



RENACIMIENTO MAYA
YUCATÁN
GOBIERNO DEL ESTADO | 2024 • 2030

ATLAS



DE PELIGROS POR
FENÓMENOS NATURALES
DEL ESTADO DE YUCATÁN

GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATÁN

Mtro. Joaquín Jesús Díaz Mena
Gobernador del Estado de Yucatán

Mtro. Omar David Pérez Avilés
Secretario General de Gobierno

Mtro. Hernán Alejandro Hernández Rodríguez
Director General de la Coordinación Estatal de Protección Civil



Contenido

INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS, METAS Y ALCANCES DEL ATLAS DE PELIGROS POR FENÓMENOS NATURALES DEL ESTADO DE YUCATÁN 2024	5
1. INFORMACIÓN BASE	7
1.1. Localización	7
1.2. Geología	7
1.2.1. Marco Geológico Regional de la Península de Yucatán	7
1.2.2. Geología Superficial	7
1.2.3. Geología del Subsuelo	8
1.2.4. Estratigrafía	8
1.2.5. Tectónica	10
1.2.6. Geología Estructural	10
1.3. Vegetación	12
1.4. Hidrografía	19
1.5. Fisiografía	23
1.6. Topografía	23
1.7. Clima	25
1.8. Características Sociodemográficas	31
1.9. Vivienda	34
1.10. Infraestructura estratégica	35
1.10.1. Vías de Comunicación	35
1.10.2. Ferrocarriles	37
1.10.3. Aeropuertos	38
1.10.4. Puertos Marítimos	39

1.11.	Educación	40
1.12.	Salud	40
2.	PELIGROS NATURALES.....	44
2.1.	Fenómenos Geológicos	44
	Sismos y Tsunamis	44
	Actividad Volcánica	46
	Inestabilidad de Laderas	48
	Fallas y Fracturas como condicionantes en la generación de procesos de remoción en masa y subsidencia del terreno	51
	Hundimientos	52
2.2.	Peligros por Fenómenos Hidrometeorológicos.....	62
	Viento	62
	Ciclones Tropicales	62
	Ciclones Tropicales que han afectado Yucatán Significativamente (1967-2024)	86
	Inundaciones.....	129
	Marea de Tormenta	133
	Susceptibilidad por inundación mixta	135
	REFERENCIAS.....	137



INTRODUCCIÓN

Yucatán es reconocido como uno de los lugares más seguros para habitar, tanto por los altos índices de seguridad, como la organización oficial en materia de Protección Civil que ha actuado oportunamente ante la amenaza de fenómenos perturbadores de origen natural.

Sin embargo, como cualquier parte del mundo, no está exento de todo riesgo. La incidencia de peligros asociados a fenómenos perturbadores de origen natural, en conjunto con los cambios en la estructura de su territorio -principalmente por la actividad humana-, conllevan a cambios en el sistema natural que lo tornan vulnerable ante desastres. El Sistema Nacional de Protección Civil clasifica los fenómenos perturbadores, según su origen, en naturales y antropogénicos. A su vez, identifica entre los primeros dos tipos: geológicos e hidrometeorológicos, que corresponden al tipo de eventos serán abordados en el presente estudio.

El Estado de Yucatán, según antecedentes históricos y estadísticos, está prácticamente exento de agentes perturbadores de origen geológico, al no existir volcanes en la Península y estar ubicada fuera de la franja sísmica del País. Sin embargo, la conformación kárstica del subsuelo ocasiona eventos como hundimientos, cuando éste sufre fracturas o acomodados, que comprometen la seguridad del entorno. Por lo tanto, es importante conocer las zonas propensas a estos fenómenos, a fin de considerarlas en los análisis de riesgos para la realización de obras de infraestructura o inmuebles y establecer las medidas de mitigación aplicables a los proyectos.

En contraste, los agentes perturbadores de origen hidrometeorológico, constituyen los eventos de mayor recurrencia, principalmente durante la denominada “Temporada de Lluvias y Ciclones Tropicales” - que abarca oficialmente del 1 de junio al 30 de noviembre-, que incluyen desde frentes fríos, ondas tropicales y, aunque no tan frecuentes, pero si muy significativos por los efectos adversos que ocasionan, los ciclones tropicales. El presente documento, es elaborado como soporte de la actualización del “Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales del Estado de Yucatán”, realizada por especialistas adscritos a la Coordinación Estatal de Protección Civil de Yucatán. Sin embargo, ya no representa la herramienta fundamental para su uso, ya que es complemento del Sistema de Información Geográfica que ha sido implementado por esta misma dependencia y que se mantendrá vigente de manera permanente mediante la incorporación de nuevas variables contenidas en capas de información geográfica.

OBJETIVOS, METAS Y ALCANCES DEL ATLAS DE PELIGROS POR FENÓMENOS NATURALES DEL ESTADO DE YUCATÁN 2024.

Objetivo General

Transitar el Atlas Estatal de Peligros a un sistema de información geográfica, en el cual se establezcan y visualicen las zonas más propensas a incidentes por los diferentes tipos de fenómenos naturales; así como la ubicación de los principales factores expuestos ante este tipo de fenómenos de acuerdo con la posición de las zonas con mayor y menor riesgo, en una base de datos cartográfica actualizada y de fácil interpretación.

Objetivos específicos

- Identificar las zonas propensas a la generación de fenómenos geológicos, hidrometeorológicos y químico-tecnológicos, estableciendo niveles de peligro en base a los datos recabados.
- Vincular los datos en una base de datos (SIG) de fácil interpretación y disponible para consulta en la cual las autoridades Estatales y Municipales de Yucatán puedan basarse para la toma de decisiones ante la presencia de un siniestro y poder visualizar las zonas y bienes expuestos con el fin de minimizar las pérdidas tanto económicas como humanas.
- Mantener el Sistema de Información Geográfica en actualización constante.

Meta

Disponer de un atlas en formato digital para consulta ciudadana, en el cual se establezcan los niveles de peligro de acuerdo a cada fenómeno perturbador y en el cual de manera gradual se anexen las variables de otros tipos de fenómenos naturales.



INFORMACIÓN BASE

1. INFORMACIÓN BASE

1.1. Localización

El Estado de Yucatán se ubica al sureste de la República Mexicana, en la Península del mismo nombre. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas extremas siguientes: Al norte 22°35'10", al sur 19°33'04" de latitud norte; al este 87°32'00", al oeste 90°24'26" de longitud oeste. Está limitado al este por el estado de Quintana Roo al oeste y norte por el Golfo de México y al sur por los estados de Campeche y Quintana Roo.

Está conformado por 106 municipios que se distribuyen en una superficie territorial de 39,524 Km² que representan el 2% de la superficie total del País, ubicándolo en el lugar número 21 de los Estados de México. Esta entidad federativa colinda al Norte con el Golfo de México, al Este con el Estado de Quintana Roo, al Oeste con el Estado de Campeche y el Golfo de México y al Sur con Quintana Roo y Campeche (INEGI, 2021).

1.2. Geología

1.2.1. Marco Geológico Regional de la Península de Yucatán

El marco geológico regional corresponde a la Provincia Geológica Plataforma de Yucatán, que incluye el territorio geográfico de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. y que se extiende a los países vecinos de Guatemala y Belice.

1.2.2. Geología Superficial

Las unidades litológicas distribuidas en la provincia geológica de la Plataforma de Yucatán, consiste en evaporitas, carbonatos principalmente del Terciario y Cuaternario. La descripción de los elementos geológicos y estructurales son los afloramientos que aparecen dentro del territorio mexicano específicamente en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

1.2.3. Geología del Subsuelo

El subsuelo del Estado está compuesto por una secuencia de sedimentos calcáreos marinos que van desde el Terciario hasta el Reciente. En el Cuaternario, las zonas costeras se formaron por depósitos calcáreos expuestos tras una ligera emersión de la Península. Los sedimentos terciarios están mayormente horizontales o con inclinaciones suaves. Los primeros 120 m consisten en calizas masivas recrystalizadas y cavernosas, altamente permeables, cubriendo margas y calizas casi impermeables con espesores significativos en la parte NOE.

1.2.4. Estratigrafía

El Estado tiene las mismas características geológicas que los otros estados de la Península, que consiste en una secuencia de rocas evaporíticas y carbonatadas que abarcan desde el Terciario al Reciente.

Desde el punto de vista estratigráfico, se presenta una columna que comprende ocho unidades que van desde el Eoceno al Holoceno con diferentes formas de depósitos litológicos tales como: Caliza-Marga, Caliza-Coquina, Arenisca- Coquina y sedimentos recientes: Palustre, Lacustre, Litoral y Aluvión.

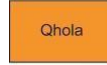
SIMBOLOGÍA

CUATERNARIO

HOLOCENO



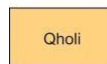
Aluvión



Lacustre

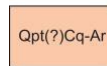


Palustre



Litoral

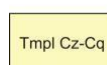
PLEISTOCENO



Coquina-Arenisca

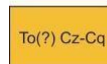
TERCIARIO

MIOCENO-PLIOCENO



Caliza-Coquina

OLIGOCENO

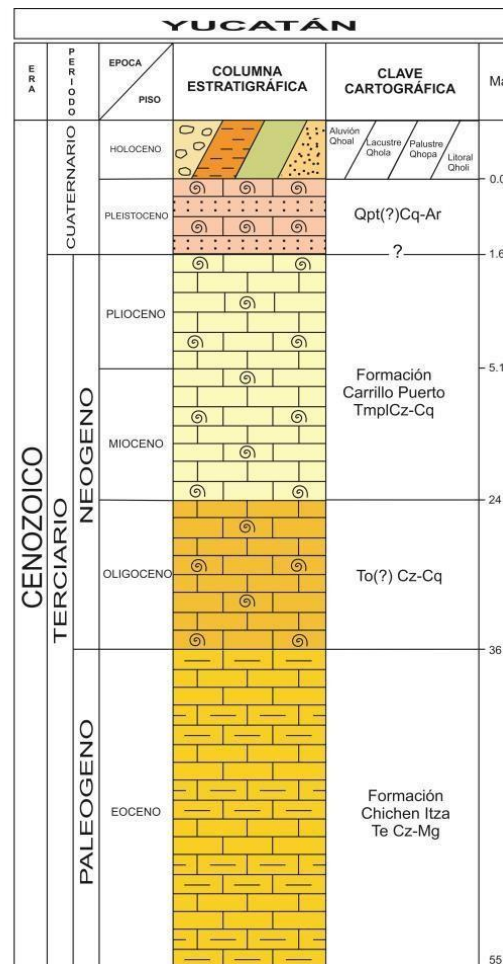


Caliza-Coquina

EOCENO



Caliza-Marga



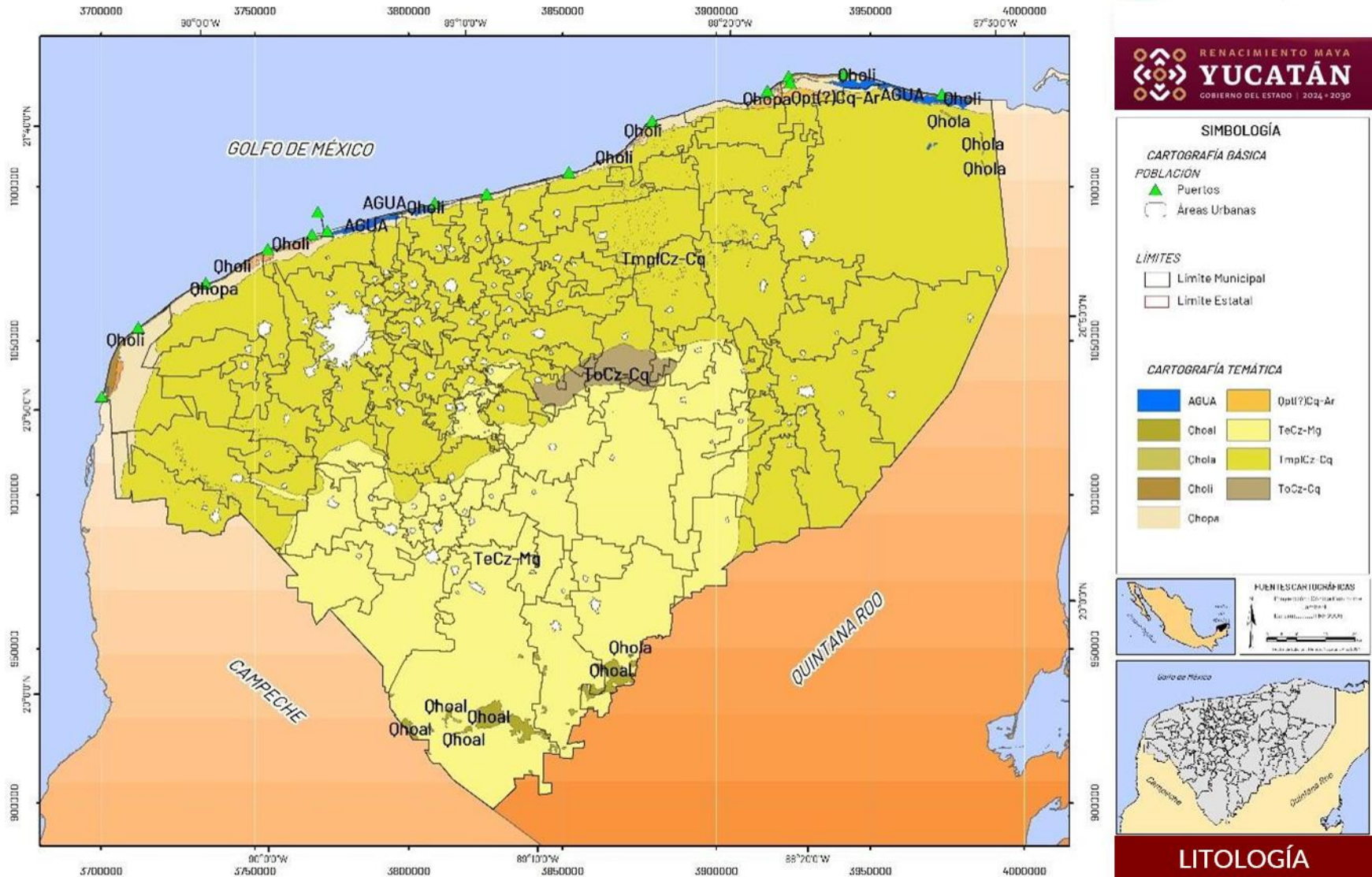


Ilustración 2.- Mapa litológico del Estado de Yucatán.

1.2.5. Tectónica

La península de Yucatán está *situada sobre la Placa Tectónica Norteamericana con fronteras cercanas a la Placa de Cocos y la Placa del Caribe*. Presenta elementos geológicos que suponen una paleogeografía continental que evoluciona a una plataforma desarrollada desde el cretácico hasta la actualidad. Algunas publicaciones sustentan que la plataforma de Yucatán o Bloque de Yucatán representa un bloque exótico asociado con la apertura del Golfo de México. El golfo sucedió durante el Jurásico Temprano a Medio y el Bloque de Yucatán posiblemente se encontraba en su posición actual ya para el Oxfordiano (Molina-Garza *et al.*, 1992; Dickinson y Lawton, 2001; Bird *et al.*, 2005; Cobiella-Reguera, 2008).

1.2.6. Geología Estructural

En general, la geología estructural del estado de Yucatán es relativamente sencilla. Las capas expuestas en la entidad consisten principalmente de tres unidades diferenciadas en la cartografía del Servicio Geológico Mexicano con base en el contenido faunísticos como las formaciones Chichen Itzá, unidad de caliza-coquinas y Carrillo Puerto unidad de Arenisca-Coquina de edad Eoceno, Oligoceno y Mioceno-Plioceno respectivamente, que son sobreyacidas discordantemente por unidades semiconsolidadas a no consolidadas del Cuaternario ubicadas en la zona costera.

Es importante señalar que las unidades que afloran en la entidad presentan intenso fracturamiento el cual parece concentrarse principalmente en la parte NE, sin embargo, se observan algunos lineamientos en el centro y sur donde la densidad baja considerablemente, mientras que en la parte NNW el fracturamiento está casi ausente (INEGI, 1998). Lugo-Hubp *et al.* (*op. cit.*), asocia este fracturamiento al levantamiento basculado de la plataforma de Yucatán que tuvo mayor intensidad en el sur generando sistemas de fracturamiento orientados preferencialmente NNE.

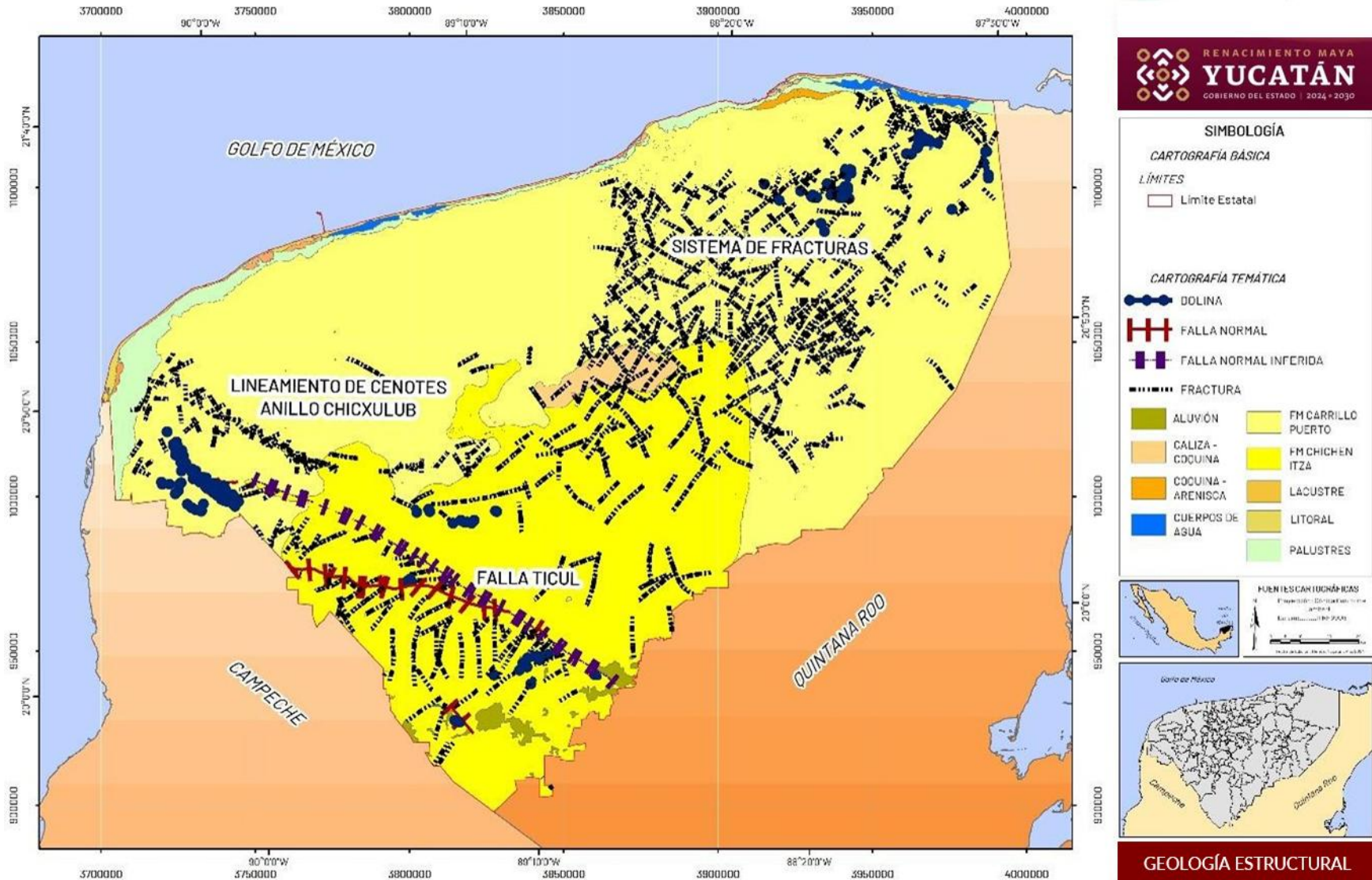


Ilustración 3. - Mapa geológico estructural del Estado de Yucatán.

1.3. Vegetación

El Estado alberga una diversidad vegetal clasificada en 10 tipos distintos: 1. Vegetación de dunas costeras, 2. Manglares, 3. Selva baja caducifolia, 4. Selva baja espinosa, 5. Selva mediana subcaducifolia, 6. Selva mediana subperennifolia, 7. Selva baja inundable, 8. Sabanas, 9. Petenes y 10. Comunidades de hidrófilas, además de la Vegetación secundaria (Durán R. y M. Méndez, 2010).

Vegetación de Dunas Costeras

Cubre aproximadamente el 81% del litoral de la Península, con excepciones en áreas ocupadas por manglares, sistemas lagunares y zonas de desarrollo turístico (Flores y Espejel, 1994).

Las comunidades de dunas de Yucatán muestran una estructura diversa, influenciada por características hidrológicas, climáticas y edáficas a lo largo del litoral (Angulo et al., 2018; Espejel, 1987). Estas condiciones permiten que las plantas toleren altas temperaturas, escasa disponibilidad de agua y una exposición elevada a la sal (Martínez et al., 2014; Munguía-Rosas et al., 2019).



Manglares

Los ecosistemas de manglar marcan la transición entre el medio marino y terrestre, formando parte de una red de ecosistemas interconectados por la hidrología y desempeñando funciones ecológicas cruciales para la integridad de las zonas costeras. Se distribuyen a lo largo del litoral yucateco, ocupando áreas como lagunas costeras, ciénagas, petenes y playas. Los manglares más desarrollados se encuentran en lugares como Ría Lagartos, Ría Celestún y las Bocas de Dzilam.



Ilustración 5.- Manglar de franja (Fotografía obtenida de la publicación de Zaldivar-Jiménez et al., 2010)

Los manglares se aferran al suelo mediante un intrincado sistema de raíces que les proporciona estabilidad en el fango. Su follaje, en forma de sombrilla, les confiere apariencia aerodinámica que les permite resistir embates de vientos fuertes, como los huracanes. Mantienen una estrecha relación con las descargas de agua subterránea.

Selva Baja Caducifolia

La selva baja caducifolia, es un importante tipo de vegetación que cubre aproximadamente 20,000 km², principalmente en la porción Norte de la Península de Yucatán. Se desarrolla sobre suelos calcáreos con afloramientos de rocas y se extiende de manera irregular desde la parte nororiental del Estado de Yucatán hasta Campeche.

La apariencia de la selva baja caducifolia cambia drásticamente a lo largo del año, ya que durante los meses lluviosos se cubre con un denso follaje verde claro que le confiere un aspecto fresco y vigoroso y, en la temporada seca, más del 95% de las hojas caen y el paisaje adquiere un aspecto de bosque petrificado.

Sin embargo, durante la sequía más intensa, la selva se llena de color cuando muchos árboles florecen, destacándose especialmente porque están desnudos de hojas (Durán R. y Méndez, 2010).

Selva Baja Espinosa

La selva baja espinosa es un ecosistema singular que se extiende a lo largo de una franja paralela a la costa Norte del Estado de Yucatán, entre Sisal y Ría Lagartos. Se caracteriza por su clima cálido y seco, así como por el tipo de suelo lajoso (t'sekel), lo



Ilustración 6. Selva baja caducifolia. (Foto de la página del Herbario CICY: <https://www.cicy.mx>)



Ilustración 7. Selva baja espinosa. (tomada de: <https://enciclovida.mx/especies/172334>)

cual influye en la altura de los árboles, que rara vez superan los 6 metros y suelen perder la mayoría de sus hojas durante la temporada seca (Miranda, 1958; Bravo-Hollis y Sánchez–Mejorada, 1991 en Durán R. y Méndez, 2010).

Las especies que forman parte de esta comunidad, suelen presentar espinas en sus tallos, ramas y hojas, y se distinguen por la abundancia de especies de cactáceas, muchas de las cuales son endémicas.

Selva Mediana Subcaducifolia

Esta comunidad, emblemática del Estado, se extiende en una amplia franja desde el noreste hasta el suroeste, abarcando una parte de Campeche. Junto con las selvas bajas, define el paisaje vegetal de Yucatán, ocupando alrededor de 29,309 km².

Crece en suelos pedregosos con una fina capa de materia orgánica. Su estrato arbóreo, con alturas de 10 a 15 metros, pierde entre un 50% y un 75% de sus hojas durante la estación seca (Durán R. y Méndez, 2010).



Ilustración 8.- Selva mediana subcaducifolia. (De la página del INAH <https://lugares.inah.gob.mx>)

Selva Mediana Subperennifolia

La selva chiclera, la comunidad más extensa en la Península de Yucatán, se caracteriza por crecer en suelos profundos y ricos en materia orgánica. Está presente únicamente en su extremo nororiental, en el municipio de Tizimín (Colonia Yucatán), y en el cono sur, en los municipios de Tekax, Peto y Tzucacab, que limitan con el estado de Quintana Roo (Durán R. y Méndez, 2010).



Ilustración 9.- *Enterolobium cyclocarpum*, especie representativa de la Selva mediana subperennifolia (tomada de la página del Herbario CICY: <https://www.cicy.mx>).

Esta comunidad alberga una gran complejidad y diversidad de especies, con árboles que alcanzan alturas de 15 a 20 metros, y aproximadamente el 25% de ellos pierde sus hojas durante la época seca (Durán R. y Méndez, 2010).

Selva Baja Inundable

Poco representada en Yucatán, se encuentra dispersa tanto en la parte sur (cono sur), como en la parte norte (costa noroeste), en suelos conocidos como "akalchés", denominación maya que indica su menor contenido de materia orgánica y su carácter más pobre, ya que tienden a estar inundados durante largos períodos.

Carecen de afloramientos rocosos, presentan un color gris oscuro y un drenaje lento, mostrando abundante perifitón durante la época seca. Esta selva se presenta en forma de parches de extensión limitada y se desarrolla en climas del tipo Aw0, Aw y Aw2, con árboles que alcanzan alturas de entre 5 y 6 metros (Durán R. y Méndez, 2010).



*Ilustración 10.- Selva baja inundable, reserva Bala'an K'aax
(De la página de la CONANP: <https://simec.conanp.gob.mx>)*

Sabanas

La sabana se define como una pradera de gramíneas sin árboles o con árboles dispersos, donde predominan suelos con drenaje deficiente (Miranda y Hernández X., 1963; Gómez-Pompa, 1965; Sarukhán, 1968).

En las sabanas, generalmente, hay un estrato de árboles bajos de 3 a 6 metros que pueden estar dispersos o agrupados en forma de islotes, creando un aspecto similar a un parque. Estos árboles, suelen tener troncos retorcidos y hojas coriáceas.



*Ilustración 11.- Sabana (De la página del Herbario CICY:
<https://www.cicy.mx>)*

Petenes

Son islas de vegetación arbórea que se encuentran inmersas en una vegetación baja inundable, llamadas marismas. Se distribuyen a lo largo de la costa, especialmente en áreas como Dzilam de Bravo y Río Lagartos en la costa oriental del Estado, y en la región poniente, que incluye a Celestún y el norte de Campeche. Se desarrollan en terrenos bajos y pantanosos cerca de la costa, influenciados por la salinidad del mar.

Constituyen asociaciones vegetales únicas que caracterizan a la Península, donde se combinan especies de manglar y selva mediana perennifolia, o una mezcla de ambas. La vegetación arbórea se destaca en un entorno de vegetación baja, a veces dentro de una matriz medianamente arbolada. (Durán R. y Méndez, 2010).



Ilustración 122.- Especies de Petenes. (De la pagina del Herbario CICY: <https://www.cicy.mx>)

Comunidades de Hidrófilas

Se asocian con cuerpos de agua como cenotes, aguadas y rejolladas, siendo comunes en las tierras bajas de la Península de Yucatán. En Yucatán, se encuentran en manchones dispersos tanto en Tekax como en Tizimín. Los suelos que los rodean varían en coloración, desde oscuro a pardo oscuro, negro y gris rojizo y oscuro. Las plantas hidrófilas que se adaptan al agua forman asociaciones herbáceas, tanto anuales como perennes, y arbustivas, y en ocasiones asociaciones puras.



Ilustración 133.- Vegetación típica de haltunes o sartenejas o cavidades pequeñas (Fotografía tomada por: M. Castilla y A. Dorantes en Flores-Guido, 2010)

Vegetación Secundaria

Las comunidades vegetales que fueron previamente utilizadas para actividades agrícolas y posteriormente abandonadas, son el escenario donde ocurre una sucesión secundaria. Por lo tanto, el estado presenta un mosaico de diferentes etapas seriales de vegetación secundaria derivada de estas comunidades, cuya diversidad se manifiesta en las especies herbáceas.

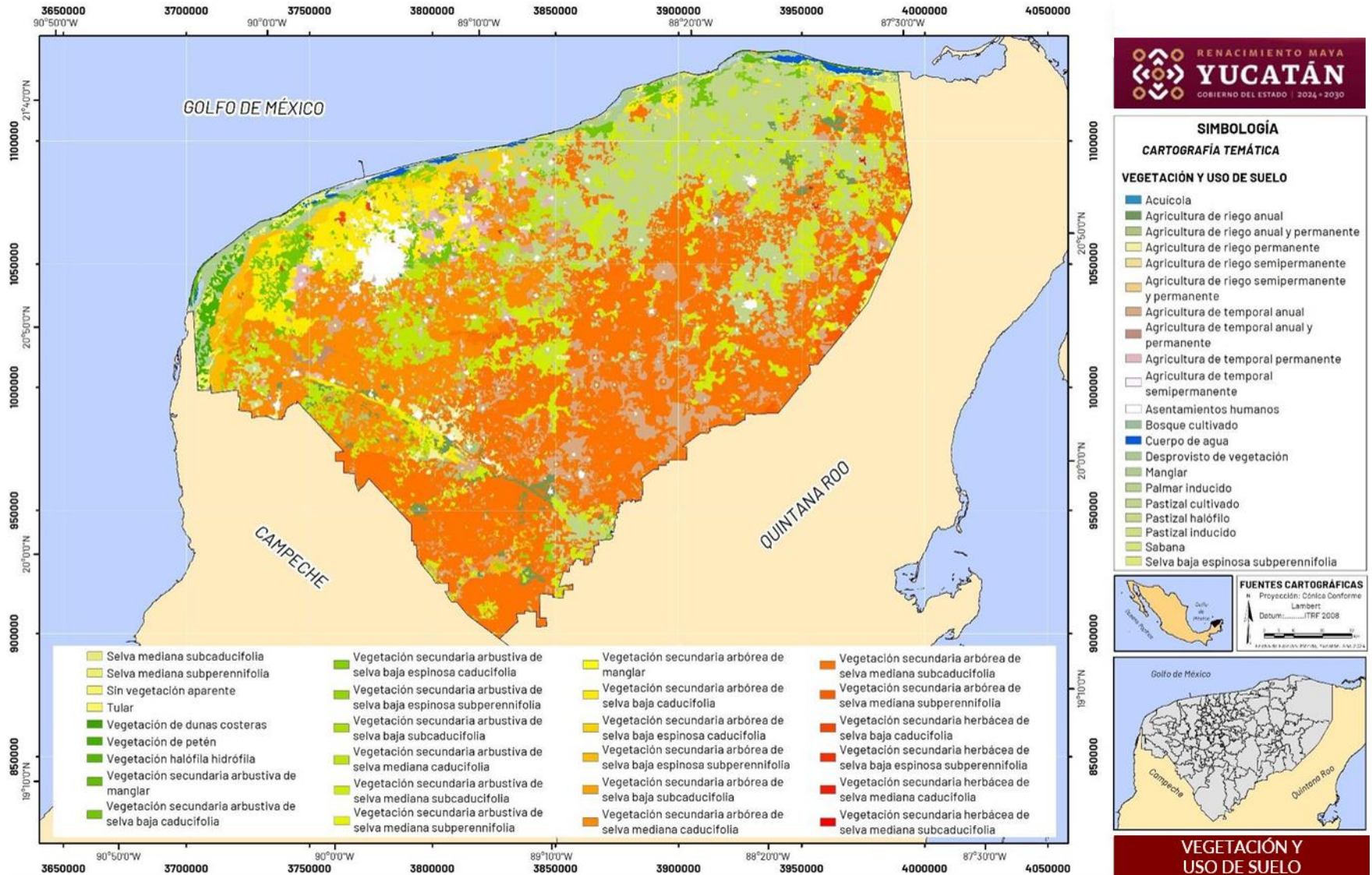


Ilustración 14.- Mapa de vegetación y uso de suelo. INEGI SERIE VII

1.4. Hidrografía

El Estado de Yucatán está comprendido casi totalmente en la Región Hidrológica No. 32, denominada “Región Yucatán Norte”, aunque también forma parte de la Región Hidrológica No. 33, “Región Yucatán Este”, que alberga una porción del extremo Sur del Estado conocida como “Cono Sur” debido a su forma geométrica.

Consecuentemente, casi todo el Estado pertenece a la Cuenca “Yucatán”, una pequeña parte del Este del Territorio Estatal forma parte de la Cuenca “Quintana Roo” y una mínima parte del Sur está en la Cuenca “Cerradas”.

REGIÓN HIDROLÓGICA		SUPERFICIE ESTATAL	CUENCA		SUPERFICIE ESTATAL
RH32	Yucatán Norte	97.04%	A	Quintana Roo	1.22%
			B	Yucatán	95.82
RH33	Yucatán Este	2.96%	B	Cuenca Cerradas	2.96

Tabla 1.- Regiones hidrológicas y cuencas (INEGI 2020).

En el territorio yucateco no existen corrientes superficiales, como ríos, arroyos o lagos, pero hay unos cuerpos de agua superficiales conocidos como “Esteros” y se cuenta con acuíferos subterráneos y acuíferos subterráneos expuestos.

Debido a las características del subsuelo, la karstificación propicia almacenamiento y movimiento del agua subterránea a través de una red de cavidades interconectadas con fracturas, conductos de disolución, oquedades y cavernas localizadas a diferentes profundidades, que se manifiesta en forma de grutas y aguadas llamadas “cenotes”. (Villasuso y Méndez, 2000).



Ilustración 15.- Cenote abierto. <http://www.yucatan.gob.mx/?p=cenotes>

La profundidad del nivel freático se definió en el estudio “Sinopsis Geohidrológica del Estado de Yucatán” (SARH, 1989), donde se señala la dirección del flujo subterráneo a partir del sur hacia el norte, pasando por la Sierrita de Ticul, limitada de la Planicie Interior por una falla normal denominada con el mismo nombre, de donde el flujo discurre al oeste y norte, por Maxcanú hacia la costa y noroeste, cruzando por el Semicírculo de Cenotes cuya banda constituye flujos preferenciales al mar, en tanto que en la zona Costera el flujo es perpendicular al litoral. En el oriente del Estado el flujo es al norte y hacia Quintana Roo.

Estudios puntuales, realizados en la Ciudad de Mérida y al sur de ésta, reportan elevaciones (niveles dinámicos) y flujos locales (Pacheco-Ávila, *et al.*, 2002a; Graniel-Castro *et al.*, 2003).

Pacheco-Ávila y colaboradores (2004), en estudios de calidad del agua en una pequeña área localizada aproximadamente 15 Km al Sur de la ciudad, determinaron flujos locales que van de SO a NE durante época de estiaje, mientras que durante épocas de lluvia determinaron flujos de SE a NO. Parte de la recarga del acuífero en Yucatán, proviene subterráneamente de los Estados de Campeche y Quintana Roo, con un volumen de 150 mm^3 y $1,350\text{ mm}^3$ respectivamente, dando un total de $1,500\text{ mm}^3$ (CONAGUA, 2011).

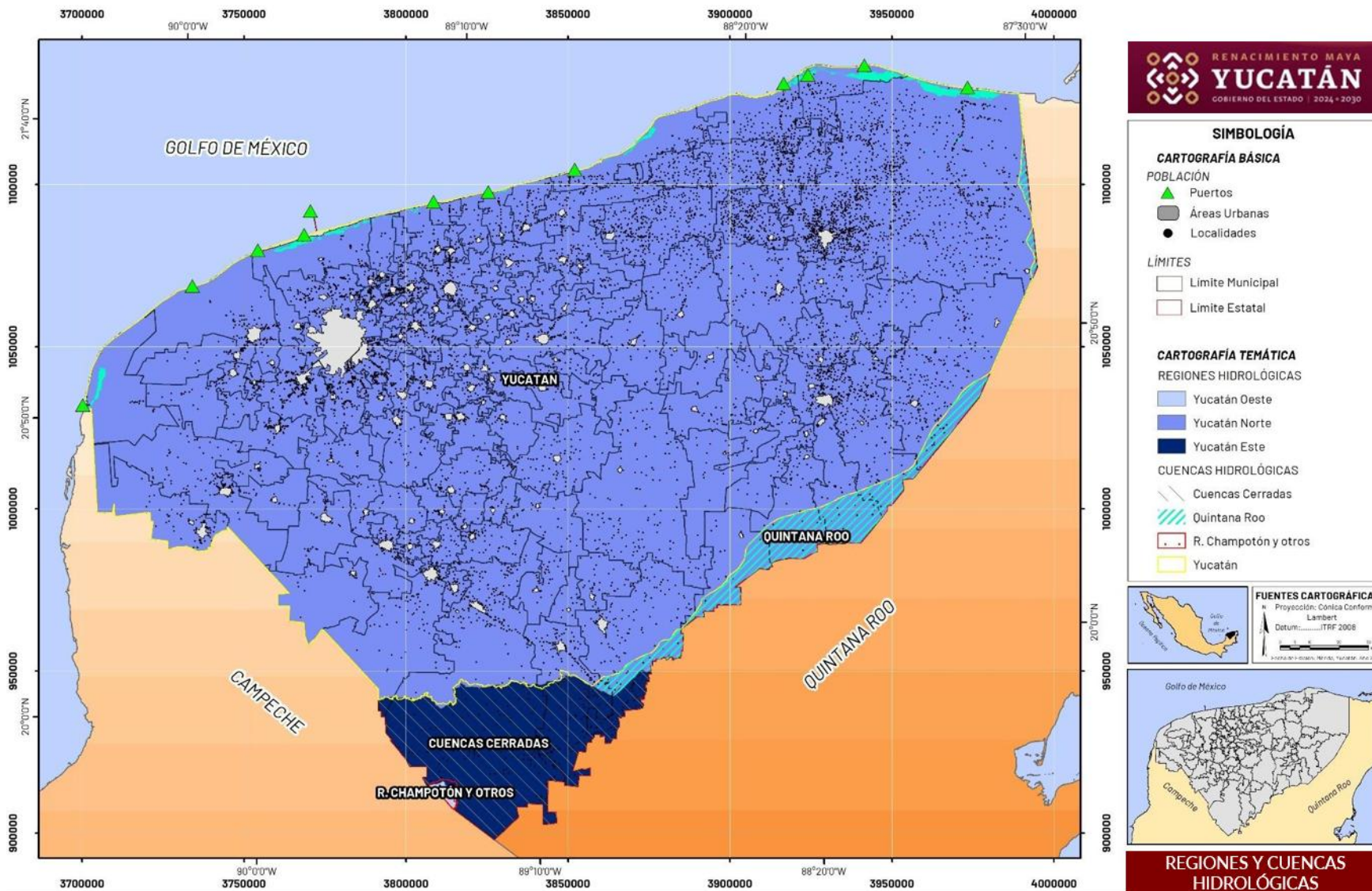


Ilustración 16.- Regiones y cuencas hidroclógicas de aguas superficiales (INEGI, 2020).

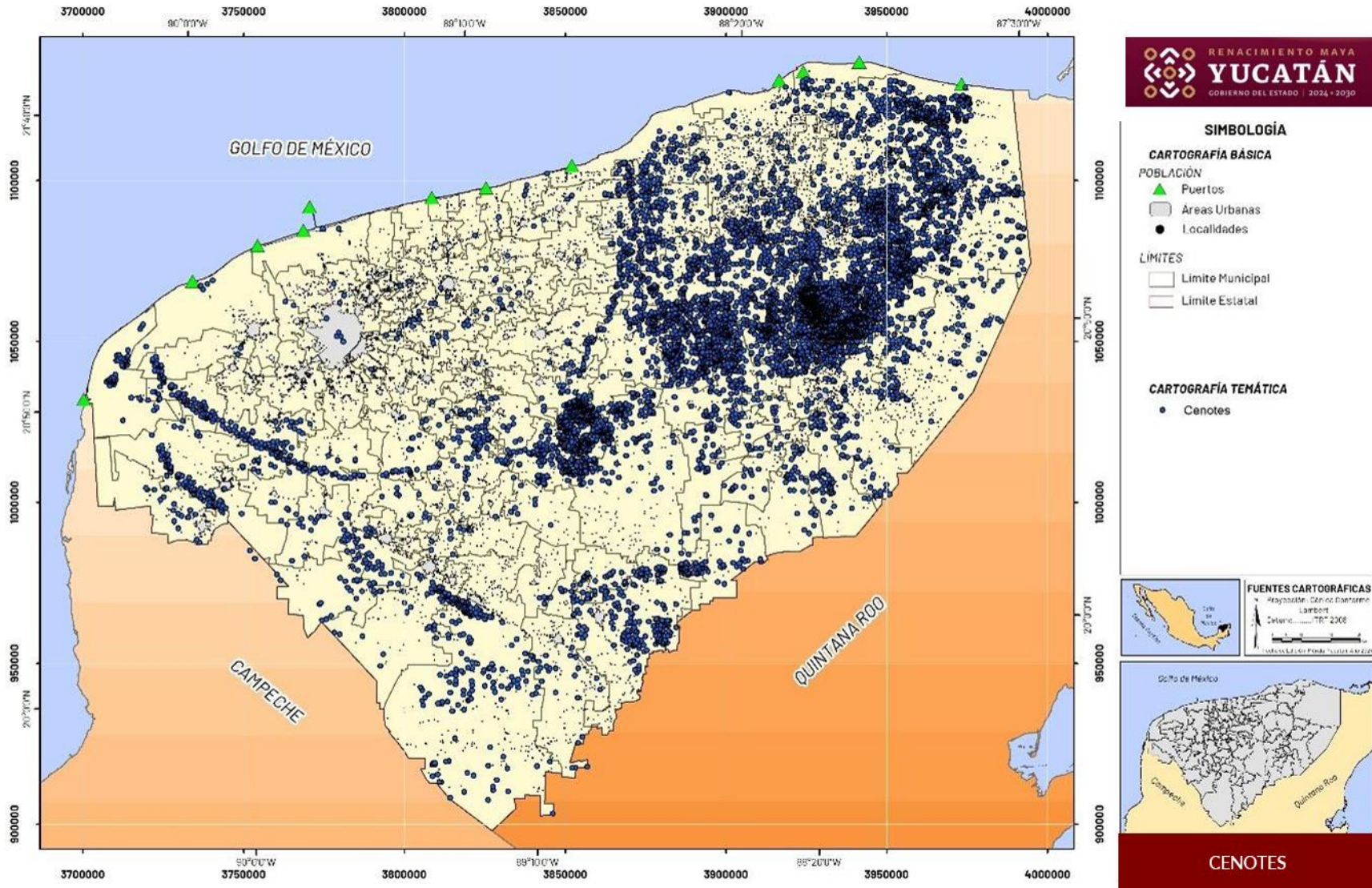


Ilustración 17.- Ubicación de los cenotes en el Estado de Yucatán.

1.5. Fisiografía

El Estado se encuentra en la porción Norte de la Provincia Fisiográfica “Península de Yucatán”, que se caracteriza por ser una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de las aguas desde hace muchos millones de años, siendo su parte norte la más reciente. Presenta una superficie plana y pequeñas cadenas montañosas orientadas NW-SE, con elevaciones del orden de los 300 m.s.n.m. Se subdivide en dos subprovincias: Carso Yucateco (casi el 88% del Estado) y Carso y Lomeríos de Campeche, en la parte sur de la entidad (INEGI, 2011).

Estas subprovincias están claramente divididas por la Sierrita de Ticul, que corresponde a una delgada cadena de lomas bajas, cuya altura varía de 50 a 100 m con respecto a la planicie y solo en las cercanías de Tekax llega a tener elevaciones de 150 m, que se expone en 110 Km de longitud, con rumbo de NW-SE y se extienden desde Maxcanú hasta Peto. Al norte, este y sureste de dicha cadena, los terrenos son bastante planos y con suelos predominantemente someros sobre una plancha endurecida calcárea llamada "roca laja"

La amplia planicie Mérida –Valladolid-Puerto Juárez, comprende la parte norte de Yucatán, desde la sierrita de Ticul hasta el Golfo de México, se extiende con una pendiente suave de Norte a Sur, elevándose sólo unos cuantos metros del nivel del mar.

La Planicie Central, corresponde a una extensa área ubicada al Sur y Suroeste de la Sierrita de Ticul, donde predominan terrenos de cerros bajos con terrenos planos de suelos muy arcillosos, originalmente lechos de antiguas lagunas costeras, estos terrenos planos en parte ligeramente rugoso y ondulado según las rocas aflorantes no tiene orientación fija, a excepción de algunas lomas en la parte Sur y SE de Quintana Roo que se unen y forman pequeñas cadenas orientadas de Norte a Sur (INEGI, 2011).

1.6. Topografía

En este apartado se presenta el modelo digital de elevaciones correspondiente al Estado de Yucatán. De acuerdo al INEGI, es un registro de las elevaciones existentes sobre el nivel del mar.

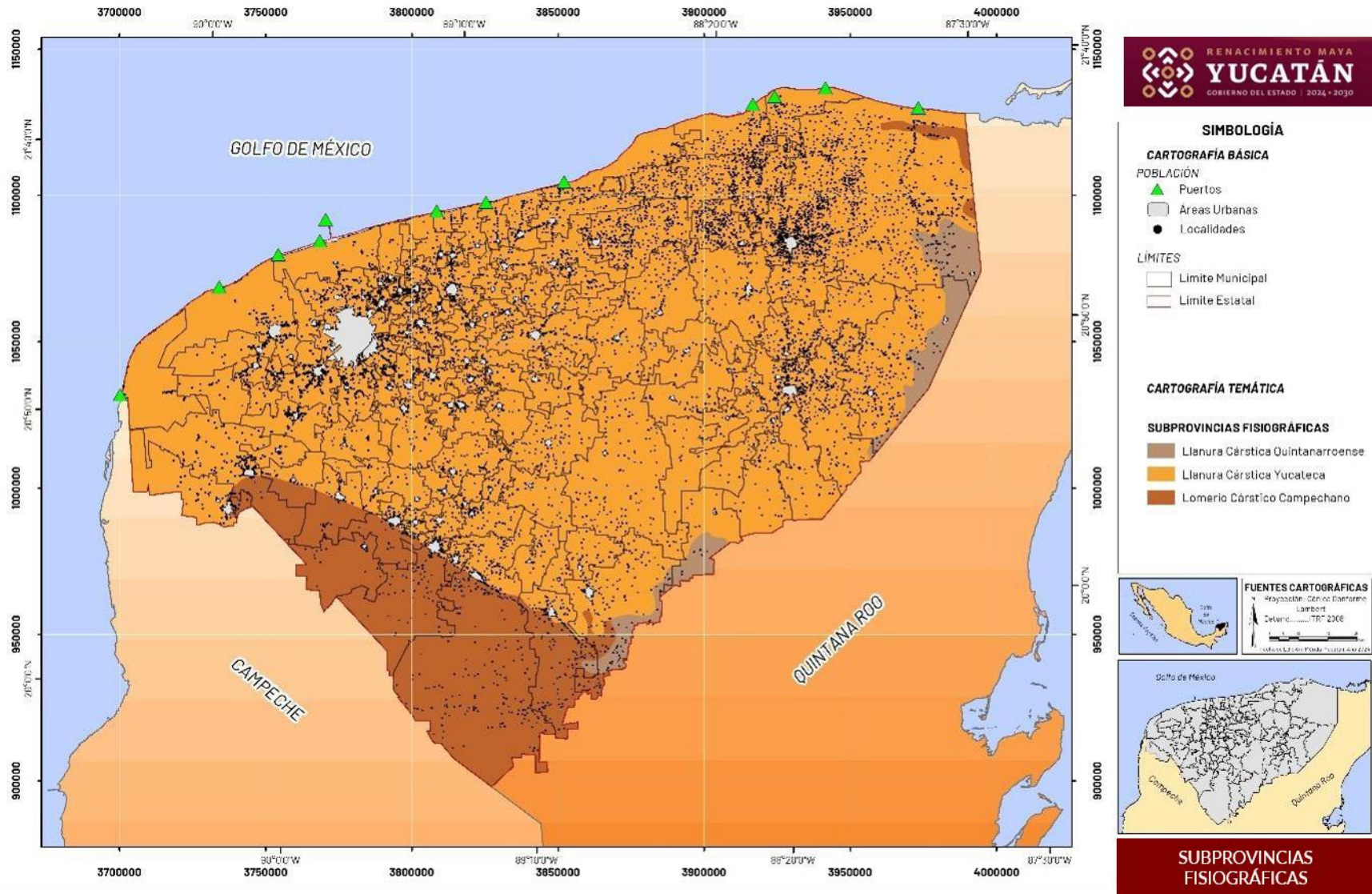


Ilustración 18.- Subprovincias fisiográficas del Estado de Yucatán

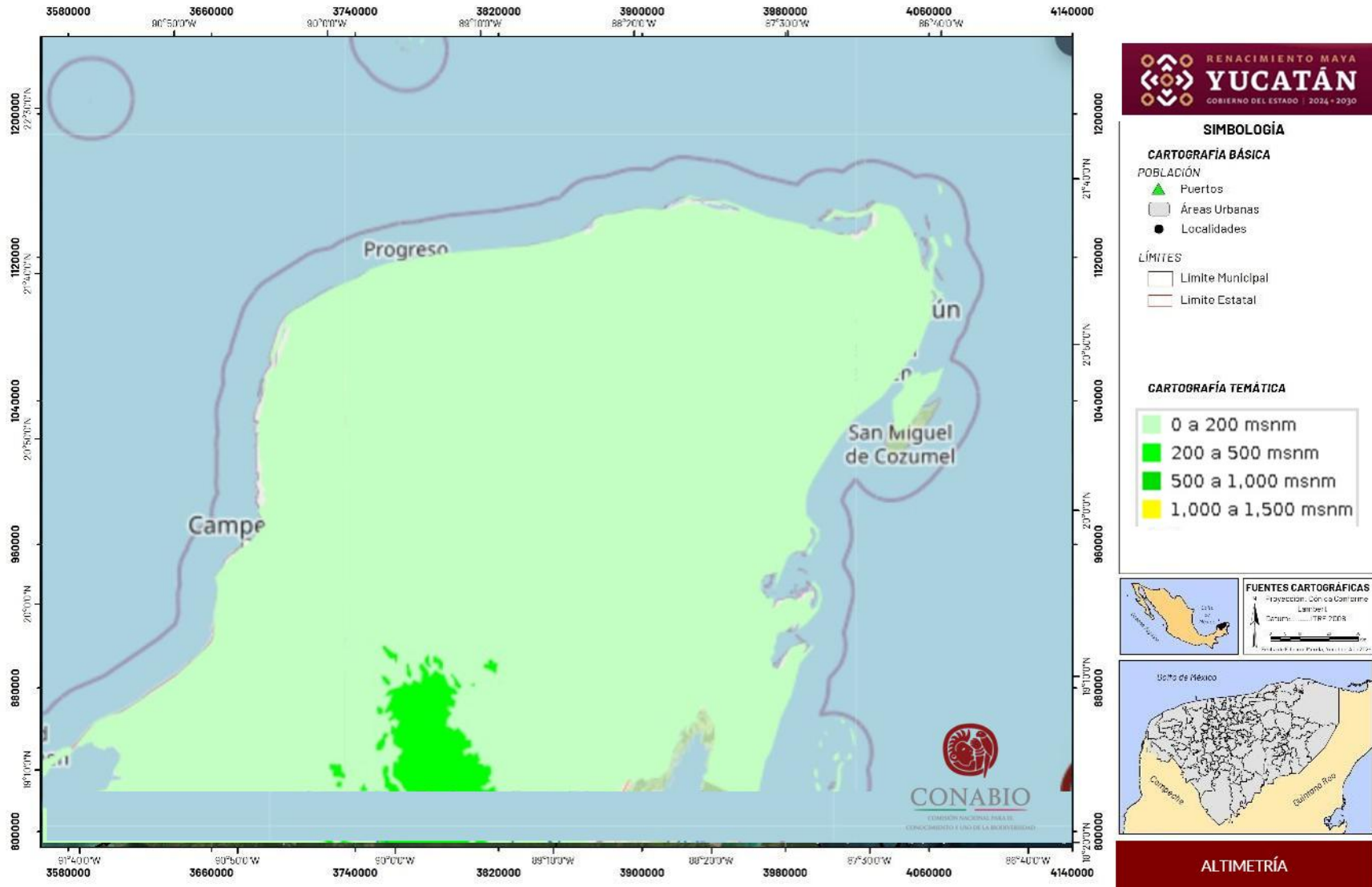


Ilustración 19. - Altimetría del Estado de Yucatán.

1.7 Clima

El clima del Estado de Yucatán es uno de los más cálidos de México, por la combinación de diferentes factores: su posición geográfica, en la que tres de sus flancos están rodeados por mares, su relativa cercanía al Trópico de Cáncer y a la Celda Anticiclónica Bermuda Azores, además de la ausencia de orografía considerable y su escasa altitud representada por relieve plano o escasamente ondulado.

La distribución de los climas de Yucatán está regida principalmente por las interacciones de los factores climáticos que inciden sobre la región:

- a) **Corrientes marinas.** Las corrientes marítimas que bordean la Península de Yucatán son derivados de la Corriente Ecuatorial Norte del Atlántico, formando la corriente del Caribe que deriva en la del Canal de Yucatán y a su vez en la corriente del Golfo de México. Se trata de corrientes cálidas que fluyen de modo importante en los vientos cálidos húmedos o secos.
- b) **Circulación del este o vientos alisios.** Durante el verano, estos vientos cargados de humedad provienen de la Celda Bermuda Azores y depositan más precipitación conforme se adentra al interior de la Península. Los vientos alisios penetran con fuerza entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival en el Estado.
- c) **Ondas tropicales.** Se producen en el cinturón de los vientos alisios. Son líneas de flujo onduladas superpuestas a los vientos del este. Apuntan la baja presión hacia el norte y tienen una dirección este-oeste. Es posible que sean los principales contribuyentes de la lluvia durante el verano.
- d) **Depresiones o tormentas tropicales.** Se producen en el seno de las ondas tropicales y son zonas de baja presión temporal que se forman por el calentamiento del océano y pueden llegar a crecer hasta formar huracanes en las diferentes categorías. Las tormentas tropicales que afectan a Yucatán se generan en el Atlántico Oriental (Cabo Verde) o en el Mar de las Antillas.

- e) **Frentes fríos, nortes o masas de aire polar.** Se generan por el choque de vientos circumpolares con los vientos del oeste. A veces ocasionan una bajada abrupta de temperatura con vientos fuertes y en ocasiones lluvias ligeras a muy fuertes.



Ilustración 204. - Corriente Ecuatorial Norte y del Golfo de México

Clasificación del Clima

En casi la totalidad de su territorio, **el clima del Estado de Yucatán es Tropical con lluvias en verano (Aw)**, igual que en el resto de la Península. Sin embargo, **en el litoral poniente y hasta el centro del mismo, predomina el clima Seco estepario (Bs)**, según clasificación de climas de Wilhelm Köppen, la de mayor difusión a escala mundial y, además, comúnmente utilizada para la descripción del clima estatal en portales electrónicos, revistas y folletos turísticos. En México, especialistas nacionales han modificado esta teoría para su uso en el País, ampliándola y complementándola en busca de una mayor precisión de las características regionales.

La investigadora Enriqueta García (UNAM), en 1964, le adiciona elementos como el viento y la presión, hasta llegar a la clasificación actual que ha recibido el denominativo **sistema de Köppen modificado por García**, utilizada oficialmente en el país, cuyos mapas a varias escalas han sido publicados por el actual INEGI y la CONABIO (Orellana et al., 2009).

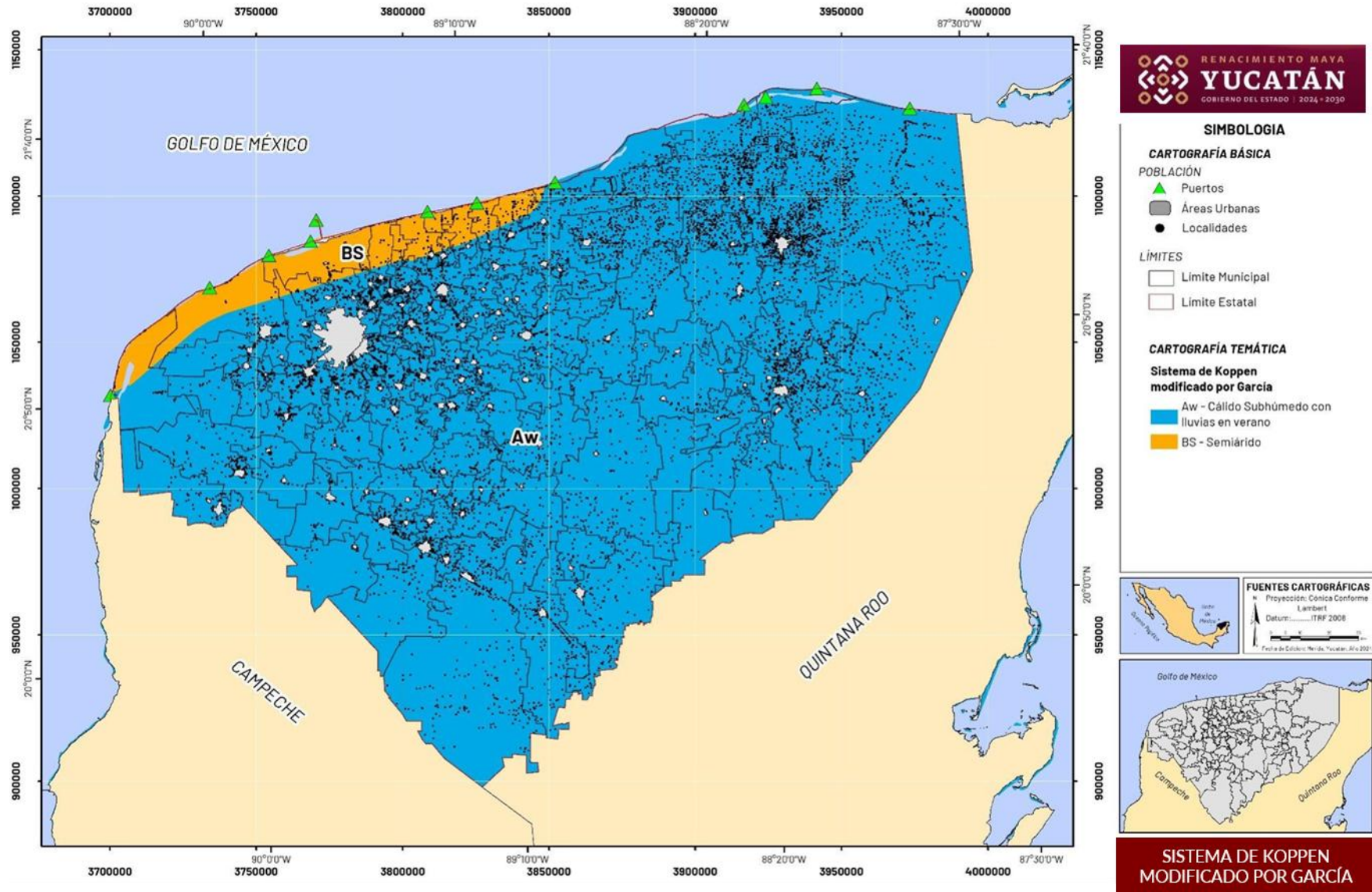


Ilustración 21. - Sistema de Köppen

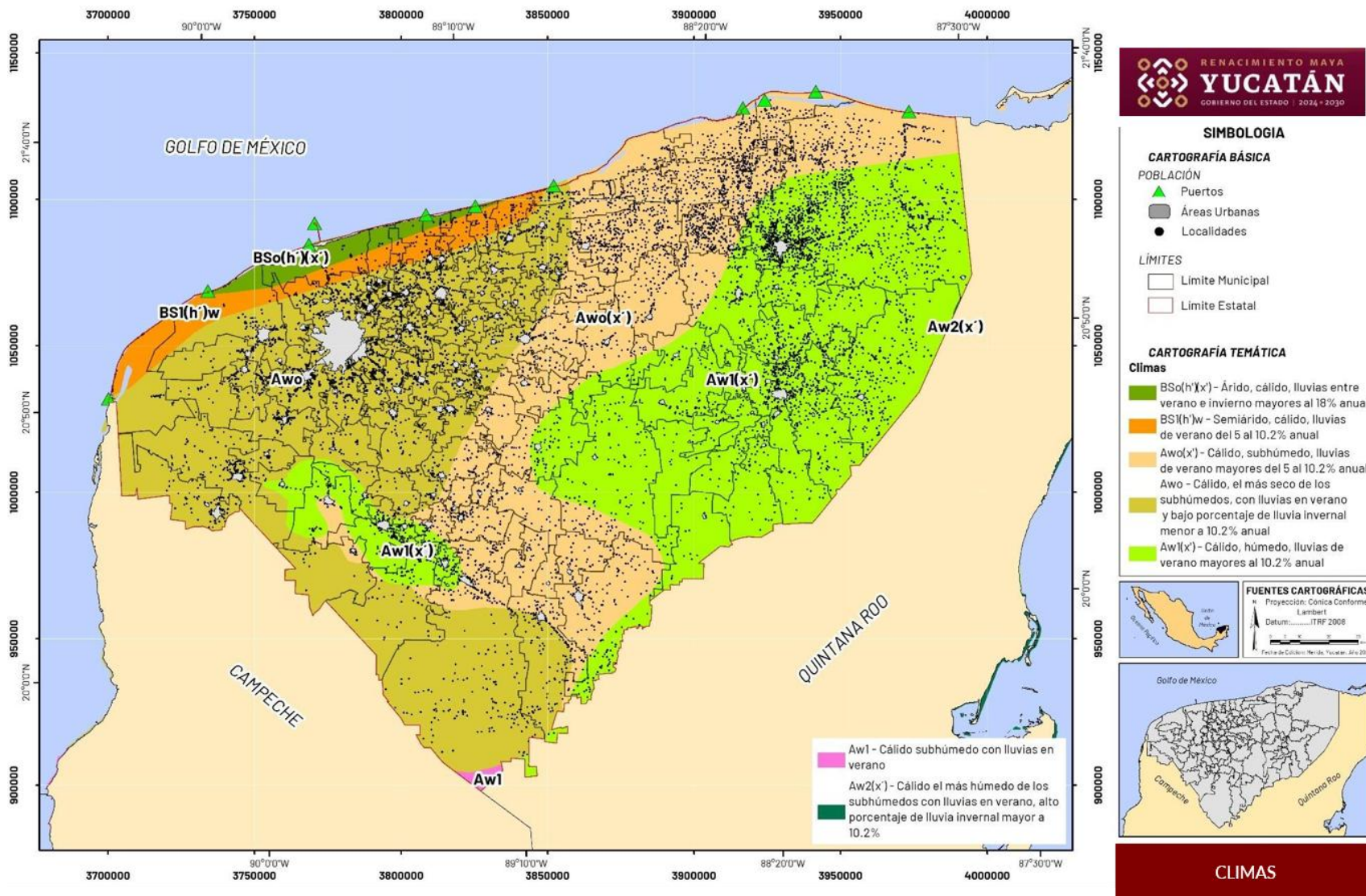


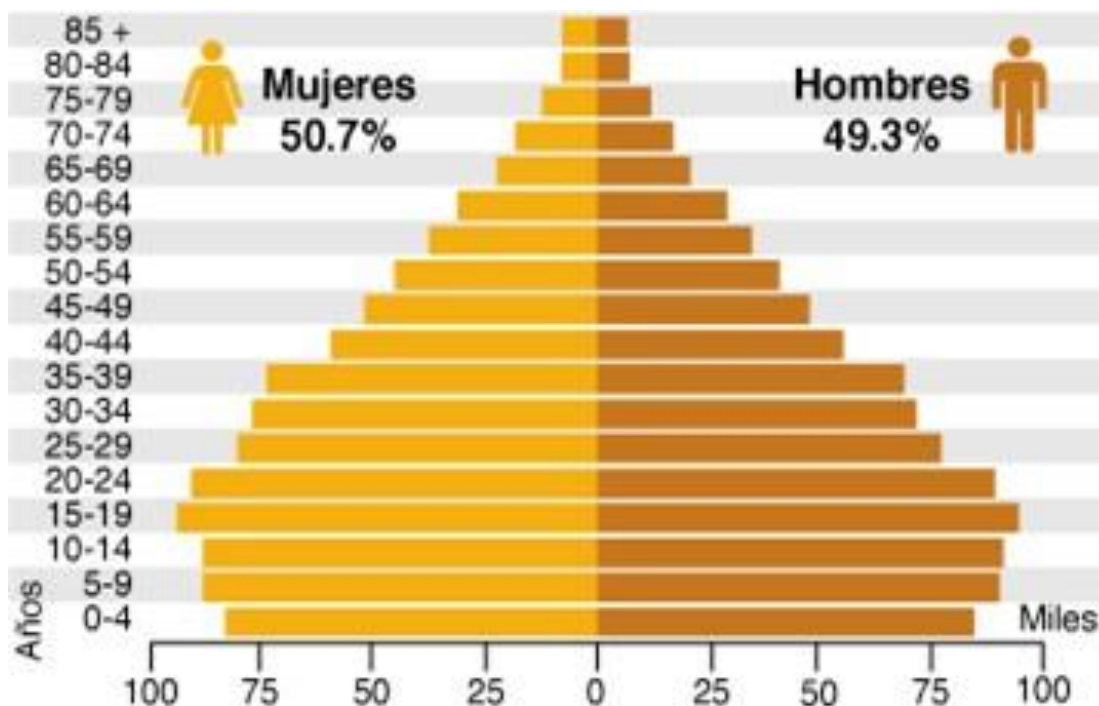
Ilustración 22.- Tipos de climas. Sistema de Köppen modificado por Garía

1.8. Características Sociodemográficas

Población

De acuerdo al III Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), Yucatán cuenta con 2,320,898 habitantes, lo que representa el 1.79% de la población del País, que se distribuyen en 3,363 localidades dentro de 106 municipios, lo que representa una densidad poblacional de 64 km².

El 50.86% de la población yucateca está compuesta por 1,180,619 mujeres y el otro 49.14% por 1,140,279 hombres, equivaliendo a 96 hombres por cada 100 mujeres. El municipio más poblado es Mérida, la capital del Estado, con 995,129 habitantes, seguido de Kanasín con 141,939 habitantes, Valladolid y Tizimín con más de 80,000 habitantes. En contraste, hay municipios que tienen menos de 1,000 habitantes como Quintana Roo.



No.	Municipio	Pob.
1	Abalá	6550
2	Acanceh	16772
3	Akil	12285
4	Baca	6195
5	Bokobá	2167
6	Buctotz	9159
7	Cacalchén	7490
8	Calotmul	3949
9	Cansahcab	4466
10	Cantamayec	2755
11	Celestún	8389
12	Cenotillo	3736
16	Chacsinkín	3104
17	Chankom	4686
18	Chapab	3385
19	Chemax	38934
21	Chichimilá	9406
20	Chicxulub Pueblo	4497
22	Chikindzonot	4363
23	Chocholá	4863
24	Chumayel	3244
13	Conkal	16671
14	Cuncunul	1714
15	Cuzamá	5560
25	Dzán	6003
26	Dzemul	3622

27	Dzidzantún	8345
28	Dzilam de Bravo	2936
29	Dzilam González	6240
30	Dzitás	4015
31	Dzoncauich	2818
32	Espita	16779
33	Halachó	21255
34	Hocabá	6514
35	Hoctún	6384
36	Homún	8090
37	Huhí	5250
38	Hunucmá	35137
39	Ixil	4186
40	Izamal	28555
41	Kanasín	141939
42	Kantunil	5553
43	Kaua	3405
44	Kinchil	7530
45	Kopomá	2677
46	Mama	3296
47	Maní	5968
48	Maxcanú	23991
49	Mayapán	3965
50	Mérida	995129
51	Mocochá	3430
52	Motul	37804
53	Muna	13494

54	Muxupip	2990
55	Opichén	7080
56	Oxkutzcab	33854
57	Panabá	7766
58	Peto	25954
59	Progreso	66008
60	Quintana Roo	976
61	Río Lagartos	3974
62	Sacalum	4962
63	Samahil	5631
65	San Felipe	2118
64	Sanahcat	1701
66	Santa Elena	4220
67	Seyé	10053
68	Sinanché	3206
69	Sotuta	8967
70	Sucilá	3971
71	Sudzal	1949
72	Suma	1857
73	Tahdziú	5854
74	Tahmek	3774
75	Teabo	6921
76	Tecoh	17939
77	Tekal de Venegas	2683
78	Tekantó	3747
79	Tekax	45062

80	Tekit	11020
81	Tekom	3355
82	Telchac Pueblo	3512
83	Telchac Puerto	1915
84	Temax	7037
85	Temozón	16680
86	Tepakán	2133
87	Tetiz	5464
88	Teya	1917
89	Ticul	40495
90	Timucuy	7503
91	Tinum	12700
92	Tixcacalcupul	7888
93	Tixkokob	18420
94	Tixmehuac	5444
95	Tixpehual	5690
96	Tizimin	80672
97	Tunkás	3684
98	Tzucacab	15346
99	Uayma	4191
100	Ucú	4049
101	Umán	69147
102	Valladolid	85460
103	Xocchel	3451
104	Yaxcabá	16350
105	Yaxkukul	3293
106	Yobaín	2,215

Tabla 2.- Número de habitantes de Yucatán por Municipio (INEGI 2020).



1.9. Vivienda

El INEGI reporta un total de 658,085 de viviendas particulares habitadas (2020). El 44.7% de las viviendas cuentan con 2 o más cuartos e, igual número, con disponibilidad de servicios básicos que consisten en agua entubada dentro de la vivienda (78.1%), energía eléctrica (98.9%) y drenaje conectado a la red pública (13%). Según Data México (2023), otros servicios corresponden a el acceso a internet (51.6%), disposición de una computadora (37.5%) y al menos un celular (88.4%).

Respecto a la resistencia de las viviendas, se consideran tres variables: el material de paredes, el de los techos y de los pisos, cuyos porcentajes de construcción, en relación al total del Estado, se registran en las tablas de la derecha.



Ilustración 5.- Vivienda vulnerable.

Total	659971
Material de desecho	0.29%
Lámina de cartón	0.15%
Lámina de asbesto o metálica	0.08%
Carrizo, bambú o palma	0.07%
Embarro o bajareque	1.24%
Madera	1.08%
Adobe	0.04%
Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto	97.02%
No especificado	0.04%

Tabla 3.- Materiales de construcción en paredes.
INEGI 2020.

Total	659971
Material de desecho	0.15%
Lámina de cartón	0.95%
Lámina de metálica	3.02%
Lámina de asbesto	0.91%
Lámina de fibrocemento	0.09%
Palma o paja	2.14%
Madera o tejamanil	0.08%
Terrado con vigería	0.15%
Teja	0.06%
Losa de concreto o viguetas con bovedilla	92.44%
No especificado	0.03%

Tabla 4.- Materiales de construcción en techos. INEGI 2020.

1.10. Infraestructura estratégica

1.10.1. Vías de Comunicación

Carreteras

Yucatán cuenta con una red vial que permite buena comunicación dentro del Estado, lo cual es facilitado por su topografía plana. La red de caminos está conformada por carreteras federales y estatales de cuatro o más carriles que se interconectan con otros tramos para articular todas las poblaciones de la entidad. La longitud total de estas vías es de 12,424 Km de los cuales 5,811 Km son carreteras de dos carriles, 483 Km son de cuatro carriles y 154 Km son autopistas de cuota (SCT, 2020, tabla 5).



Ilustración 25.- Carretera No. 180 comunica a la Ciudad de Mérida.

LONGITUD Y CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE CARRETERAS, SEGÚN SUPERFICIE DE RODAMIENTO Y RED DE CARRETERA TRONCAL DE CUOTA POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGÚN NÚMERO DE CARRILES (KM)						
Total	Brechas Mejoradas	Revestida	Pavimentada			Cuota
12424	3619	2511	Total	2 carriles	4 carriles ó +	4 carriles
			6294	5811	483	154

Tabla 5.- Infraestructura carretera. SCT 2020, Anuario estadístico

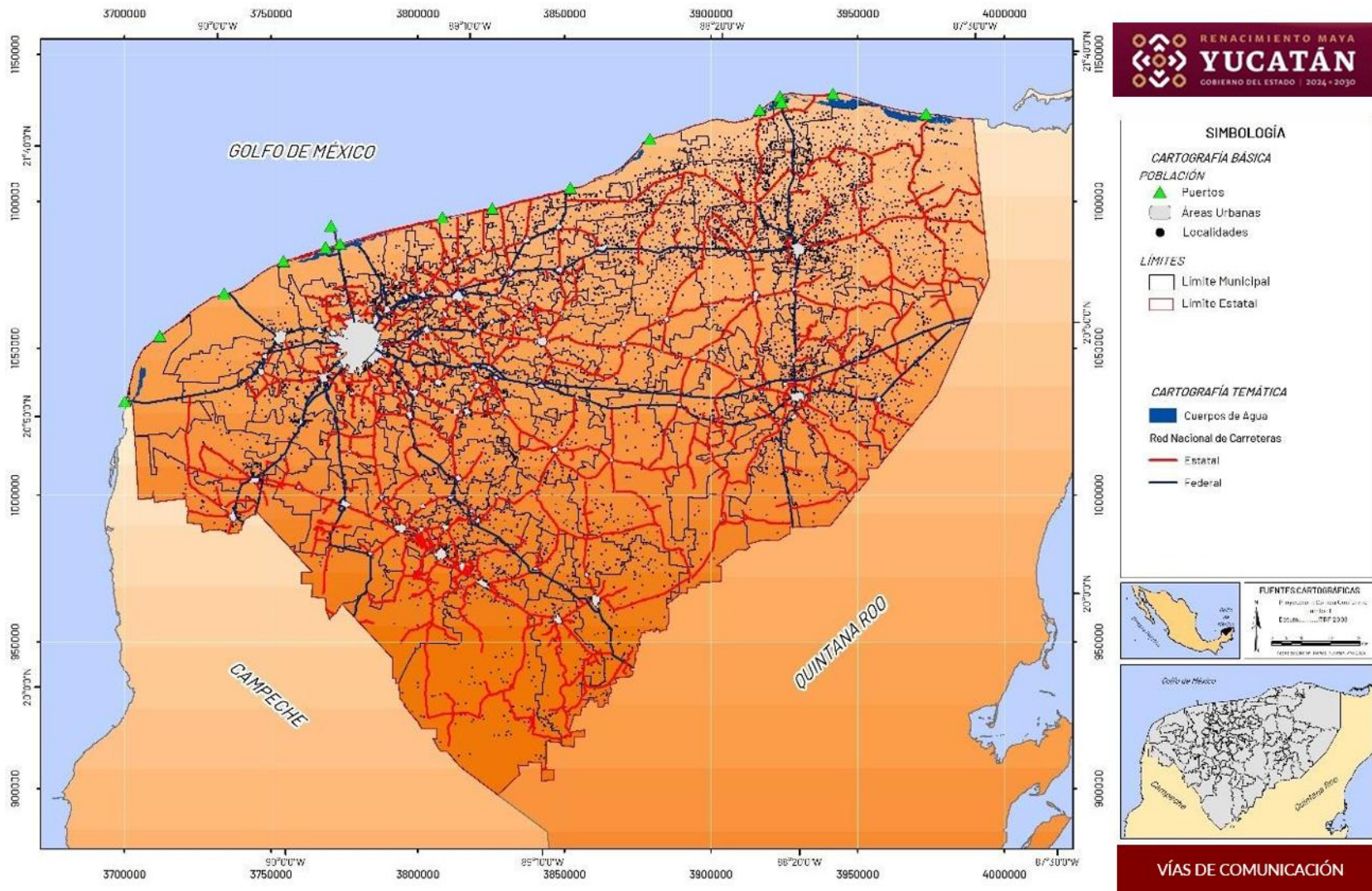


Ilustración 26: Distribución de las vías de comunicación en el Estado de Yucatán. RNC INEGI 2023

1.10.2. Ferrocarriles

La línea de ferrocarril del Estado de Yucatán es operada directamente por el Gobierno Federal, a través de la Secretaría Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), tras haber sido retirada la concesión a la compañía “Ferrocarriles Chiapas Mayab, S.A. de C.V.” en el año 2016. Cruza de norte a sur y de oriente a poniente, comunicando las principales ciudades y puertos de la entidad. La red principal y sus ramas adyacentes, conectan las poblaciones más importantes tales como Mérida, Campeche y Coatzacoalcos a lo largo de la costa del Golfo de México con Ixtepec, Tapachula y Ciudad Hidalgo a lo largo de la costa del Océano Pacífico.

Tren Maya

El Tren Maya cuenta con servicio de transporte de pasajeros con capacidad actual de 230 personas.

En la entidad, cruzan los tramos “tres” y “cuatro”, que son dos de los siete habilitados por el gobierno federal, con una longitud de 159 km el primero (99 de vías sencillas y 60 de vías dobles electrificadas) que parten de Campeche a Yucatán y de 239 km el segundo (vía doble electrificada), que van de Yucatán a Quintana Roo. El tren, cuenta para su operación con seis estaciones en la Entidad ubicadas en Umán, Kanasín (Teya), Tixkokob, Izamal, Chichén Itzá y Valladolid.



Ilustración 27.- Tren Maya. Fuente: Internet

1.10.3. Aeropuertos

Se cuenta con dos aeropuertos internacionales:

1. **Aeropuerto Internacional de Mérida “Lic. Manuel Crescencio Rejón” (Código IATA: MID)**, administrado por Grupo ASUR (Aeropuertos del Sureste), ubicado al sur de la Ciudad de Mérida, Yucatán. A nivel nacional, ocupa el octavo lugar entre las terminales aéreas, con registro de 3,674,103 pasajeros en 2023, que significa el 6.65% de la relación nacional, constituyéndose como el segundo más importante de la región sureste del País, detrás del Aeropuerto de Cancún.

La terminal aérea tiene 253 mil m², con una plataforma de 96 mil m² y 90.23 m² de rodaje. Cuenta con dos pistas, una con orientación casi norte-sur de 2,300 m de longitud y otra de orientación sensiblemente este-oeste de 3,200 m de largo, ambas con 45 m de amplitud.

2. **Aeropuerto Internacional de Chichén Itzá del Estado de Yucatán (Código IATA: CZA)**, es propiedad del Gobierno del Estado y administrado por éste, ubicado en el km 132 de la carretera Federal 180 (Mérida-Valladolid), en el Municipio de Kaua, 15 Km al sureste de la zona arqueológica de la cual toma su nombre. Aunque cuenta con instalaciones y capacidad para servicio de pasajeros, su principal actividad es de carga, con operaciones discretas que contrastan notoriamente con sus aeropuertos cercanos de Mérida y Cancún. Tiene una pista de 3.2 Km de largo por 45 m de ancho con orientación sensiblemente E-OE, franjas de seguridad de 65 m a cada lado, plataforma de operaciones con tres posiciones, dos calles de rodaje, caminos de acceso y estacionamiento. Además de los dos aeropuertos descritos anteriormente, opera en la Ciudad de Mérida la Base Aérea Militar No. 8 de la Secretaría de la Defensa Nacional.



Ilustración 28. - Aeropuerto Internacional de Mérida.

1.10.4. Puertos Marítimos

La margen costera del Estado de Yucatán pertenece al Golfo de México y se ubica al Norte de la Entidad, abarcando una extensión litoral de 378 km que inicia en Celestún y termina en El Cuyo. Sobre esta costa se distribuyen 12 puertos marítimos destinados para actividades específicas como zonas turísticas, comerciales y pesqueras, que son: Celestún, Sisal (Hunucmá), Chuburná, Yucalpetén, Progreso, Telchac Puerto, Chabihau, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo, citados geográficamente de Poniente a Oriente.

Progreso es el Puerto de altura más importante de Yucatán, con vocación turística y comercial, y se ubica en las coordenadas geográficas 21°17' de Latitud Norte y 89°40' de Longitud Oeste, cubre una superficie de 28,540.21 hectáreas y forma parte del municipio del mismo nombre al igual que Yucalpetén, que se distingue por albergar las instalaciones de la Capitanía Regional de Puertos y de la IX Zona Naval.

Actualmente la costa yucateca se encuentra en proceso de crecimiento en lo relacionado al desarrollo turístico y comercial, contando además con asentamientos considerados comunidades veraniegas como Chicxulub, Santa Clara y San Bruno.



Ilustración 29.- Puertos turísticos, comerciales y pesqueros del Estado de Yucatán

1.11. Educación

El equipamiento educativo de Yucatán incluye 3,811 planteles desde nivel preescolar hasta superior, incluyendo 3,215 de nivel básico (preescolar, primaria y secundaria), 247 de educación media superior (profesional técnica y bachillerato), 149 de educación superior (universidades, normales, tecnológicas y posgrados) y 200 colegios de capacitación para el trabajo.

Los principales grados académicos de la población de Yucatán son Secundaria con 468 mil personas (28.1% del total), Primaria con 399 mil personas (24%) y Preparatoria o Bachillerato General con 330 mil personas (19.8%), según Data México (2023, con datos de 2020).

1.12. Salud

El Estado cuenta con 330 unidades médicas, de las cuales 310 ofrecen consulta externa y 20 son hospitales. Las instituciones públicas que proporcionan servicios médicos comprenden al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y la Secretaría de Marina (SEMAR), para la población asegurada, y a las Secretarías de Salud federal y estatal e IMSS-INSABI para la población no asegurada.

Complementariamente a estos, el Gobierno del Estado, en coordinación con las autoridades municipales, ha establecido consultorios locales mediante los programas “Médico 24/7”, que presta servicio en días y horas inhábiles de las unidades médicas descritas en el párrafo anterior, y “Médico a Domicilio” que atiende a la población que no puede concurrir a las unidades médicas como consecuencia de su estado físico o su vulnerabilidad económica.



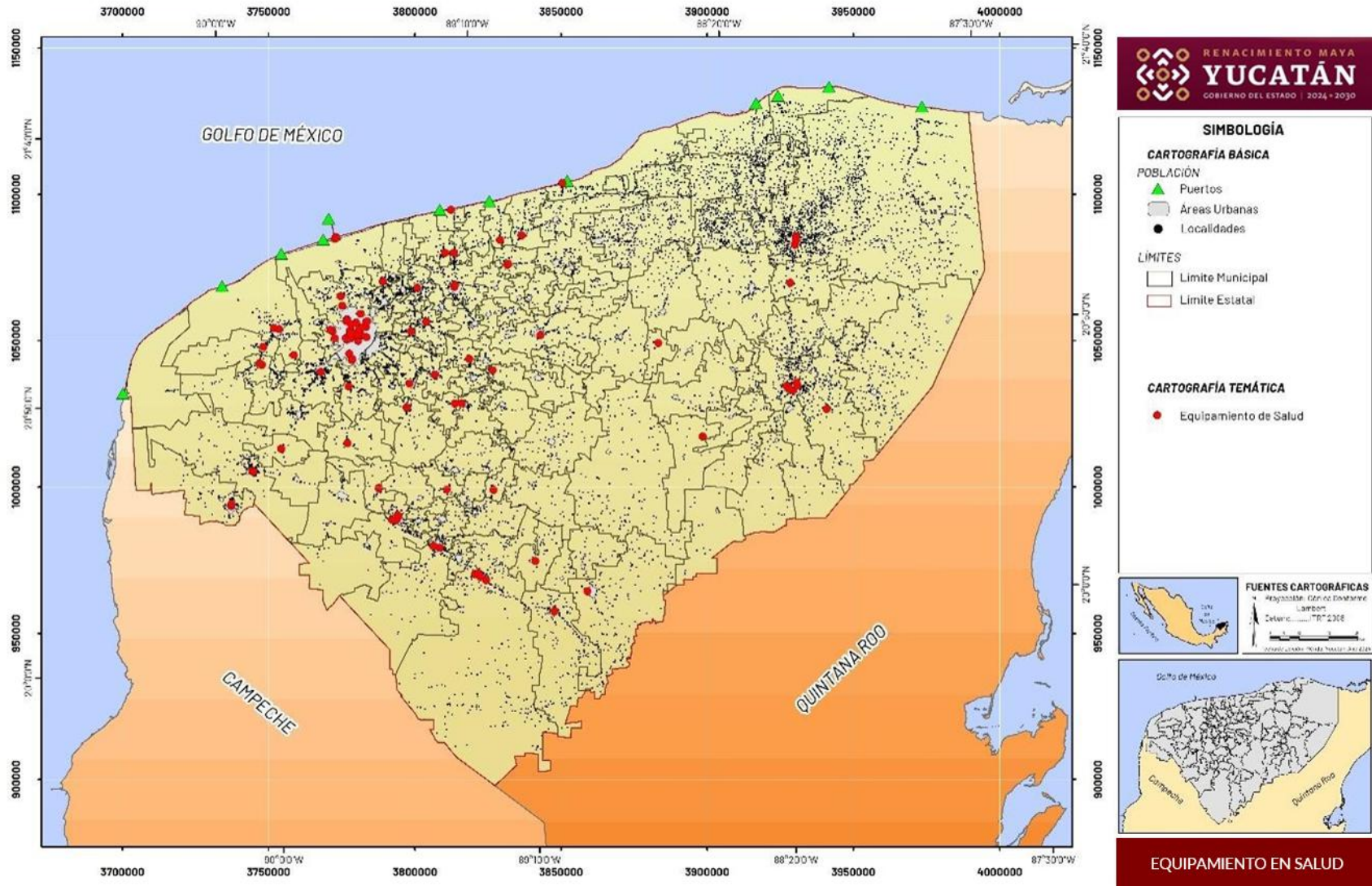


Ilustración 31.- Ubicación de los servicios de salud.



PELIGROS NATURALES

2. PELIGROS NATURALES

2.1. Fenómenos Geológicos

Los fenómenos geológicos reconocidos como de mayor magnitud en el mundo y en el País, son los sismos, los tsunamis y las erupciones volcánicas.

Yucatán, es una región de baja actividad sísmica, pues no se encuentra en zonas de generación por fallas tectónicas, quedando exenta de terremotos y tsunamis.

Sismos y Tsunamis.

Aunque la actividad sísmica es prácticamente nula en el Estado, la Estación Sismológica de Mérida monitorea estos movimientos. Los únicos seis que se han registrado en territorio yucateco, son atribuidos a ajustes en las formaciones de karst características de la región. En contraste, por ejemplo, en el Estado de Chiapas donde se han registrado más de 50,000 sismos desde el año 1900 a la fecha (PROCIVY, 2024).

En general, en el Estado no se tienen evidencias de eventos tectónicos importantes. Yucatán, se ubica a más de 600 Km de la región tectónicamente activa, en la costa del Estado de Chiapas, zona donde se han registrado los sismos de mayor magnitud a causa de la interacción de las placas tectónicas Cocos, Norte americana y del Caribe. Sin embargo, aunque los sismos registrados en esta zona son de gran magnitud, no se tiene registro en el Estado.

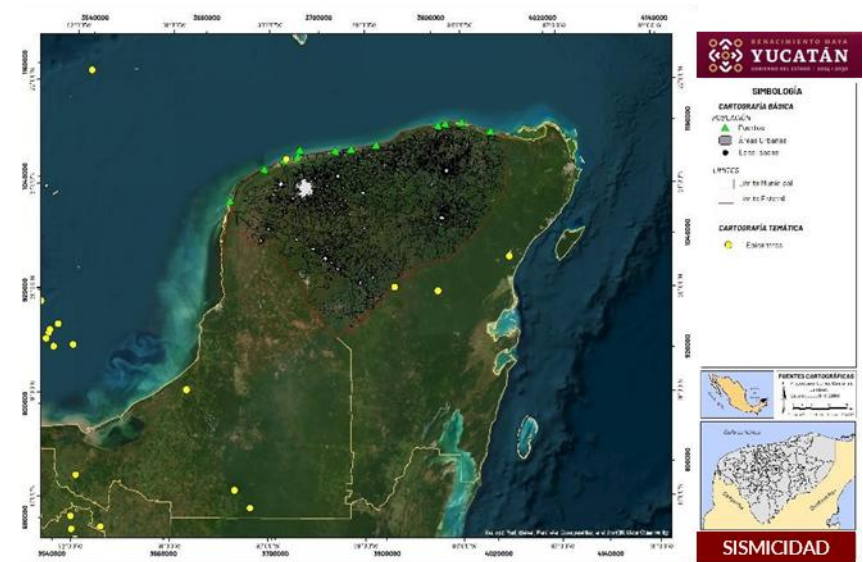


Al crearse la primera Red de Estaciones Sismológicas a fines del Porfiriato, se decidió colocar primero nueve estaciones, y se escogió Mérida por un sismo ocurrido el 15 de noviembre de 1908 que causó alarma entre la población de la Península.

El descartar la ocurrencia de eventos tectónicos que puedan afectar al Estado, no impide la incidencia de pequeños movimientos de cobertura local. Por ello, se mantiene en funcionamiento la Estación Sismológica instalada en la capital del Estado, que pertenece a la red de estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional (SSN). La estación (MYIG) se encuentra ubicada en instalaciones del Cementerio General de Mérida y opera por medio de un acelerómetro de superficie y un sismómetro digital que mide los desplazamientos del terreno horizontal y verticalmente.

El equipo, ha registrado telesismos y movimientos locales de magnitudes bajas, estos últimos corresponden a microtemores ocasionados en la mayoría de los casos por fuentes artificiales como el tránsito vehicular, paso o trabajo de maquinaria y explosiones inducidas.

Sin embargo, algunos de los movimientos que captan los equipos se podrían asociar a fuentes naturales, como el colapso de cavidades cársticas dada la geología de la región constituida por rocas carbonatadas vulnerables a la disolución de carbonatos y a la formación de diversas estructuras cársticas.



Epicentros cerca del estado de Yucatán.

Ilustración
32.-

Actividad Volcánica

Continuando con el análisis de riesgos geológicos, también es importante descartar el vulcanismo como fenómeno perturbador, ya que **no existen volcanes en Yucatán**. Geológicamente, el territorio del Estado corresponde a una plataforma calcárea desarrollada desde el Triásico-Cretácico hasta nuestros días ausente de vulcanismo (López – Ramos, 1973). Sin embargo, existe actividad ígnea en el Estado vecino de Chiapas, donde se encuentra el Volcán “Chichón” (también conocido como Chichonal) asociado al Arco Volcánico Chiapaneco (Manea y Manea, 2006), el cual es un edificio volcánico localizado aproximadamente a 438 km de distancia (Ilustración 33).

El ejemplo más representativo de desastre volcánico en México fue la erupción de este volcán en el año 1982. El 3 de abril, a las 23:32 horas, sucedió una explosión freatomagmática, produciendo oleadas piroclásticas, destruyendo nueve poblados, mientras que varias rancherías quedaron sepultadas, matando a 2,000 personas (Macías y Capra op. cit).

La metodología empleada en 2013 por el Servicio Geológico Nacional en la generación del mapa de peligros por caída de ceniza, se basó en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgo editada por CENAPRED (2006).

Dentro de las consideraciones básicas para el inicio de la elaboración de dichas capas de información, señala que el área de influencia de los depósitos se centra en un área dentro de 100 Km de radio respecto del volcán.



*Ilustración 33.- “El Volcán Chichón después de la erupción de 1982” tomada de la página web de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
<https://monitoreo.unicach.mx/>*

Conforme al análisis de Información, el Estado de Yucatán queda fuera de la zona de influencia, según la metodología descrita anteriormente, con respecto del Volcán El Chichonal, por lo tanto, se establece que **no existe peligro por caída de cenizas en el Estado.**

Cabe señalar que De la Cruz-Reyna y Martín-del Pozo (2009) indican que en la erupción de 1982 del Volcán Chichón generó depósitos de caída que alcanzaron hasta 400 Km de distancia del volcán en dirección al Estado de Yucatán, dentro de la isopaca de 0.5 mm.

Por otro lado, Rose y Durant (2008), apoyados en análisis previos, datos obtenidos de fracciones

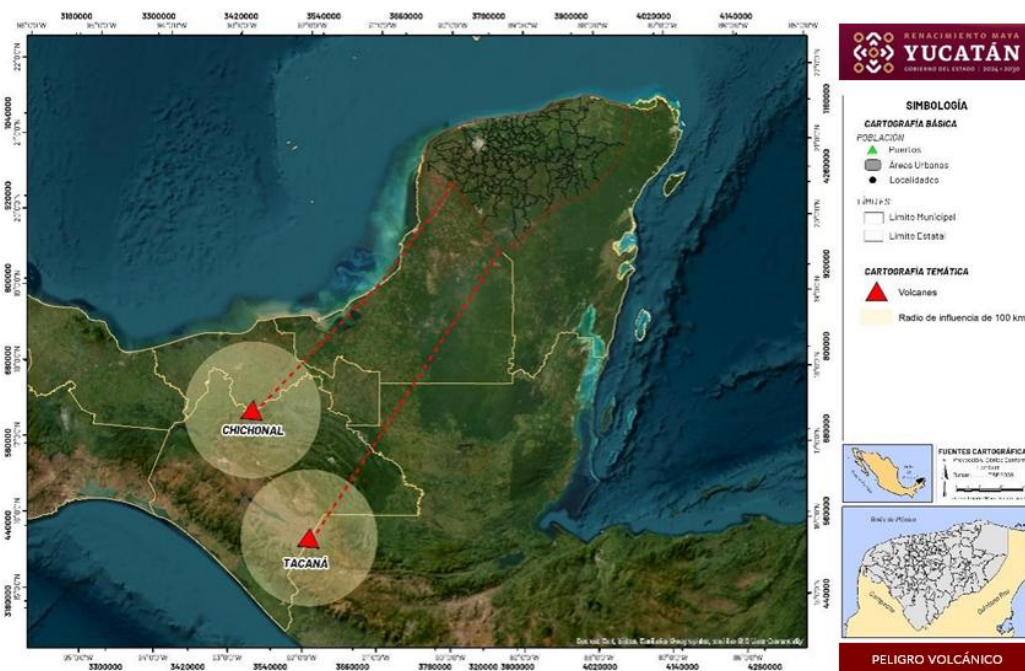


Ilustración 34.- Localización de los volcanes activos más cercanos al Estado de Yucatán y el área de influencia de cenizas, conforme a la metodología establecida por CENAPRED (2006).

finas de ceniza, mediante el uso de sensores remotos satelitales, determinaron para esta misma erupción que la altura de la columna eruptiva fue de 21 Km y depósitos de ceniza fina viajaron aproximadamente 300 Km a partir del cráter del volcán.

Por otra parte, el volcán Tacaná también se consideró dentro del análisis. Sin embargo, este se encuentra aún más alejado del Estado de Yucatán y, por tanto, sus efectos respecto a la caída de ceniza en la entidad, es un menos probable (García-Palomo et al., 2006).

Inestabilidad de Laderas

Otro fenómeno geológico de relevancia general, consiste en la inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, que se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos.

Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: Caídos, deslizamientos y flujos.

Como se ha expuesto reiteradamente en el presente documento, no existen montañas en Yucatán y la región con



Ilustración 35. El Atlas Nacional de Riesgos, contiene la información actualizada de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas.

mayores accidentes geográficos corresponden a la “Sierrita de Ticul”, compuesta de lomeríos. Consecuentemente, aunque el Estado no está exento de incidentes relacionados con deslizamientos, éstos son directamente proporcionales con las características someras de estas formaciones pudiendo ser considerados de bajo impacto.

Siendo las lluvias consideradas como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos, al presentarse lluvias de relevante intensidad, existen bajantes de agua que, a su paso, van arrastrando lodo, piedras, ramas, escombros, e incluso, bienes muebles que se cruzan en su camino de descenso. Históricamente esta situación, solo se ha traducido en daños materiales, principalmente por pérdida de animales de traspatio y menaje de las casas que se encuentran a su paso.

Un caso típico y el mejor documentado, es el que ocurre recurrentemente en el Municipio de Tekax al presentarse fuertes lluvias, es el denominado coloquialmente y conocido localmente como el **fenómeno de “La Bomborota”**, donde el agua desciende hacia diversas comunidades, incluyendo la cabecera municipal, como un corriental de agua dulce.

Consecuentemente, se han realizado obras de mitigación que incluyen rejillas en la zona de descenso y la construcción de muros-diques en sentido transversal al caudal que baja de las faldas del cerro, con el propósito de contener escombros antes de su llegada a la zona habitacional y reducir la fuerza con la que llega el agua a algunas zonas de la ciudad.



Ilustración 36.- Obras de mitigación en el municipio de Tekax.

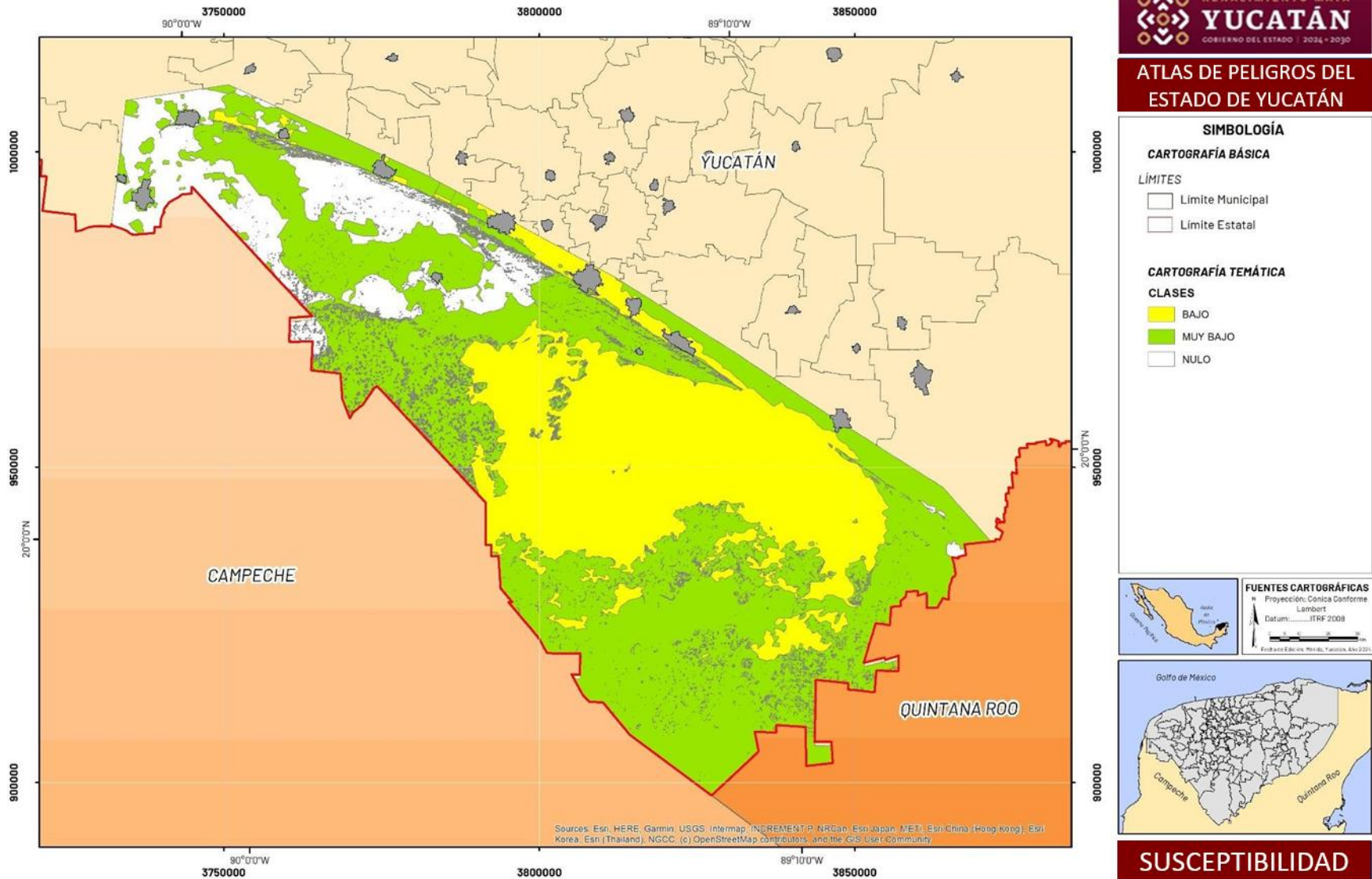


Ilustración 37.- Mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, las zonas verdes están catalogadas como de grado "muy bajo", en amarillo de grado "bajo" y en blanco "nulo".

Fallas y Fracturas como condicionantes en la generación de procesos de remoción en masa y subsidencia del terreno

Las fallas y fracturas geológicas son el reflejo de esfuerzos a los que se someten las rocas producidas por la dinámica externa e interna de la tierra, la cual es responsable de la desintegración de la corteza terrestre. Dichos fragmentos se denominan placas tectónicas, en cuyos límites se produce esfuerzos de tensión y compresión, siendo en esas zonas donde existen fallas activas.

No se ha registrado evidencia de ruptura de la placa tectónica en la que descansa la península, pero existen fallamientos locales en la capa superficial. En Yucatán se reconoce la presencia de la Falla de Ticul, una escarpa de 100 km de longitud con rumbo ONO. Estas fallas tectónicas son fracturas en el terreno donde los bloques pueden moverse relativamente entre sí, distinguiéndose de las fallas geológicas que son grandes fracturas en la corteza terrestre (PROCIVY, 2024).



Ilustración 38.- Carretera Uxmal, cerca de la localidad de Calcehtok, se encuentra un talud de 5m de altura, roca caliza con sistemas de fracturamiento, dentro de las fracturas se encuentra rellena de suelo de color rojizo, en esta zona se observó una brecha de falla.



Ilustración 39.- Talud sobre camino pavimentado con flujo constante de vehículos, el macizo rocoso se encuentra altamente fracturado, lo que provoca pequeños bloques que caen sobre camino.

En el Estado de Yucatán, debido a sus condiciones geológicas e hidrológicas se han desarrollado varios sistemas de estructuras kársticas. Rebolledo-Vieyra (2009). Tanto dolinas como cenotes fueron formados principalmente por la acción de la disolución vertical producto del paso del agua hacia zonas del nivel estático durante los períodos glaciales en lineamientos que van desde Cabo Catoche hasta Chetumal en el estado de Quintana Roo, y que dichas estructuras revelan que las calizas han estado sujetas a una disolución vertical significativa.

Por otro lado, el **Cráter de Chicxulub**, o también denominado Cráter de Impacto o Anillo de Cenotes, es una estructura geológica que se ubica en la porción NNO del Estado de Yucatán, se presenta como un rasgo topográfico semicircular con un diámetro de aproximadamente 165 Km. La concentración de cenotes y dolinas se alinean con la forma semicircular del cráter, este último interpretado en el subsuelo con técnicas geofísicas (Campos-Enríquez *et al.*, 2004).

Estas características del subsuelo, las formaciones típicas del mismo y su relación con el agua subterránea, se exponen con mayor detalle en el apartado “Hidrología” de este mismo documento, así como las gráficas correspondientes a su localización en el Estado.

Hundimientos

Se han generado problemas a nivel mundial asociados con subsidencia y colapso del terreno por su extracción, lo cual implica retirar volúmenes de material del subsuelo y, por consiguiente, el sistema tiende a la estabilidad provocando compactación y reacomodo, cuyos efectos en superficie se traducen en colapsos repentinos o subsidencia gradual del terreno y generación de fracturas que afectan a la infraestructura (Howell, 1986; Bertoni *et al.*, 1995; Calderhead *et al.*, 2010).



Imagen:
<https://www.fundacionunam.org.mx/auriazul/la-unam-explora-el-crater-chicxulub/>

El Anillo de Cenotes en la Península de Yucatán es la evidencia de un impacto de meteorito y representa un fenómeno de fracturamiento.

Diversos autores lo relacionan con el fenómeno de extinción de los dinosaurios. La Universidad Nacional Autónoma de México, que ha realizado estudios del impacto ligado a la extinción masiva de la fauna y flora.

Aunque la mayoría de los hundimientos son de tipo antrópico, existen casos importantes de subsidencia natural del terreno, uno de ellos es por disolución de rocas calcáreas que, en la gran mayoría de los casos, es acelerada por prácticas humanas, principalmente por extracción de agua y cambios en las condiciones químicas naturales producto de la adición de componentes que alteran al sistema (Duran Valsero, 2002).

En Yucatán, los hundimientos del suelo son comunes debido a la destrucción de domos de roca caliza y la ruptura del techo de cuevas u oquedades existentes. Debido a la naturaleza kárstica de los suelos en la región, hay un alto riesgo de que estos fenómenos ocurran (PROCIVY, 2024).

En el presente Atlas, el tema de hundimiento (subsidencia), se enfoca principalmente a los colapsos históricos y recientes asociados con disolución kárstica que actualmente se observan en superficie y que generalmente reciben el nombre de dolinas (con agua) y cenotes.

Antecedentes

Los casos citados, son tomados de la prensa y testimonios durante las visitas de campo. Los colapsos incluyen la zona urbana de Mérida, como aquellos en las Colonias San José Tecoh (septiembre 22 de 2007), con aproximadamente 3 m de profundidad y García Ginerés (septiembre de 2011), en dos tramos de pavimento junto a las vías del tren aledañas a la Unidad Deportiva Inalámbrica.

Más reportes en la Entidad incluyen los Municipio de Kantunil (octubre 8, 2002), después del paso del ciclón tropical "Isidore" (septiembre, 2002), con aproximadamente 10 m de profundidad y 5 m de diámetro, en un predio de la calle 22 x 39 y 41; Oxkutzcab (enero de 2007) con cuatro hundimientos, que requirieron trabajos con inversión de al menos medio millón de pesos y se argumentó que el origen fue el desarrollo de "sascaberas" en el subsuelo.

El cuadro siguiente ejemplifica los sucesos más importantes de colapsos y socavones ocurridos durante los últimos 5 años (2019-2024), de acuerdo con los reportes periodísticos recabados (PROCIVY, 2024):

AÑO	FECHA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE
2019	Abril 16	C. 28 x 29 y 31, Col. García Ginerés, Mérida	Agujero en el pavimento de 8 m de ancho por 10 m de largo y 3 m de profundidad.	https://sipse.com/novedades-yucatan/socavón-hundimiento-pavimento-colonia-garcia-gineres-merida-329898.html
	Julio 10	C. 91 x 64B y 66 Centro	Agujero de 1 m de diámetro por 1.50 m de profundidad, al parecer por las lluvias.	https://laverdadnoticias.com/yucatan/Cierran-socavón-en-calles-del-centro-de-Merida-van-3-en-lo-que-va-del-2019-20190711-0148.html
	Octubre 2	Orilla de carretera Ticul – Pustunich	Incidente ya reportado, que por el continuo paso de los automóviles se fue agrandando.	https://www.poresto.net/2019/10/03/socavón-peligro-para-automovilistas/
	Diciembre 7	Col. Vicente Solís, Mérida	En casa habitación, se abrió un agujero de 1.5 m de ancho, aproximadamente.	https://sipse.com/novedades-yucatan/noticias-noticias-de-hoy-socavón-casa-vicente-solis-cueva-hueco-proteccion-civil-merida-yucatan-353907.html
	Diciembre 27	Parque, Municipio de Peto	Se desfonda registro de alumbrado en obras de mantenimiento, donde una cueva es usada como desagüe de las rejillas del Centro.	http://www.larevista.com.mx/yucatan/aparece-socavón-en-parque-de-peto-18369
2020	Febrero 22	C. 32 x 21 y 23, Peto	Un hoyo que decidieron conservar como drenaje al perforar un pozo, se desfondó.	https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2020/02/23/nuevo-socavón-en-calles-de-peto.html
	Junio 1	Municipio de Tekax	Hundimientos en diferentes puntos de Tekax, al parecer, asociadas a las inundaciones por las tormentas Amanda y Cristóbal.	https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2020/06/24/aparece-socavón-en-una-primaria.html
	Julio 1	Unidad Médica de. Municipio de Santa Elena	Hundimiento de la UMF en agujero de 6 m de diámetro x 10 m de profundidad aproximadamente (se tuvo que reubicar).	https://www.poresto.net/yucatan/2020/7/1/se-abre-socavón-en-unidad-medica-de-santa-elena-739.html
	Octubre 26	C. 84 B x 169 y 161, Col. E. Zapata Sur 2.	Al parecer la lluvia, abre un hoyo de 1 m de diámetro sobre una cueva en la carretera	https://www.desdeelbalcon.com/lluvias-forman-socavón-al-sur-de-merida/
	Noviembre 13	C 37 x 40 y 42, Kancab, Tekax	Agujero en la calle, con 4 m de diámetro, debido a las lluvias según autoridades.	https://yucatanahora.mx/se-abre-la-tierra-en-tekax/
	Noviembre 24	Carretera Catmís – Tzucacab	Sobre la vía Catmís-Tzucacab, con diámetro de 70 cm y profundidad de 2 m.	https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2020/11/24/nuevo-socavón-en-la-catmis-tzucacab.html
	Diciembre 8	Calle 28, Municipio de Espita.	Las autoridades señalaron que se pudo formar debido a las fuertes lluvias.	https://solyucatan.mx/se-abre-socavón-en-calle-de-espita/
2021	Junio 18	C. 110 x 59 y 59 H, Col Bojórquez, Mérida	Hundimiento en un predio, con dimensiones de 6 m de diámetro y 10 m de profundidad.	https://sipse.com/novedades-yucatan/socavón-colonia-bojorquez-merida-401561.html
	Septiembre 16	C. 16B x 27, Col. Manuel Crescencio Rejón, Mérida	La lluvia filtraba entre la calle y la acera, hasta desfondarse y dejar un agujero de 3 m de largo por 1 m de ancho aprox.	https://yucatan.quadratin.com.mx/merida/socavon-en-la-manuel-crescencio-rejon-pone-en-alerta-a-vecinos/
	Noviembre 19	C. 32 x 21, Col. Barrio pobre, Peto	Se abrió un agujero en el cruce de las calles. S/D de dimensiones y causas.	https://www.poresto.net/yucatan/2021/11/19/alerta-de-socavon-pone-en-peligro-pobladores-de-peto-yucatan-299425.html
2022	Junio 30	Municipio de Valladolid.	Durante trabajos de pavimentación, se registran 4 hundimientos: Por el Basurero, Cendi, Fracc. Orquídeas y Barrio Bacalar.	https://www.poresto.net/yucatan/2022/6/30/aparecen-cuatro-socavones-durante-los-trabajos-de-reparacion-de-calles-en-valladolid-342048.html https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2022/06/29/aparecen-socavones-en-valladolid-329819.html

AÑO	FECHA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE
2023	Julio 26	Colonia Canul Reyes del municipio de Progreso	Ocurre en la calle 35 por 96 y 94, con 1 m de ancho y una profundidad considerable.	https://www.porestonet.org/yucatan/2023/7/26/socavon-sorprende-los-habitantes-de-progreso-393559.html
	Septiembre 3	Campo de Béisbol, Municipio de Panabá	Dos socavones durante los trabajos de la remodelación y reconstrucción del campo.	https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2023/02/11/aparecen-socavones-durante-unas-obras-en-panaba-382053.html
	Abril 25	Muelle 4, Puerto de Altura de Progreso	Se abre, con 4 m de diámetro, durante las descargas. Al parecer, resultado de la sal.	https://www.milenio.com/estados/yucatan-forma-socavon-muelle-puerto-altura-progreso
2024	Enero 7	Vía que conduce al balneario Chiquilá	Hundimiento a la altura del dren entre la ría y los manglares.	https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2024/01/07/se-abre-un-socavon-en-rio-lagartos.html
	Agosto	Centro de Xocén, Valladolid	Se desplomó la bóveda del cenote de la localidad.	

Tabla 6.- Colapsos y socavones.

Como puede observarse, casi la totalidad de los casos documentados de hundimientos súbitos, han ocurrido con antecedente previo de precipitaciones importantes, siendo sobresaliente el repunte de estos incidentes en los años en que el Estado ha sido impactado por ciclones tropicales como el 2020 (Amanda - Cristóbal, Gamma, Delta y Zeta), 2021 (Grace) y 2024 (Beryl). Los citados fenómenos hidrometeorológicos son analizados en los apartados siguientes correspondientes a Fenómenos Hidrometeorológicos.

Por lo tanto, es evidente la interacción de los factores internos del Estado, específicamente los geológicos consistentes en las características cársticas del subsuelo, las oquedades o fracturas (incluyendo de manera especial los cenotes) y el papel como drenaje natural que tienen; y los factores externos como precipitaciones pluviales importantes, las consecuentes inundaciones y la saturación del manto freático

*El acuífero de Yucatán es vulnerable a la contaminación debido a la alta tasa de infiltración de las descargas pluviales y antropogénicas en la mayoría de los suelos de la región.
En Yucatán, la recarga del sistema acuífero ocurre principalmente por la infiltración del agua de lluvia a través de una matriz porosa en los suelos kársticos.*

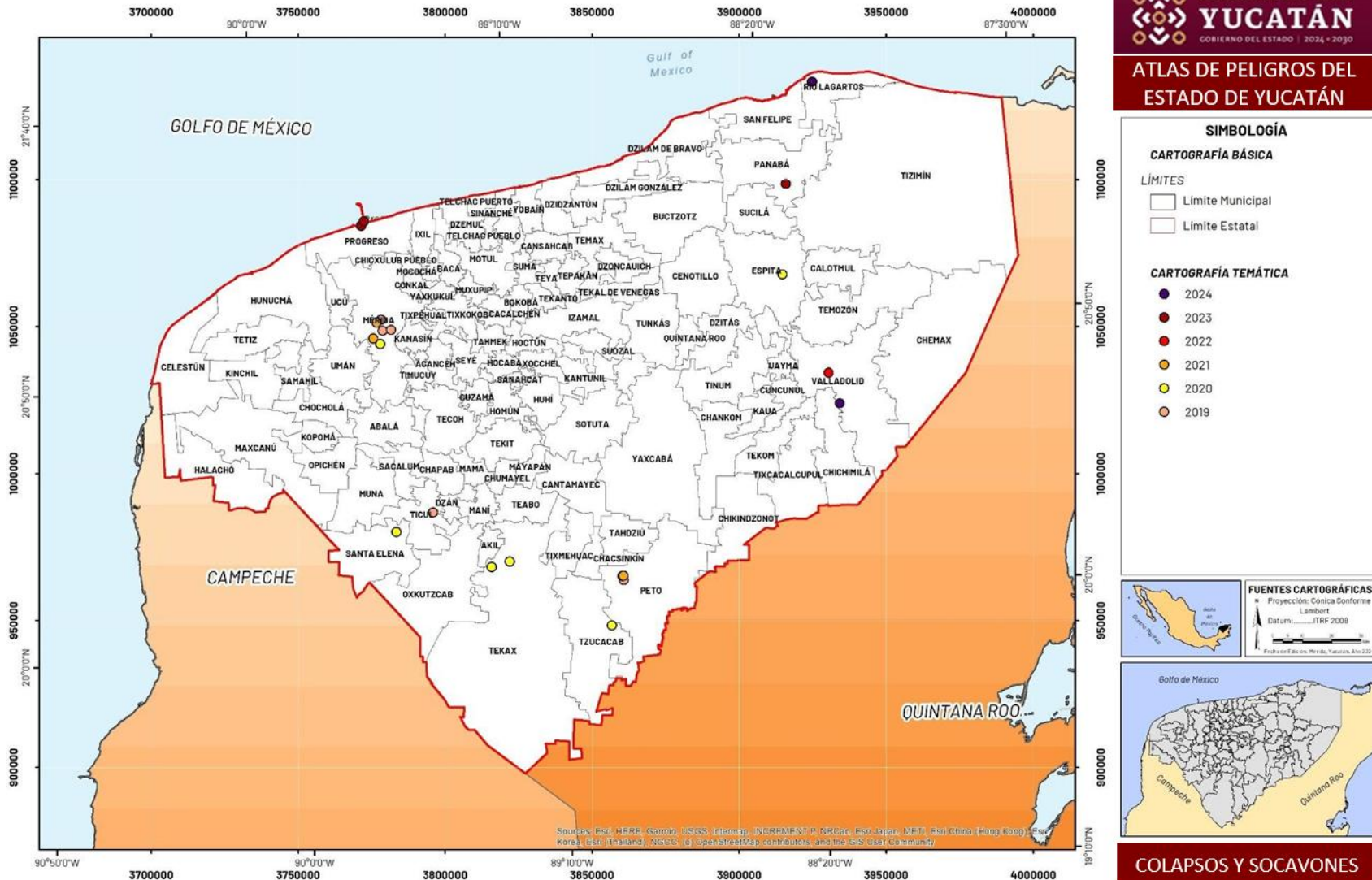


Ilustración 40.- Colapsos y socavones.

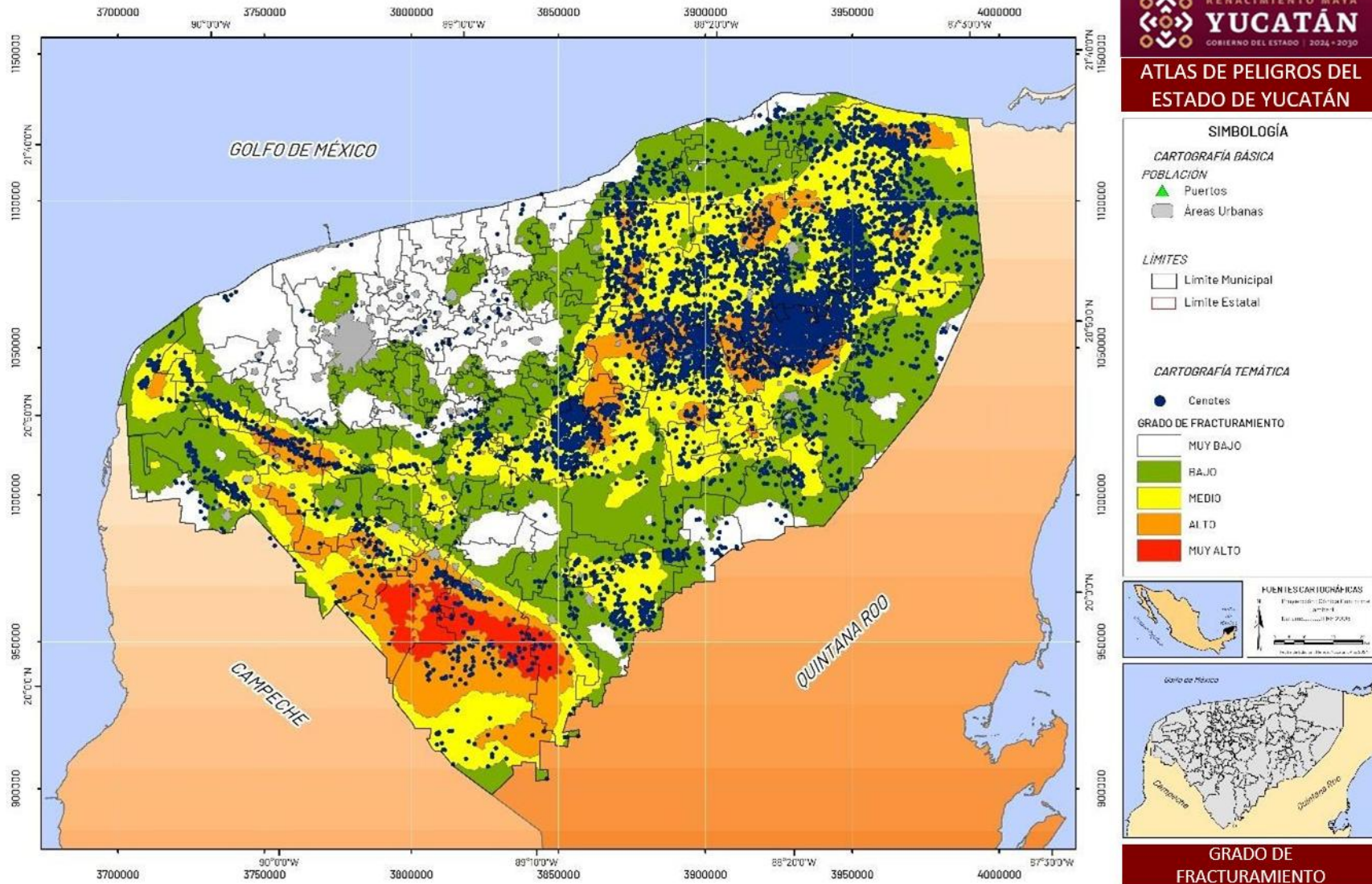
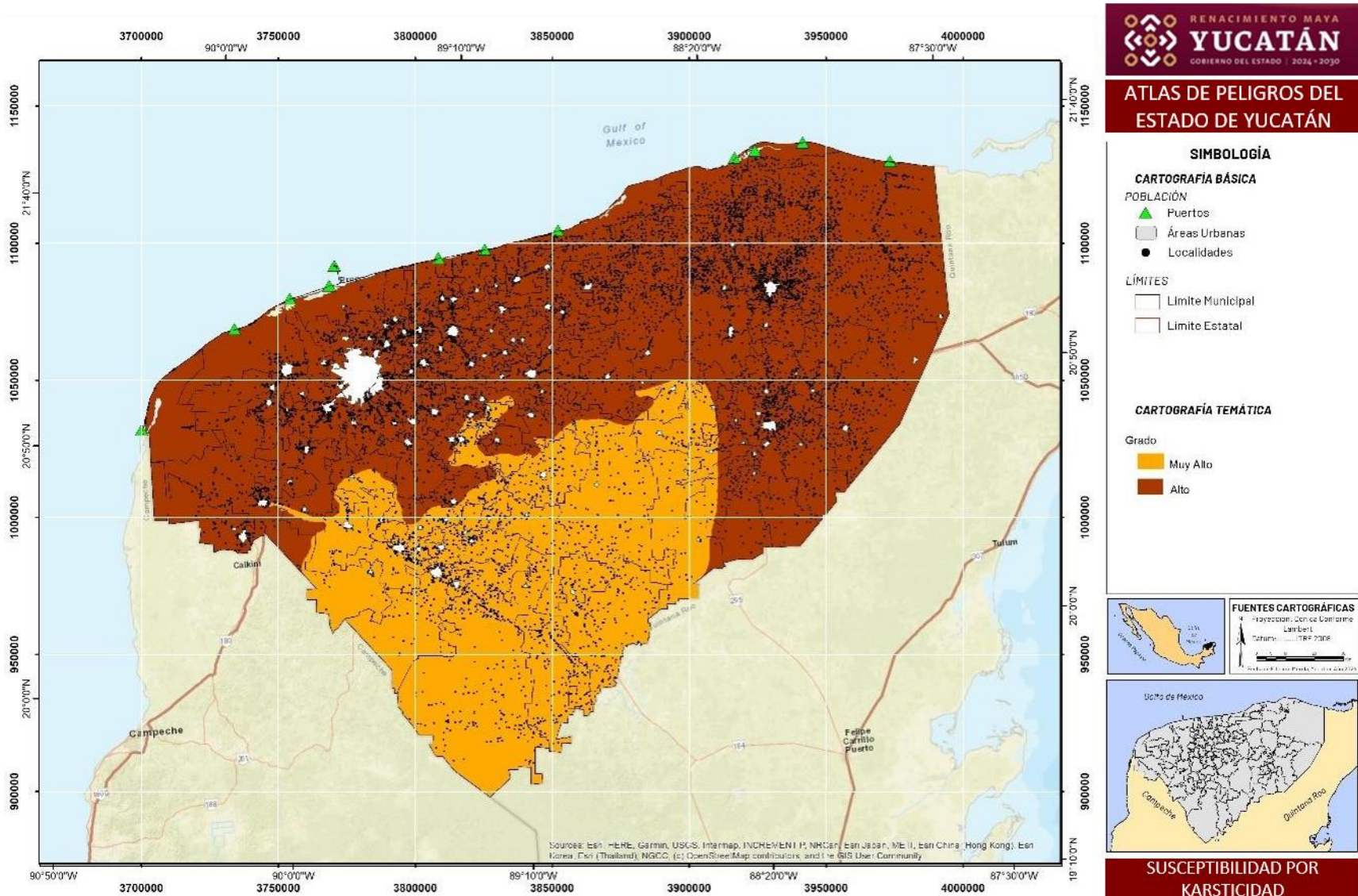


Ilustración 41.- Grado de fracturamiento.



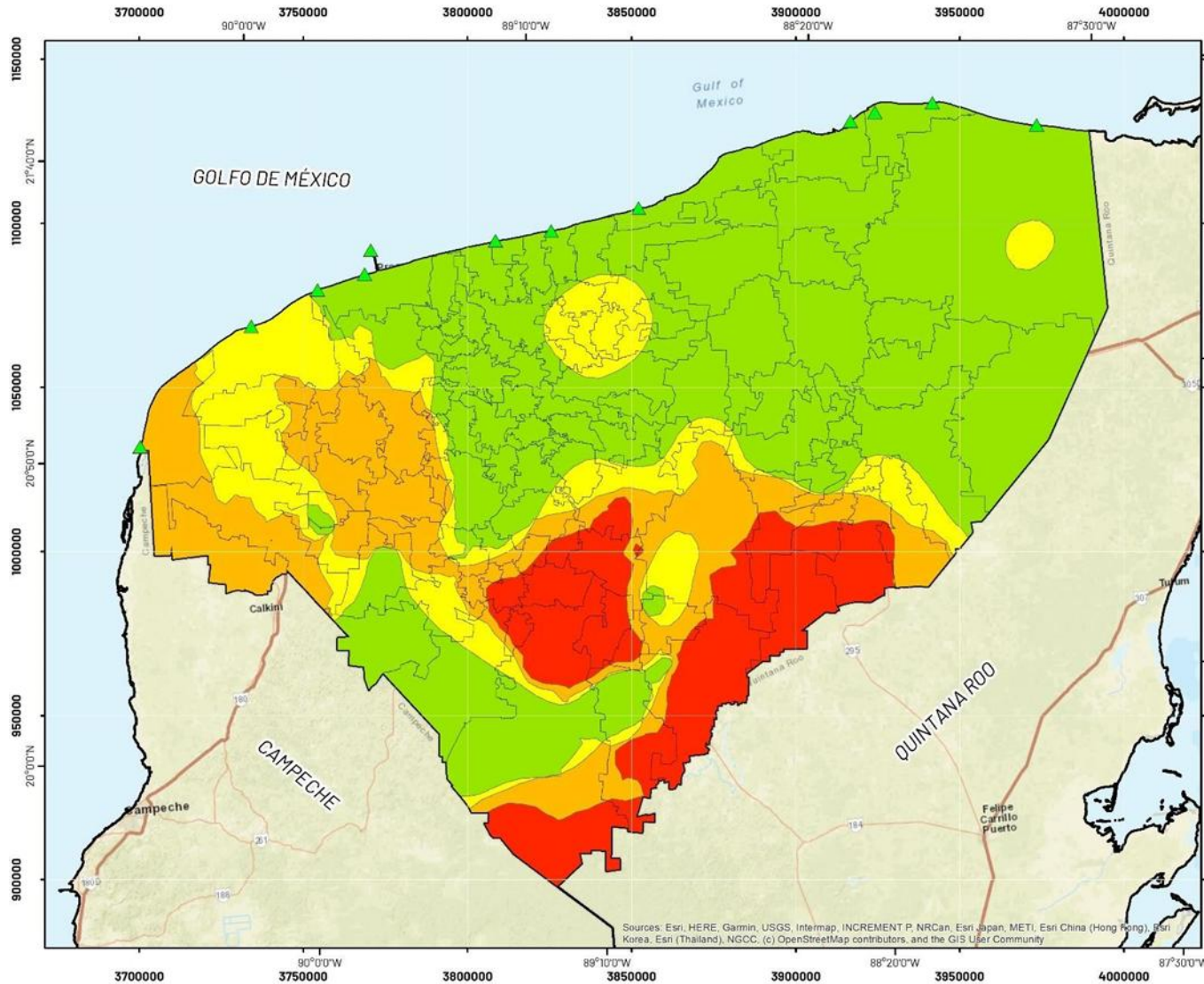


Ilustración 43.- Relación entre grado de fracturamiento y densidad de dolinas.

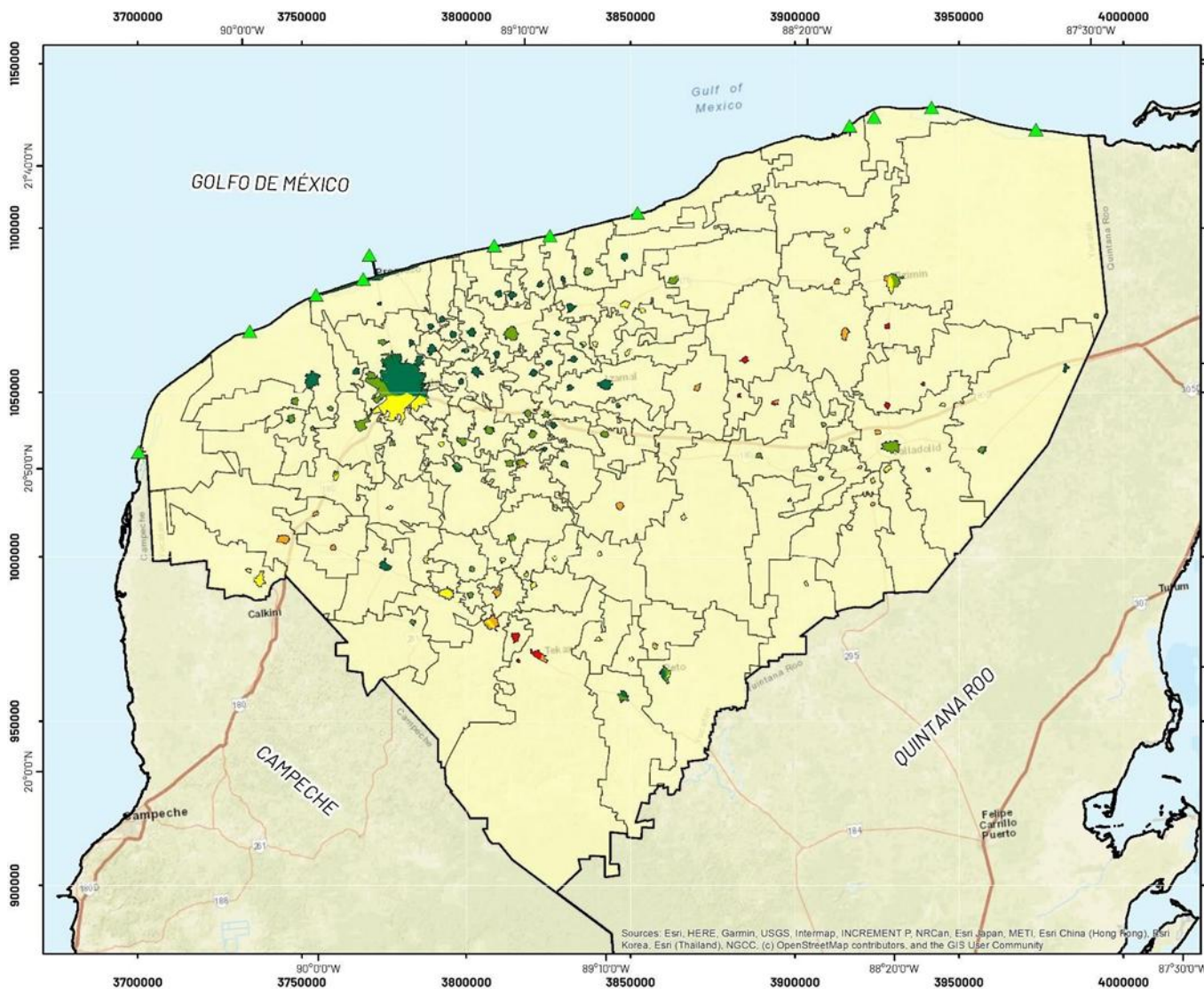


Ilustración 44. - Mapa de amenaza por hundimiento en áreas urbanas.

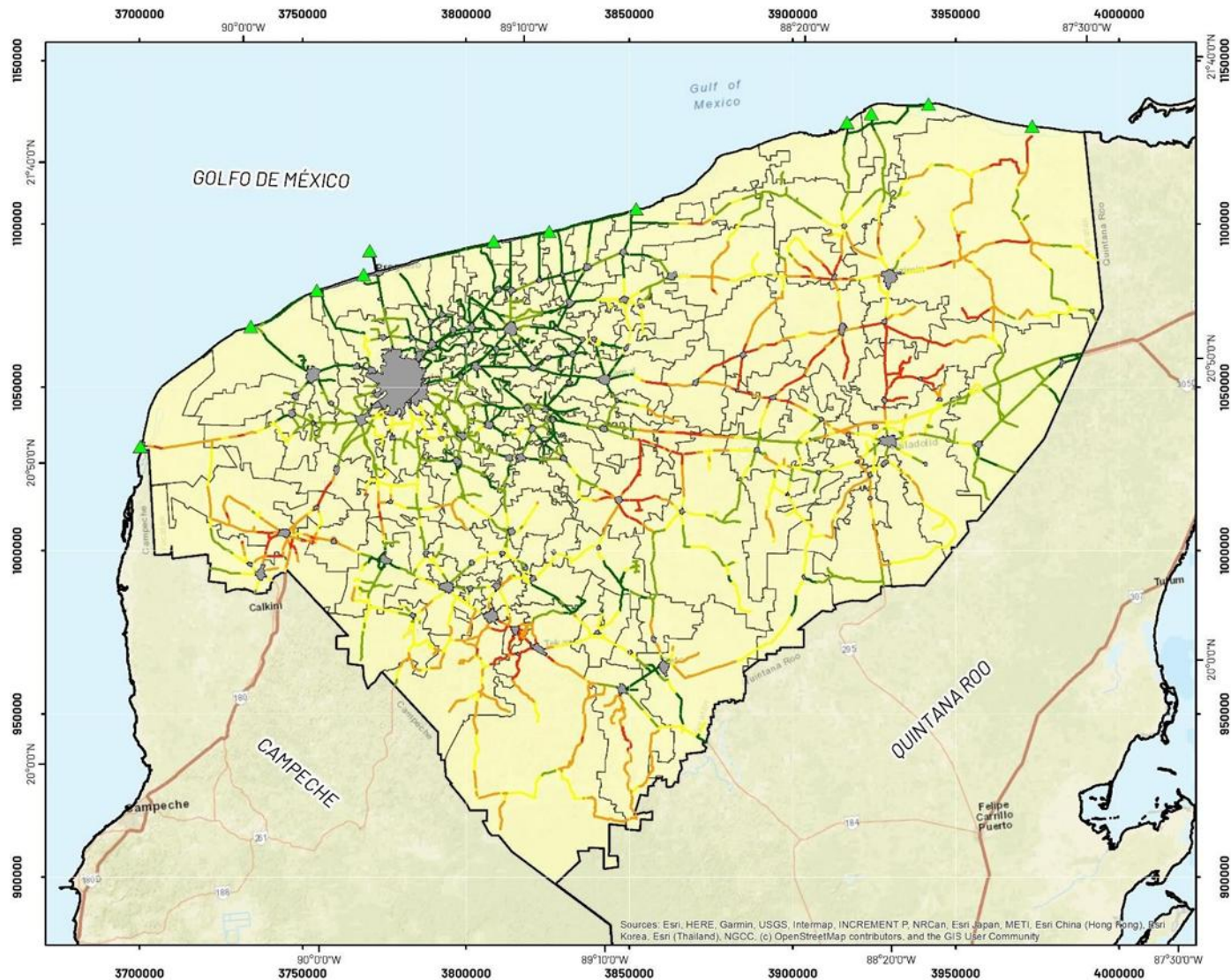


Ilustración 45.- Mapa de amenaza por hundimientos en vialidades.

2.2. Peligros por Fenómenos Hidrometeorológicos

Viento

El viento es el desplazamiento horizontal del aire con respecto a la superficie terrestre sin embargo la meteorología estudia el viento como aire en movimiento tanto horizontal como verticalmente y a este último caso le corresponden los torbellinos.

Los movimientos verticales del aire caracterizan los fenómenos atmosféricos locales, como la formación de nubes de tormenta y la interrelación con otros fenómenos atmosféricos (Ciclones Tropicales, Turbonadas, Ondas de Calor Extremo y Frentes Fríos), (NOAA, 2013).

La importancia del viento como factor de riesgo, radica en la influencia que este tiene sobre otros fenómenos, donde la acción del viento interviene de manera decisiva y directa.

Ciclones Tropicales

Definición: Los ciclones tropicales son fenómenos naturales, con vientos fuertes que rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj y originan lluvias intensas e incremento en el oleaje.

Estos sistemas de tormenta exigen, al menos, dos requisitos básicos para su formación e intensificación: calor y humedad; como consecuencia, sólo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en que la temperatura del mar es superior a los 26° C. (CENAPRED 2007).

Cuando estos sistemas tropicales tocan tierra, especialmente a nivel continental, pueden disminuir su velocidad, generando intensas e inesperadas precipitaciones de lluvias. Sin embargo, causan niveles destructivos en las poblaciones costeras y en ocasiones pérdidas humanas.

En el presente documento se establecen los criterios base para la determinación de las zonas de mayor riesgo ante el impacto de los ciclones tropicales, considerando diferentes elementos destructivos de los mismos, tales como:

- Marea de tormenta;
- Viento; y
- Lluvias torrenciales.

Estos factores han sido analizados con base en las Características del Estado de Yucatán considerando la materialización de los elementos del riesgo con diferentes indicadores:

- Peligro: incidencia histórica de ciclones tropicales, así como zonas susceptibles a inundaciones pluviales y por marea de tormenta;
- Vulnerabilidad: Materiales de construcción de las viviendas;
- Exposición: Población.

Los sistemas antes mencionados se integran en una base de datos que permite identificar las zonas de mayor riesgo y de atención prioritaria en caso del impacto de un ciclón tropical, así como las posibilidades de ocurrencia de este tipo de fenómenos de la zona.

La importancia y peligro de los ciclones tropicales difiere entre tierra firme y superficie marina. Sobre los océanos las actividades humanas en riesgo son primeramente instalaciones petroleras, barcos y tráfico aéreo. En tierra, se ven amenazadas las vidas y actividades humanas en ciudades, pueblos, industrias, carreteras y cultivos que se encuentran, particularmente, a lo largo de la trayectoria del ciclón tropical. (CENAPRED 2007)

Clasificación de los Ciclones Tropicales:

Considerando la velocidad de viento que registren en su evolución, los ciclones tropicales se clasifican en: Depresión Tropical, Tormenta Tropical y Huracán.



Representación gráfica de la NOAA de las diferentes intensidades de ciclones tropicales, señalados de izquierda a derecha de mayor a menor: Huracán, Tormenta Tropical y Depresión Tropical, así como su antecedente que es el Disturbio Tropical.

Tabla 2. Intensidad de los Sistemas Tropicales	
Sistema	Intensidad de los vientos
Depresión tropical	Menor de 64 km/h.
Tormenta tropical	De 64 a 118 km/h.
Huracán	Mayor a 118 km/h

Tabla 7: Escala Beaufort de viento y oleaje

ESCALA DE BEAUFORT [Bft]				
Sistema tropical	Calificación		Velocidad del viento A 10 m de altura (Km/h)	Altura promedio de las olas en m
	0	Calma	Menos de 1	0.0
	1	Viento ligero	1-5	0.0
	2	Brisa ligera	6-11	0.0-0.3
	3	Brisa gentil	12-19	0.3-0.6
	4	Brisa moderada	20-28	0.6-1.2
	5	Brisa fresca	29-38	1.2-2.4
Depresión Tropical	6	Brisa fuerte	39-49	2.4-4.0
	7	Cercana a tormenta	50-62	4.0-6.0
Tormenta Tropical	8	tormenta tropical	63-74	4.0-6.0
	9	tormenta fuerte	75-88	4.0-6.0
	10	Tormenta intensa	89-102	6.0-9.0
	11	Tormenta violenta	103-117	9.0-14.0
Huracán	12	Huracán	Más de 117	Más de 14.0 m

Tabla 8: Clasificación de los Huracanes conforme a la Escala de Huracanes Saffir/Simpson

ESCALA DE HURACANES DE SAFFIR/SIMPSON [ESSSH]		
Cat	Vientos (km7h)	Estimación de los Posibles Daños Materiales e Inundaciones
1	119-153	Daños a casas, árboles y arbustos. Algunos daños a señalizaciones; daños menores por inundaciones en carreteras costeras; daños leves en muelles e insignificantes en edificios.
2	154-177	Daños a puertas, ventanas y algunos techos de construcciones; daño considerable a arbustos y árboles; daño considerable a casas, a señalizaciones y a muelles. Las zonas costeras se pueden inundar de 2 a 4 horas antes de la llegada del centro del ciclón; las embarcaciones menores pueden romper sus amarras.
3	178-208	Se puede presentar daño estructural a construcciones; daño a árboles y arbustos con árboles grandes caídos; señalizaciones destruidas. Las zonas costeras se pueden inundar de 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del fenómeno; las inundaciones costeras destruyen estructuras pequeñas y las estructuras grandes son dañadas por el oleaje; zonas costeras que están hasta 1.5 m sobre el nivel del mar pueden ser inundadas hasta 13 kilómetros o más tierra adentro.
4	209-251	Daño estructural más extenso a construcciones, con techos completamente dañados; arbustos, árboles y señalizaciones totalmente arrancados. Daño extenso en puertas y ventanas; zonas costeras inundadas de 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del ciclón. Daño mayor a los pisos bajos de construcciones cercanas a la costa; zonas costeras que están hasta 3.0 m sobre el nivel medio del mar inundadas, por lo que se requiere una evacuación mayor de áreas residenciales hasta 10 km tierra adentro.
5	Superiores a 252	Daño total a techos de construcciones; fallas totales en los suministros de energía; todos los árboles, arbustos y señalizaciones arrancadas; daño severo a puertas y ventanas. Zonas costeras pueden ser inundadas de 3 a 5 horas antes de la llegada del centro del ciclón; daños mayores a los pisos de construcciones que estén hasta 500 metros de la costa, por lo que se requiere una evacuación mayor de áreas residenciales hasta 16 km tierra adentro.

Peligro

a) Resumen histórico de los ciclones tropicales 1851–2024

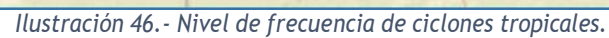
La “Temporada de Huracanes” para el Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México, región donde se desarrollan los ciclones tropicales que pueden incidir en el Estado, abarca del 1 de junio al 30 de noviembre de cada año, aunque no se descarta la formación de estos fenómenos naturales durante el resto del año. De hecho, del 2015 al 2024, se formaron un total de 9 ciclones antes del inicio oficial de la Temporada de Huracanes: Ana (mayo de 2021), Arthur y Bertha (mayo de 2020), Andrea (mayo de 2019), Alberto (mayo de 2018); Arlene (abril de 2017); Alex y Bonnie (enero y mayo de 2016 respectivamente) y Ana (mayo de 2015).

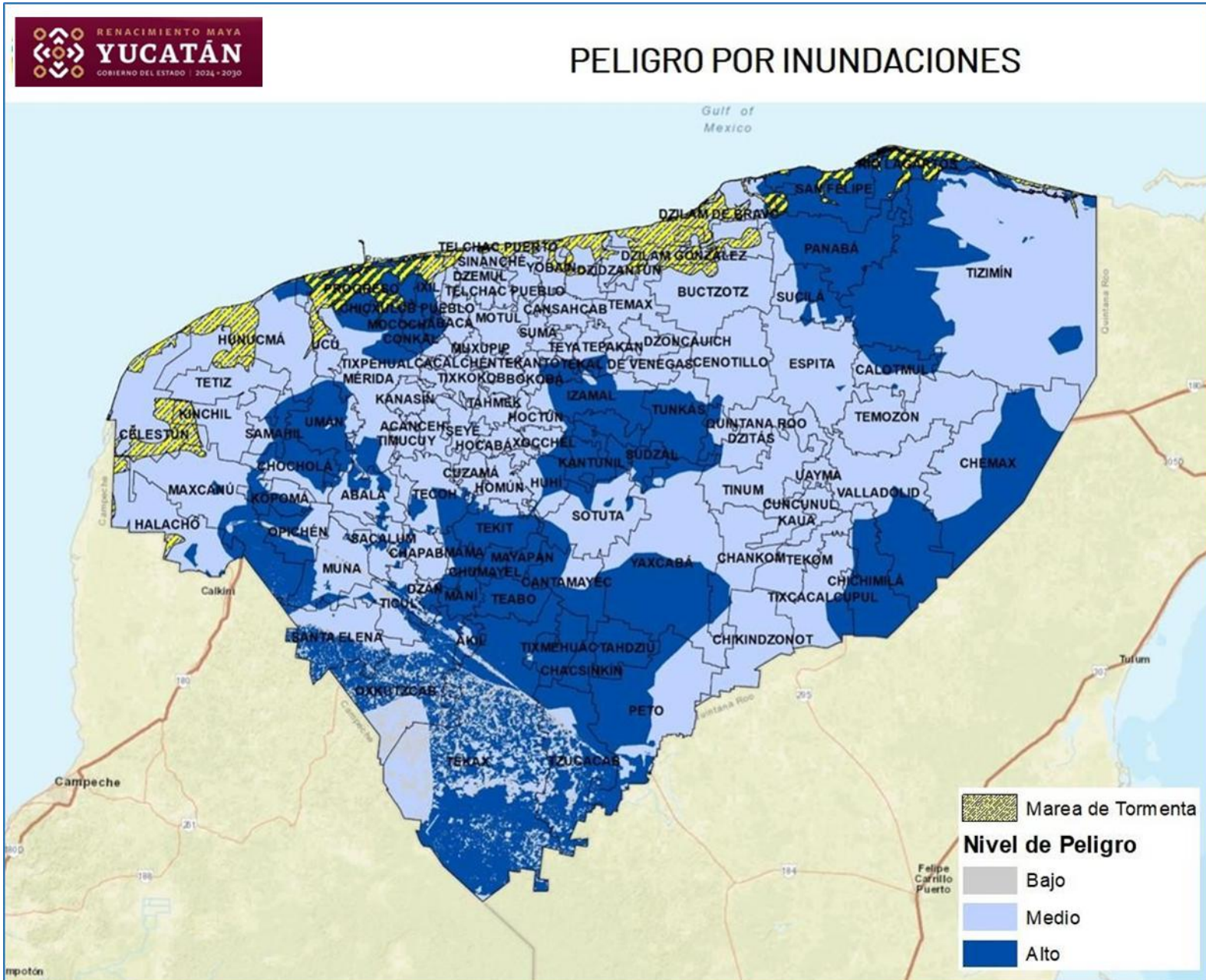
Según el Departamento de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica del Gobierno de los Estados Unidos (NOAA), del año 1851 a 2022, se tiene registro de la formación de 2,695 ciclones tropicales, aunque esta cifra ha ido en aumento debido a una verificación minuciosa y recuento de la citada agencia con base en nuevas tecnologías que permiten identificar ciclones no registrados anteriormente.

Durante este mismo período de tiempo:

- La Temporada de Huracanes 2020 ha sido la más intensa, registrando la formación de 30 ciclones tropicales nombrados;
- Los huracanes más poderosos han sido “Camille” (1969) y “Allen” (1980) considerando los vientos máximos sostenidos de 305 km/h;
- Los huracanes “Gilbert” (1988), “Isidore” (2002), “Delta”, “Zeta” (2020) y “Grace” (2021), y las tormentas tropicales “Cristóbal” y “Gamma” (2020), son significativos para los habitantes del Estado.

Con base en los datos anteriormente expuestos, se ha graficado la incidencia de los ciclones tropicales en el Estado de Yucatán durante este mismo período, a fin de conocer las áreas que han sido afectadas con mayor frecuencia durante el paso de estos fenómenos, considerando la trayectoria del centro del ciclón tropical.





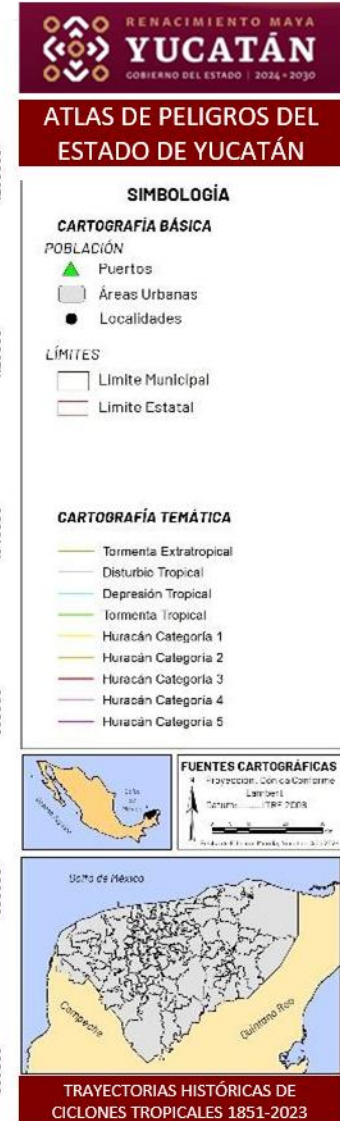
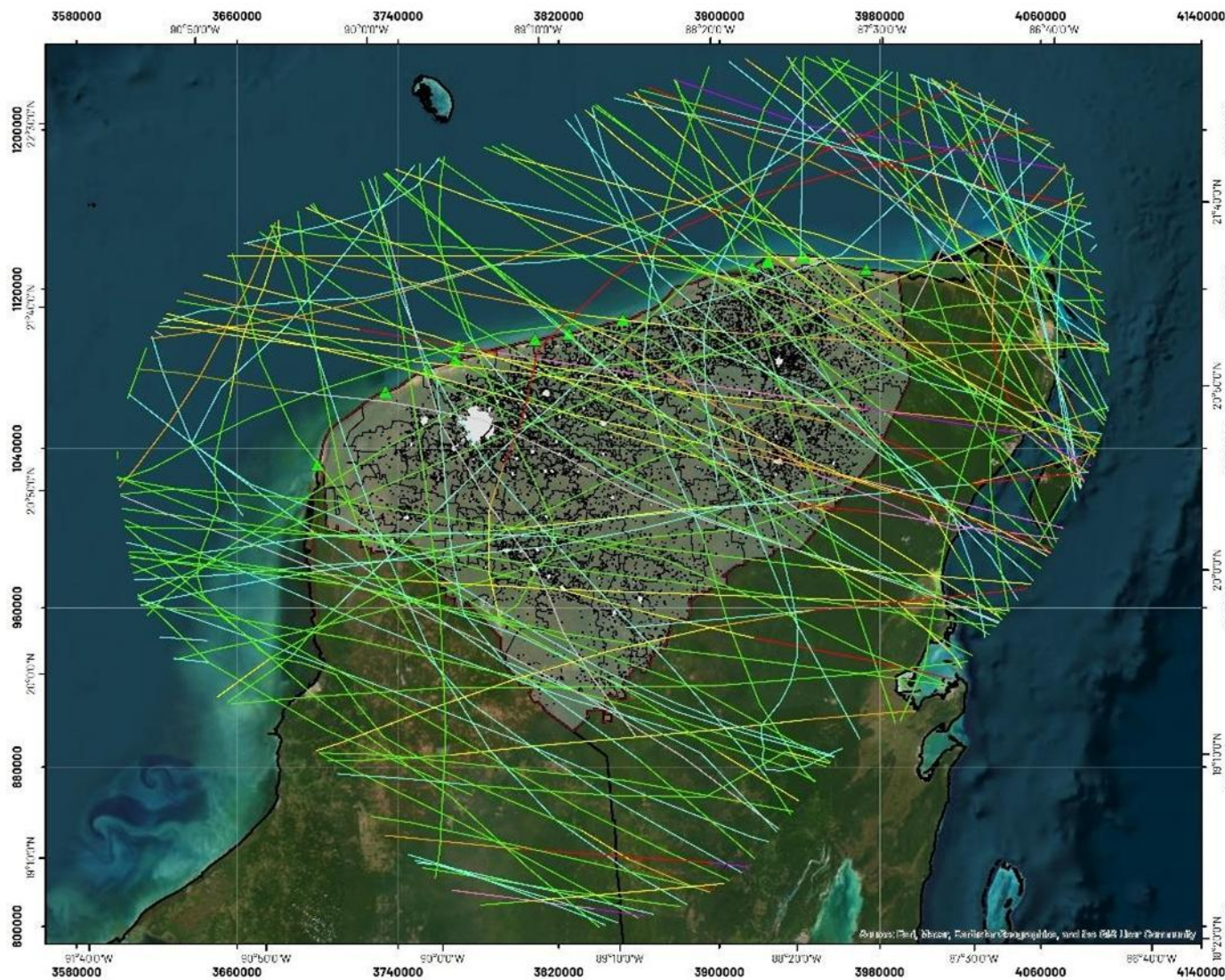


Ilustración 48.- Trayectorias históricas de ciclones tropicales 1851-2023

En el mapa anterior se muestran los ciclones tropicales que han impactado y cruzado la península en un radio de acción de 100 km, estos ciclones son los formados a partir del año 1851 al 2023.

En la mayoría de los casos los ciclones tropicales impactan con categoría de depresión y tormenta tropical, sin embargo, al impactar de manera directa a la península, las afectaciones resultan considerables en especial en aquellas zonas que son propensas a inundaciones pluviales y por marea de tormenta. Por otra parte, los ciclones que impactan al estado con categoría de huracán disminuyen la velocidad de sus vientos conforme avanzan tierra adentro y en la mayoría de las ocasiones toman fuerza de nuevo al salir nuevamente a la costa.

Análisis de Información y Generación de Mapas Base

De acuerdo a la metodología empleada, se analizan las trayectorias que impactaron directamente en el Estado de Yucatán así como los trayectos localizados entre el límite estatal y 100 Km de distancia partiendo del borde estatal; este trayecto se basó en la tabla de alejamiento del impacto del meteoro y que es señalada en el capítulo anterior, esto, debido a que se considera que en este rango existe afectación directa en el Estado tanto en la entrada como en la salida del meteoro en un área de afectación. Para el análisis estadístico se utilizó la categoría más alta de la trayectoria que cruzó el área marcada pero no necesariamente siendo la más alta de la trayectoria total.

De acuerdo con información de la Administración Nacional Atmosférica (NOAA) y al área delimitada, se han registrado 128 ciclones tropicales durante un periodo de 172 años (1851-2023), de estos, las trayectorias de 66 han impactado de manera directa en el Estado y 62 de forma indirecta, es decir los trayectos localizados entre el límite estatal y 100 Km a la redonda del contorno del estado gubernativo. Del total, 28 trayectorias alcanzaron la Categoría Depresión Tropical, 55 la de Tormenta Tropical, y de Huracanes, Categoría 1 con 14 eventos, Categoría 2 con 15, Categoría 3 con 8, Categoría 4 con 4 y finalmente con una Categoría 5, sólo 4 en el área delimitada (Ilustración 49), lo anterior con información hasta el 2023, cualquier calculo posterior podría variar debido a los post-análisis de las trayectorias emitidos por la NOAA.

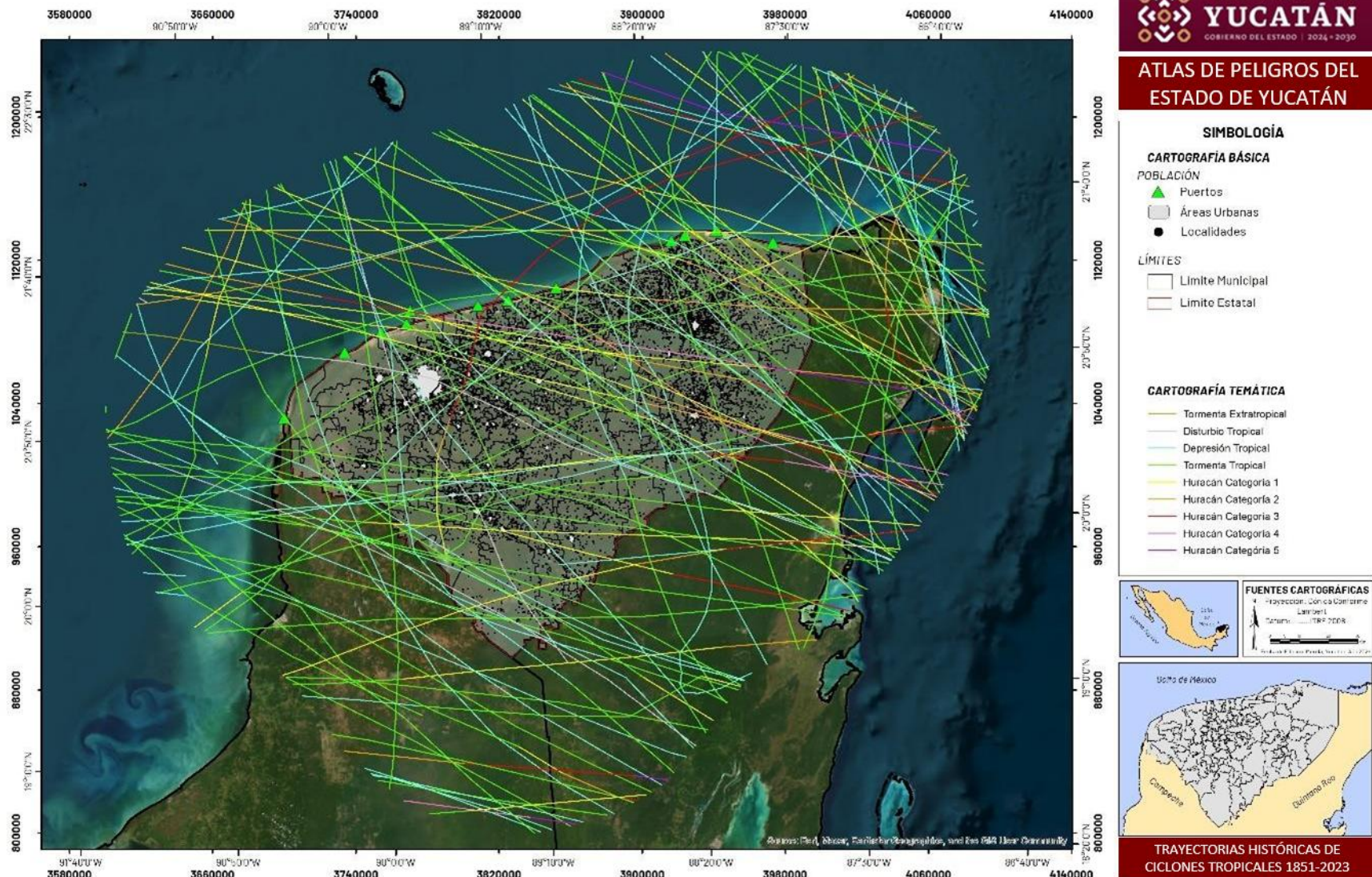
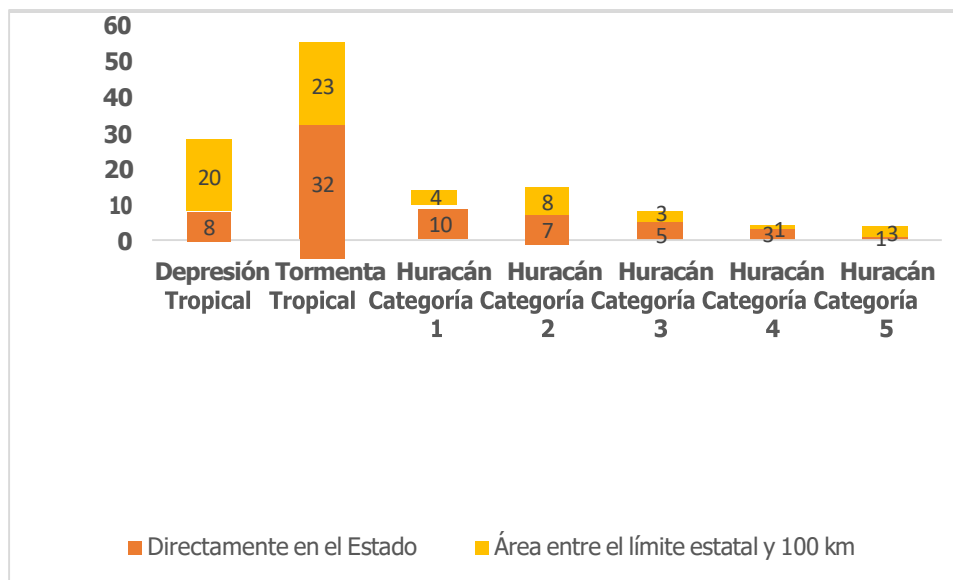


Ilustración 49.- Trayectorias históricas de los ciclones tropicales desde 1852 al 2023, hasta 100 Km partiendo del límite estatal, el color indica la categoría de acuerdo a la escala Saffir-Simpson.

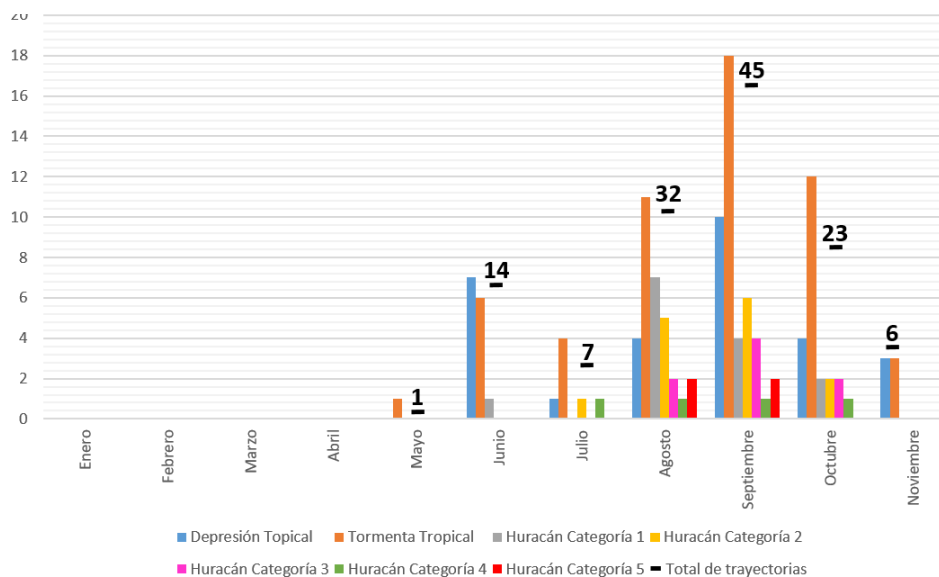
Los meses de mayor incidencia de ciclones tropicales, son agosto, septiembre y octubre con 32, 45 y 23 trayectorias respectivamente, mientras que en menor medida los meses junio, julio y noviembre con 14, 7 y 6 eventos registrados.

Un caso particular ocurrió en mayo de 1933, con una Tormenta Tropical y, en nuestra zona de análisis (límite estatal y 100 Km de distancia partiendo del borde estatal) otros dos ciclones tropicales fuera de la temporada oficial, un sistema que alcanzó el estatus de tormenta tropical en febrero de 1952 y la Tormenta Tropical Olga en diciembre de 2007, sin embargo, ambos sistemas se registraron como disturbio tropical cuando se desplazaron en nuestra zona, por lo tanto no fueron incluidos (Gráfica 1).

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las características de los ciclones que se localizan dentro del área delimitada desde 1851 hasta 2023 (Tablas 9 y 10).



Gráfica 1: Frecuencia de ciclones tropicales registrados en el área delimitada para el estado de Yucatán, 1851-2023



Gráfica 2: Frecuencia de ciclones tropicales registrados por mes.

NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA EN EL ESTADO	ORIGEN	DISIPACIÓN	VIENTO KM/H	MUNICIPIOS EN LA TRAYECTORIA DEL CENTRO
1874	26-sep-1874	DT, TT	Mar Caribe	Golfo de San Lorenzo	60-70	Chikindzonot, Chankom, Yaxcabá, Dzoncauich, Dzitás, Tunkás, Tinum, Temax, Tekal de Venegas, Buctzotz, Dzilam González y Dzilam de Bravo
1879	20-ago-1879	TT, H1	Mar Caribe	Kentucky, USA	110-130	Peto, Tadzú, Chocholá, Samahil, Sacalum, Maní, Kinchil, Hunucmá, Dzán, Chapab, Chacsinkin, Tixméhuac, Tetiz, Tekax, Teabo, Abalá y Celestún
1880	9-10-ago-1880	TT, H 1	Mar Caribe	Texas, USA	60-130	Tizimín, San Felipe, Panabá y Dzilam De Bravo
1886	19-20-sept-1886	H 1	Atlántico Norte	Texas, USA	120-130	Río Lagartos
1887	07-oct-1887	TT	Mar Caribe	Querétaro, Mex	75-95	Tzucacab y Tekax
1888	06-sep-1888	TT, H 1	Atlántico Norte	Veracruz, Mex	100-130	Tizimín, Quintana Roo, Kantunil, Izamal, Espita, Tunkás, Sudzal, Cenotillo, Calotmul, Sanahcat, Sacalum, Opichén, Muna, Maxcanú, Huhí, Xocchel, Timucuy, Tecoh, Abalá, Halachó, Homún y Cuzamá
1893	05-sep-1893	TT	Mar Caribe	Tennessee, USA	65-100	Chichimilá, Quintana Roo, Kaua, Dzitás, Tunkás, Tixcacalcupul, Tinum, Tekom, Cuncunul, Dzoncauich, Dzidzantún, Yobaín, Temax y Tekal De Venegas
1893a	29-sep-1893	H 1	Mar Caribe	Norte del Océano Atlántico Norte	120	Río Lagartos y Tizimín
1895	28-sep-1895	DT	Mar Caribe	Mar de Labrador	65	Chichimilá, Sotuta, Kantunil, Chankom, Yaxcabá, Tixcacalcupul, Tekom, Muxupip, Mocochá, Ixil, Hochtun, Xocchel, Tixkokob, Cacalchen, Baca y Progreso
1895a	3-4-oct-1895	DT	Mar Caribe	Luisiana, USA	55	Tzucacab, Tekax y Oxkutzcab
1898	23-24-sep-1898	TT	Mar Caribe	Texas, USA	65-95	Chemax, Temozón, Calotmul, Panabá, Espita, Dzilam González, Tizimín, Sucilá, Buctzotz y Dzilam de Bravo
1903	13-ago-03	H 1,2	Centro del Atlántico	SLP, Mex	120-160	
1905	25-sep-05	TT	Mar Caribe	Arkansas, USA	65-76	Chichimilá, Valladolid, Quintana Roo, Kaua, Dzitás, Tunkás, Tixcacalcupul, Tinum, Tekom, Cuncunul, Izamal, Ixil, Dzemul, Tepakán, Telchac Pueblo, Tekal de Venegas, Suma, Cansahcab y Motul
1909	08-ago-09	DT, TT	Mar Caribe	Nuevo León, Mex	55-75	Chichimilá, Chemax, Chankom, Tixcacalcupul, Tekom, Yaxcabá, Teabo, Cantamayec, Muna, Maxcanú, Maní, Dzán, Ticul y Valladolid
1909a	25-26-ago-1909	H 1,2	Centro del Atlántico	Tamaulipas, Mex	150-165	Panabá, Tizimín, Sucilá, Panabá, Dzilam González, Dzilam De Bravo y Sucilá
1912	13-oct-12	TT	Mar Caribe	Tennessee, USA	85-110	San Felipe, Río Lagartos y Tizimín
1916	16-oct-16	TT	Mar Caribe	Illinois, USA	75-95	Santa Elena, Oxkutzcab, Tzucacab, Tekax, Maxcanú, Halachó y Celestún
1920	20-sep-20	TT	Mar Caribe	Kansas, USA	65-85	Valladolid, Tizimín, Temozón, Calotmul, San Felipe, Panabá y Tizimín
1922	18-19-oct-1922	TT, H 1	Mar Caribe	Tabasco, Mex	95-120	Chichimilá, Chemax, Valladolid, Tixcacalcupul, Tekom, Chikindzonot, Chankom, Yaxcabá, Oxkutzcab, Maní, Ticul, Tekax, Teabo, Cantamayec, Akil y Santa Elena
1928	05-sep-28	TT	Mar Caribe	Tamaulipas, Mex	65-95	Peto, Tzucacab, Tekax, Santa Elena y Oxkutzcab
1931	25-jun-31	TT	Mar Caribe	Texas, USA	75-85	Tizimín y Río Lagartos
1931a	13-jul-31	TT	Mar Caribe	Kansas, USA	65	Tekax, Sacalum, Oxkutzcab, Muna, Ticul, Chocholá, Samahil, Hunucmá, Umán, Tetiz y Abalá
1933	22-sep-33	TT, H 1,2	Centro del Atlántico	SLP, Mex	160-165	Chichimilá, Quintana Roo, Izamal, Hochtún, Dzitás, Chemax, Valladolid, Uayma, Tunkás, Tinum, Sudzal, Cuncunul, Mérida, Kanasín, Seyé, Hunucmá, Ucu, Tixpéhual, Tixkokob, Tahmek y Celestún
1934	09-jun-34	TT	Golfo de Honduras	Golfo de San Lorenzo	75-110	Peto, Chikindzonot, Yaxcabá, Cantamayec, Chocholá, Mayapán, Mama, Chumayel, Tekit, Tecoh, Abalá, Maxcanú y Celestún
1935	30-31-ago-1935	DT	Golfo de México	Oaxaca, Mex	65-110	Río Lagartos, Panabá, Espita, Tizimín, Sucilá, Cenotillo, Sotuta, Maní, Mama, Kantunil, Huhí, Dzán, Chumayel, Tunkás, Ticul, Sudzal, Homún y Santa Elena

NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA EN EL ESTADO	ORIGEN	DISIPACIÓN	VIENTO KM/H	MUNICIPIOS EN LA TRAYECTORIA DEL CENTRO
1936	28-ago-36	DT, TT	Mar Caribe	Veracruz, Mex	65-75	Tekax
1938	26-ago-38	H 1,2	Mar Caribe	SLP, Mex	90-160	Chichimilá, Quintana Roo, Kaua, Izamal, Dzitás, Valladolid, Uayma, Tunkás, Tinum, Tekom, Cuncunul, Mérida, Muxupip, Mocochá, Chicxulub Pueblo, Tekantó, Cacalchén, Bokobá, Baca, Motul y Progreso
1938a	11-12-oct-1938	TT	Golfo de Honduras	Texas, USA	65-75	Oxkutzcab, Maní, Dzán, Chapab, Tzucacab, Tekax, Tecoh, Akil, Abalá, Mérida, Hunucmá, Umán, Ucu y Progreso
1940	21-jun-40	DT	Mar Caribe	Mississippi, USA	55	Tekax
1942	28-ago-42	H 1,2	Mar Caribe	Texas, USA	160-175	Tizimín y Río Lagartos
1944	22-23-ago-1944	TT, H 1	Centro del Atlántico Norte	Golfo de México	85-150	Chichimilá, Kaua, Chemax, Chankom, Valladolid, Tixcacalcupul, Tekom, Cuncunul, Sotuta, Seyé, Sanahcat, Kantunil, Huhí, Yaxcabá, Tinum, Timucuy, Sudzal, Acanceh, Homún, Cuzamá, Mérida, Chocholá, Samahil, Maxcanú, Kinchil, Umán, Celestún
1944a	20-21-sep-1944	TT	Mar Caribe	Golfo de Tehuantepec	130	Espita, Tizimín, Temozón, Calotmul, Sotuta, Quintana Roo, Mama, Huhí, Dzitás, Chapab, Yaxcabá, Uayma, Tunkás, Tinum, Tekit, Sudzal, Homún, Sant Elena, Sacalum, Muna y Maxcanú
1947	12-ago-47	TT	Mar Caribe	SLP, Mex	85-100	Peto, Oxkutzcab, Chikinzonot, Chacsinkín, Tixméhuac, Ticul, Tekax, Tahdziú, Akil, Santa Elena, Muna y Maxcanú
Charlie	20-ago-51	H 1,2	Centro del Atlántico Norte	SLP, Mex	175-215	Chichimilá, Kaua, Valladolid, Tixcacalcupul, Tekom, Cuncunul, Kantunil, Izamal, Hochtún, Yaxcabá, Tixpéhual, Tixkokob, Tinum, Tahmek, Sudzal, Conkal, Cacalchén, Mérida, Hunucmá y Ucu
Hilda	16-17-oct-1955	TT, H 1	Mar Caribe	SLP, Mex	160-175	Peto, Tzucacab, Tixméhuac, Tekax, Santa Elena, Oxkutzcab, Muna, Maxcanú, Ticul, Akil y Halachó
Flossy	21-22-sep-1956	DT	Mar Caribe	Océano Atlántico Norte	45-55	Peto, Sotuta, Sanahcat, Muxupip, Huhí, Hochtún, Hocabá, Chacsinkín, Xocchel, Tzucacab, Tixméhuac, Tahmek, Cantamayec, Cacalchén, Motul y Dzemul
Debbie	26-sep-65	DT	Mar Caribe	Costas de Mississippi y Luisiana, USA	45	Tizimín
Beulah	17-sep-67	H 3,2,1	Mar Caribe	Nuevo León, Mex	160-175	Espita, Chemax, Valladolid, Temozón, Cenotillo, Dzoncauich, Dzemul, Teya, Tepakán, Temax, Telchac Pueblo, Tekal de Venegas, Suma, Cansahcab, Motul, Progreso, Ixil y Baca
1969	13-jun-69	DT	Mar Caribe	Golfo de México	45	Tizimín, Río Lagartos y San Felipe
Laurie	18-19-oct-1969	DT	Mar Caribe	Tabasco, Mex	45-85	Chichimilá, Tixcacalcupul, Kaua, Izamal, Chankom, Yaxcabá, Tunkás, Tinum, Teya, Tepakán, Tekom, Sinanché, Dzemul, Telchac Pueblo, Suma, Cansahcab y Motul
Ella	10-sep-70	DT	Mar Caribe	Nuevo León, Mex	55	San Felipe, Panabá, Dzilam De Bravo, Chemax y Tizimín
1971	10-9-oct-1971	DT	Mar Caribe	Florida, USA	45	Tzucacab, Tekax, Oxkutzcab, Santa Elena y Halachó
Agnes	14-jun-72	DT	Estado de Yucatán	New York, USA	45	Peto y Tzucacab
Brenda	19-20-ago-1973	TT	Mar Caribe	Chiapas, Mex	85-100	Tizimín, Panabá, Sucilá, Dzidzantún, Temax, Buctzotz, Mérida, Mocochá, Chicxulub Pueblo, Telchac Pueblo, Conkal, Cansahcab, Baca, Motul, Celestún, Kinchil, Hunucmá, Ucu y Tetiz
1973	07-sep-73	DT	Mar Caribe	Texas, USA	45	Chemax, Temozón, Calotmul, Espita, Sucilá, Panabá, Dzilam González, Dzilam de Bravo
Eloise	21-sep-75	TT	Centro del Atlántico	Virginia, USA	75-10	Tizimín y Río Lagartos
Gilbert	14-15-sep-1988	H 3,4,5	Centro del Atlántico	Michigan, USA	185-295	Chemax, Sinanché, Ixil, Espita, Dzoncauich, Dzemul, Yobaín, Temozón, Temax, Telchac Pueblo, Cenotillo, Cansahcab, Calotmul, Buctzotz, Motul y Progreso

NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA EN EL ESTADO	ORIGEN	DISIPACIÓN	VIENTO KM/H	MUNICIPIOS EN LA TRAYECTORIA DEL CENTRO
Diana	06-ago-90	TT	Mar Caribe	Océano Pacífico Norte	85-95	Peto, Oxkutzcab, Tzucacab y Tekax
Opal	30-sep-95	DT	Mar Caribe	Ontario, Canadá	55-75	Chichimilá, Tixcacalcupul, Tekom, Cuncunul, Espita, Dzitás, Uayma, Tinum, Cenotillo, Dzilam González, Dzidzantún, Temax y Buctzotz
Roxanne	11-oct-95	H 1,2	Mar Caribe	Bahía de Campeche	130-165	Peto, Tzucacab y Tekax
Mitch	04-nov-98	DT, TT	Mar Caribe	Mar de Noruega	65-75	Chocholá, Opichén, Maxcanú, Kopomá, Umán, Abalá, Halachó, Mérida, Kanasín, Seyé, Muxupip, Dzilam González, Dzilam de Bravo, Dzidzantún, Tixpéhual, Tixkokob, Timucuy, Suma, Cansahcab, Cacalchén, Acanceh y Motul
Katrina	01-nov-99	DT	Mar Caribe	Estado de Yucatán, Mex	35	Tekax, Santa Elena, Oxkutzcab, Muna, Mérida, Progreso, Chocholá, Opichén, Kopomá, Hunucmá, Umán y Ucú
Gordon	15-sep-00	DT	Mar Caribe	Nueva Escocia, Canadá	45-55	Chemax, Temozón, Panabá, Espita, Dzilam González, Dzilam de Bravo, Tizimín, Sucilá, Calotmul, Buctzotz, San Felipe y Río Lagartos
Isidore	22-23-sep-2002	TT, H 1,3	Mar Caribe	Pennsylvania, USA	95-205	Sinanché, Muxupip, Yobaín, Tixkokob, Telchac Pueblo, Motul, Seyé, Tixpéhual, Timucuy, Tecoh, Acanceh, Abalá, Santa Elena, Sacalum, Oxkutzcab, Ticul, Maní, Mama, Chumayel, Mérida, Kanasín, Cuzamá, Progreso, Chicxulub Pueblo, Conkal, Tekit y Homún
Claudette	11-jul-03	TT	Centro del Atlántico	Chihuahua, Mex	85-95	Río Lagartos y Tizimín
Cindy	04-jul-05	DT	Mar Caribe	Golfo de San Lorenzo	45-55	Kaua, Dzitás, Uayma, Tixcacalcupul, Tinum, Tekom, Cuncunul, Dzilam González, Dzilam de Bravo, Cenotillo y Buctzotz
Emily	18-jul-05	H 1,4	Centro del Atlántico	Coahuila, Mex	120-220	Espita, Dzilam González, Chemax, Valladolid, Temozón, Temax, Cenotillo, Buctzotz y Dzidzantún
Stan	2-3-oct-2005	DT, TT	Mar Caribe	Oaxaca, Mex	55-95	Peto, Chikindzonot, Yaxcabá, Sacalum, Opichén, Muna, Maní, Dzán, Chapab, Tixméhuac, Ticul, Tekax, Teabo, Tahdziú, Cantamayec, Maxcanú y Halachó
Dolly	21-jul-08	TT	Mar Caribe	Nuevo México, USA	85	San Felipe, Río Lagartos, Panabá y Tizimín
Colin	05-jun-16	DT	Estado de Yucatán	Norte del Océano Atlántico Norte	55	Río Lagartos
Franklin	08-ago-17	TT	Mar Caribe	Hidalgo, Mex	65-75	Tekax
Cristobal	05-jun-20	TT	Bahía de Campeche	Bahía James	75-95	Santa Elena, Maxcanú, Opichén, Kopomá, Chocholá, Samahil, Kinchil, Tetiz y Hunucmá
Gamma	3-6-oct-2020	DT, TT	Mar Caribe	Estado de Yucatán, Mex	45-95	Chemax, Temozón, Tizimín, Panabá, Río Lagartos, San Felipe, Dzilam de Bravo, Dzilam González, Buctzotz, Espita, Cenotillo, Dzitas, Tinum, Chankom y Kaua
Delta	07-oct-20	H 1,2	Mar Caribe	Tennessee, USA	140-155	Tizimín, Río Lagartos, San Felipe y Panabá
Zeta	27-oct-20	TT, H 1	Mar Caribe	Norte del Océano Atlántico Norte	110-120	Chemax, Valladolid, Uayma, Tinum, Dzitas, Cenotillo, Buctzotz, Temax, Dzilam González, Dzidzantún y Yobaín
Grace	19-oct-21	TTI	Centro del Atlántico	Estado de Puebla, Mex	85-110	Tixcacalcupul, Chikindzonot, Chankom, Yaxcabá, Cantamayec, Teabo, Mayapán, Chumayel, Mama, Maní, Chapab, Sacalum, Muna, Opichén, Kopoá, Maxcanú y Halachó

Tabla 9.- Ciclones cuya trayectoria cruzó por el estado de Yucatán de 1851 al 2023.

NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA EN EL ÁREA	ORIGEN	DISIPACIÓN	VIENTO km/h	DISTANCIA Y UBICACIÓN RESPECTO AL LÍMITE	MUNICIPIOS QUE ATRAVIESA (TRAYECTORIA)
1857	28-29-sep-1857	Tormenta Tropical, Huracán 1,2	Centro del Océano Atlántico Norte	Texas, USA	110-170	2.7-11.7 Km al nororiente	Tizimín y Río Lagartos

NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA EN EL ÁREA	ORIGEN	DISIPACIÓN	VIENTO km/h	DISTANCIA Y UBICACIÓN RESPECTO AL LÍMITE	MUNICIPIOS QUE ATRAVIESA (TRAYECTORIA)
1865	11-sep-1865	Huracán 2	Centro del Océano Atlántico Norte	Arkansas, USA	170	97.6 Km al nororiente	Tizimín
1866	16-ago-1866	Tormenta Tropical, Huracán 1	Mar del Caribe	Estado de Querétaro, Mex	110-150	51.1 Km al sur	Tekax
1870	02-nov-1870	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Golfo de México	70-90	40.5 Km al oriente	Tizimín y Chemax
1877	29-sep-1877	Huracán 1	Centro del Océano Atlántico Norte	Golfo de Maine	80-130	88.4 Km al nororiente	Tizimín
1878	15-ago-1878	Huracán 1	Poniente del Océano Atlántico Norte	Estado de Tamaulipas, Mex	130	73.0 Km al nororiente	Río Lagartos
1880	5-6-oct-1880	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Mar de los Sargazos	70-90	24.4 Km al oriente	Tizimín
1881	16-ago-1881	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Mar de Labrador	70	94.5 Km al suroriente	Chemax
1887	25-jul-1887	Huracán 1,2	Centro del Océano Atlántico Norte	Georgia, USA	140-160	34.9 Km al oriente	Tizimín
1887a	17-18-sep-1887	Huracán 1,2	Centro del Océano Atlántico Norte	Estado de Nuevo León, Mex	140-160	18.6 Km al nororiente	Tizimín y Río Lagartos
1889	17-18-sep-1889	Tormenta Tropical, Huracán 1,2	Mar del Caribe	Golfo de San Lorenzo	110-120	5.6 Km al sur	Tekax
1890	25-ago-1890	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Mississippi, USA	95	51.6 Km al nororiente	Tizimín
1895	26-27-ago-1895	Huracán 2	Centro del Océano Atlántico Norte	Estado de Nuevo León, Mex	160	30.9 Km al nororiente	Tizimín
1900	11-sep-00	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Georgia, USA	55-95	64.8 Km al nororiente	Tizimín
1900a	10-oct-00	Tormenta Tropical	Bahía de Campeche	Terranova y Labrador, Canadá	65	98.9 Km/h	Celestún
1902	7-8-oct-1902	Huracán 2	Océano Pacífico Norte	Norte del Océano Atlántico Norte	160-165	70.9 Km al norponiente	Celestún
1906	23-oct-06	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Canal de Yucatán	45	98.1 Km/h	Tizimín
1913	25-26-jun-1913	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Texas, USA	75-100	30.5 Km al nororiente	Tizimín
1916	17-ago-16	Huracán 2,3	Centro del Océano Atlántico Norte	Texas, USA	165-205	52-55 Km al norte	Tizimín y Río Lagartos
1921	17-18-jun-1921	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Kansas, USA	65-85	67.6 Km al surponiente	Tekax
1922	14-jun-22	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Estado de Nuevo León, Mex	45-55	13.3 Km al surponiente	Tekax
1931	15-sep-31	Tormenta Tropical	Centro del Océano Atlántico Norte	Estado de Puebla, Mex	60-100	80.1 Km al sur	Tekax
1931a	16-nov-31	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Bahía de Campeche	45-50	76.2 Km al surponiente	Tekax

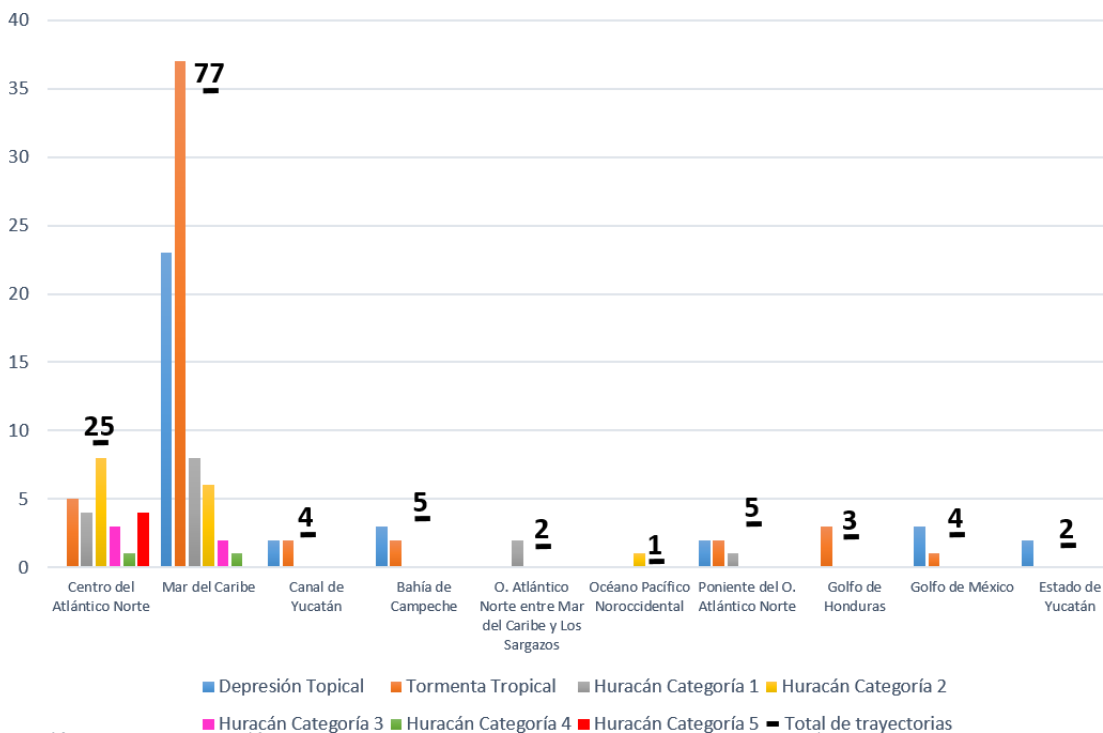
NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA EN EL ÁREA	ORIGEN	DISIPACIÓN	VIENTO km/h	DISTANCIA Y UBICACIÓN RESPECTO AL LÍMITE	MUNICIPIOS QUE ATRAVIESA (TRAYECTORIA)
1932	11-ago-32	Tormenta Tropical	Golfo de México	Texas, USA	65-75	96 km al norponiente	Hunucmá
1933	16-18-may-1933	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Estado de Tabasco, Mex	65-75	38-53 Km norte (paralela a la línea de costa norte)	Tizimín, Río Lagartos, San Felipe, Dzilam de Bravo, Dzidzantún, Yobaín, Sinanché, Telchac Puerto, Ixil, Progreso, Hunucmá y Celestún
1933a	13-14-sep-1933	Tormenta Tropical	Golfo de Honduras	Estado de SLP, Mex	75-100	34.2 Km al surponiente	Tekax
1936	12-jun-36	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Mar de los Sargazos	75	89 Km al oriente	Tizimín
1936a	15-ago-36	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Estado de Veracruz, Mex	65-110	24.1 Km al oriente	Tizimín
1942	11-nov-42	Depresión, Tormenta Tropical	Poniente del Océano Atlántico Norte	Estado de Campeche, Mex	55-75	60 Km al surponiente	Tekax
1944	19-ago-44	Depresión, Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Estado de Nuevo León, Mex	55-65	58 Km al nororiente	Tizimín
1951	29-sep-51	Depresión Tropical	Canal de Yucatán	Océano Ártico	45	57.6 Km al nororiente	Tizimín
Janet	28-sep-55	Huracán 4	Centro del Océano Atlántico Norte	Estado de Hidalgo, Mex	165-240	82.9 Km al sur	Tekax
Dota	10-sep-56	Tormenta Tropical	Bahía de Campeche	Estado de Veracruz, Mex	65-95	74.6 Km al poniente	Halachó
Carla	07-sep-61	Huracán 2	Mar del Caribe	Norte del Océano Atlántico Norte	45-55	89.6 Km al nororiente	Tizimín
1964	04-jun-64	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Norte del Océano Atlántico Norte	55	79 Km al oriente	Tizimín
Inez	07-oct-66	Huracán 3,4	Centro del Océano Atlántico Norte	Estado de SLP, Mex	195-215	49-58 Km paralela a la línea de costa norte del estado de Yucatán	Celestún, Hunucmá, Progreso, Ixil, Dzemul, Telchac Puerto, Yobaín, Dzidzantún, Dzilam de Bravo, San Felipe y Río Lagartos
Greta	1-2-oct-1970	Depresión Tropical	Poniente del Océano Atlántico Norte	Estado de Tamaulipas, Mex	55	32-47 Km paralela a la línea de costa norte del estado de Yucatán	Dzilam de Bravo, Dzidzantún, Yobaín, Sinanché, Telchac Puerto, Ixil y Progreso
Edith	11-sep-71	Tormenta Tropical	Centro del Océano Atlántico Norte	Georgia, USA	65-110	64-88 Km paralela a la línea de costa norte del estado de Campeche	Tekax, Oxkutzcab, Santa Elena, Maxcanú y Halachó
Delia	1-2-sep-1973	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Estado de Coahuila, Mex	55	67.3 Km al nororiente	Tizimín
1974	24-jun-74	Depresión Tropical	Golfo de México	Golfo de México	45	91.6 Km al norponiente	Progreso
Carmen	3-5-sep-1974	Tormenta Tropical, Huracán 1	Centro del Océano Atlántico Norte	Texas, USA	95-120	44-89 Km paralela al limite estatal con estado de Campeche	Tekax, Oxkutzcab, Santa Elena, Maxcanú, Halachó y Celestún
1974	24-sep-74	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Bahía de Waccasassa	55	28.1 Km al nororiente	Tizimín

NOMBRE	FECHA	CATEGORÍA EN EL ÁREA	ORIGEN	DISIPACIÓN	VIENTO km/h	DISTANCIA Y UBICACIÓN RESPECTO AL LÍMITE	MUNICIPIOS QUE ATRAVIESA (TRAYECTORIA)
Caroline	27-28-ago-1975	Depresión Tropical	Poniente del Océano Atlántico Norte	Estado de Nuevo León, Mex	45	53-59 Km al nororiente	Tizimín y Río Lagartos
1975	10-12-nov-1975	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Bahía de Campeche	35-55	44.1 Km al poniente	Halachó
1978	21-sep-78	Depresión Tropical	Bahía de Campeche	Estado de Veracruz, Mex	35	92.2 Km al surponiente	Halachó
Henri	15-sep-79	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Golfo de México	45-55	59.7 Km al oriente	Tizimín
Allen	7-8-ago-1980	Huracán 5	Centro del Océano Atlántico Norte	Estado de Coahuila, Mex	270-305	65 Km al nororiente	Tizimín y Río Lagartos
Alberto	02-jun-82	Depresión Tropical	Canal de Yucatán	Golfo de México	35-45	50.59 Km al nororiente	Tizimín
1986	1-2-sep-1986	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Estado de Tamaulipas, Mex	35	88.7 Km al surponiente	Tekax
Debby	31-ago-88	Depresión Tropical	Bahía de Campeche	Golfo de California	45	82.9 Km al surponiente	Halachó
Keith	21-nov-88	Depresión Tropical	Mar del Caribe	Mar de Labrador	110	63.67 Km al nororiente	Tizimín
Gert	18-sep-93	Depresión, Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Estado de Jalisco, Mex	55-65	86.2 Km al sur	Tekax
Dolly	20-21-ago-1996	Huracán 1, Tormenta, Depresión Tropical	Mar del Caribe	Océano Pacifico Norte	55-120	30.18 Km al sur	Tekax
Bill	29-jun-03	Depresión Tropical	Golfo de México	Virginia, USA	55	89.9 Km al norponiente	Progreso
Bonnie	09-ago-04	Depresión, Tormenta Tropical	Poniente del Océano Atlántico Norte	Frente a la costa este de USA	55-65	95.1 Km al nororiente	Tizimín
Wilma	21-22-oct-2005	Huracán 2,3,4	Mar del Caribe	Mar de Labrador	105-150	48.9 Km al oriente	Tizimín
Dean	21-ago-07	Huracán 3,5	Centro del Océano Atlántico Norte	Estado de Hidalgo, Mex	205-270	59.3 Km al sur	Tekax
Karl	15-sep-10	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Estado de Puebla, Mex	75-100	62.6 Km al sur	Tekax
Don	28-jul-11	Tormenta Tropical	Canal de Yucatán	Texas, USA	65	89.8 Km al nororiente	Tizimín
Rina	27-28-oct-2011	Tormenta Tropical	Mar del Caribe	Canal de Yucatán	75-100	48.9 Km al suroriente	Tizimín
Ernesto	08-ago-12	Huracán 1, Tormenta Tropical	Centro del Océano Atlántico Norte	Estado de Oaxaca, Mex	150-110	88.8 Km al sur	Tekax
Karen	03-oct-13	Tormenta Tropical	Canal de Yucatán	Golfo de México	85-100	78.1 Km al oriente	Tizimín

Tabla 10.- Ciclones cuya trayectoria cruzó el área delimitada por el límite estatal y 100 km a la redonda de 1851 al 2023.

Tomando en cuenta el origen geográfico de los ciclones que cruzan el área delimitada de 100 Km del Estado, 77 provienen principalmente del Mar Caribe, 32 del Océano Atlántico Norte y el resto (19) de los 128 se originaron en otras áreas, incluyendo uno del Océano Pacífico.

De las 77 trayectorias que se originaron en Mar Caribe, 37 alcanzaron categoría máxima de Tormenta Tropical, 23 Depresiones Tropicales, 8 huracanes de Categoría 1, 6 alcanzaron Categoría 2, 2 alcanzaron la Categoría 3 y solamente se registró un huracán de categoría 4. De los 32 ciclones tropicales que se originaron en el Océano Atlántico, 7 fueron Tormentas Tropicales, 2 Depresiones Tropicales y con intensidad de huracán, dentro de la categoría 2 hubo 8 eventos, de categoría 1 se presentaron 7, en la categoría 5 cuatro ciclones, 3 en la categoría 3 y solamente un fenómeno alcanzó la categoría 4 en su punto más intenso.



Gráfica 3.- Origen geográfico de las trayectorias de ciclones tropicales localizadas en el área delimitada.

En lo que respecta a la frecuencia anual de eventos en la zona delimitada y de acuerdo al

análisis realizado se determinó que en la década de entre 1931 y 1940 se registraron 16 eventos, de los cuales 11 fueron Tormentas Tropicales, el resto fueron dos depresiones tropicales y tres huracanes, de categoría 1, 3 y 4; En la década que comprende los años de 1971-1980 se registraron 15 eventos de los cuales la mayoría fueron depresiones tropicales con un total de 10, de los 5 faltantes, tres fueron tormentas tropicales, un huracán categoría 3 y el huracán Allen de Categoría 5, la década que ocupa el tercer lugar con mayor número de

Década	Depresión Tropical	Tormenta Tropical	Huracán Categoría 1	Huracán Categoría 2	Huracán Categoría 3	Huracán Categoría 4	Huracán Categoría 5	Total de Trayectorias
1851-1860	0	0	0	1	0	0	0	1
1861-1870	0	2	0	1	0	0	0	3
1871-1880	0	2	3	1	0	0	0	6
1881-1890	0	3	2	3	0	0	0	8
1891-1900	0	6	0	2	0	0	0	8
1901-1910	1	2	0	3	0	0	0	6
1911-1920	0	3	1	0	1	0	0	5
1921-1930	1	2	0	1	0	0	0	4
1931-1940	2	11	1	0	1	1	0	16
1941-1950	0	3	2	1	0	0	0	6
1951-1960	2	1	0	0	1	1	1	6
1961-1970	4	2	0	1	2	0	0	9
1971-1980	10	3	0	0	1	0	1	15
1981-1990	3	2	0	0	0	0	1	6
1991-2000	2	3	1	0	1	0	0	7
2001-2010	3	4	0	0	1	2	1	11
2011-2020	0	6	3	1	0	0	0	10
2021-2023	0	0	1	0	0	0	0	1

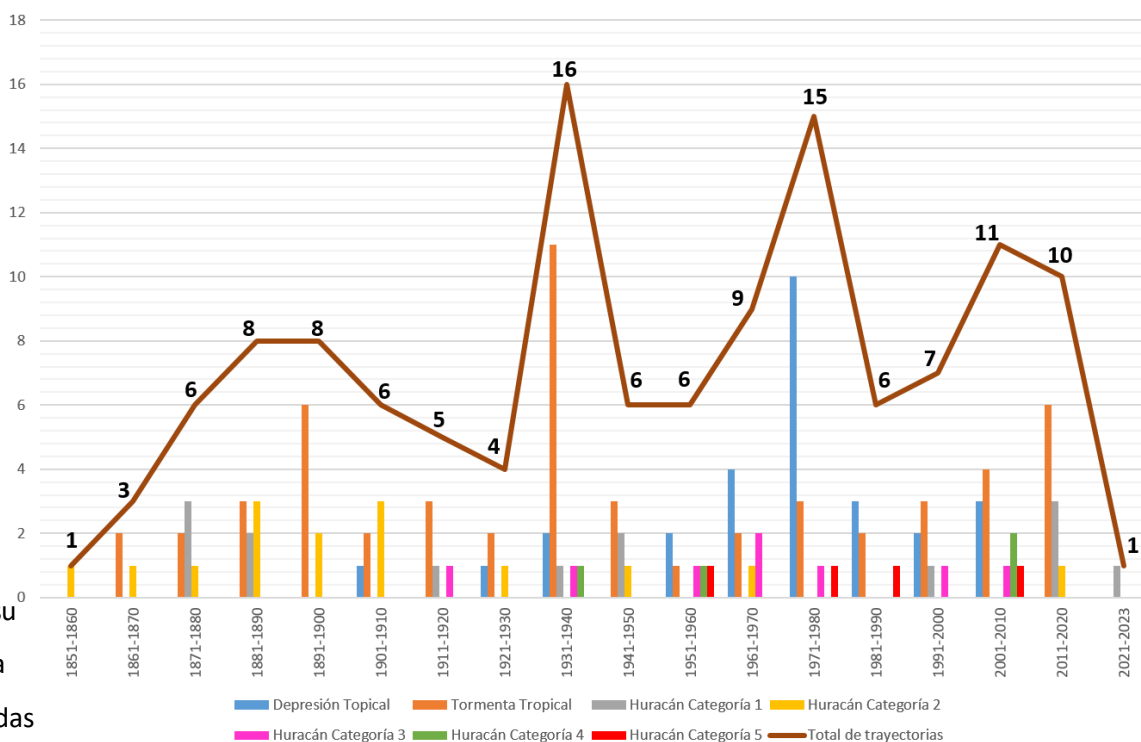
Tabla 11.- Frecuencia por década de los ciclones tropicales localizados en el área delimitada.

eventos registrados fue la de 2001-2010, sin embargo, se coloca como la década en la que mas huracanes mayores (categoría 3, 4 o 5) afectaron al área de estudio y estos fueron Isidore (2202) de categoría 3, Emily y Wilma de categoría 4 en 2005 y Dean (2007) que alcanzó la categoría máxima. Los huracanes de Categoría 5 se han presentado en el área de estudio a partir de la década de los 50's con el huracán Janet de 1955, anteriormente no se tiene registro debido a que no se contaba con las herramientas (aviones caza huracanes, satélites meteorológicos y rediosondas) con las que se cuenta en la actualidad para determinar con precisión la intensidad de los ciclones tropicales, hasta el término de este documento en 2024 el último huracán en golpear la región de análisis fue el huracán Grace de categoría 1 en 2021.

Análisis de Frecuencia de Ciclones Tropicales.

Como se mencionó anteriormente se utilizaron las trayectorias de los ciclones que cruzan el área delimitada por 100 Km partiendo del límite del estado de Yucatán. Para el área de análisis se realizó un mallado de 40 x 40 Km, con la finalidad de obtener la frecuencia en cada celda con base en la longitud que cruza cada polígono, de acuerdo a la sumatoria de cada trayectoria de cada cuadro dando como resultado la interpolación asignando valores para determinar la frecuencia del estado por cada categoría.

En la figura 52 se muestra el resultado del mapa de frecuencia. Para este caso se utilizaron todas las categorías que han cruzado históricamente el área delimitada en el periodo que comprende entre 1851 al 2023, los grados o nivel de frecuencia fueron clasificados tomando el valor mayor del resultado y dividiéndolo en tres partes iguales para obtener el grado medio, alto y muy alto respectivamente; el resultado obtenido en este mapa es la condición en la que se encuentra el Estado en referencia al fenómeno de ciclones tropicales y su frecuencia constante a la que se enfrenta en cada temporada de huracanes, esto considerando todas las categorías de acuerdo a la escala Saffir-Simpson.



Gráfica 4: Frecuencia por década de los ciclones tropicales localizados en el área delimitada.

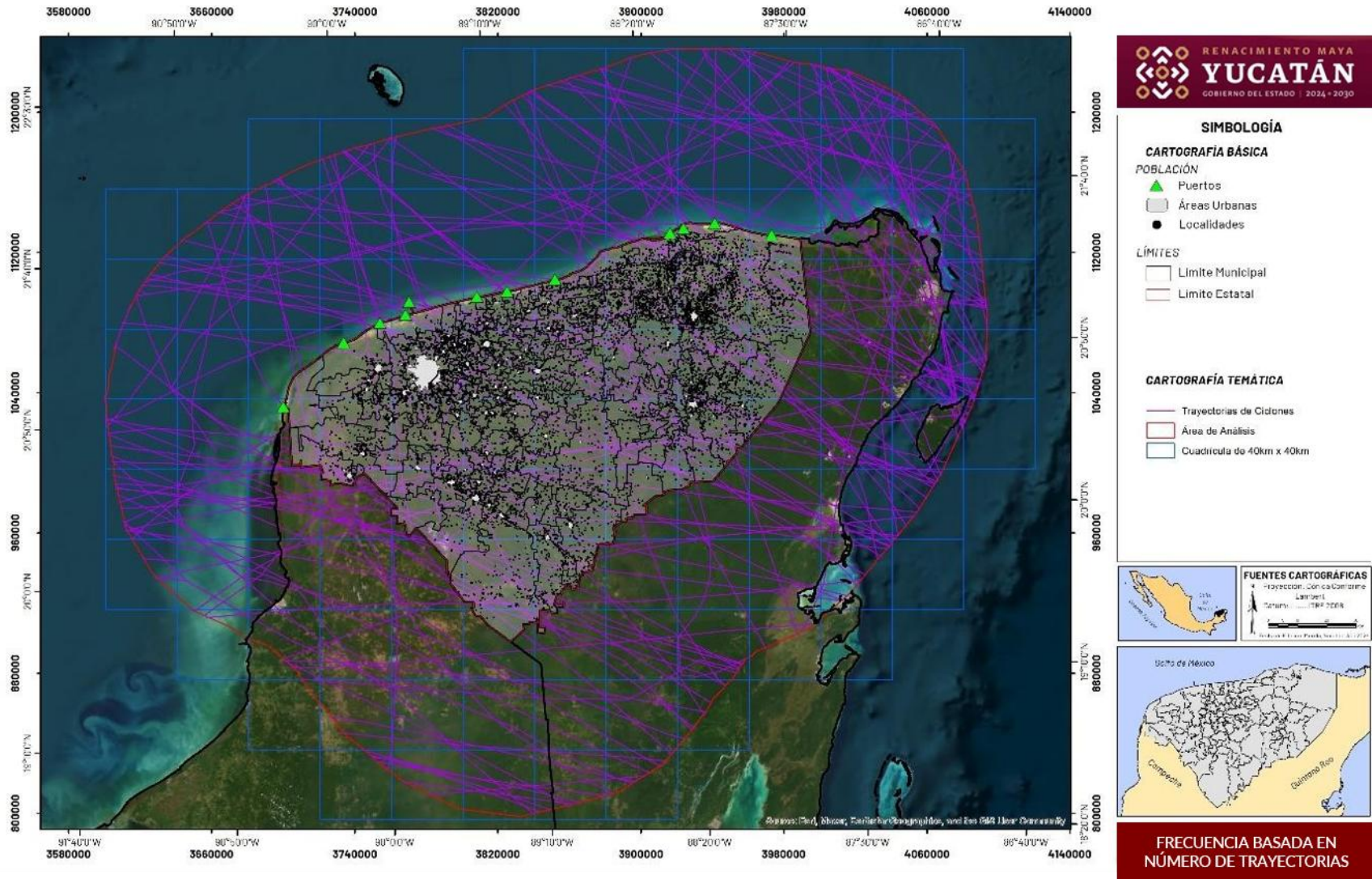


Ilustración 50.- Trayectorias de los ciclones tropicales y área de análisis que comprende (100 km).

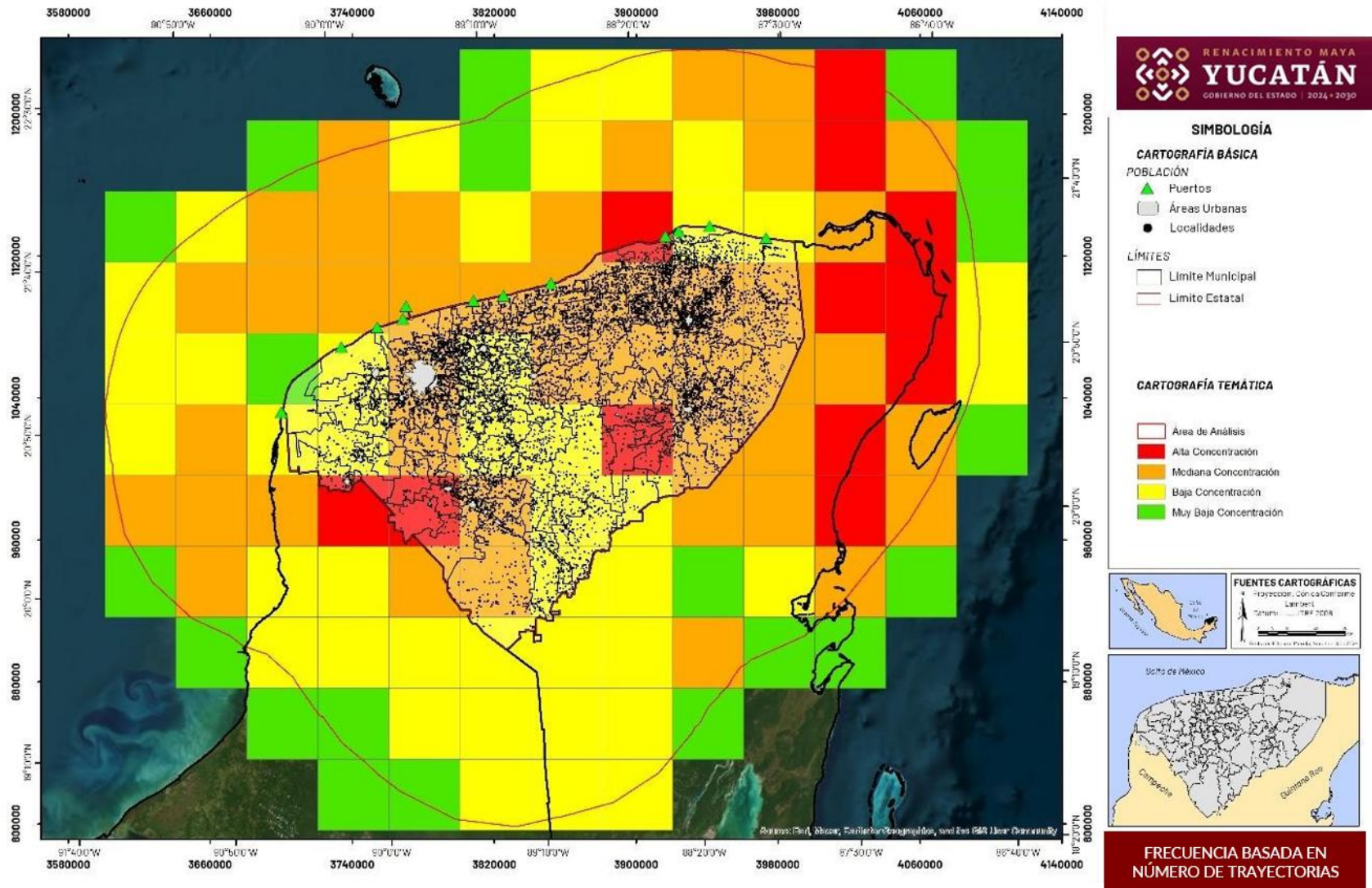


Ilustración 51.- Cuadrícula de análisis en el área de estudio conformada por celdas de 40 x 40 km, la frecuencia está dada por el número y longitud de las trayectorias.

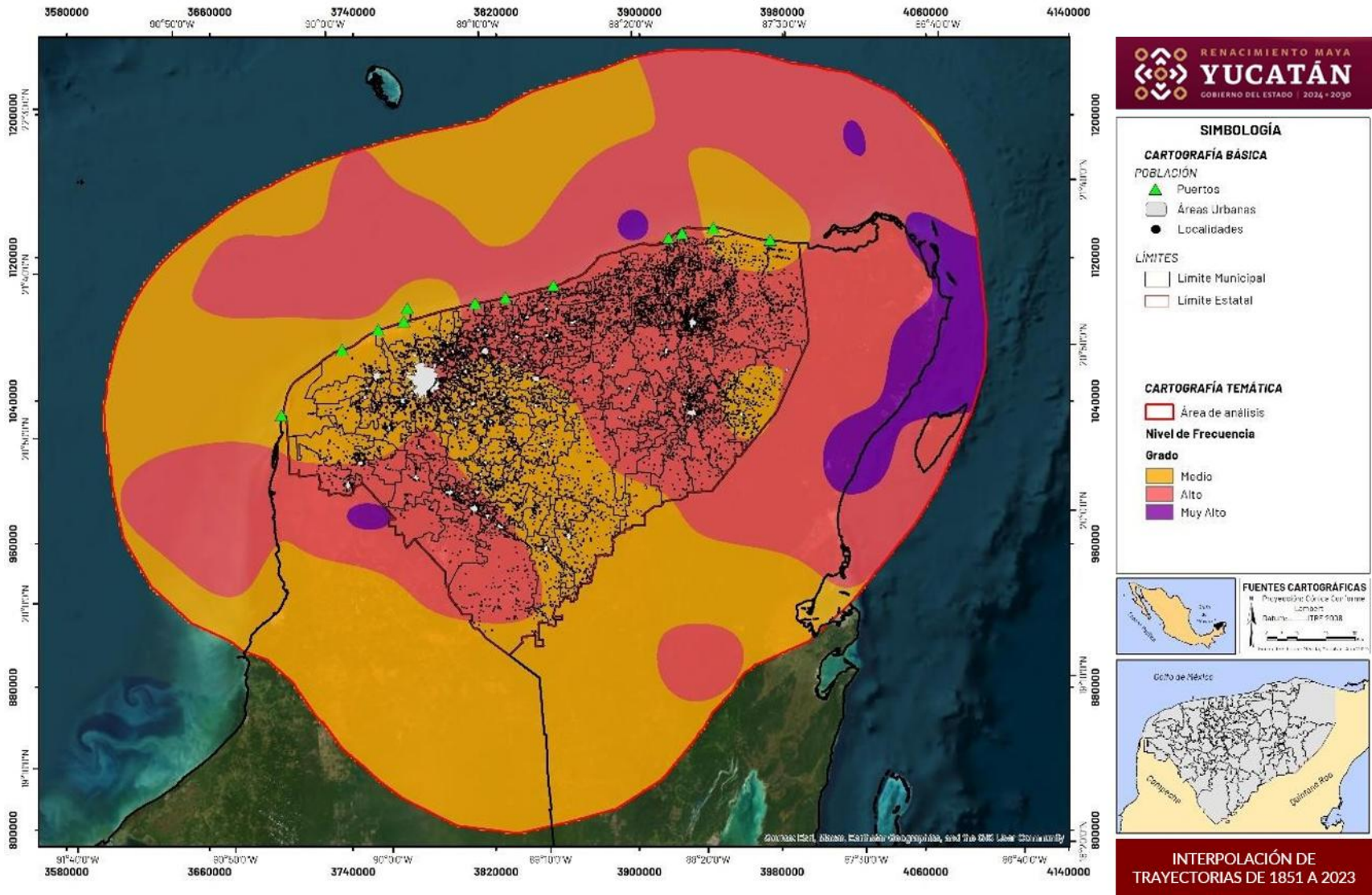


Ilustración 52.- Frecuencia de cada celda en base a la sumatoria de las longitudes de las trayectorias de los ciclones.

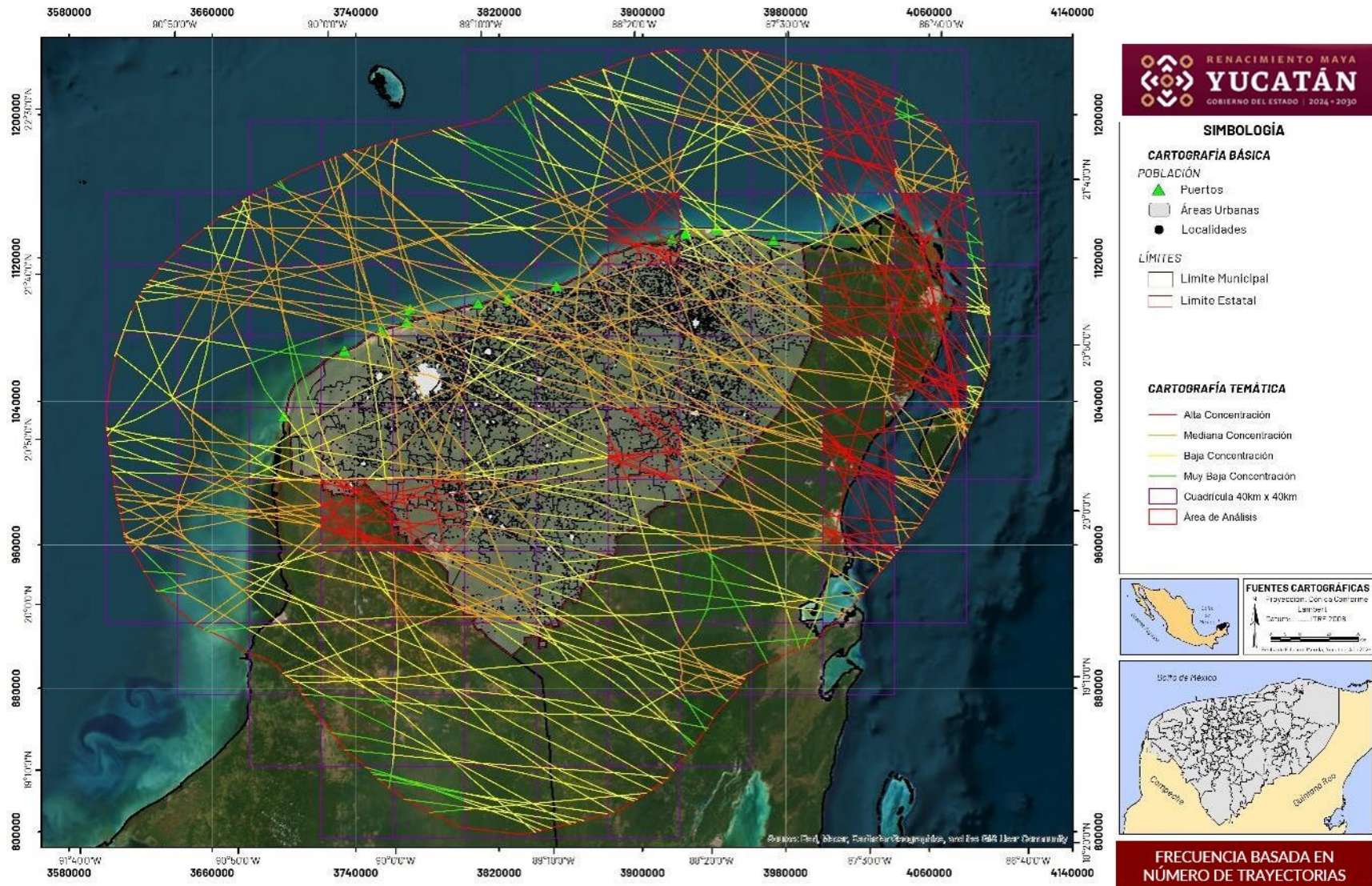


Ilustración 53.- Mapa de frecuencia considerando las trayectorias que han cruzado el área de análisis en el periodo que comprende de 1851 al 2023.

Década	Depresión Tropical	Tormenta Tropical	Huracán Categoría 1	Huracán Categoría 2	Huracán Categoría 3	Huracán Categoría 4	Huracán Categoría 5	Total de Trayectorias
1881-1890	0	3	2	3	0	0	0	8
1891-1900	0	6	0	2	0	0	0	8
1931-1940	2	11	1	0	1	1	0	16
1961-1970	4	2	0	1	2	0	0	9
1971-1980	10	3	0	0	1	0	1	15
1991-2000	2	3	1	0	1	0	0	7
2001-2010	3	4	0	0	1	2	1	11
2011-2020	0	6	3	1	0	0	0	10

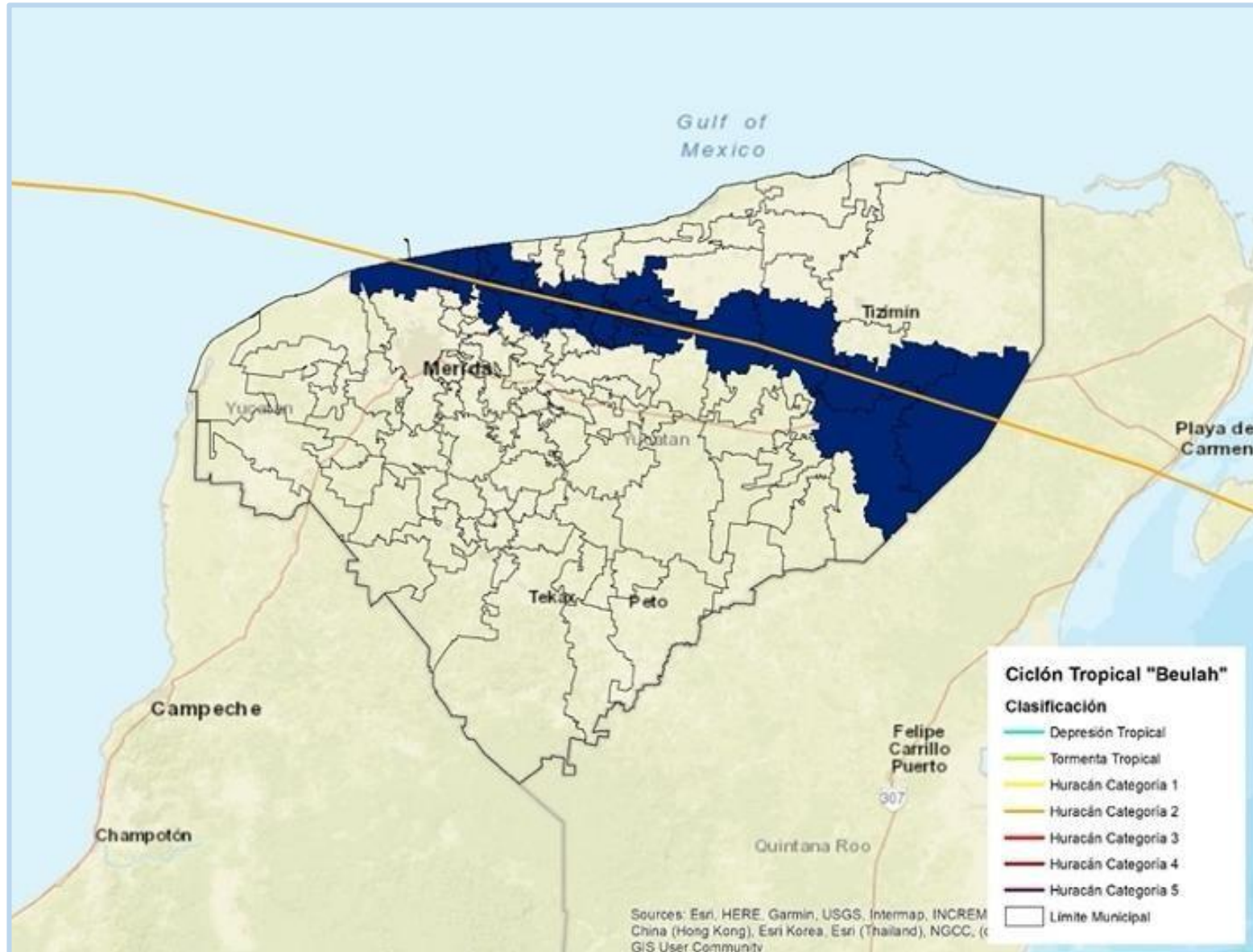
Tabla 12.- Frecuencia y trayectorias de ciclones tropicales presentada en el periodo que comprende de 1881 a 1890, en el estado de Yucatán.

Ciclones Tropicales que han afectado Yucatán Significativamente (1967-2024)

A fin de dejar constancia y conservar la memoria histórica de los ciclones tropicales que han afectado directamente el Estado de Yucatán en las últimas décadas, a continuación, se expondrán las fichas correspondientes a estos fenómenos meteorológicos, elaboradas con base en la investigación hemerográfica realizada con motivo de la elaboración del presente documento. Puede obtenerse mayor información en las páginas oficiales del Gobierno del Estado. Los ciclones tropicales considerados emblemáticas con base en sus características y los daños ocasionados son:

- Beulah
- Gilberto
- Mitch
- Katrina
- Isidore
- Emily, Stan y Wilma
- Dean
- Amanda (Remanentes)
- Cristóbal
- Delta
- Gamma
- Zeta
- Grace
- Beryl

CICLÓN TROPICAL BEULAH



BEULAH

1967

Fecha de formación: 5 de septiembre de 1967

Periodo de afectación en Yucatán: 17 de septiembre de 1967

Fecha de disipación: 24 de septiembre de 1967

Municipios Afectados	Baca, Cansahcab, Cenotillo, Chemax, Dzoncauich, Dzemul, Espita, Ixil, Motul, Progreso, Suma, Tekal de Venegas, Telchac Pueblo, Temax, Temozón, Tepakán, Teya, Valladolid.
Resumen de daños	Categoría 5 alcanzada. • Vientos de hasta 260 km/h. • Derribó postes de alumbrado, afectó severamente viviendas y cultivos. • Aproximadamente 900 viviendas resultaron afectadas en Tizimín. • Desplazamiento significativo del muelle en Telchac Puerto.
Atención proporcionada	• Habilitación de refugios temporales en varias localidades. • Apoyo de distribución de alimentos y atención médica en refugios. • No se presentaron inundaciones significativas en la mayoría de las áreas afectadas.

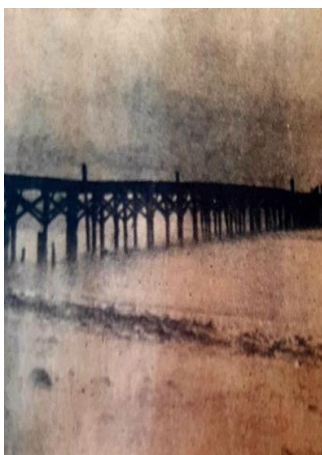
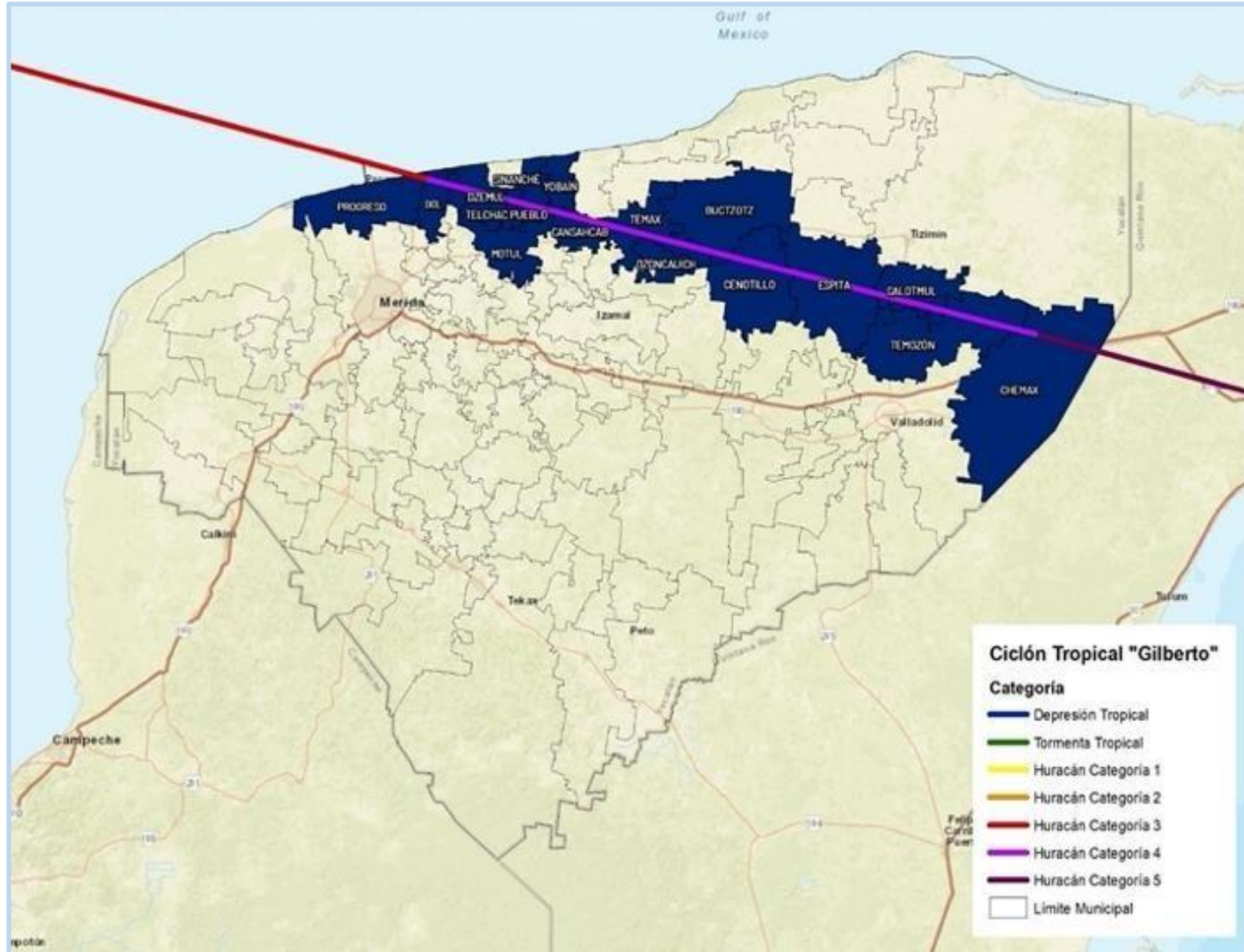


Ilustración 54.- Daños ocasionados por el Ciclón Tropical Beulah en el Estado de Yucatán

CICLÓN TROPICAL GILBERTO



GILBERTO

1988

Fecha de formación: 8 de septiembre de 1988

Periodo de afectación en Yucatán: 14 de septiembre de 1988

Fecha de disipación: 19 de septiembre de 1988

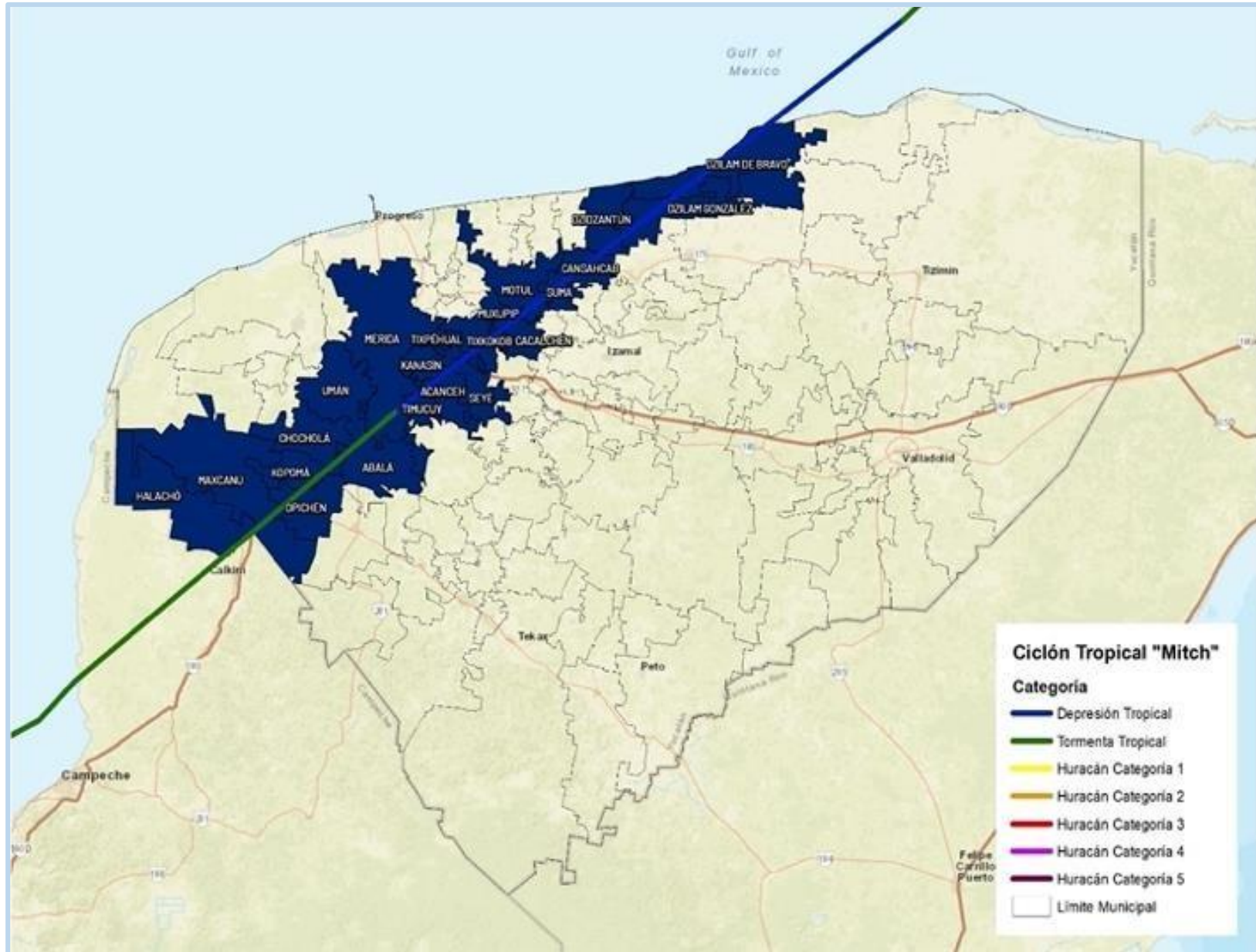
Municipios Afectados	Buctzotz, Calotmul, Cansahcab, Cenotillo, Chemax, Dzemul, Dzoncauich, Espita, Ixil, Motul, Progreso, Sinanché, Telchac Pueblo, Temax, Temozón, Yobaín, Mérida, Colonia Yucatán, El Cuyo, Chicxulub Puerto, Cacalchén.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: 5 (vientos de hasta 260 km/h). - Progreso y Celestún: Inundaciones severas, techos de viviendas arrancados y muros colapsados. Carreteras hacia la costa, especialmente hacia Sisal, Dzilam y Chabihau, dañadas. Las instalaciones portuarias resultaron gravemente afectadas. - Sisal y Las Coloradas: Producción de sal en Las Coloradas devastada, con pérdidas superiores a 15,000 millones de pesos. Infraestructura de procesamiento inservible. - Telchac Puerto: Acceso al puerto dificultado por daños severos en la carretera. Alrededor de 2,500 personas buscaron refugio temporal. - Mérida: Cortes de energía eléctrica y paralización de servicios, con árboles derribados obstruyendo calles. Las farmacias operaron toda la noche para emergencias. - Colonia Yucatán y El Cuyo: Viviendas destruidas y más de 400 hectáreas de cultivos devastadas. Aislamiento de comunidades debido a la destrucción de caminos y puentes. - Chicxulub Puerto: Graves daños en la infraestructura costera, incluyendo muelles y viviendas. - Cacalchén: Ráfagas de viento causaron daños significativos en viviendas e instalaciones eléctricas, dejando a la comunidad sin luz durante varios días.
Atención proporcionada	- Refugios: Se habilitaron en áreas afectadas como Progreso, Celestún y Mérida, con campamentos provisionales en El Cuyo y Colonia Yucatán debido a los daños. - Distribución de alimentos y agua: La CONASUPO distribuyó alimentos y agua potable en las comunidades afectadas, especialmente donde los sistemas de agua fueron dañados. - Asistencia médica: Equipos médicos atendieron en refugios y áreas remotas con clínicas móviles, garantizando el acceso a atención de salud. - Restauración de servicios: Se priorizó la restauración de electricidad y teléfonos, especialmente en Mérida. Las farmacias reabrieron para garantizar el acceso a medicamentos. - Evacuación y Rescate: Se evacuaron zonas vulnerables como Chelem y Chuburná. Equipos de rescate asistieron durante y después del ciclón, trasladando a la población a refugios seguros.

- Apoyo gubernamental: Yucatán fue declarado zona de emergencia el 14 de septiembre, movilizando recursos para la recuperación y apoyo a las comunidades afectadas. Se proporcionaron fondos de emergencia para la reparación de viviendas y la restauración de infraestructuras críticas.



Ilustración 55.- Daños ocasionados por el Ciclón Tropical Gilberto en municipios de Yucatán.

CICLÓN TROPICAL MITCH



MITCH

1998

Fecha de formación: 22 de octubre de 1998

Periodo de afectación en Yucatán: 3 al 4 de noviembre de 1998

Fecha de disipación: 5 de noviembre de 1998

Municipios Afectados	Abalá, Acanceh, Cacalchén, Cansahcab, Chocholá, Dzidzantún, Dzilam de Bravo, Dzilam González, Halaichó, Kanasín, Kopomá, Maxcanú, Mérida, Motul, Muxupip, Opichén, Seyé, Suma, Timucuy, Tixkokob.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: El ciclón Mitch alcanzó la categoría 5 antes de su impacto en la península de Yucatán. - Progreso: El puerto permaneció cerrado debido a las condiciones peligrosas de navegación, afectando la actividad pesquera. - Maxcanú: Fue una de las áreas más afectadas debido a su cercanía con el punto de entrada del ciclón. - Mérida: Se reportaron cortes de energía eléctrica y suspensiones en el servicio de transporte público. Se registraron inundaciones en zonas bajas, especialmente en áreas como Emiliano Zapata Sur, Emiliano Zapata Oriente y México Poniente, las actividades escolares se suspendieron en toda la ciudad para garantizar la seguridad de los estudiantes. - Celestún: Las áreas cercanas a la costa fueron evacuadas preventivamente debido a la amenaza de inundaciones por la subida del nivel del mar, se desplegaron equipos de rescate y vehículos para asistir en la evacuación de la población en riesgo. - San Felipe: También se llevaron a cabo evacuaciones en este municipio debido a la proximidad del ciclón y al riesgo de inundaciones severas. - Mitch se debilitó a depresión tropical antes de pasar por Tizimín, sin embargo, aún causó fuertes lluvias y vientos. - El ciclón salió hacia el mar a unos 65 km al norte de Tizimín, afectando las áreas costeras cercanas.
Atención proporcionada	- Refugios: Se habilitaron refugios en varios municipios, especialmente en Mérida, donde se prepararon escuelas y edificios públicos para recibir a los evacuados. - En Maxcanú y Celestún, se dispusieron refugios adicionales debido a la magnitud de la amenaza y la necesidad de desalojar áreas vulnerables. - Evacuación: Se movilizaron entre 3,000 y 4,000 personas desde zonas de alto riesgo, incluyendo áreas bajas en Mérida, Celestún, y San Felipe. - La Dirección de Protección Civil coordinó la evacuación y el transporte de familias en riesgo, utilizando camiones y vehículos todo terreno para llegar a las áreas más remotas.

- Distribución de recursos: Se distribuyeron alimentos, agua potable y otros suministros esenciales en los refugios habilitados.
- Se aseguraron camiones con alimentos y provisiones para ser enviados a las comunidades afectadas por las inundaciones.
- Servicios médicos: Equipos médicos fueron desplegados en los refugios para atender cualquier emergencia, así como para prestar atención a personas con necesidades especiales o enfermedades crónicas.
- Restauración de servicios: Se trabajó en la rápida restauración de los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas, con prioridad en Mérida y las zonas rurales más afectadas, se coordinaron esfuerzos para limpiar y reabrir carreteras bloqueadas por árboles caídos y escombros, especialmente en las rutas hacia los municipios costeros.

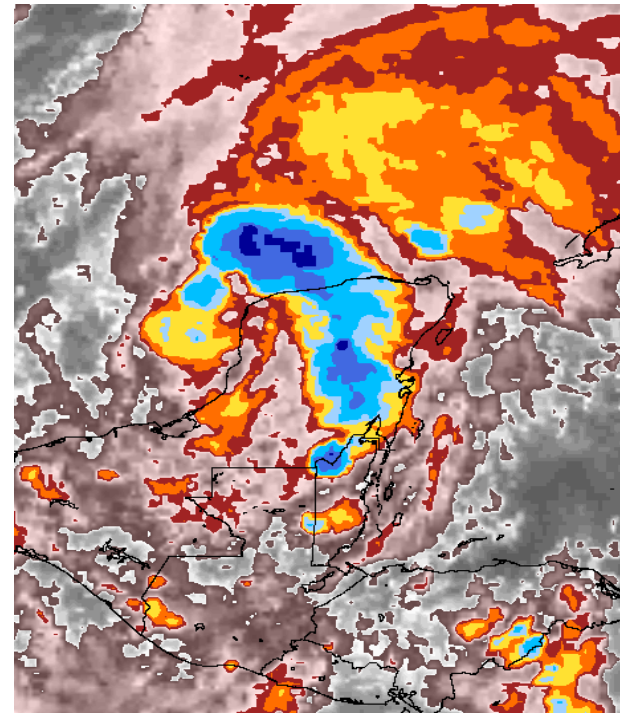
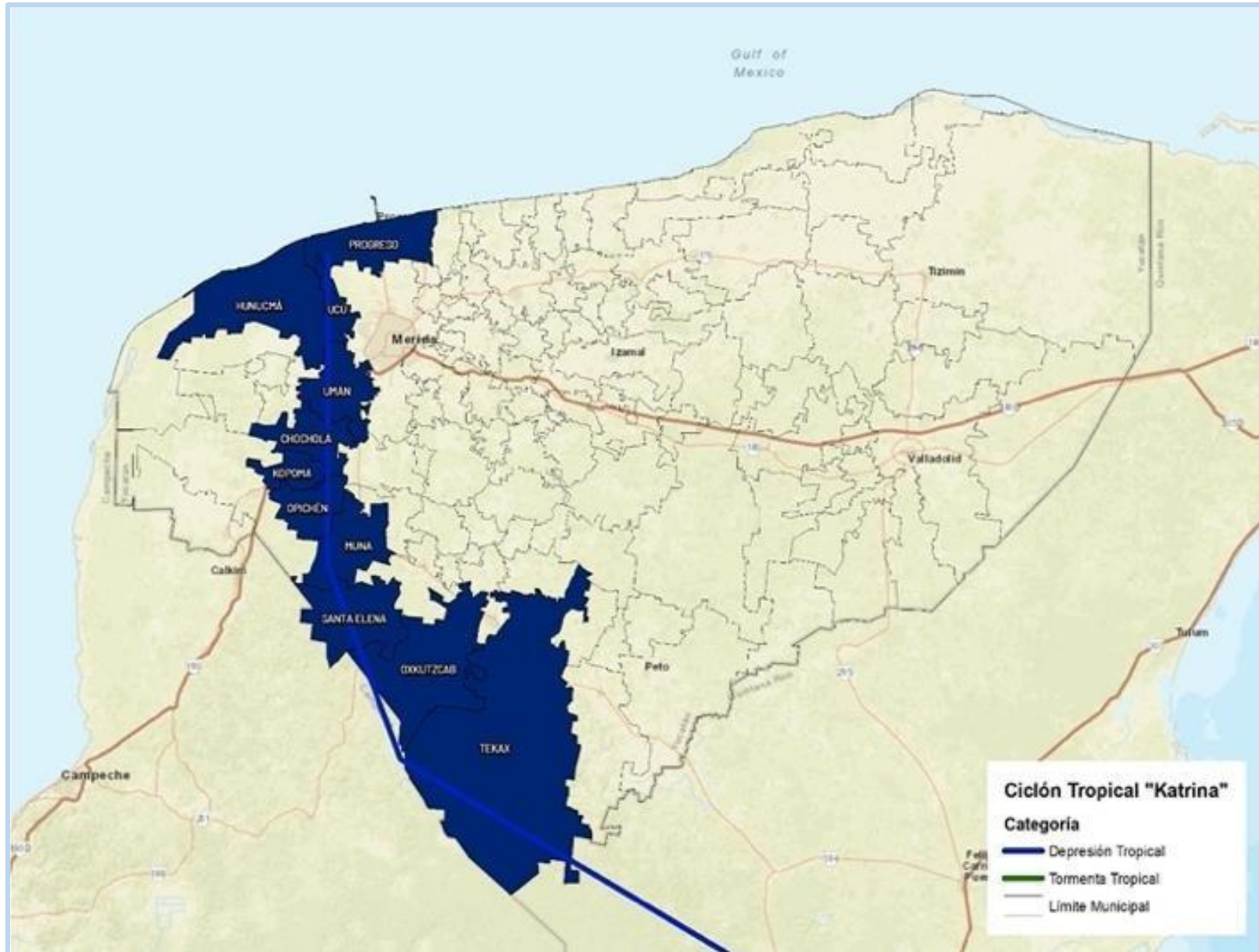


Ilustración 56.- Imágenes satelitales huracán Mitch.

CICLÓN TROPICAL KATRINA



KATRINA

1999

Fecha de formación: 28 de octubre de 1999 Periodo de afectación en Yucatán: 31 de octubre al 1 de noviembre de 1999 Fecha de disipación: 1 de noviembre de 1999	
Municipios Afectados	Chocholá, Hunucmá, Kopomá, Muna, Opichén, Oxkutzcab, Progreso, Santa Elena, Tekax, Ucu, Umán.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Tormenta tropical - Progreso: Los puertos de Progreso, Yucalpetén, Chuburná, y Telchac Puerto fueron cerrados debido a las condiciones peligrosas de navegación. Se registraron lluvias intensas y vientos que causaron daños menores en la infraestructura costera. - Mérida: Se registraron lluvias continuas con vientos moderados que causaron problemas en el tráfico y algunas inundaciones menores en zonas bajas como las colonias Canto e Itzincab, las actividades económicas y educativas fueron suspendidas temporalmente debido al mal tiempo. - Celestún: Inundaciones en las áreas bajas, con algunas viviendas afectadas por la acumulación de agua. Las autoridades locales trabajaron en la evacuación preventiva en las zonas más vulnerables. - Umán: Se reportaron lluvias intensas que afectaron la vialidad y causaron inundaciones en algunas zonas residenciales, especialmente en la vía Mérida-Umán, donde el agua alcanzó hasta 40 cm de profundidad.
Atención proporcionada	- Refugios: Se habilitaron refugios en varios municipios, con especial atención en Progreso, Celestún, y Umán, donde se prepararon edificios públicos y escuelas para recibir a los evacuados. - En Mérida, los refugios se prepararon en caso de que la situación empeorara, aunque la mayoría de la población permaneció en sus hogares. - Evacuación: Se llevaron a cabo evacuaciones preventivas en áreas bajas y cercanas a la costa, principalmente en Celestún y Progreso, para evitar riesgos mayores debido a las inundaciones. - Distribución de recursos: Se distribuyeron alimentos, agua potable y otros suministros esenciales en los refugios habilitados. En Umán, se enviaron camiones con suministros para apoyar a las familias afectadas por las inundaciones. - Servicios médicos: Equipos médicos fueron desplegados en los refugios para atender cualquier emergencia, especialmente en las áreas más afectadas como Progreso y Celestún, se proporcionó atención médica a personas afectadas por las inundaciones, incluyendo el uso de pipas para extraer agua de las zonas inundadas.

- Restauración de servicios: Se trabajó en la rápida restauración de los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas, especialmente en Mérida y los municipios costeros, las autoridades locales y estatales coordinaron la limpieza de las carreteras bloqueadas por las lluvias y el lodo, asegurando el acceso a las zonas afectadas.

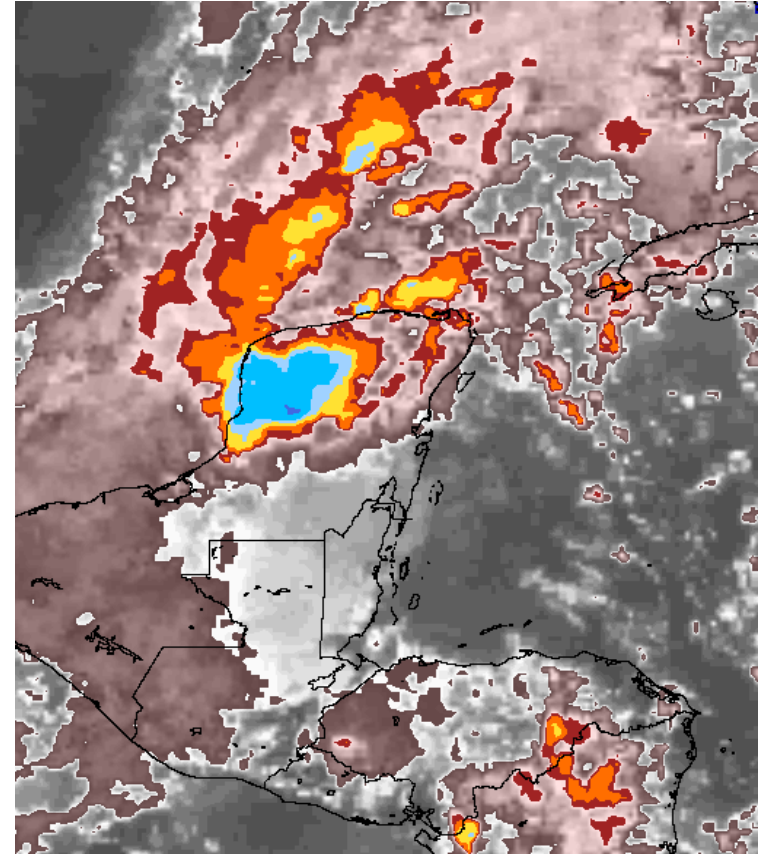
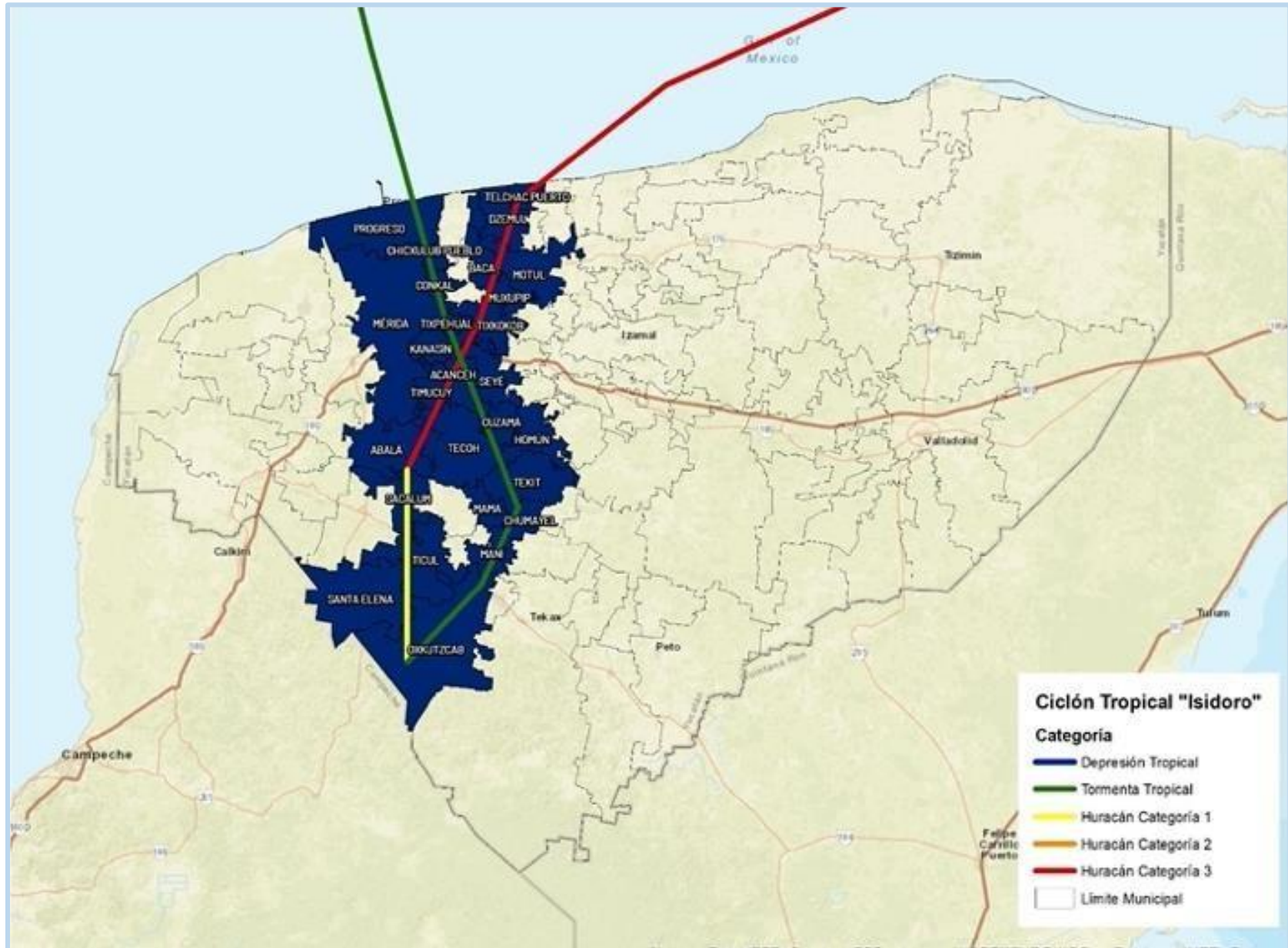


Ilustración 57.- Imágenes satelitales de las dimensiones del Ciclón Katrina.

CICLÓN TROPICAL ISIDORO



ISIDORO

2002

Fecha de formación: 14 de septiembre de 2002 Periodo de afectación en Yucatán: 22 al 24 de septiembre de 2002 Fecha de disipación: 27 de septiembre de 2002	
Municipios Afectados	Abalá, Acanceh, Baca, Chicxulub Pueblo, Chumayel, Conkal, Cuzamá, Dzemul, Homún, Kanasín, Mama, Maní, Mérida, Motul, Muxupip, Oxkutzcab, Progreso, Sacalum, Santa Elena, Seyé, Tecoh, Tekit, Telchac Puerto, Ticul, Timucuy, Tixkokob, Tixpéhual.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: 3 - Mérida: Varias colonias del sur, incluyendo Cinco Colonias, Serapio Rendón, María Luisa, y diversas colonias del oriente, como Nueva Kukulkán, Granjas y Emiliano Zapata Oriente, resultaron gravemente dañadas por las fuertes lluvias y vientos, en el norte de Mérida también se reportaron daños significativos en infraestructura. Hubo cortes de electricidad y problemas en el suministro de agua en varias partes de la ciudad. - Progreso: El puerto fue afectado por la marea alta, y se registraron fuertes vientos que causaron daños en las viviendas y la infraestructura costera. - Telchac Puerto: El huracán tocó tierra aquí, con vientos máximos sostenidos de 205 km/h y ráfagas de hasta 250 km/h. Las estructuras costeras sufrieron graves daños, y se evacuó a la población a refugios. - Tekax y Peto: Se reportaron pérdidas significativas en cultivos como maíz y calabaza debido a las intensas lluvias y vientos fuertes. La infraestructura local también fue afectada. - Oxkutzcab: Los vientos persistentes y las lluvias durante aproximadamente 8 horas causaron daños en la infraestructura local. - Tizimín: Aproximadamente 2,000 personas fueron trasladadas a refugios debido a las inundaciones y al peligro que representaban los fuertes vientos.
Atención proporcionada	- Refugios: Se instalaron un total de 861 albergues y refugios temporales, con 1,500 centros de abastecimiento y 300 unidades para el suministro de provisiones. - En Mérida, se habilitaron 121 refugios para quienes lo requerían, y se movilizaron recursos para la atención de los afectados. - En Tizimín y Telchac Puerto, el Ejército instaló cocinas portátiles en los refugios para proporcionar alimentos a los evacuados.

- Evacuación: Se ordenó la evacuación de los pobladores de El Cuyo, San Felipe, Dzilam de Bravo y Río Lagarto, quienes fueron trasladados a refugios en Tizimín y comunidades cercanas, se utilizaron 604 autobuses y minibuses para la evacuación de las personas en riesgo, según datos del Gobierno del Estado. Un total de 68,000 personas fueron evacuadas en todo el estado debido a la severidad del ciclón.
- Distribución de recursos: Se distribuyeron alimentos, agua potable y otros suministros esenciales en los refugios habilitados en las áreas afectadas, el Gobierno Federal anunció apoyos por 100 millones de pesos para la recuperación y reconstrucción tras el paso del huracán, destinando 50 millones para la rehabilitación de viviendas afectadas y 40 millones para la reparación de infraestructura vial dañada.
- Servicios médicos: Equipos médicos fueron desplegados en los refugios para atender emergencias y prestar atención a personas con necesidades especiales, se reportaron casos de enfermedades debido al consumo de agua contaminada por las inundaciones, especialmente en Tekax y otras comisarías.
- Restauración de servicios: Se trabajó en la restauración de los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas, con prioridad en Mérida y los municipios costeros. Las autoridades coordinaron la limpieza de carreteras bloqueadas por árboles caídos y escombros, asegurando el acceso a las zonas afectadas.



Ilustración 58.- Daños ocasionados por el Ciclón Tropical Isidoro en diferentes municipios de Yucatán.

EMILY

2005

Fecha de formación: 11 de julio de 2005

Periodo de afectación en Yucatán: 18 de julio de 2005

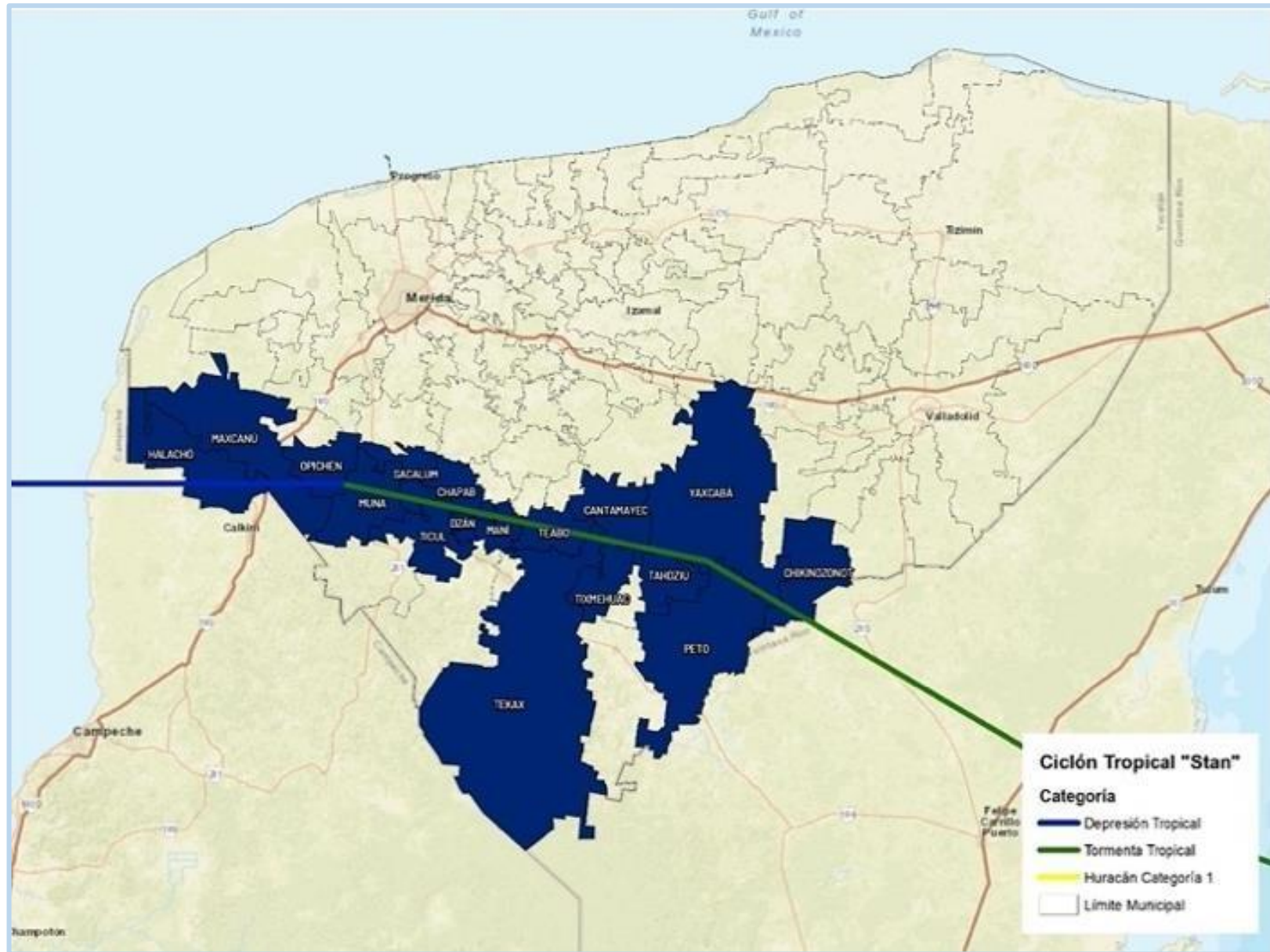
Fecha de disipación: 21 de julio de 2005

Municipios Afectados	Buctzotz, Cenotillo, Chemax, Dzidzantún, Dzilam González, Espita, Temax, Temozón, Valladolid.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 5 - Mérida: Los vientos comenzaron a sentirse desde la madrugada del 18 de julio, y se reportaron fuertes ráfagas que afectaron la infraestructura eléctrica y causaron cortes de energía en varias partes de la ciudad, se reportaron daños significativos en techos y estructuras ligeras, especialmente en colonias expuestas en el norte de la ciudad. - Progreso: Las marejadas provocadas por Emily causaron inundaciones en la zona costera, dañando las viviendas construidas en las primeras filas de la playa, la marea alta afectó la actividad portuaria y las operaciones pesqueras fueron suspendidas. - Dzidzantún y Dzilam González: Se observaron árboles caídos, ramas despojadas y viviendas con techos dañados, especialmente aquellas con techos de lámina de cartón. Los cultivos, especialmente el maíz y el henequén, sufrieron daños considerables debido a las fuertes ráfagas de viento. - Valladolid: El huracán causó daños en la infraestructura eléctrica y de comunicaciones, dejando a varias comunidades sin servicios básicos. Se registraron inundaciones en algunas áreas bajas, afectando viviendas y campos agrícolas. - Tekax y Tizimín: Aunque no se reportaron daños significativos en estas áreas, los fuertes vientos y las lluvias intensas causaron preocupación en la población, y las autoridades locales se mantuvieron en alerta.
Atención proporcionada	Refugios: Se habilitaron 82 refugios y 28 albergues en Mérida, además de 7 refugios y 10 albergues en las comisarías y municipios circundantes. En total, el estado de Yucatán instaló 106 refugios en los municipios de alto riesgo, incluyendo Dzilam Bravo, Dzilam González, Buctzotz, Sucilá, Espita, Calotmul, Temozón, Chemax, Tizimín, Panabá, Río Lagartos y San Felipe.

- Evacuación: Se llevaron a cabo evacuaciones preventivas en áreas costeras y zonas de alto riesgo, especialmente en Progreso y las comunidades aledañas, se movilizaron recursos para garantizar la seguridad de la población en riesgo, incluyendo transporte y provisiones en los refugios.
- Distribución de recursos: Se distribuyeron alimentos, agua potable y otros suministros esenciales en los refugios habilitados, con especial atención en las áreas más afectadas, las autoridades locales y estatales trabajaron en la distribución de despensas para los damnificados, con Diconsa disponible para entregar 20,000 despensas adicionales.
- Servicios médicos: Equipos médicos fueron desplegados en los refugios para atender emergencias, especialmente en los municipios más afectados como Dzidzantún y Dzilam González. Se brindó atención médica a personas afectadas por las inundaciones y los cortes de energía, con un enfoque en las comunidades rurales.
- Restauración de servicios: Se trabajó en la restauración de los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas, con prioridad en Mérida y los municipios costeros, las autoridades coordinaron la limpieza de carreteras bloqueadas por árboles caídos y escombros, asegurando el acceso a las zonas afectadas.



Ilustración 59.- Movilización de poblaciones costeras a refugios y algunos daños.



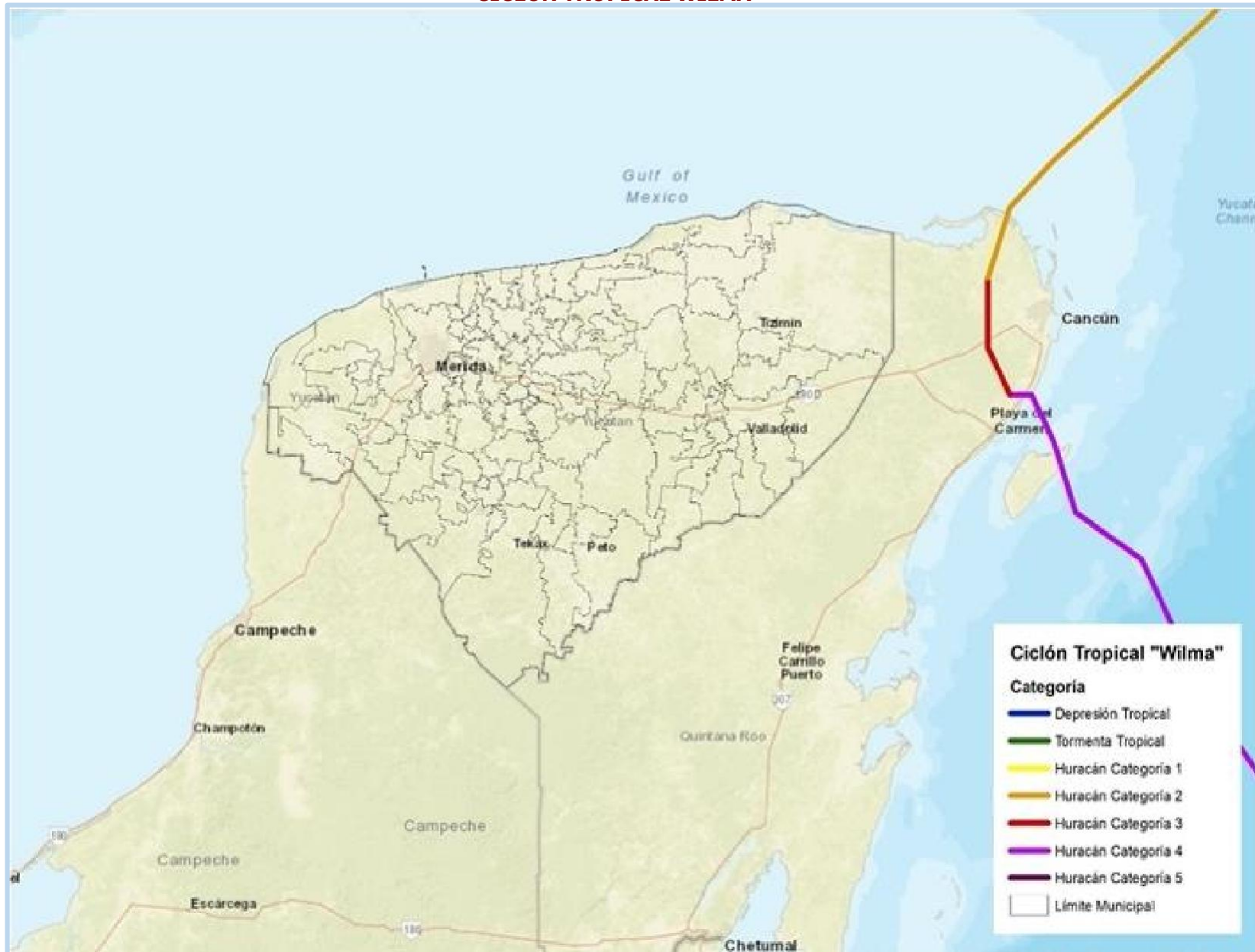
CICLÓN TROPICAL STAN

STAN

2005

Fecha de formación: 1 de octubre de 2005 Periodo de afectación en Yucatán: 2 de octubre de 2005 Fecha de disipación: 5 de octubre de 2005	
Municipios Afectados	Cantamayec, Chapab, Chikindzonot, Dzan, Halachó, Maní, Maxcanú, Muna, Opichén, Peto, Sacalum, Tahdziú, Teabo, Tekax, Ticul, Tixmehuac, Yaxcabá.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 1 - Mérida: Se reportaron inundaciones en varias calles de las colonias Los Vergeles, San Antonio Kaua, Nueva Chichén y Díaz Ordaz debido a las lluvias prolongadas, también se registraron inundaciones en las colonias Bojórquez y El Porvenir, en el poniente de la ciudad. - Yaxcabá: La comisaría de Tixcacaltuyub resultó gravemente afectada por las inundaciones, principalmente durante la madrugada del 4 de octubre. Unas 165 familias recibieron atención inmediata por parte del Ejército Mexicano y dependencias estatales. - Tekax, Peto y Tzucacab: El campo yucateco fue castigado por las intensas lluvias, con pérdidas significativas en 200 hectáreas de hortalizas y riesgo en 10 mil hectáreas de maíz. Estos municipios fueron de los más afectados por las lluvias intensas asociadas con Stan. - Chikindzonot y Dzilam Bravo: Se reportaron lluvias intensas y vientos en estas áreas, pero no se aplicaron operativos de emergencia como evacuaciones o instalación de refugios temporales.
Atención proporcionada	- Refugios: No se establecieron refugios temporales ni se realizaron evacuaciones, ya que los efectos del ciclón, aunque dispersos, no alcanzaron niveles críticos en términos de destrucción masiva. - Evacuación: No se realizaron evacuaciones, pero la comunidad marítima fue exhortada a tomar precauciones y resguardarse adecuadamente. - Distribución de recursos: Protección Civil se mantuvo en alerta, aunque no hubo una distribución masiva de recursos debido a la naturaleza dispersa del impacto de Stan en el estado, el Ejército Mexicano brindó atención inmediata en Yaxcabá, proporcionando apoyo a las familias afectadas por las inundaciones. - Servicios médicos: Se brindó atención médica en las áreas afectadas por inundaciones, especialmente en de Tixcacaltuyub. No se reportaron brotes de enfermedades ni situaciones de emergencia sanitaria significativas. - Restauración de servicios: Se trabajó en la restauración de los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas, aunque no hubo interrupciones prolongadas en los servicios, las autoridades coordinaron la limpieza de las carreteras afectadas por las lluvias y el lodo en los municipios del sur y este del estado.

CICLÓN TROPICAL WILMA



WILMA

2005

Fecha de formación: 11 de octubre de 2005 Periodo de afectación en Yucatán: 21 al 22 de octubre de 2005 Fecha de disipación: 25 de octubre de 2005	
Municipios Afectados	No afectó directamente a los municipios de Yucatán, pero sus bandas nubosas generaron lluvias en varias regiones.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 5 - Mérida: Las operaciones de transporte público se suspendieron completamente desde las 8 de la noche del 21 de octubre debido a las fuertes lluvias y vientos. - Progreso: Se registraron vientos sostenidos de 50 km/h, con ráfagas de hasta 60 km/h. A pesar de la intensidad, no se reportaron inundaciones significativas ni daños a la infraestructura local. - El Cuyo y Tizimín: La carretera que conecta estas comunidades quedó bloqueada por inundaciones en las partes bajas y la caída de árboles debido a la fuerza del viento. Esta situación dejó a la comunidad pesquera de El Cuyo completamente incomunicada con el resto del estado. Se reportaron más de 80 casas inundadas en la comisaría de Santa Rosa, entre Colonia Yucatán y El Cuyo, lo que afectó gravemente a los residentes de la zona. - Chemax, Valladolid y Tizimín: Se sintieron ráfagas huracanadas de vientos de hasta 120 km/h, lo que causó la caída de árboles y cortes de energía en varias áreas. Más de 10,000 usuarios en Tizimín y sus comisarías, así como en Río Lagartos, Chemax y San Felipe, quedaron sin energía eléctrica debido a una descarga atmosférica que afectó una línea de alta tensión. - Telchac Puerto a Dzilam Bravo: Wilma fue relativamente benévola con esta área, donde no se reportaron inundaciones ni daños a la infraestructura predial, ni a las instalaciones de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
Atención proporcionada	- Refugios: Se evacuaron aproximadamente 10 mil personas de los puertos del oriente, principalmente hacia los refugios en Tizimín y Panabá. - Evacuación: Se llevaron a cabo evacuaciones preventivas en las zonas costeras y áreas de alto riesgo, especialmente en El Cuyo, San Felipe, Río Lagartos, Las Coloradas, y Dzilam Bravo. En total, se evacuaron más de 15,000 personas de los puertos del oriente del estado. - Distribución de recursos: El 22 de octubre arribaron aviones Hércules con 42 toneladas de víveres para el oriente del estado, asegurando el suministro de alimentos y recursos esenciales para las áreas afectadas.

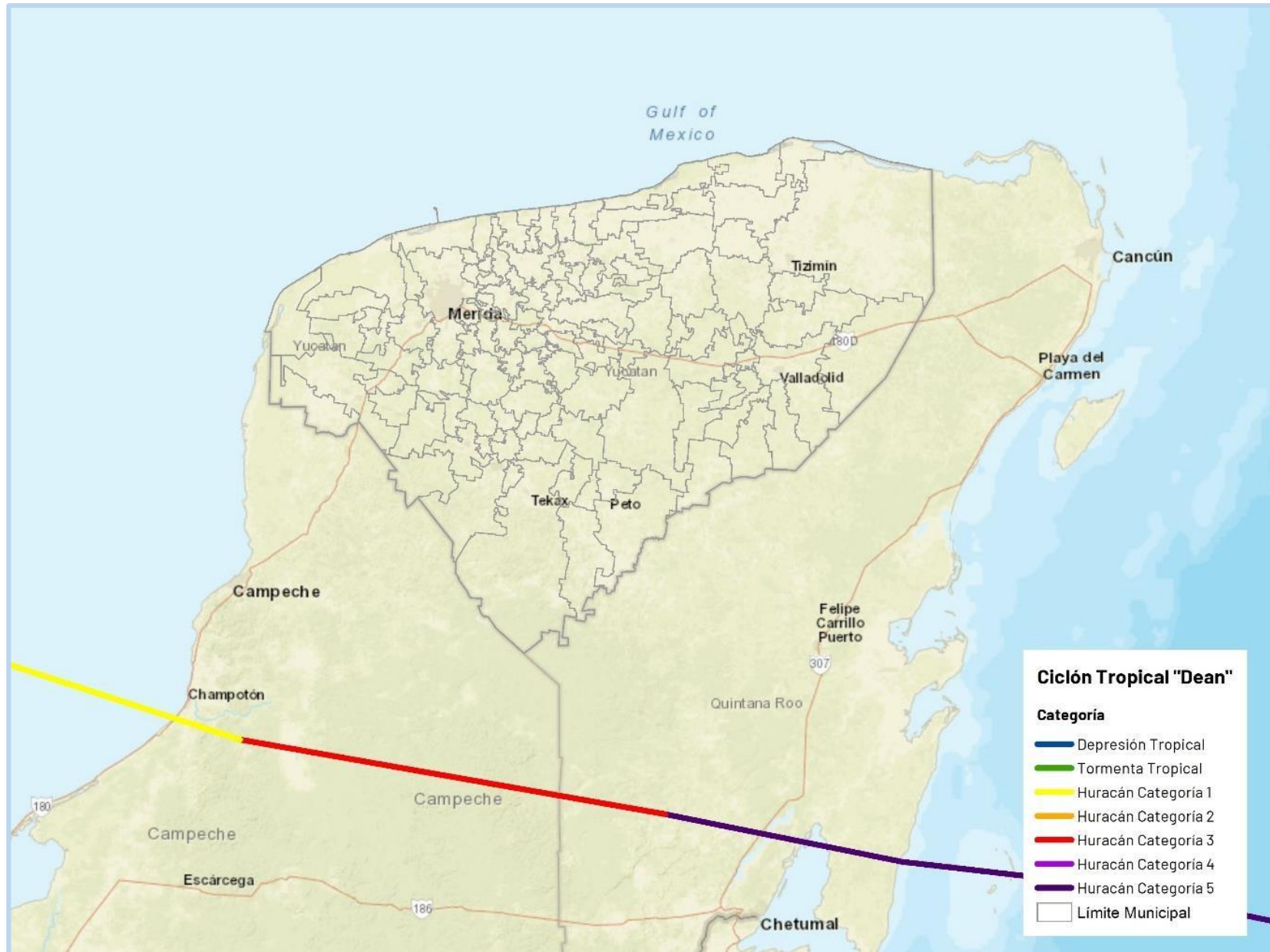
Se distribuyeron alimentos y agua potable en las áreas afectadas, con especial atención en las comunidades que quedaron incomunicadas.

- Servicios médicos: Equipos médicos fueron desplegados en las áreas afectadas por inundaciones, especialmente en las comisarías más afectadas, para atender a personas con necesidades especiales. No se reportaron brotes de enfermedades ni situaciones de emergencia sanitaria significativas.
- Restauración de servicios: Se trabajó en la restauración de los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas, con prioridad en las comunidades de Tizimín y sus alrededores. Las autoridades coordinaron la limpieza de carreteras bloqueadas por árboles caídos y escombros, asegurando el acceso a las zonas afectadas.



Ilustración 60.- Daños ocasionados por el Ciclón Tropical Wilma en diferentes municipios de Yucatán.

CICLÓN TROPICAL DEAN



DEAN

2007

Fecha de formación: 13 de agosto de 2007

Periodo de afectación en Yucatán: 21 al 23 de agosto de 2007

Fecha de disipación: 23 de agosto de 2007

Municipios Afectados	No afectó directamente a los municipios de Yucatán, pero sus bandas nubosas generaron lluvias en varias regiones.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 5 - Tekax: Desde la noche del 21 de agosto se comenzaron a sentir fuertes vientos y una llovizna persistente. En la madrugada del día 22, los vientos se intensificaron, derribando árboles y rompiendo ramas en diversas partes de la ciudad. Se evacuaron aproximadamente 750 personas a refugios temporales como la UTR del SUR, la secundaria No. 10, y varias primarias. - El Cuyo: Durante la noche del 19 de agosto comenzó la evacuación de los habitantes de El Cuyo y otras comunidades costeras debido a la amenaza del huracán. Se evacuaron cerca de 10,000 personas en todo el estado, especialmente de áreas costeras y vulnerables.
Atención proporcionada	- Refugios: Se habilitaron varios refugios en Tekax, como la UTR del SUR y la secundaria No. 10, para albergar a las personas evacuadas. - Evacuación: Se evacuaron cerca de 10,000 personas de diversas comunidades, incluyendo Tekax, Peto, Ticul y Oxkutzcab. En comunidades como Celestún, algunos pobladores se negaron a abandonar sus viviendas a pesar de las órdenes de evacuación. - Restauración de servicios: Se trabajó en la restauración de los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas, priorizando las comunidades del sur y centro del estado.

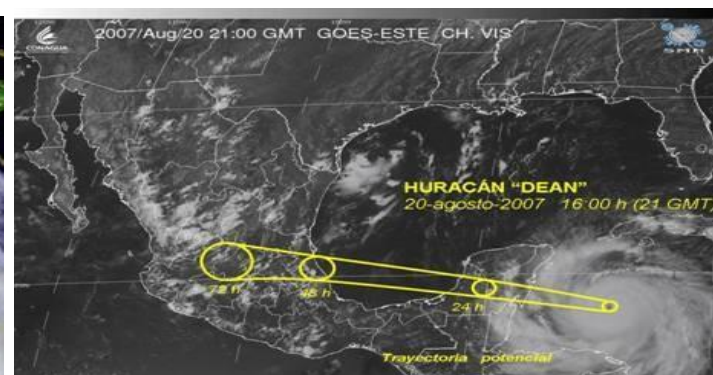


Ilustración 60.- Imágenes satelitales huracán Dean

AMANDA (Remanentes)

Fecha de formación: 30 de mayo de 2020 Periodo de afectación en Yucatán: 31 de mayo - 02 de junio de 2020 Fecha de disipación: 02 de junio de 2020	
Municipios Afectados	Becanchén, Tekax, Tiholop y Canakom (Yaxcabá), Mérida
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Tormenta Tropical - Mérida: Se reportaron encharcamientos significativos en varias calles de colonias del sur y poniente de la ciudad, como Paseos de Itzimná y Cinco Colonias. El estacionamiento subterráneo de un supermercado en Paseo de Montejo también se inundó. - Tiholop y Canakom (Yaxcabá): Aproximadamente 60 familias resultaron afectadas por inundaciones, alcanzando el agua cerca de un metro de altura en varias viviendas y calles. Las familias afectadas se negaron a trasladarse a refugios temporales. - Becanchén y Tekax: Se registraron inundaciones que afectaron viviendas y cultivos, requiriendo la movilización del Ejército Mexicano para apoyar a las comunidades.
Atención proporcionada	- Refugios: No se establecieron refugios temporales, pero se brindó apoyo inmediato a las comunidades afectadas. - Evacuación: No se realizaron evacuaciones masivas, pero se monitorearon las condiciones de las comunidades vulnerables. - Distribución de recursos: El Ejército Mexicano fue movilizad para brindar apoyo en las áreas afectadas por las inundaciones, especialmente en las comunidades mayas de Tiholop y Canakom. - Se implementaron acciones de limpieza y restauración de vías en las áreas afectadas por las lluvias. - Servicios médicos: Se brindó atención médica en las áreas afectadas por inundaciones, aunque no se reportaron brotes de enfermedades ni situaciones de emergencia sanitaria significativas. - Restauración de servicios: Se realizaron trabajos de restauración en las zonas afectadas, principalmente en las comunidades rurales y algunas áreas urbanas de Mérida, donde hubo cortes menores de energía eléctrica.

CRISTÓBAL

2020

Fecha de formación: 1 de junio de 2020

Periodo de afectación en Yucatán: 5 de junio de 2020

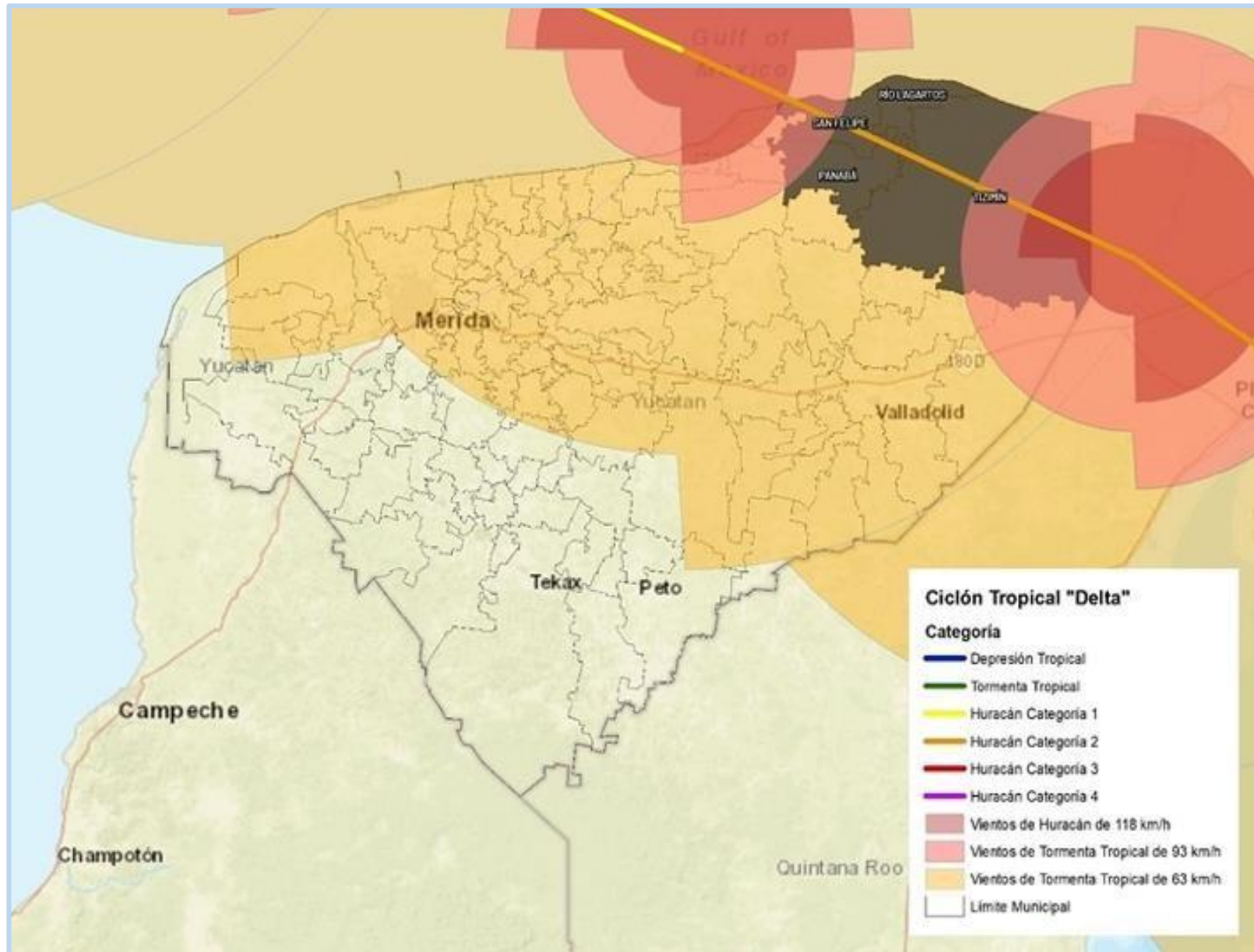
Fecha de disipación: 9 de junio de 2020

Municipios Afectados	Chocholá, Hunucmá, Kinchil, Kopomá, Maxcanú, Opichén, Samahil, Santa Elena, Tetiz, Tekax, Tizimín, Progreso, Mérida.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Tormenta Tropical • Tekax: Se reportaron inundaciones en viviendas y deslizamientos debido a las corrientes de agua que descendían de los cerros. Se perdieron cultivos de hortalizas, maíz, soya, y otras variedades de granos en el cono sur. Se estimaron pérdidas de alrededor de 450 toneladas de tomate y 70 toneladas de chile habanero. • Tizimín: Las lluvias causaron inundaciones en calles, aunque no se consideraron torrenciales. • Progreso: El nivel del canal de la Ciénaga 2000 aumentó por las precipitaciones, comenzando a desbordarse y afectando a las familias de la zona. • Mérida: Se reportaron inundaciones en varios sectores de la ciudad, incluyendo las colonias El Porvenir, Buenavista, Centro Histórico, San Damián, Revolución, Yucalpetén, Pensiones, Miguel Hidalgo, Las Américas, Juan Pablo II, entre otras. Se desagotaron 560 mil litros de aguas pluviales en 15 horas y se retiraron 80,000 litros de agua pluvial en el paso deprimido de Prolongación Paseo de Montejo.
Atención proporcionada	• Refugios: Se habilitaron 71 refugios temporales en todo el estado, donde se resguardaron a 1703 personas. • Evacuación: En Tekax y Oxkutzcab, más de 400 personas que vivían en zonas de riesgo fueron trasladadas al refugio ubicado en la Universidad Tecnológica del Sur. Se reubicaron aproximadamente 2,000 personas que residían en los puertos de Celestún y Sisal. • Distribución de recursos: El Gobierno del Estado habilitó un puente aéreo para asistir a 22 comunidades del sur que estaban incomunicadas, como Nohalal, Candelaria, José López Portillo, Mac-Yan, Nueva Santa Cruz, entre otras. • Servicios médicos: Se brindó atención médica en las áreas afectadas por inundaciones, especialmente en Tekax y Oxkutzcab, donde el agua alcanzó hasta un metro de profundidad. • Restauración de servicios: Se trabajó en la restauración de los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas, aunque hubo interrupciones prolongadas en algunas zonas.



Ilustración 61.- Daños ocasionados por el Ciclón Tropical Cristóbal.

CICLÓN TROPICAL DELTA



DELTA

2020

Fecha de formación: 4 de octubre de 2020

Periodo de afectación en Yucatán: 7 de octubre de 2020

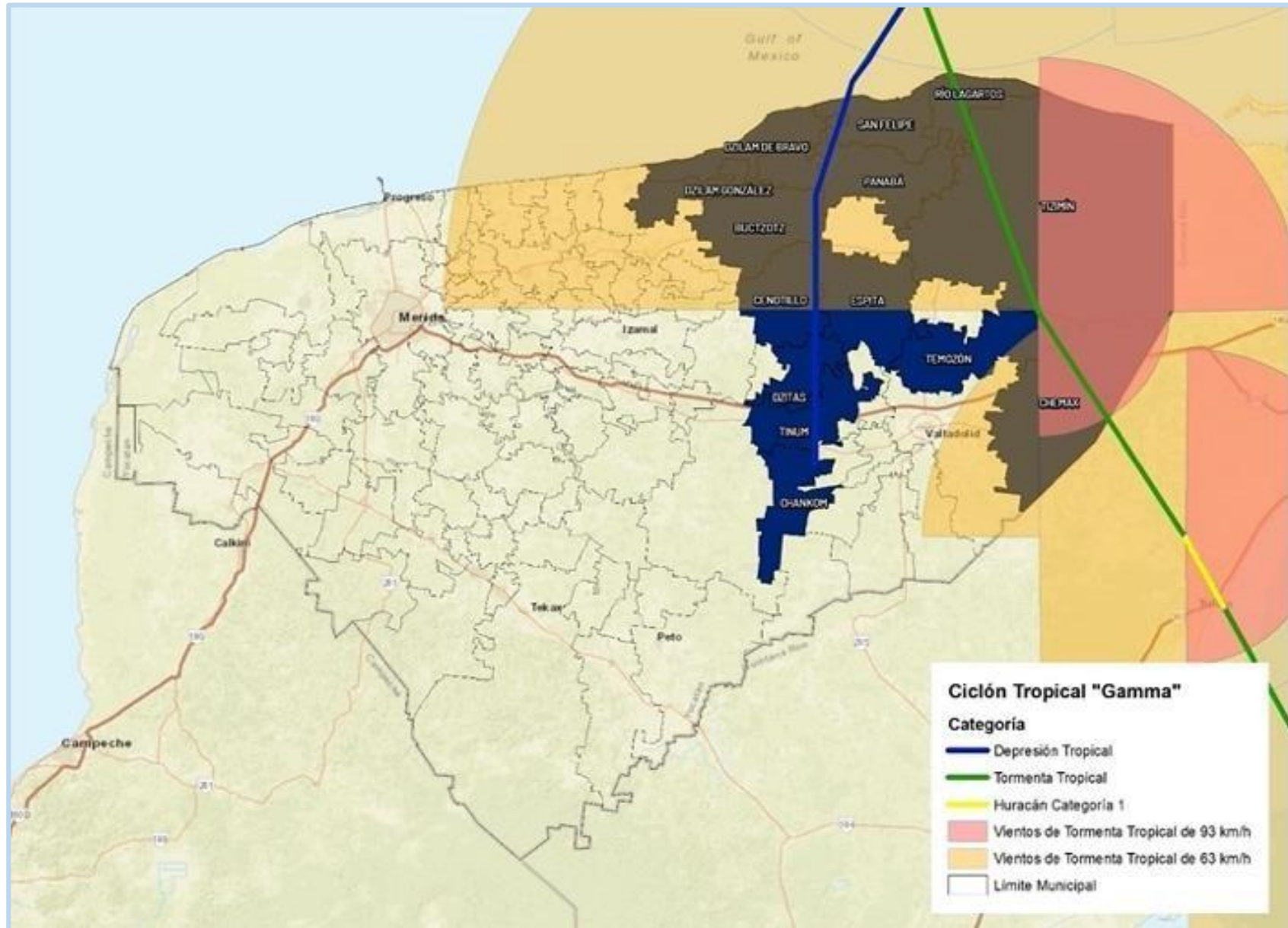
Fecha de disipación: 10 de octubre de 2020

Municipios Afectados	Panabá, Río Lagartos, San Felipe, Tizimín, Mérida
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 5 - Río Lagartos y San Felipe: Se reportaron caídas de árboles y letreros debido a los vientos fuertes. Inundaciones moderadas en áreas bajas, especialmente en zonas cercanas a la costa. - Tizimín: El ciclón provocó cortes de energía eléctrica que afectaron a varias comunidades, hubo inundaciones en algunas calles, sin embargo, los daños estructurales fueron mínimos. - Panabá: Las lluvias intensas provocaron inundaciones en zonas bajas, afectando a viviendas y cultivos, se registraron ráfagas de viento que causaron la caída de ramas y árboles. - Mérida: Se presentaron inundaciones en áreas vulnerables de la ciudad, como el paso deprimido en Prolongación Paseo de Montejo y en la entrada comercial de The Harbor en el norte. Hubo cortes temporales de energía eléctrica en algunas zonas, así como daños menores por encharcamientos en avenidas principales como Paseo de Montejo y Paseo de las Fuentes en Las Américas, algunos parques y áreas verdes quedaron parcialmente anegados por el agua, que llegó a alcanzar más de 60 centímetros en ciertas zonas.
Atención proporcionada	- Evacuación: Se evacuaron unas 2,700 personas en los municipios de Tizimín y áreas cercanas, quienes fueron trasladadas a refugios temporales. - Refugios: Se habilitaron varios refugios temporales en las áreas afectadas para brindar seguridad y asistencia a las personas evacuadas. - Servicios médicos: Se brindó atención médica en los refugios y en las áreas afectadas, especialmente en zonas rurales donde las inundaciones dificultaron el acceso. - Restauración de servicios: Se trabajó rápidamente para restaurar los servicios eléctricos y de agua en las áreas afectadas. En Mérida, se reportó la restauración de servicios en sectores afectados por los encharcamientos y las inundaciones en menos de 24 horas. - Limpieza y reparaciones: Las autoridades municipales coordinaron la limpieza de calles y la reparación de infraestructura dañada, como alumbrado público y áreas verdes afectadas por el paso del ciclón.



Ilustración 62.- Evacuación e inundaciones a causa de la llegada del Ciclón Tropical Delta.

CICLÓN TROPICAL GAMMA



GAMMA

2020

Fecha de formación: 2 de octubre de 2020

Periodo de afectación en Yucatán: 3 al 6 de octubre de 2020

Fecha de disipación: 6 de octubre de 2020

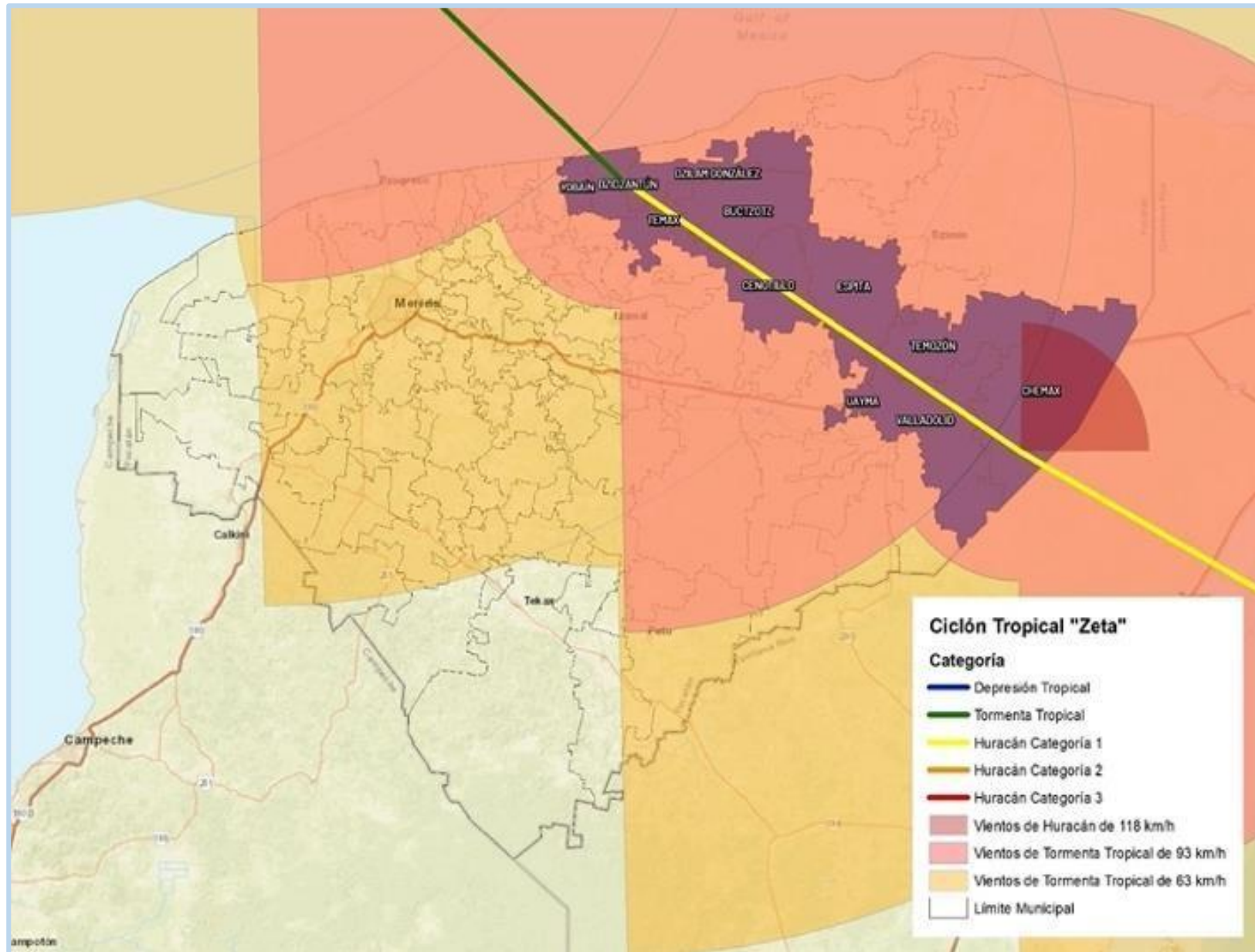
Municipios Afectados	Buctzotz, Cenotillo, Chankom, Chemax, Dzilam Bravo, Dzilam González, Dzitás, Espita, Panabá, Río Lagartos, San Felipe, Temozón, Tinum, Tizimín, Mérida.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 1 - Tizimín: El ciclón provocó precipitaciones de hasta 289.8 mm, causando inundaciones en diversas colonias. Casas quedaron anegadas con hasta un metro de agua, se registraron cortes de energía eléctrica, y vehículos fueron sumergidos, familias fueron reubicadas en refugios temporales debido a las condiciones severas. - Valladolid: Se reportaron 100.3 mm de lluvias el 5 de octubre, afectando cultivos con pérdidas totales, especialmente de maíz, frijol y calabaza. Varias casas en colonias vulnerables quedaron bajo el agua, con interrupciones en el servicio eléctrico y de Internet. - Conkal: El municipio registró 86.0 mm de lluvia (CONAGUA), causando daños menores en infraestructura. - Río Lagartos y San Felipe: Caída de árboles y letreros debido a los vientos fuertes, inundaciones moderadas en áreas bajas, afectando viviendas cercanas a la costa. - Chemax: Se registraron lluvias intensas que provocaron encharcamientos, afectando principalmente caminos rurales y zonas agrícolas. - Mérida: Se presentaron encharcamientos en varias colonias, principalmente en el Centro Histórico, causando afectaciones en las calles y avenidas principales, hubo reportes de árboles caídos, lo que causó interrupciones en el tráfico y cortes de energía eléctrica en algunas zonas.
Atención proporcionada	- Evacuación: Se evacuaron y reubicaron familias afectadas en Tizimín y otros municipios en refugios temporales debido a las condiciones críticas. - Refugios: Se habilitaron cinco refugios temporales en escuelas, locales del DIF Municipal, y en la Casa de la Cristiandad en los municipios de Celestún, Chemax, Progreso, y Tizimín. - Servicios médicos: Se brindó atención médica en refugios y en las áreas rurales afectadas, especialmente en las zonas más impactadas por las inundaciones. - Restauración de servicios: Se priorizó la restauración de electricidad e Internet en las áreas más afectadas, particularmente en Tizimín, Valladolid, y Mérida.

- Limpieza y reparaciones: Las autoridades municipales coordinaron la limpieza de calles y la reparación de infraestructura, incluyendo alumbrado público y vías dañadas por el ciclón.



Ilustración 63.- Inundaciones y daños ocasionados por las lluvias generadas por el Ciclón Tropical Gamma.

CICLÓN TROPICAL ZETA



ZETA

2020

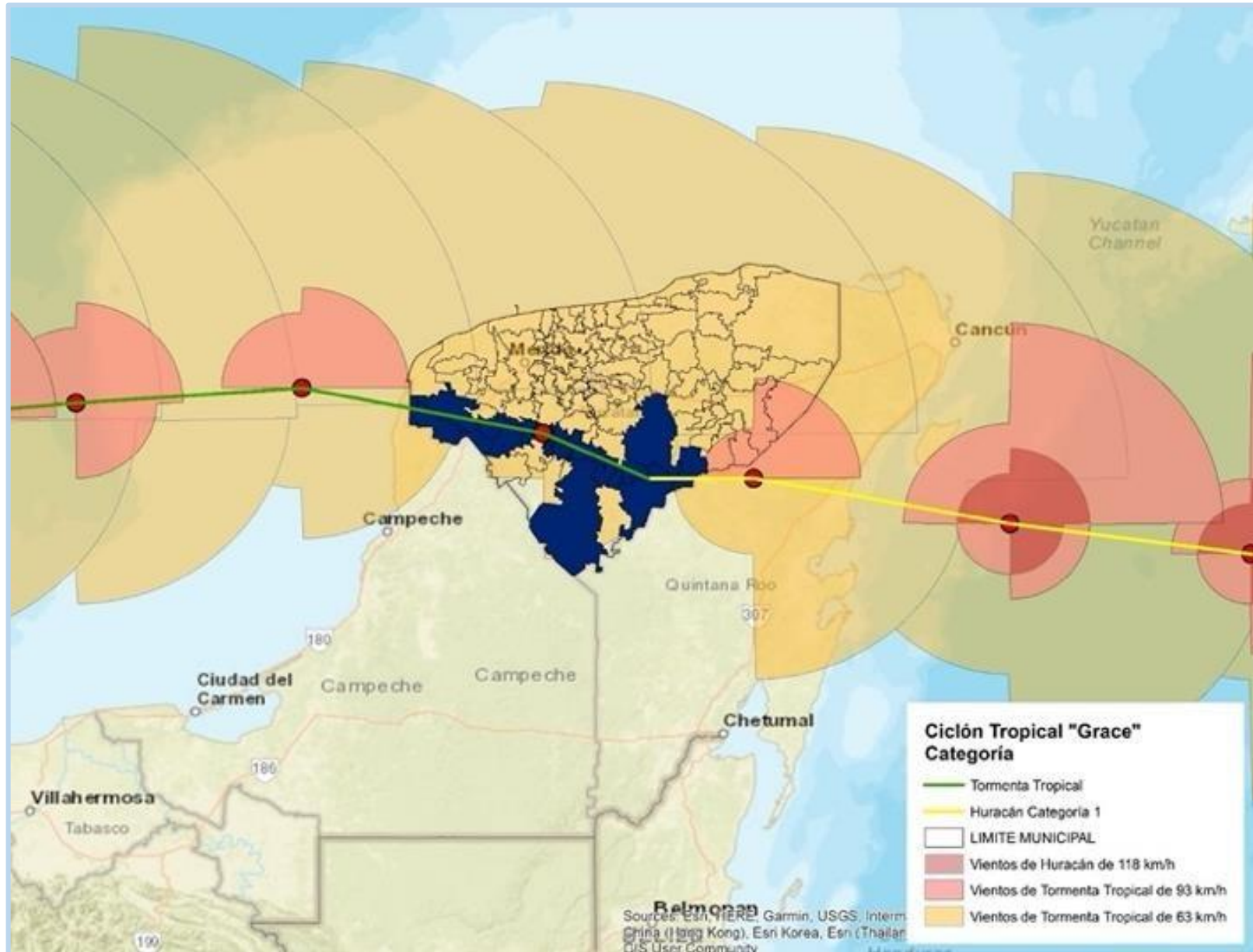
Fecha de formación: 24 de octubre de 2020 Periodo de afectación en Yucatán: 27 de octubre de 2020 Fecha de disipación: 29 de octubre de 2020	
Municipios Afectados	Buctzotz, Cenotillo, Chemax, Dzidzantún, Dzilam González, Dzitás, Espita, Temax, Temozón, Uayma, Valladolid, Yobaín, Mérida.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 3 - Chemax, Valladolid, Temozón, Tizimín: Zeta provocó cortes de energía eléctrica que afectaron a múltiples comunidades. En algunas zonas se reportaron caídas de árboles y postes, así como obstrucciones en carreteras debido a las lluvias y los fuertes vientos. - Dzidzantún y Yobaín: Inundaciones menores en áreas bajas. Daños estructurales fueron limitados. - Dzilam González y Espita: Las fuertes lluvias provocaron desbordamientos de cuerpos de agua, afectando principalmente caminos y áreas agrícolas. - Temax: Hubo reportes de daños en cultivos debido a las ráfagas de viento y lluvias intensas que afectaron a la zona. - Mérida: En la capital, se registraron encharcamientos e inundaciones en varias colonias, incluyendo el paso deprimido de Prolongación Paseo de Montejo. - Hubo cortes temporales de energía eléctrica en algunas zonas debido a la caída de árboles y ramas. - Algunos parques y áreas verdes quedaron anegados, y se reportaron daños menores en infraestructuras urbanas.
Atención proporcionada	- Evacuación: Un total de 2,145 personas fueron evacuadas de municipios costeros y trasladadas a refugios temporales debido a la amenaza de inundaciones y vientos fuertes. - Refugios: Se activaron 23 refugios temporales en 16 municipios, atendiendo a 381 personas. - Servicios médicos: Se brindó atención médica en los refugios habilitados, así como en comunidades rurales donde las inundaciones dificultaron el acceso. - Restauración de servicios: La Comisión Federal de Electricidad (CFE) desplegó más de 1,000 trabajadores y recursos, incluidos helicópteros y plantas de emergencia, para restaurar el servicio eléctrico en las áreas afectadas. Se reactivó el servicio para más de 59,208 usuarios.

- Limpieza y reparaciones: Se realizaron trabajos para despejar las carreteras bloqueadas por la caída de árboles y para restaurar la conectividad en las áreas afectadas. Además, se llevaron a cabo reparaciones en infraestructura dañada y limpieza de caminos inundados.



Ilustración 64. - Daños ocasionados por las lluvias generadas por el Ciclón Tropical Zeta.

CICLÓN TROPICAL GRACE



GRACE

2021

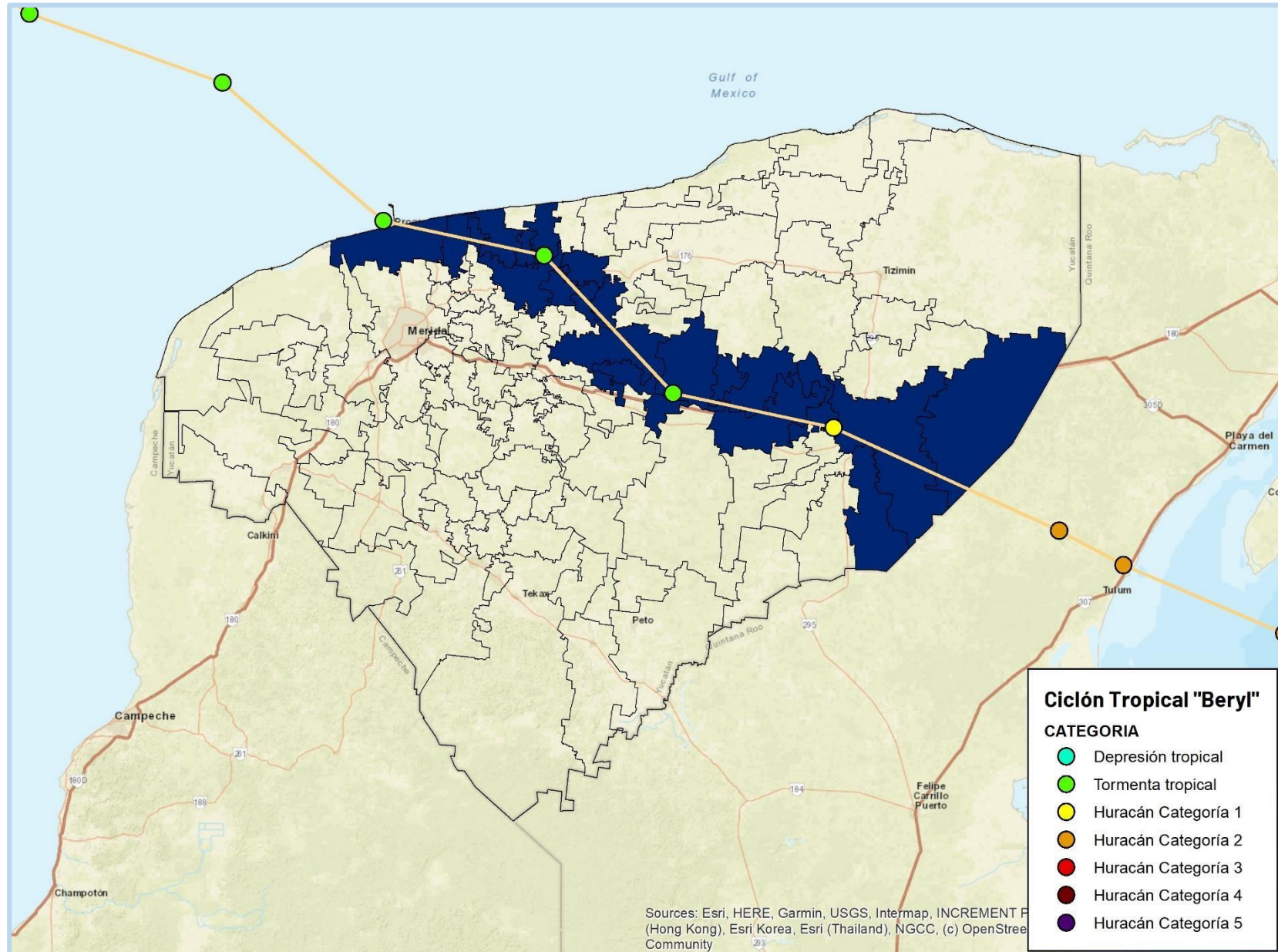
Fecha de formación: 13 de agosto de 2021	
Periodo de afectación en Yucatán: 19 de agosto de 2021	
Fecha de disipación: 21 de agosto de 2021	
Municipios Afectados	Chacsinkín, Chapab, Chikindzonot, Chumayel, Dzán, Halachó, Mama, Maní, Maxcanú, Muna, Opichén, Peto, Sacalum, Saca, Dzilam González, Dzitás, Espita, Temax, Temozoón, Uayma, Valladolid, Yobaín, Tekax, Mérida, Progreso.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 3 • Tekax: Fuertes lluvias provocaron el desbordamiento en el cerro La Bombonera e inundaciones en la calle 54 por 48. • Dzilam de Bravo y Telchac Puerto: Se observó un retroceso del mar de aproximadamente 90 metros y 50 metros respectivamente. • Mérida: Las fuertes lluvias y vientos ocasionaron cortes en los servicios de electricidad, agua potable, internet, telefonía móvil, además de caídas de árboles y postes, se cancelaron 22 vuelos de manera preventiva en el aeropuerto de Mérida. Durante el paso del ciclón, la ciudad experimentó la caída de aproximadamente 1,750 árboles que obstruyeron vías públicas y causaron daños a viviendas y automóviles. • Progreso: Se registraron fuertes vientos, marejadas y un retroceso del mar de hasta 15 metros. • Otros municipios afectados incluyeron Muna, Opichén, Sacalum, Tekax, Uayma, entre otros, con caídas de árboles, postes y cables de energía eléctrica.
Atención proporcionada	• Evacuación: Se evacuaron a 50 residentes en la comisaría de Xul, cerca de Oxxutzcab, quienes quedaron incomunicados debido a las condiciones climáticas. • Refugios: Se habilitaron 7 refugios temporales en Progreso como medida preventiva. • Servicios médicos: Se brindó atención médica a las familias evacuadas en las comisarías afectadas por las inundaciones en Tekax. • Restauración de servicios: Se trabajó en la restauración de los servicios de electricidad y agua potable en las áreas afectadas, especialmente en Mérida, donde las lluvias causaron interrupciones significativas.

- Limpieza y reparaciones: Las autoridades municipales coordinaron la limpieza de las calles y la remoción de árboles caídos en Mérida y otros municipios afectados. Además, se reportó que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) atendió a más de 154,488 usuarios afectados por los cortes de energía.



Ilustración 65.- Daños ocasionados por el Ciclón Tropical Grace.

CICLÓN TROPICAL BERYL



BERIL

2024

Fecha de formación: 28 de junio de 2024

Periodo de afectación en Yucatán: 5 de julio de 2024

Fecha de disipación: 11 de julio de 2024

Municipios Afectados	Chemax, Chichimilá, Cuncunul, Dzemul, Dzitás, Ixil, Izamal, Motul, Progreso, Quintana Roo, Suma, Tekal de Venegas, Telchac Pueblo, Tepakán, Teya, Tinum, Tunkás, Uayma, Valladolid.
Resumen de daños	Categoría alcanzada: Categoría 5 Daños en techos de viviendas en los municipios de Dzilam González (1) Dzilam de Bravo (20) Valladolid (10) Chichimilá (52) Reporte de 2012 árboles caídos
Atención proporcionada	699 personas atendidas en los refugios temporales Se habilitaron 53 refugios distribuidos en 43 municipios del Estado



Ilustración 66.- Afectaciones huracán Beryl

Inundaciones

Realizando una búsqueda de información histórica de eventos ocurridos en Yucatán, se tiene que, en el transcurso de los años, se han presentado inundaciones, la mayoría de ellas causadas por la interacción de fenómenos hidrometeorológicos extremos, aun cuando las características fisiográficas indicarían lo contrario, el terreno relativamente plano y sin escurrimientos superficiales.

Se identifican en general tres zonas en el Estado con recurrencia de inundación, una es hacia la zona costera y otra hacia la porción sur (Cono Sur). La tercera que podría considerarse de menor magnitud, por presentarse como encharcamientos en áreas urbanas donde se tienen depresiones por las estructuras kársticas (dolinas) o al modificar con infraestructura el terreno (calles asfaltadas y/o con cemento).

En la Tabla, se hace una recopilación de eventos que ocasionaron algún grado de daño, estos fueron obtenidos de noticias periodísticas, libros, revistas, entre otras fuentes de información.

Susceptibilidad a inundación

En el análisis de la susceptibilidad a la inundación, se calculó toda la superficie del Estado, como resultado se definieron 5 niveles; Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto, cubren una superficie en kilómetros cuadrados de: 906, 2 525, 20 787, 13 012 y 2 294 respectivamente.

.

Fenómeno	Fecha	Registros de precipitación	Zonas afectadas	Fuente
H. Isidoro	22 y 23 de Septiembre de 2002.	San Diego Buenavista, día 22, 300 mm y día 23, 214 mm Tzucacab, día 22, 250 mm y día 23, 220 mm Acanceh, 260 mm	Cono Sur, entre los límites de Yucatán, Quintana Roo y Campeche, el nivel del agua alcanzó 3 m de altura. Zona totalmente devastada en el municipio de Tekax	CD TIJUANA INFO, http://www.ciudadtijuana.com/zonacreativa/2007/septiembre/4conacatyucatan.html
TT Stan	2-3 de Octubre de 2005	Tzucacab 166.5 mm, Sotuta 173 mm, días 2 y 3, Respectivamente; Peto 143 mm.	Península de Yucatán	http://www.esmas.com/noticierostelevisa/mexico/479226.html http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=87%3Atemporada2005&catid=8&Itemid=46
H Wilma	21-23 de Octubre de 2005	296 mm en Tizimín Durante 3 días (21, 22 y 23 de Octubre) huracán afectó Yucatán	Zona Oriente de Yucatán	QUIMINET.COM, http://www.quiminet.com/noticias/alerta-roja-en-yucatanporinundaciones-y-epidemias-2104557.htm
FF 9 y DT Ida	5 de Noviembre de 2009	Desde los 2 mm hasta aproximadamente 50 mm. (CONAGUA)	El Cuyo, Río Lagartos, Celestún, Las Coloradas, Mérida, Progreso, Kanasín, Valladolid, Tekax. Por Frente Frio casas cercanas a la ciénega en Sisal y Celestún.	http://sipse.com/noticia.php?ID_NOTICIA=18587
Huracán Paula	11 al 14 de Octubre de 2010	132.4 mm en Tizimín, Yucatán (SMN)	Varias zonas de Tizimín y Río Lagartos	http://www.poresto.net/ver_noticia.php?zona=yucatan&idSeccion=2&idTitulo=48312 , http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=37%3Atemporada2010&catid=8&Itemid=46
H Dean	18 al 21 de Agosto de 2007	N/D	Inundación en Zona Sur de Yucatán, Municipios de Tzucacab, Peto, Tekax, Oxkutzcab.	http://www.terra.com.mx/noticias/articulo/382982/Anega+Dean+zona+sur+de+Yucatan.htm http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=85%3Atemporada2007&catid=8&Itemid=46
TT Dolly	21 de Julio de 2008	Los datos de precipitación se tomaron de los mapas de afectación de CONAGUA	San Felipe, Río Lagartos, Panabá y Tizimín	https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2008-Dolly.pdf
TT Franklin	08,09 de agosto de 2017		Tekax	https://www.yucatan.gob.mx/procivy/boletines.php?id=0717
TT Amanda (remanente)	30 y 31 de Mayo de 2020	N/D	Tekax, Peto, Tzucacab, Oxkutzcab, Akil, Santa Elena, Muna, Ticul, Opichen, Maxcanu, Halacho, Kopomá.	https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2020.pdf
TT Cristóbal	01-06 de Junio de 2020	Peto 100.0mm, Cantamayec 131.5 mm, Valladolid 151.0 mm, Tantaquín 124.0 mm, Oxkutzcab 320.0 mm, Tizimín 72.2 mm, El Cuyo 50.1 mm.	Peto, Cantamayec, Valladolid, Tantaquín, Oxkutzcab, Tizimín, El Cuyo	https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2020.pdf
TT Gamma	03-Oct-2020	Celestún con 97.2 mm, Tizimín 389.6 mm, Conkal 86.0 mm, Valladolid 100.3 mm	Celestún, Tizimín, Conkal, Valladolid	https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2020.pdf
H Delta	07-Oct-2020	Conkal 86.0 mm, Valladolid, 100.3 mm, Tizimín 99.8 mm, Mocochoá 138.7 mm, Motul 43.0 mm.	Conkal, Valladolid, Tizimín, Mocochoá, Motul, Río Lagartos, San Felipe.	https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2020.pdf
H Zeta	27-Oct-2020	Oxkutzcab 3.5 mm, Conkal 56.0 mm, Valladolid 154.0 mm, Mocochoá 83.4 mm, Muna 18.5 mm, Motul 220.0 mm.	Oxkutzcab, Conkal, Valladolid, Mocochoá, Muna, Motul.	https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2020.pdf / https://www.gob.mx/smn/prensa/la-tormenta-tropical-

Fenómeno	Fecha	Registros de precipitación	Zonas afectadas	Fuente
				zeta-se-ubica-en-el-golfo-de-mexico-frente-a-las-costas-de-yucatan
H Grace	19-Ago-2021	Peto con 183.0 mm	Peto, Oxkutzcab, Maní, Tekax, Halacho, Tahdziú,	https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2021-Grace.pdf / https://www.gob.mx/cenapred/articulos/toma-tus-precauciones-ante-el-impacto-del-huracan-grace

Tabla 13.- Eventos de inundación en el Estado de Yucatán

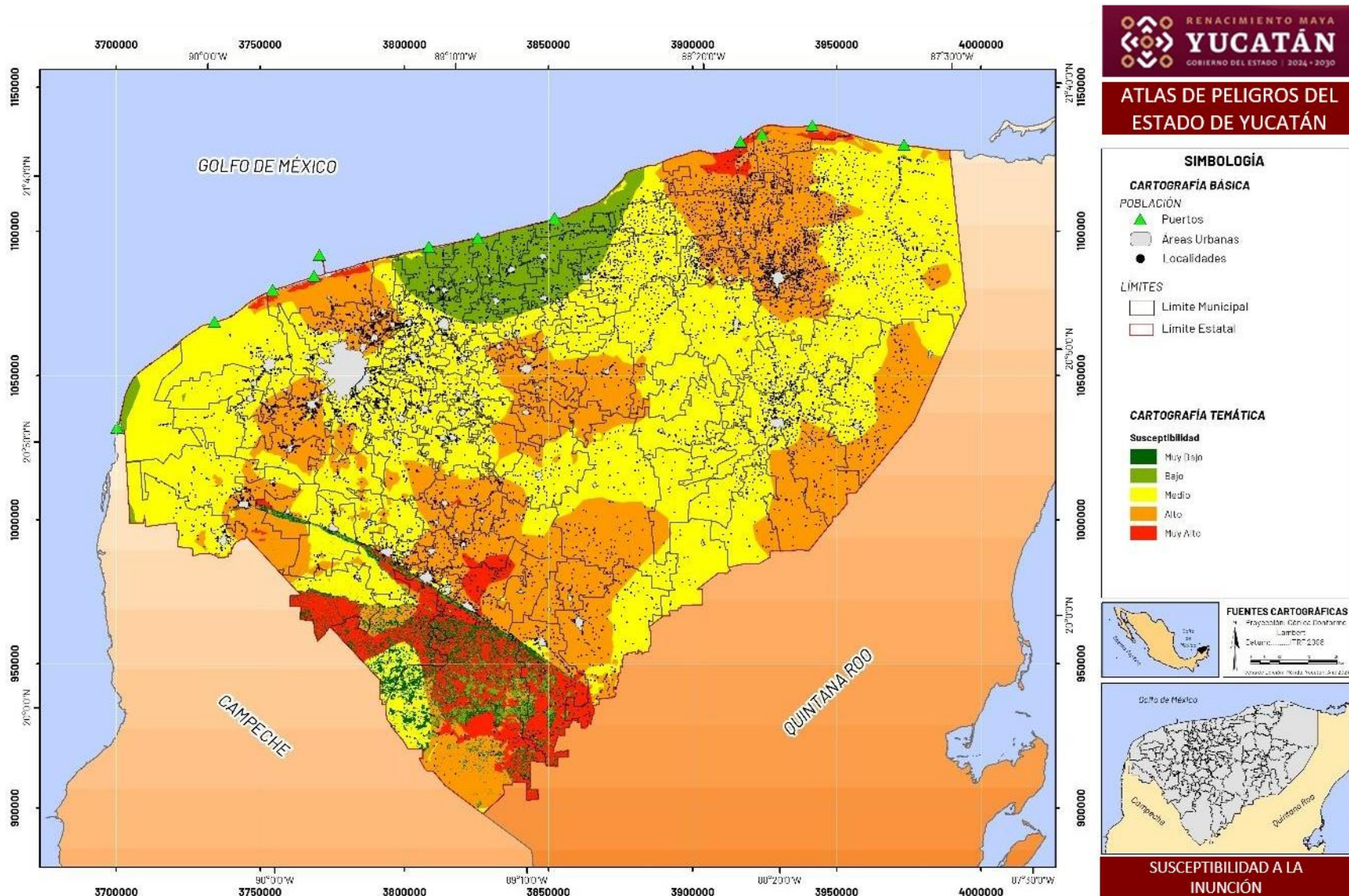


Ilustración 67.- Distribución de puntos de control por inundación de la Sierra de Ticul del estado de Yucatán.

La zona del Cono Sur es la más propensa a sufrir inundaciones debido a sus condiciones físicas y geomorfológicas de terreno, aunado a lluvias extremas, siendo una franja de media a muy alta susceptibilidad.

De acuerdo al mapa de susceptibilidad a inundación, se puede decir que la mayor parte del territorio presenta una categoría media y alta. Las zonas con una categoría muy alta corresponden a terrenos que presentan una pendiente menor a 10 grados y se encuentran en la zona del cono sur.

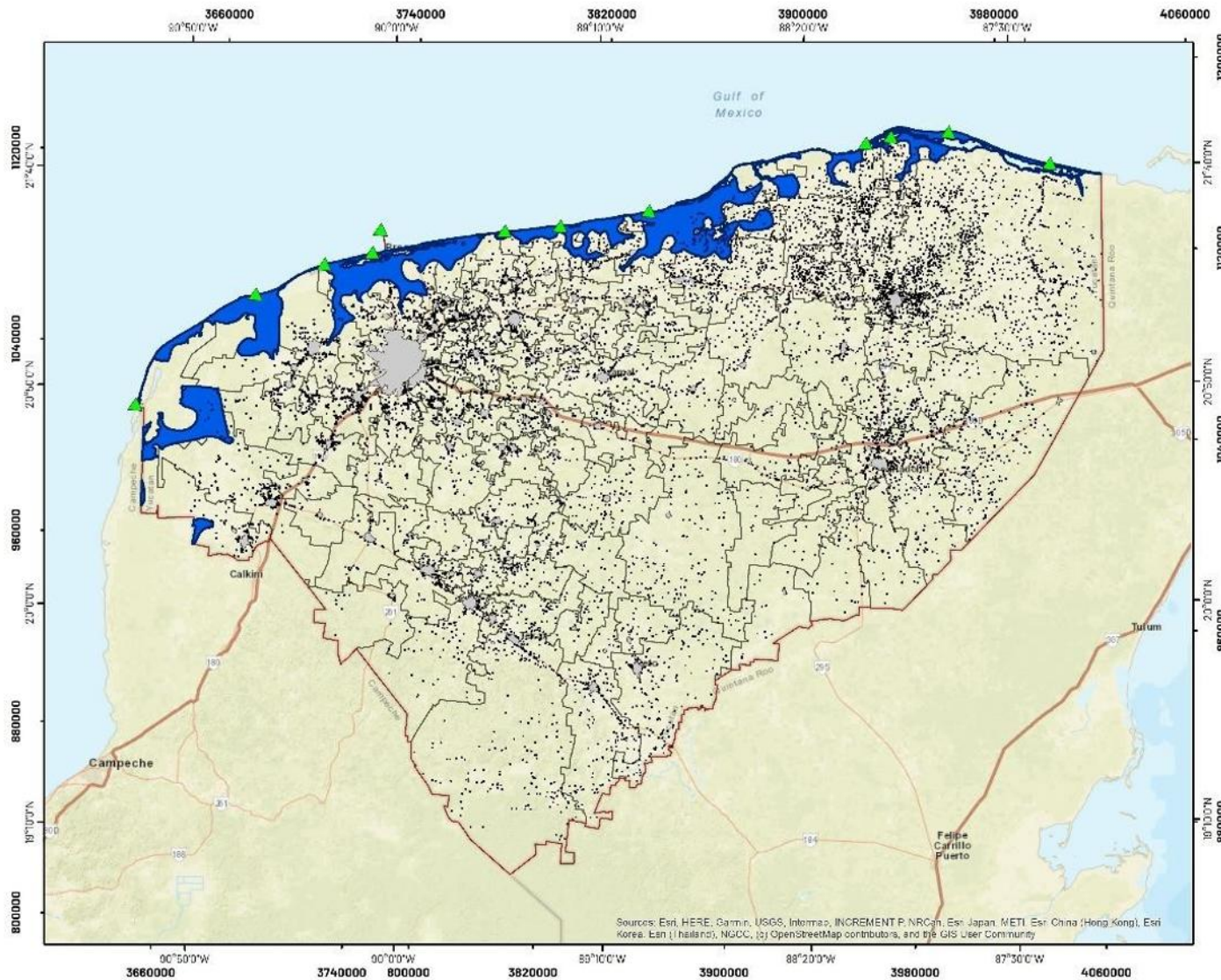
En la zona del cono sur se tienen las 5 categorías de muy alto a muy bajo, debido a que se tienen las máximas elevaciones del Estado sirviendo de barrera para que el agua se acumule y provoque inundaciones.

En la zona plana, se tiene la susceptibilidad alta en los municipios de Umán, Chocholá, Izamal, Tunkás, Panabá, Tizimín, Chemax y Valladolid, que se ubican al poniente, centro y oriente del Estado y algunas zonas pequeñas esparcidas por la zona. La susceptibilidad media es la que abarca gran parte de la zona, abarcando la mayoría de los municipios y la baja, que abarca algunas zonas en la parte centro-norte, oriente-centro, y poniente.

En la zona próxima a la costa, se tienen cuerpos de agua y manglares que tienen esa parte del Estado inundada, sin embargo, en el análisis resultó que es una zona de rangos alto, medio y baja susceptibilidad, dicho fenómeno es atribuible al nivel del manto freático que para estos sitios es prácticamente superficial.

Marea de Tormenta

Por los antecedentes históricos proporcionada por los pobladores de las localidades prospectadas y del análisis realizado sobre los procesos de disolución en calizas y su relación con el fenómeno de hundimientos sobre la intrusión salina durante la trasgresión que genera la marea de tormenta que afecta a las localidades presentes en la línea de costa, se determinó el área de peligro por Marea de Tormenta que se presenta en la ilustración 127 durante el lapso en el cual se presenta el fenómeno, las consecuencias de inundación después del meteoro se analizan en el apartado de inundaciones de este trabajo.



RENACIMIENTO MAYA
YUCATÁN
GOBIERNO DEL ESTADO | 2024 • 2030

**ATLAS DE PELIGROS DEL
ESTADO DE YUCATÁN**

- SIMBULOGÍA**
- CARTOGRAFÍA BÁSICA**
- POBLACIÓN**
- ▲ Puertos
 - Áreas Urbanas
 - Localidades
- LÍMITES**
- Límite Municipal
 - Límite Estatal
- CARTOGRAFÍA TEMÁTICA**
- Peligro por Marea de Tormenta



MAREA DE TORMENTA

Ilustración 68. - Peligro por marea de tormenta

Susceptibilidad por inundación mixta

La presencia de marea de tormenta e inundaciones pluviales representa un desafío significativo para las comunidades costeras y áreas bajas propensas a eventos climáticos extremos. Mientras que la marea de tormenta es impulsada por sistemas meteorológicos como ciclones tropicales, las inundaciones pluviales resultan de precipitaciones intensas y persistentes. Ambos fenómenos, aunque distintos en origen, comparten el potencial de causar daños devastadores a infraestructuras urbanas, ecosistemas sensibles y comunidades vulnerables.

En este contexto, es crucial profundizar en el estudio de la susceptibilidad a inundaciones mixtas, donde la convergencia de estos dos tipos de eventos climáticos puede intensificar los impactos negativos. La comprensión de cómo estos fenómenos interactúan y se potencian mutuamente es fundamental para mejorar las estrategias de gestión de riesgos y la planificación urbana en áreas propensas a estos peligros naturales.

Este apartado aborda específicamente la evaluación de la susceptibilidad a inundaciones mixtas, enfocándose en identificar los factores de riesgo y las características geomorfológicas y climáticas que predisponen a las comunidades costeras a enfrentar estos eventos. Al comprender mejor estos procesos, se pretende contribuir a la formulación de políticas y medidas de adaptación más efectivas para mitigar los impactos adversos y promover la resiliencia frente a estos fenómenos naturales complejos.

En el análisis de la susceptibilidad a la inundación junto con el estudio de las mareas de tormenta, se llevó a cabo el cálculo de toda la superficie del Estado. Como resultado, se establecieron cinco niveles: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto.

Este análisis tiene como objetivo generar un mapa de inundación mixta (que considera tanto las mareas de tormenta como la susceptibilidad a la inundación).

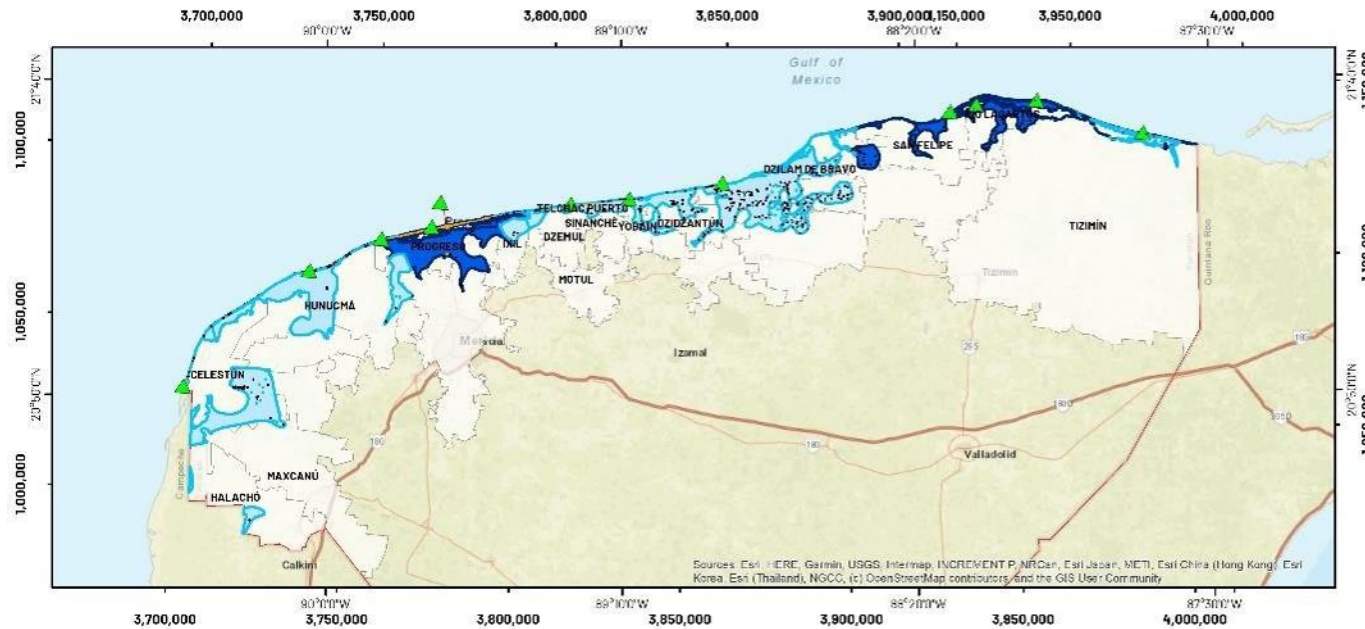


Ilustración 69.- Susceptibilidad a la inundación mixta.

REFERENCIAS

Metodología general

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2006, Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos Geológicos, 280 pp,

Disponible en:

<http://atl.cenapred.unam.mx/website/RiesgosGeologicos/Sismos/Viewer.htm>

Herrera-Silveira, J. A., Capurro, F. L., Comin, S. A., Aranda, C. N., 2007, Los usos y abusos de la zona costera en la península de Yucatán, Centro de Estudios del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Unidad Mérida, Instituto Pirenaico de Ecología, p. 388-396. Disponible en:

<http://digital.csic.es/bitstream/10261/35618/1/P%C3%A1ginas%20de%20cap26.pdf>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 2010, AGEB's (Área Geoestadística Básica), Información Digital.

SCT-IMT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes - Instituto Mexicano del Transporte), 2009, Dirección General de Planeación, Cotizaciones consultadas por el IMT, Manual Estadístico del Sector del Transporte.

Generalidades

API (Administración Portuaria Integral de Progreso S.A. de C.V.), 2010, Puertos de Yucatán, Progreso, El Puerto del Sureste Mexicano, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Disponible en: <http://www.puertosyucatan.com/cgi-bin/news.cgi?folio=18>

Disponible en: <http://www.puertosyucatan.com/cgi-bin/news.cgi?folio=162>

Disponible en: <http://www.puertosyucatan.com/cgi-bin/news.cgi?folio=163>

Disponible en: <http://www.puertosyucatan.com/cgi-bin/news.cgi?folio=164>

ASUR (Aeropuertos del Sureste), 2011, Aeropuertos, Aeropuerto Internacional de Mérida, Datos técnicos.

Disponible en:

http://www.asur.com.mx/asur/espanol/aeropuertos/merida/technical_facts.asp

Durán, R., Méndez, M., (Editores) 2010, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán, CICY, PPDFMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp., Disponible en: <http://www.cicy.mx/sitios/Biodiversidad/>

Flores-Guido, J. S., Kantún-Balam, J. S., 2009, La vegetación del estado de Yucatán con especies que pueden ser básicas para combatir la desertización y el calentamiento global, Foro Desertificación, "Experiencia del manejo sustentable en Yucatán: contribuyendo a la lucha contra la desertificación y mitigación de los efectos de la sequía". CONAFOR (Comisión

Nacional Forestal). Disponible en:

<http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/desarrollo-y-transferencia/forodesertificacionyucatan/115?task=view>

FSMEX, 2011. Temas en Foro. Aviación Real. Aviación comercial Nacional. Temas en foros. Visita al aeropuerto de Chichén Itzá (Kaua CZT). Pagina de foros en debate. Usuario SuPerDudeMX.

Disponible en: <http://foros.fsmex.com/showthread.php?t=43695>

INEGI1 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 2011, Perspectiva Estadística Yucatán, 95 pp.

Disponible

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/perspectivas/perspectiva-yuc.pdf>

INEGI2 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 2010, Estadísticas, Censos y Conteos de Población y Vivienda, Principales resultados por localidad (ITER).

Disponible en:

http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est

INEGI3 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 2011, Panorama Sociodemográfico de México.

Disponible en:

<http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/default.aspx?c=265&s=inegi&u pc=702825001897&pf=Prod&ef=&f=2&cl=0&tg=0&pg=0#inicio>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2011. Información Geográfica del estado de Yucatán.

SCT1 (Secretaría de Comunicaciones y Transporte) 2009, Anuario Estadístico de Comunicaciones y Transportes, Infraestructura Carretera, Longitud y características de la red de carreteras por entidad federativa, Dirección General de Planeación, México. Edición 2009.

Disponible en: <http://www.sct.gob.mx/uploads/media/ANUARIO2009-final.pdf>

SEDUMA (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente), 2010, Observatorio del cambio climático de Yucatán, Escenarios, Atlas de escenarios de cambio climático en la Península de Yucatán, Orellana-Lanza, R., (editor).

Disponible en: <http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/atlas-cambio-climatico/index.php>

UDLAP (Universidad de Las Américas Puebla). 2011. Infraestructura ferroviaria en México. Ferrocarriles Chiapas-Mayab S.A. de C.V. Catarina (Inédito). Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas Puebla. Centro de Recursos de Información y Aprendizaje (CIRIA). Universidad de las Américas.

Disponible en: <http://ciria.udlap.mx/index.html>

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/capasso_g_ag/capitulo5.pdf

Villasuso M., Méndez, R., 2000, A Conceptual Model of the Aquifer of the Yucatán Peninsula. in: Lutz, W., Prieto, L., Sanderson, W. (Editors), Population, Development, and Environment on the Yucatan Peninsula: From Ancient Maya to 2030, Austria, 120-139.

Geología

Barbosa-Gudiño, J. R., Orozco-Esquivel, M. T., Gómez-Anguiano, M., Zavala-Monsivais, A. 2008. The early Mesozoic volcanic arc of western North America in northeastern Mexico: Journal of American Earth Sciences, 25, p. 49-63.

Bird, D. E., Burke, K., Hall, S. A., Casey, J. F., 2005, Gulf of Mexico tectonic history: Hotspot tracks, crustal boundaries and early salt distribution: AAPG Bulletin, 3(89), 311-328 p.

Campos-Enriquez, J. O., Chávez-García, F. J., Cruz, H., Acosta-Chang, J. G., Matsui, T., Arzate, J. A., Unsworth, M. J., Ramos-Lopez, J., 2004, Shallow crystal structure of Chicxulub impact crater imaged with seismic, gravity and magnetotelluric data: Inferences about the central uplift: Geophys J. Int., 157, 515-525.

Cobiella-Reguera, J. L., 2008, Reconstrucción palinspática del paleomargen mesozoico de América del Norte en Cuba occidental y sudeste del Golfo de México, Implicaciones para la evolución del SE del Golfo de México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 25(3), 382-401.

Collins, G. S., Melosh, H. J., Morgan, Jo. V., Warner, M. R., 2002, Hydrocode simulations of Chicxulub Crater collapse and peak-ring formation: Icarus, 157, 24-33.

Cornejo-Toledo, A., Hernández-Osuna, A., 1950, Las anomalías gravimétricas en la cuenca del istmo, planicie costera de Tabasco, Campeche y Península de Yucatán: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, (2), 453-460.

DENUE (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas), 2015.

Disponible en:

<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/Default.aspx?idee=572850>

<https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2010, Tabulasos de Población total por entidad federativa según sexo, 2000, 2005 y 2010. Disponible en:

<https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=mdemo02>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2015, Panorama sociodemográfico de Yucatán 2015, Encuesta Intercensal del INEGI en su edición 2015. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/panorama/702825082437.pdf

Keller, G., Adatte T., Stinnesbeck W., Rebolledo-Vieyra M., Urrutia Fucugauchi J., Kramar U., and Stueben D. 2004(a), Chicxulub impact predates the K/T boundary mass extinction: Proceedings of the National Academy of Sciences 101, 3753–3758.

Keller, G., Adatte, T., Stinnesbeck, W., Stueben, D., Berner, Z., Kramar, V., Harting, M. 2004 (b). More evidence that the Chicxulub impact predates the K/T mass extinction: Meteoritics and Planetary Science 39(7), 1127-1144

López-Ramos, 1973, Estudio geológico de la Península de Yucatán: Enciclopedia Yucatanense, 75 pp.

López-Ramos, E., 1975, Geological summary of the Yucatán Peninsula, in Nair, A. E. M., y colaboradores (editors), The Gulf of Mexico and the Caribbean: New York Plenum Press, 257- 282.

Lugo-Hubp, J., Aceves-Quezada, J. F., Espinosa-Pereña, R., 1992, Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán: Revista del Instituto de Geología, UNAM, 10(2), 143-150.

Molina-Garza, R. S., Van Der Voo, R., Urrutia-Fucugauchi, J., 1992, Paleomagnetism of the Chiapas Massif, southern Mexico: Evidence for rotation of the Mayan Block and implications for the opening of the Gulf of Mexico: GSA Bulletin, 104(9), 1156-1168.

Nakano, Y., Goto, K., Matsui, T., Tada, R., Tajika, E., 2008, PDF orientations in shocked quartz grains around the Chicxulub crater: Meteoritics and planetary Science 43(4), 745-760.

Programa Maestro de Desarrollo Portuario (PMDP) 2015-2020,

Disponible en:

https://www.puertosyucatan.com/qs/files/PMDP_Pesqueros_2015-2020_v01-03-2019.pdf

COREMI (Consejo de Recursos Minerales, actualmente Servicio Geológico Mexicano), 2004, Carta geológico-minera Chetumal, E16-4-7, escala 1:250,000, estados de Quintana Roo y Campeche.

Disponible en:

http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/cartas250/geologia/118_E16-4-7GM.html

SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), 2017, Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2017. Disponible en:

https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/YUC_ANUARIO_PDF.pdf

SDS (Secretaría de Desarrollo Sustentable), bitácora ambiental.

Disponible en:

<http://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/>

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2004, Informe de la Carta Geológico-Minera Calkiní, F15-9-12, escala 1:250'000, 36 pp.

SGM (Servicio Geológico Mexicano) 2005, Carta Geológica-Minera Felipe Carrillo Puerto, E16-1, escala 1:250,000, Estados de Quintana Roo, Campeche y Yucatán.

Disponible en:

http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/cartas250/geologia/117_E16-1GM.html

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2006, Carta Geológico-Minera y Geoquímica Mérida, F16-10, escala 1:250,000.

Disponible en:

http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/cartas250/geologia/116_F16-10GM.html

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2006, Carta Geológico-Minera Tizimín, F16-7, escala 1:250,000.

Disponible en:

http://mapserver.sgm.gob.mx/cartas_impresas/productos/cartas/cartas250/geologia/115_F16-7GM.html

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2005, Informe de la Carta Geológico-Minera Cancún, F16-8, escala 1:250'000, 28 pp.

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2005, Informe de la Carta Geológico-Minera Cozumel, F16-11, escala 1:250'000, 27 pp.

SGM (Servicio Geológico Mexicano) 2005, Informe de la Carta Geológica-Minera Felipe Carrillo Puerto, E16-1, escala 1:250,000, Estados de Quintana Roo, Campeche y Yucatán, 97 pp.

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2005, Informe de la Carta Geológico-Minera Tizimin, F16-7, escala 1:250'000, 39 pp.

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2005, Informe de la Carta geológica-minera y geoquímica Mérida, clave F16-10, escala. 1:250,000, 56 pp.

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2007. Carta Geológico-Minera de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, escala 1:500,000

SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2011. Léxico Estratigráfico de México. Primera versión. Registro geológico sistematizado de unidades estratigráficas presentes principalmente en el norte de la República Mexicana. Análisis realizado de acuerdo con los procedimientos establecidos en el North American Stratigraphic Code (NACSN, 2005). Disponible en. http://coremi02.sgm.gob.mx/LexicoEs_ND/

Sharpton, V. L., Martín, L. E., Carney, J. L., Lee S., Ryder, G., Schuraytz, B. C., Sikora, P. and Spudis, P. D., 1996, A model of the Chicxulub impact basin based on evaluation of geophysical data, well logs and drill core samples, in Ryder, G., Fastovsky, D., and Gartner, S., eds., The Cretaceous-Tertiary Event and Other Catastrophes in Earth History: Boulder, Colorado,

Geological Society of America: Special Paper 307, p 55-74.

Stern, R. J., Dickinson, W. R., 2010, (Abstract) The Gulf of Mexico is a back arc basin, GSA: Geosphere, 6, 739-754.

Urrutia-Fucugauchi, J., Morgan, J., Stoffler, D., Claeys, P. 2004. The Chicxulub Scientific Drilling Project (CSDP): Meteoritics and Planetary Science 39(6), 787-790.

Vinson, G. L., Brineman, J. H., 1963, Nuclear Central America, Hub of the Antillean Transverse Belt, in Backbone of the Americas: AAPG Memories, (2), 101-112

Peligros por fenómenos geológicos

Adriani, G. F., Walsh N., Pagliarulo, R., 2005, The influence of the geological setting on the morphogenetic evolution of the Tremiti Archipelago (Apulia, Southeastern Italy): Natural Hazard and Earth System Sciences, 5, 29-41.

Allen, A. S. 1984, Types of land subsidence in Poland J. F., Guidebook to studies of land subsidence due to ground-water withdrawal: Studies and reports in hydrology, UNESCO, 340 pp.

Álvarez, L. W., Álvarez, W., Asaro, F., Michel, H. V., 1980, Extraterrestrial cause for the Cretaceous—Tertiary extinction: Science, 208, 1095-1108.

Álvarez, W., Smith J., Lowrie W., Asaro F., Margolis S.V., Claeys P., Kastner M., Hildebrand A.R., 1992, Proximal impact deposits at the Cretaceous–Tertiary boundary in the Gulf of Mexico: A restudy of DSDP Leg 77 Sites 536 and 540: Geology, 20, 697–700.

Antayhua, Y., Tavera, H., 2003, Volcanes y sismicidad en la región del Volcán de Sabancaya, Arequipa, Monografía, Centro Nacional de Datos Geofísicos, Instituto Geofísico del Perú, 86 pp.

Aranda-Gómez, J.J., Torres-Hernández, R., Carrasco-Núñez, G., Aguillón-Robles, A., 2000, Contrasting styles of Laramide Folding across the west-central margin of the Cretaceous Valles-San Luis Potosí carbonate platform, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 17 (2), 97-111.

Arce, J. L., Macías, J. L., Espíndola, J. M., Saucedo, R., 2002, (resumen), Erupción pliniana de hace 550 años del Volcán Chichón, Chiapas: Distribución, volumen y altura de columna, GEOS, 22(2).

Bardintzeff, J. M., McBirney, A. R., 2000, Volcanology (Second edition), Jones and Bartlett publishers, Sudbury, Massachusetts, 268 pp., ISBN 0-7637-1318-X.

Bates, A. Bankher, K., 1997, Causes of land subsidence in the Kingdom of Saudi Arabia: Natural Hazards, 16(1), 57-63.

Beddows, P., Blanchon, P., Escobar, E., Torres-Talamante, O., 2007, Los cenotes de la Península de Yucatán: Arqueología Mexicana, 14(83), 32-35.

Bertoni, W., Brighenti, G., Gambolati, G., Ricceri, G., Vuillermín, F., 1995, Land subsidence due to gas production in the on- and off- shore natural gas fields of the Ravenna area, Italy, in Barends, Brouwer, Schröder (eds.), Land subsidence (proceedings of the fifth international symposium on land subsidence) IAHS, (234), 13-20.

Brook, G. A., Allison, T. L., 1984, Fracture mapping and ground subsidence susceptibility modeling in covered karst terrain: The example of Dougherty County, Georgia, in Johnson, Carbognin & Ubertini (eds.), TISOLS, IAHS, (151), 595-606, ISBN: 0-947571-40-X.

Butterlin, J., Bonet, F., 1959, Las formaciones cenozoicas de la parte mexicana de la Península de Yucatán, UNAM

Calderhead, A. I., Martel, R., Garfias, J., Rivera, A., Therrien, R., 2010, Pumping effects on land subsidence in the Toluca Valley, Mexico, in Carreón-Freyre, D. C., Cerca, M., Galloway, D., Silva-Corona (Eds.) Land Subsidence, Associated Hazards and the Role of Natural Resources Development, IAHS (International Association of Hydrological Sciences), Publication 339, ISBN

978-1-907161-12-4.

Campos-Enríquez, J. O., Chavez-García, F. J., Cruz, H., Acosta, J. G., Takafumi, M., Arzate, J., Unsworth M., Ramos J., 2004, Shallow crustal structure of Chicxulub impact crater imaged with seismic, gravity and magnetotelluric data: inferences about the central uplift: *Geophys. J. Int.*, 156, 515–525.

Carlos-Valerio V., García-Palomo A., López-Miguel C., Galván-García A.H., 2007, Geología y procesos de remoción en masa asociados a un domo volcánico tipo couleé: cerro El Tenayo, Tlalnepantla, Estado de México, *Boletín de la sociedad geológica mexicana volumen 59, núm. 2*, p. 183-201

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2006, Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Peligros Geológicos, Serie: Atlas Nacional de Riesgos, 280 pp.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2011, Serie Fascículos, Sismos, México D.F. 44 pp. Disponible en:

http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/10112011Fasciculo_sismos.pdf

CFE (Comisión Federal de Electricidad). 1993. Manual de diseño de obras civiles. Sección C, Tomo I, Tema1, Capítulo 3 Diseño por sismo.

Chávez-Aguirre, J. M., 2006, Geotecnia, Comisión Federal de Electricidad (CFE). Universidad autónoma de México (UNAM) Facultad de Estudios Superiores Acatlán. México.

Coch, N. K., 1995, *Geohazards: Natural and Human*, 1st edition, Prentice-Hall, ISBN 0-02-322992-6.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2011, Manual de Administración de Emergencias Meteorológicas del Estado de Yucatán, 51 pp.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2002, Evaluación de los efectos del Huracán Isidoro en el acuífero del Estado de Yucatán, Gerencia Regional de la Península de Yucatán, 37 pp.

Damon, P., Montesinos, E., 1978, Late Cenozoic volcanism and metallogenesis over an active Benioff Zone in Chiapas, Mexico: *Arizona Geological Society Digest*, 11, 155-168.

De la Cruz-Reyna, S., Martín del Pozo, A. L., 2009, The 1982 eruption of El Chichón Volcano, México: Eyewitness of the disaster: *Geofísica internacional*, 48(1).

Delle Rose, M., Parise, M., 2002, Karst subsidence in south-central Apulia, Southern Italy, *International Journal of Speleology*, 31, 181-199.

Demant, A., 1975, Caracteres químicos principales del vulcanismo terciario y cuaternario de Baja California Sur. Relaciones con la evolución del margen continental pacífico de México: Universidad Nacional Autónoma de México: *Revista del Instituto de Geología*, 1(1), 19-69.

Dreybrodt, W., Gabrovsek, F., 2003, Basic processes and mechanisms governing the evolution of karst: Speleogenesis and evolution of karst aquifers, *The virtual Scientific Journal*, 1, 26 pp.

Durán-Valsero, 2002, Riesgo en terrenos kársticos in Ayala-Carcedo y Olcina-Cantos (eds.), *Riesgos Naturales*, editorial Ariel, 1370 pp., ISBN: 84-344-8034-4.

Eguiluz De Antuñano, S., Aranda-García, M., Marrett, R., 2000, Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 53, 1-26.

EM-DAT, 2009, The international disaster database, fecha de consulta 07/2012 Disponible en:

<http://www.emdat.be/result-country-profile>

EPA (United States Environmental Protection Agency), 2002, *Lexicon of Cave and Karst Terminology with Special Reference to Environmental Karst Hydrology*, Supercedes EPA/600/R-99/006, 1/99.

Espinasa-Pereña, R., 1994, Origen y distribución de las cavernas en México, *Revista Ciencias*, 36.

Espíndola, J. M., 1989, El tercer planeta: Edad, estructura y composición de la Tierra, Colección La Ciencia desde México, 74, Fondo de cultura económica, México, 159 pp.

Espinosa-Graham, L., 2003, Reporte interno (Visita al sitio de hundimiento del terreno propiedad del Sr. Nicanor Aké Avilés), Gobierno del estado de Yucatán, 2 pp.

Ferrari, L., Garduño, V. H., Innocenti, F., Manetti, P., Pasquaré, G., and Vaggelli, G., 1994b, A widespread mafic volcanic unit at the base of the Mexican Volcanic Belt between Guadalajara and Queretaro: Geofísica Internacional, 33, 107–124.

Ferrari, L., Pasquaré, G., Venegas-Salgado, S., Romero-Rios, F., 1999, Geology of western Mexican Volcanic Belt and adjacents Sierra Madre Occidental and Jalisco block, GSA, Special Paper 334, 83 pp.

Fisher, R. V., Heiken, G., 1982 (abstract), Mt. Peleé, Martinique: May 8 and 20, 1902, pyroclastic flows and surges: Journal of Volcanology and Geothermal Researches, 13(3-4), 339-371.

Fisher, R. V., Heiken, G., Hulen, J. B., 1997, Volcanoes, Crucibles of change, Princeton Universitypress, 317 pp., ISBN 0-691-012213-X.

Florea, L., 2005, Using state-wide GIS data to identify the coincidence between sinkholes and geologic structure, Journal of Cave and Karst Studies, 67(2), 120-124.

Ford, D. C., Williams, P., 1989, Karst Geomorphology and Hidrology, Chapman and Hall, 601 pp, ISBN0-412-44590-5.

García-Palomo, A., Macías J. L., Arce, J. L., Mora, J. C., Hughes, S., Saucedo, R., Espíndola, J. M., Escobar, R., and Vallance, J. W., 2006, Geological evolution of the Tacaná Volcanic Complex, México-Guatemala, in Rose W. I., Bluth G. J, Carr M. J., Ewert J. W., Patiño L. C., and Wallace J. W., Volcanic Hazards in Central America: Geological Society of America Special Paper 412, 39-57.

González-Mellado, A. O., De la Cruz-Reyna, S., 2010, A simple semi-empirical approach to model thickness of ash-deposits for different eruption scenarios: Natural Hazards Earth System Science., 10, 2241-2257.

Graniel-Castro, E., Carrillo-Rivera, J., Benavides-Cardona, A., 2003, Dispersividad de solutos en el cárst de Yucatán, México: Ingeniería, 49-56.

Graniel-Castro, E., Pacheco-Medina, A., Coronado-Peraza, V., 2009, Origen de los sulfatos en el agua subterránea del sur de la Sierrita de Ticul, Yucatán, Ingeniería Revista Académica, 13(1), 49-58.

Gutierrez, R., 2008, Compilation and production of a karst map of México (abstract), American Geophysical Union.

Hildebrand, A. R., Boynton W. V., 1990, Proximal Cretaceous–Tertiary boundary impact deposits in the Caribbean: Science, 248, 843–847

Hildebrand A. R., Penfield G.T., Kring D.A., Pilkington M., Camargo–Zanoguera A., Jacobsen S.B., Boynton W.V., 1991, Chicxulub Crater: A possible Cretaceous/Tertiary boundary impact crater on the Yucatan Peninsula, Mexico: Geology, 19, 867–871.

Howell, F. T., 1986, Photogeology of some karst subsidences, Cheshire, England, in Johnson, A. I., Carbognin, L., Ubertini, L., (Editors), Land Subsidence proceedings of the Third International Symposium of Land Subsidence, 617-627.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2010, Continuo Nacional Geológico, Escala 1:250 000.

Kring, D. A. and W. B. Boynton, 1992, (Abstract), Petrogenesis of an augite–bearing melt rock in the Chicxulub structure and its relationship to K/T impact spherules in Haiti: Nature, 358, 141 –144. doi:10.1038/358141a0.

Lefticariu, M., Perry E. C., William C. W., Lefticariu L., 2006, Post-Chicxulub depositional and diagenetic history of the northwestern Yucatan Peninsula, Mexico, Sedimentary Geology, 183, 51–69.

López-Doncel, R., Rodríguez-Hernández, E., Cruz Marquez, J., Navarro-Montezuma, A., Pichardo Barrón, Y., Aguilar Pérez, J., 2007, Microfacial and stratigraphic relationships of the AptianSantonian deposits of a transitional “platform-to-basin” area: An example from the east central portion of Mexico, Díaz Martínez, E., y Rábano, I. (Editors), 4Th European meeting on the

paleontology and stratigraphy of Latin America, Cuadernos del Museo Geominero, 8, ISBN 978-84-7840-707-1.

Macías-Vázquez, J. L., Capra-Pedol, L., 2005, Los volcanes y sus amenazas, Colección La ciencia para todos, 210, 159 pp., ISBN: 968-16-7568-1.

Macías-Vázquez, J. L., Espíndola, J. M., 2002, (Resumen) Historia eruptiva durante el Holoceno y su impacto en la actividad humana: *GEOS*, 22(2).

Manea, V. C., Manea, M., 2006, The origin of modern Chiapanecan Volcanic Arc in southern Mexico inferred from thermal models, in Rose W. I., Bluth G. J., Carr M. J., Ewert J. W., Patiño L. C., and Wallace J. W., *Volcanic Hazards in Central America: Geological Society of America Special Paper* (412), 27-38.

Marín-Stillman, L. E., Pacheco-Ávila, J. G., Méndez-Ramos, R., 2005, Hidrogeología de la Península de Yucatán in Jiménez, B., y Marín, L., (Editores) *El agua en México vista desde la academia*, Academia Mexicana de Ciencias, 411 pp., ISBN: 968-7428-22-8.

Martín-Barajas, A., 2000, Volcanismo y extensión en la Provincia Extensional del Golfo de California: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 53, 72-83.

Marsico, A., Giuliano, G., Pennetta, L., Vurro, M., 2004, Intrinsic vulnerability assessment of the southeastern Murge (Apulia, southern Italy), *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4, 769-774.

McClain, J., 1997. Tertiary carbonate biostratigraphy of northwestern Yucatan Peninsula, Mexico. MS thesis, Northern Illinois University, DeKalb, IL, 125 pp.

Mendoza-Rosas, A. T., De la Cruz-Reyna, S., 2010, Hazard estimates for El Chichón Volcano, Chiapas, México: a statistical approach for complex eruptive histories, *Natural Hazards Earth Systems. Science*, 10, 1150-1170. Disponible en: www.nat-hazards-earth-systsci.net/10/1159/2010/doi:10.5194/nhess-10-1159-2010.

Mendoza-Rosales C. C., Silva-Romo G., 2001, Tectonossomas del Cretácico Superior en la región de Zimapán, Hgo. México. Memorias en CD del XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGÍA, Montevideo, Uruguay.

Mora, J. C., Macías, J. L., Gardner, J. E., Arce, J. L., 2002, (Resumen) Condiciones pre-eruptivas de la erupción ocurrida hace 550 años ap. en el Volcán Chichón, Chiapas: *Petrología experimental: GEOS*, 22(2).

Newhall, C.G., Self, S., 1982, The Volcanic Explosivity Index (VEI): An estimate of explosive magnitude for historical volcanism, *Journal of geophysical research*, 87(C2), 1231-1238.

Ordoñez-Crespo, I.; García-Rodríguez, M., 2010, Formas kársticas comunes de los cenotes del Estado de Quintana Roo (México), *M+A Revista electrónica de medio ambiente*, UCM, 9, 15-35, ISSN: 1886-3329.

Pacheco-Ávila, J., Cabrera-Sansores, A., Calderón-Rocher, L., Marín, L., Steinich, B., Escolero, O., 2002(a), Delineación de una zona de protección para el abasto de agua en Mérida, Yucatán, México, *Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Memorias)*, 11 pp.

Pacheco-Ávila, J., Cabrera-Sansores, A., Graniel-Castro, E., Vázquez-Montalvo, J., Pérez-Ceballos, R., 2002(b), Diagnostico de la calidad del agua subterránea y evaluación de la infraestructura física de los sistemas de abastecimiento municipales en el estado de Yucatán (YUC-2002-CO1-8721), (Inédito).

Pacheco, F. J., Jiménez, C., Iglesias, A., Santana-Pérez, J., Franco, S. I., Estrada, J. A., Cruz, J. L., Cárdenas, A., Li-Yi, T., Gutiérrez, M. A., Rubí, B., Santiago, J. A., 2002, Sismicidad del Centro y Sur de México (Periodo Abril a junio, 2002): *Unión Geofísica Mexicana*, 466-471.

Padilla y Sánchez, R. J., 1985, Las estructuras de la curvatura Monterrey, estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 6(1), 1-20.

Perry, E.C., Swift, J., Gamboa, J., Reeve, A., Sanborn, R., Marín, L.E., and Villasuso, M., 1989, Geological and environmental aspects of surface cementation, North coast, Yucatan, Mexico: *Geology*, 17, 818-821.

Pope, K., Ocampo, A.C., Kinsland, G.L., Smith, R., 1996, Surface expression of the Chicxulub crater, *Geology*, 24(6), 527-530.

PSM (Programa de Peligro Sísmico en México), 1996, Mapas de peligro sísmico en México, Programa elaborado por el Instituto de Ingeniería, UNAM; CENAPRED, CFE y el IIE.

Raines, T. W., 1968, Sótano de las Golondrinas, Description, Association for Mexican Cave Studies, *Bulletin* 2, 37 pp.

Rebolledo-Vieyra, M., 2009, Aspectos geológicos de la cuenca del Caribe, in Espinoza-Ávalos, J., Islebe, G. A., Hernández-Arana, H. A., (Editores), *El sistema ecológico de la bahía de Chetumal/Corozal: costa occidental del Mar Caribe*, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Rose, W.I., Durant, A.J., 2008. El Chichón Volcano, 4 April 1982: volcanic cloud history and fine ash fallout: *Natural Hazards*.

Saaty, T. L., 1990, How to make a decision: The analytic herarchy process, *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.

Saaty, T. L., 2008, Decision making with the analytic hierarchy process, *International Journal Services Sciences*, 1(1), 83-98.

Salinas-Rodríguez, 2011, Rumbo a la Sierra Madre Oriental, Especies vistas en el sendero del bosque escuela de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, en Iturbide, N. L.

SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos), 1988, Sinopsis Geohidrológica del Estado de Yucatán, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica; Dirección General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos. 33 pp.

Schmitter-Soto J.J., Comín, F.A., Escobar-Briones, E., Herrera-Silveira, J., Alcocer, E., Suárez Morales, E., Elías-Gutiérrez, M., Díaz-Arce, V., Marín, L.E., Steinich, B., 2002, Hidrogeochemical and biological characteristics of cenotes in the Yucatán Peninsula (SE México), *Hydrobiología*, 467, 215-228.

SGM (Servicio Geológico Mexicano), 2006, Carta Geológico-Minera Cancún, F16-8, escala 1:250,000.

Sharpton V.L., Dalrymple G., Marin L., Ryder G., Schuraytz B., Urrutia-Fucugauchi J., 1992, New links between the Chicxulub impact structure and the Cretaceous/Tertiary boundary, *Nature*, 359, 819-821.

Siebert L., and Simkin T (2002). *Volcanoes of the World: an Illustrated Catalog of Holocene Volcanoes and their Eruptions*. Smithsonian Institution. Global Volcanism Program Digital Information Series, GVP-3. Disponible en: <http://www.volcano.si.edu/world/>

Sigurdsson H., Bonte P., Turpin L., Steinberg M., Pradel P., Jehanno C., Rocchia R., 1991, Geochemical constraints on source region of Cretaceous/Tertiary impact glasses, *Nature*, 353, 839-842.

Smit J., Montanari A., Swinburne N.H.M., Álvarez W., Hildebrand A.R., Margolis S.V., Claeys P., Lowrie W., Asaro F., 1992, Tektite-bearing, deep-water clastic unit at the Cretaceous-Tertiary boundary in northeastern Mexico. *Geology*, 20, 99-103.

SSN1 (Servicio Sismológico Nacional). Instituto de Geofísica, UNAM, disponible en:

<http://www.ssn.unam.mx>

Steffen G., Martínez-Oscar F., Jobst W., 2005 (resumen), El uso turístico de un riesgo geológico GEOS, 25(1).

Swisher III C. C., Grajales-Nishimura, J. M., Montanari, A., Renne, P., Cedillo-Pardo, E., Maurrasse, F. J. M. R., Curtis, G. H., Smith, J., McWilliam, S. M. O., 1992, Chicxulub crater melt-rock and K-T boundary tektites from Mexico and Haiti yield coeval ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages of 65 Ma: *Science*, 257, 954-958.

Tarback, E.J. y Lutgens, F.K., 2000, *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. Prentice Hall, Madrid.

Tilling R. I., 2009, El Chichón "surprise" eruption in 1982: Lesson to reduce volcanic risk: *Geofísica Internacional*, 48(1), 3-19.

Tilling R. I., Beat B., 1989, *Apuntes Sobre un Curso Breve Sobre Los Peligros Volcánicos*, World organization of volcano observatory, 109 pp.

Urrutia-Fucugauchi, J., Camargo-Zanoguera, A., Pérez-Cruz, L., Pérez-Cruz, G., 2011, The Chicxulub multi-ring impact crater, Yucatán carbonate platform, Gulf of México, *Geofísica Internacional*, 50(1), 99-127.

USGS, 2010, Volcanic gases and their effects, fecha de consulta 07/2012, fecha de actualización viernes 11/06/2010, Disponible en: <http://volcanoes.usgs.gov/hazards/gas/index.php>

USGS, 2010, VHP Photo glossary: Volcanic ash, fecha de consulta 07/2012, fecha de actualización lunes 19/04/2010, Disponible en: <http://volcanoes.usgs.gov/images/pglossary/ash.php>

Vickery, A.M., Kring, D. A., Melosh, H. J., 1992, Ejecta associated with large terrestrial impacts: Implications for the Chicxulub impact and K/T boundary stratigraphy, *Lunar Planet. Sci. XXIII*, 1473-1474.

Wilson B.W., Hernández P. y Meave T.E. 1955, Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Estado de Querétaro, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 18(1), 1-10.

Zuñiga, R., Guzmán, M., 1994, Main seismogenic source zones in Mexico, Technical Report, Seismic Hazard Project, IPGH.

Zuñiga, R., Suárez, G., Ordaz, M., García-Acosta, V., 1997, Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Proyecto 89-0190: Peligro Sísmico en Latinoamérica y el Caribe. Ottawa, Canadá. 82 pp.

Peligros por fenómenos hidrometeorológicos

Batista-Silva, J. L., Sánchez-Celda, M., 1999, Riesgo por inundaciones pluviales en Cuba, VII Encuentro de Geógrafos de América Latina, Universidad de Puerto Rico.

Bitrán, D., 2001, Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el período 1980-99, CENAPRED, México.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales SIAT CT.

Disponible en:

http://geografica.cenapred.unam.mx/DocumentosSIAT/SIAT_CT.pdf

CENAPRED, 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastre en México, primera edición, 225 pp., ISBN: 970-628-593-8

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2002, Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México IMTA. Secretaría de Gobernación. Sistema Nacional de Protección Civil. Primera edición.

Disponible en:

[http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/375/1/images/acctm.](http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/375/1/images/acctm.pdf)

pdf

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2006, Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Peligros Geológicos, Serie: Atlas Nacional de Riesgos, 280 pp.

Disponible en:

<http://atl.cenapred.unam.mx/website/RiesgosGeologicos/Sismos/Viewer.htm>

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2007. Sequías, Serie Fascículos. México D.F., Pp.6-8., Pp. 18.

Disponible en:

<http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/Sequia/>

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2013, Investigación. Riesgos Hidrometeorológicos, Fenómenos Meteorológicos, Sequía. 2013. Actualización enero 2013,

Disponible en:

<http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/Sequia/>

CONAGUA, (Comisión Nacional del Agua), 2009, Plan Operativo de Inundaciones de Celestún, Municipio de Celestún, Yucatán, Organismo de Cuenca Península de Yucatán, 41 pp.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2010. Plan Operativo de Inundaciones del Cono Sur del estado de Yucatán

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2011-a, Organismo de Cuenca Península de Yucatán, Gerencia de Protección de la Infraestructura y Emergencias, "Manual de Administración de Emergencias Meteorológicas del Estado de Yucatán", 51 pp.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2011-b. Manual para el control de inundaciones.

Crespo, 2008, Comparación de dos metodologías índice de severidad de sequía para doce reservas de la biósfera mexicana, Universidad Autónoma de Chapingo.

Eagleman, J., R., 1985, Meteorology: The atmosphere in action. Ed. Wadsworth Pub Co; 2 Sub edition 445 pp.

ECHO (Oficina de Asuntos Humanitarios de la Comunidad Europea), Programa de Preparativos, Mitigación y Prevención de Desastres (DIPECHO); Movimiento por la Paz, el Desarme y la Libertad (MPDL); Cuba. Estado Mayor Nacional de Defensa Civil.

La Habana, CU. Actualización 2003, "Guía comunitaria para la gestión por inundaciones". Documento 14901, Sección B: Red Centroamericana de Información de Salud y Desastres.

Disponible en:

<<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc14901/doc14901.htm>>
; acceso libre,

consulta: noviembre, 2013. En Biblioteca Virtual en Salud y Desastres (BVS),
<http://desastres.usac.edu.gt/resultados_busqueda.html?cx=000383781198529444667%3A5g
[izvj00wda&cof=FORID%3A11&q=doc14901&sa=Buscar](http://desastres.usac.edu.gt/resultados_busqueda.html?cx=000383781198529444667%3A5g&cof=FORID%3A11&q=doc14901&sa=Buscar)>
Espinosa-Graham, L., 2004, Recomendaciones para control y alivio de inundaciones en la región denominada Cono Sur en el Estado de Yucatán: Ingeniería, 8(2), 67-79.
Frausto, O., Ihl, T., Rojas, J., Goldacker, S., Chale, G., Giese, S., Wurl, J., Careaga, P., Bacab, R., 2006, Áreas susceptibles de riesgo en localidades de pobreza extrema en el sur de Yucatán: Teoría y praxis, 2(2), 87-103.
Galván-Ortiz, L. M., 2007, Aplicación del índice estandarizado de precipitación (SPI), en la detección de sequías históricas en México, Tesis de Licenciatura. UNAM, México.
Gay-García, C., 2000, México: una visión hacia el siglo XXI, El cambio climático en México, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program. México, 220 p. ISBN 968-36-7562-X. Capítulo II, Sequía Meteorológica.
INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2007, Documentación del Proyecto SIDEN, Dirección de Geografía de la Dirección Regional Sureste.
IRI (International Research Institute for Climate and Society), 2013, Standardized Precipitation Index analyses of multiple global precipitation datasets, fecha de actualización 5 de Julio 2013.
Disponible en: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.IRI/.Analyses/.SPI/> p
NASA (National Aeronautics and Space administration), 2013, fecha de consulta 12 de febrero del 2013. Disponible en:
<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=703>
http://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/0/703/itcz_goes11_lrg.jpg
NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2013, Water, fecha de consulta 12 de febrero del 2013. Disponible en:
<http://www.noaa.gov/wx.html>.

OMM/UNESCO, (Organización Meteorológica Mundial/ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), 1974, Glosario hidrológico Internacional, WMO/OMM/BMO, (385), Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Suiza.
OMM (Organización Meteorológica Mundial), 1992, Vocabulario meteorológico internacional 2nd edition, Geneva, Switzerland: WMO (Series); 182, 784 pp.
ONU (Organización de las Naciones Unidas), 1994, Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertización en los países afectados por sequía grave; fecha de actualización 30/05/2007. Disponible en:
http://europa.eu/legislation_summaries/development/sectoral_development_policies/r12523_es.htm
Orellana, L. R., Espadas, M. C., 2002, Aplicaciones de los Diagramas Ombrotérmicos de Gaussen Modificados, en la Península de Yucatán, Centro de Investigación Científica de Yucatán.
Oxford Education, 2006, Weather, School climate Course, Oxford and Texas A&M (Editors), media presentation.
Palacio-Aponte, A. G., Salles-Afonso de Almeida, P., Silva-Casarin, R., Bautista-Godínez, E., Posada Vanegas, G., y Val Segura, R., 2005. Diagnóstico de Riesgo por Inundación para la Ciudad de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche.
PROCIVY (Protección Civil del Estado de Yucatán), Coordinación de Protección Civil Estatal, puntos de incendios registrados durante el año 2018.
Ribera, M. L., 2004, Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas. Doc. Anal. Geogr. 43, 153-171. Universitat de Girona. Departament de Geografia, Historia i Historia de L'Art.
Richardson, B. G., 2008, Las Grandes Sequías Mayas Agua, Vida y Muerte, Fondo de Cultura Económica.
SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2012, Comunicado de prensa número 006/12, Presentan avances de Programa de Atención a Sequía, fecha de actualización Enero de 2011. Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/2012/enero/Documents/2012B006.pdf>

SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos), 1978, Análisis de las sequías en México, Documentación de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico. México D.F.

SEIGE (Dirección del Sistema Estatal de Información Geográfica y Estadística del Estado de Quintana Roo), 2012, Plan Estratégico de Desarrollo Integral del Estado de Quintana Roo 2000-2025. Administración 2011 - 2016.

Disponible en línea:

http://seplader.seige.qroo.gob.mx/seigeweb/PlanEstrategico20_25/Tomo1/Cap2/EntornoGeografico.pdf

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2012, DISEMINA, Estadísticas del Sector Agroalimentario y Pesquero. Prevalencia de fenómenos hidrometeorológicos en México. (70), fecha de actualización marzo de 2012.

Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/opt/123/71/70.html>.

SINAVE (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica), 2012, Dirección General de Epidemiología del Gobierno Federal, Secretaría de Salud.

Disponible en:

<http://www.dgepi.salud.gob.mx/informes/informesh/informes%202012%20%20sem%2039/tem>

peraturas.htm

Wikipedia, 2013, Escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos, fecha de consulta 16 de Febrero de 2013. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Beaufort

Xinhua, 2006, Forest fire damage Yucatán ruins in México, fecha de actualización 15 de mayo de 2006, fecha de consulta 04 de Junio de 2013. Disponible en:

http://english.people.com.cn/200605/15/eng20060515_265775.html#

https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_31.pdf

Consulta hemerográfica

Diario del Sureste

20-09-1967 / 21-09-1967
14-09-1998 / 21-09-1998
01-11-1998 / 05-11-1998
01-11-1999 / 31-11-1999

Diario de Yucatán

11-09-1967 / 22-09-1967
11-09-1988 / 20-09-1988
09-09-1988 / 11-09-1998
01-11-1998 / 06-11-1998
01-11-1999 / 31-11-1999
18-09-2002 / 26-09-2002
04-07-2005 / 22-07-2005
01-10-2005 / 03-10-2005
19-10-2005 / 22-10-2005

16-08-2007 / 25-08-2007
01-06-2020 / 02-06-2020
02-06-2020 / 07-06-2020
17-08-2020 / 19-08-2020
06-10-2020 / 12-10-2020
01-10-2020 / 05-10-2020
24-10-2020 / 31-10-2020

Diario Novedades Yucatán

18-09-1967 / 18-09-1967
11-09-1988 / 18-09-1988
09-09-1988 / 11-09-1998
01-11-1998 / 05-11-1998
16-08-2007 / 23-08-2007
16-08-2020 / 21-08-2020
06-10-2020 / 11-10-2020
01-10-2020 / 06-10-2020
24-10-2020 / 31-10-2020

Diario Por Esto

01-11-1998 / 05-11-1998
01-11-1999 / 31-11-1999
19-09-2002 / 25-09-2002
16-07-2005 / 20-07-2005
02-10-2005 / 30-10-2005
19-10-2005 / 24-10-2005
16-08-2007 / 24-08-2007
02-06-2020 / 07-06-2020
24-05-2020 / 03-06-2020
17-08-2020 / 19-08-2020
06-10-2020 / 11-10-2020
01-10-2020 / 05-10-2020
24-10-2020 / 31-10-2020

Diario Mundo al Día

19-09-2002 / 26-09-2002
01-10-2005 / 30-09-2005

RESPONSABLES DE ÁREA

PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS

Lic. Met. Mil. José Aarón Carrillo Sanchez

PELIGROS GEOLÓGICOS

Ing. Alexandra Sarahi Jiménez Beltran

ASESORES TÉCNICOS:

Ing. José Luis Pimentel Puga

Bio. Cecilia de la Cruz Castañeda

DISEÑO E IMAGEN

L.C.C. Salomón Ignacio Mayorga Benavides