprobado en fecha ocho de noviembre y publicado en el Periódico Oficial del Estado, el catorce de noviembre del año dos mil dieciocho.

Lo anterior se hace de su conocimiento para mi admisión al Padrón de Peritos durante el año dos mil veinticinco, en caso de no haber inconveniente alguno.

Firma de la persona solicitante



MTRO. LUIS RODRIGO ALCÁZAR URRUTIA, DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DE MOVILIDAD DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, con fundamento en los artículos 3, 18, 21, 25 fracciones XXIII, XLI y XLII, 30 fracciones XX y XXIII de la Ley de Movilidad del Estado de Quintana Roo, 64 fracción XII de la Ley de las Entidades de la Administración Pública Paraestatal del Estado de Quintana Roo; y

CONSIDERANDO

Que de conformidad con los artículos 21, 25 fracciones XXIII, XLI y XLII y 30 fracciones XX y XXIII de la Ley de Movilidad del Estado de Quintana Roo, el Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo esta representado por la persona titular de la Dirección General, nombrada conforme a lo establecido en la Ley de las Entidades de la Administración Pública Paraestatal del Estado de Quintana Roo y cuenta con las facultades para el otorgamiento de licencias de conducir y la recaudación de su tarifa correspondiente, así como para la implementación de acciones para revisar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones relativas a su otorgamiento.

Que de acuerdo con el artículo 64 fracción XII de la Ley de las Entidades de la Administración Pública Paraestatal del Estado de Quintana Roo, dentro de las facultades y obligaciones del Director General se encuentra la de ejecutar los acuerdos que dicte el Órgano Colegiado de Gobierno del Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo.

Que en virtud de lo expuesto a la Junta de Gobierno del Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 34 fracciones X y XI Bis de la Ley de Movilidad del Estado de Quintana Roo, en su Segunda Sesión Extraordinaria de fecha 10 de septiembre del 2024, dicho órgano aprobó el descuento para el otorgamiento, reexpedición o reposición de licencias y permisos de conducir, específicamente para las licencias de conducir "Tipo A2" de motocicletas con vigencia de 2 años, en los términos expuestos en el presente acuerdo.

Por lo anteriormente expuesto, se tiene a bien emitir el siguiente:

ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE AUTORIZA DESCUENTO EN EL OTORGAMIENTO, REEXPEDICIÓN O REPOSICIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS DE CONDUCIR, ESPECÍFICAMENTE PARA LAS LICENCIAS DE CONDUCIR "TIPO A2" DE MOTOCICLETAS CON VIGENCIA DE 2 AÑOS.





ARTÍCULO PRIMERO. Se otorga una reducción a 1.84 UMAS equivalente a \$ 200.00 (Son: doscientos pesos M.N. 00/100) en las tarifas correspondientes al concepto de 6. Revisión, análisis y expedición para el otorgamiento, reexpedición o reposición de licencias y permisos de conducir, específicamente para las licencias de conducir "Tipo A2" de motocicletas con vigencia de 2 años, contenidas en el Tabulador de Ingresos Propios del Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 30 de mayo del 2024.

ARTÍCULO SEGUNDO. La reducción señalada en el artículo anterior será aplicable en todos los municipios del Estado de Quintana Roo y estará vigente a partir del día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo hasta el 31 de octubre del 2024. Una vez concluido dicho plazo se aplicarán las tarifas establecidas en el Tabulador de Ingresos Propios del Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo vigentes.

ARTÍCULOS TRANSITORIOS

PRIMERO. El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo y hasta el 31 de octubre del 2024.

SEGUNDO. Quedan sin efecto todas aquellas disposiciones de igual o menor jerarquía que se opondan a las contenidas en el presente Acuerdo.

DADO EN LA CIUDAD DE CHETUMAL, CAPITAL DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, A LOS ONCE DÍAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO.

EL DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DE MOVILIDAD
DEL ESTADO DE QUINTANA ROO,


MTR. LUIS RODRIGO ALCÁZAR URRUTIA

LA PRESENTE HOJA DE FIRMAS CORRESPONDE AL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE AUTORIZA DESCUENTO EN EL OTORGAMIENTO, REEXPEDICIÓN O REPOSICIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS DE CONDUCIR, ESPECÍFICAMENTE PARA LAS LICENCIAS DE CONDUCIR TIPO A2 DE MOTOCICLETAS CON VIGENCIA DE 2 AÑOS, DE FECHA ONCE DE SEPTIEMBRE DE DOS MIL VEINTICUATRO.

2





Secretaría de Gobierno

Dirección del Periódico Oficial

Directorio

Lcda. María Elena H. Lezama Espinosa
Gobernadora Constitucional del Estado

Lcda. María Cristina Torres Gómez
Secretaria de Gobierno

Lcdo. Carlos Rafael Hernández Blanco
Director del Periódico Oficial

Lorena Salazar Canul
Encargada de Edición

Dirección: Av. Insurgentes esquina Corozal 202,
entre David Gustavo Ruíz, Chetumal, Quintana Roo.
C.P.-77013
Tel: 83-2.65.68
E-mail: periodicooficialqr@hotmail.com

Publicado en la Dirección del Periódico Oficial