



Atlas de Riesgo de la ciudad de Chetumal, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo 2011



Fecha: 5 de Diciembre de 2011
Versión final

Número de obra: CSROP-IR-OPB-108-2011
Número de expediente: PP11/23004/AE/1/032

Othón P. Blanco, Quintana Roo

Centro de Información Geográfica
División de Ciencias e Ingeniería
Universidad de Quintana Roo
Boulevard Bahía s/n esq. Ignacio Comonfort
Chetumal, Quintana Roo
Tel: (983) 8350374
cig@uqroo.mx



Índice

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción..... 4

1.1 Introducción 4

1.2 Antecedentes 4

1.3 Antecedentes en materia de prevención..... 5

1.4 Objetivo 6

1.5 Alcances 6

1.6 Metodología General 6

1.7 Contenido del Atlas de Riesgo 7

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio 9

2.1 Determinación de la Zona de Estudio 9

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural 10

3.1 Fisiografía 10

3.2 Geología 10

3.3 Geomorfología 12

3.4 Edafología..... 12

3.5 Hidrología 13

3.6 Climatología 14

3.7 Uso de suelo y vegetación 14

3.8 Áreas Naturales Protegidas..... 15

3.9 Problemática ambiental..... 15

CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos demográficos, sociales y económicos 17

4.1 Caracterización de los elementos demográficos: dinámica demográfica, mortalidad, densidad de población y distribución de población 17

4.2 Caracterización de los elementos sociales..... 19

4.3 Caracterización de los elementos económicos..... 21

4.4 Estructura urbana 21

CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural 23

5.1 Fallas y fracturas 23

5.2 Sismos 23

5.3 Tsunamis o maremotos..... 23



5.4	Vulcanismo.....	24
5.5	Deslizamientos.....	24
5.6	Derrumbes.....	24
5.7	Flujos.....	24
5.8	Hundimientos.....	25
5.9	Erosión.....	26
5.10	Ciclones. Huracanes.....	26
5.20	Peligros.....	33
5.21	Vulnerabilidad.....	34
5.22	Riesgo.....	35

ANEXO 1. Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP)

ANEXO 2. Estadístico

ANEXO 3. Cartográfico

ANEXO 4. Fotográfico



CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

1.1 Introducción

Un atlas de riesgo está compuesto por un conjunto de mapas de peligros y riesgos naturales para una zona urbana determinada. Su extensión puede corresponder con una localidad o con un municipio y los datos se desagregan a nivel manzana para el primer caso y a nivel de localidad para el segundo. De acuerdo con la metodología desarrollada por la SEDESOL (2011), los mapas que componen el atlas deben contar con una serie de capas relacionadas entre sí que representan la magnitud del peligro o del riesgo para un sistema afectable, así como la ubicación y dimensión física del peligro y del riesgo.

El presente trabajo constituye una actualización del Atlas de Riesgo publicado en el 2005. Sin embargo, a partir del análisis de la nueva metodología (SEDESOL 2011) se concluyó que, para mejores resultados, los datos incorporados a esta nueva versión deberían ser, en lo posible, obtenidos a partir de sus fuentes originales y no directamente del Atlas 2005. Esto permitió eliminar inconsistencias de los datos derivadas de la metodología utilizada durante su creación.

Para la realización de este nuevo atlas, primero, se diseñó y construyó un sistema de información geográfica que integra los elementos de los sistemas afectable, regulador, y perturbador. Los dos primeros a partir de datos base, y el último sistema a partir de los resultados de análisis espaciales. Los mapas que integran el atlas, fueron creados a partir de este SIG, y las bases de datos espaciales creadas como parte del mismo pueden ser consultadas a través de software estándar de SIG.

1.2 Antecedentes

En 2005 se elaboró el Atlas de Peligros Naturales para la Ciudad de Chetumal, basado en Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros del Programa HABITAT, y que tuvo en sus objetivos el identificar las amenazas principales para la supervivencia, garantizar la seguridad y el bienestar de la mayoría de las personas; evaluar las principales causas de riesgos y las posibles consecuencias en términos de: vidas humanas, daño económico así como ecológico; y establecer los mecanismos de consulta y análisis que les permitan a las organizaciones federales, estatales y municipales instrumentar las políticas y programas para enfrentar esas amenazas. Este atlas fue una primera aproximación al estudio del riesgo en la ciudad de Chetumal y localidades dentro PDU del Área Metropolitana. En él se señalan cuáles son las afectaciones por inundaciones y huracanes, están indicadas también las zonas de peligro por explosión para las gasolineras y gaseras que existían en ese entonces. El desarrollo urbano del área de estudio demanda una actualización de los análisis entonces realizados y analizar elementos de peligro entonces no considerados, un ejemplo de estos elementos son los incendios forestales que han afectado a los nuevos fraccionamientos al norte de Chetumal.

En 2008, con fondos Mixtos del CONACyT y el Gobierno del Estado de Quintana Roo, la Universidad de Quintana Roo en Conjunto con la Universidad Nacional Autónoma de México elaboran el Atlas de Riesgo Oceanográfico en donde se señalan los principales efectos de los fenómenos hidrometeorológicos, para una franja de 30 kilómetros a partir de la línea de costa del Estado de Quintana Roo, en donde habitan más del 78% de las personas del estado. Este Atlas señala las principales características físicas del estado y las principales zonas de afectación por marea de tormenta ocasionada por huracanes.

Los principales fenómenos naturales que han impactado el Área Metropolitana de Ciudad de Chetumal en los últimos 60 años se relacionan a continuación:

- Huracán Janet (1955) destruyó por completo la ciudad de Chetumal (además de Xcalac y Vigía Chico). Fue necesaria la intervención del gobierno federal para la reconstrucción de la ciudad.
- Huracán Carmen (1974) convirtió la ciudad de Chetumal en zona de desastre y más de 5,000 personas perdieron sus hogares y pertenencias.
- Huracán Gert (1993) inundó la zona baja de la ciudad y provocó fuertes encharcamientos en las partes bajas de varias colonias.
- Huracán Opal y Roxanne (1995) afectaron a las colonias de Solidaridad, Fidel Velázquez y Payo Obispo con fuertes encharcamientos e inundaron algunos tramos de la carretera Chetumal-Mérida
- Huracán Mitch (1998) registró fuertes inundaciones y encharcamientos en gran parte de la ciudad además de afectaciones menores en postes de alumbrado público.



- Huracán Dean (2007) con una magnitud de 5 en la escala Saffir – Simpson tocó tierra a 50 kilómetros al norte de la ciudad de Chetumal causando fuertes daños a las localidades cercanas como Calderas, Huay-Pix, Xul-Ha y Subteniente López en Chetumal se registró el derribo de árboles, antenas, espectaculares, postes de alumbrado público, teléfono y daños en más de la mitad de las vialidades de la ciudad por inundación y objetos obstruyendo la circulación.

Además, cada año se presenta una buena cantidad de incendios forestales, un ejemplo de lo anterior es que en 2011 se declaró en estado de contingencia al municipio de Othón P. Blanco, ya que se presentaron 19 incendios forestales que afectaron cerca de 2,500 hectáreas. En marzo de este mismo año se presentó un incendio cercano a la comunidad de Luis Echeverría, este incendio estuvo cercano a los límites del fraccionamiento Las Américas y la colonia Nueva Progreso, en el norte de la ciudad de Chetumal muy cerca también de la comunidad Calderitas, afectando con el humo a los habitantes de esta zona.

En el año 2005 el PDU del Área Metropolitana señalaba que se tenía la carencia de sistemas de relleno sanitario para la disposición de residuos sólidos y basura, lo que ocasionaba la contaminación del suelo y mantos freáticos por lixiviación. A raíz de esto, en 2009 se construyó una celda emergente, lo que permitió clausurar en 2010 el tiradero a cielo abierto que funcionó más de dos décadas como depósito final de desperdicios. En marzo de 2011 se registró un incendio en el relleno sanitario de la ciudad de Chetumal, tuvo una duración de cuatro días y se consumieron alrededor del 80% de los residuos lo que significa un total de 2 mil toneladas de desechos sólidos, entre ellos bolsas plásticas y cartón. Los olores y el humo afectaron a las colonias cercanas como el Fracc. Caribe, Fracc. Las Américas y la colonia Pacto Obrero. Actualmente el relleno sanitario recibe diariamente más de 300 toneladas de basura en una superficie de 22 mil 500 metros cuadrados y una profundidad de 1.9 metros. Esta cantidad de desechos y la cercanía a los nuevos fraccionamientos en Chetumal y Calderitas representa un peligro para la población en caso de incendio, no solo por los olores y humo sino también por llamas que pudieran alcanzar las viviendas de estos fraccionamientos.

1.3 Antecedentes en materia de prevención

Para dar cumplimiento con lo anterior, la Honorable XII Legislatura Constitucional del Estado de Quintana Roo decretó en junio de 2009 la Ley de Protección Civil del Estado de Quintana Roo, que tiene por objeto establecer las bases de coordinación de las actividades y programas en materia de protección civil.

En el ámbito municipal, para el H. Ayuntamiento, existe el reglamento del sistema municipal de protección civil de Othón P. Blanco, el cual tiene competencia en todo el territorio del municipio. El Sistema Municipal de Protección Civil de Othón P. Blanco, Quintana Roo, estará integrado por:

- I. El Consejo Municipal de Protección Civil.
- II. La Dirección Municipal de Protección Civil.
- III. Los Comités Operativos en materia de Protección Civil.
- IV. Los grupos voluntarios.

El primero tiene como principal objetivo fungir como la instancia de coordinación y concertación entre los sectores público, social y privado, en materia de protección civil, el cual se encuentra constituido por: Un Presidente, que será el Presidente Municipal; un Secretario Ejecutivo, que será el Director Municipal de Protección Civil; un Coordinador General, que será el Director Municipal de Protección Civil; y los consejeros permanentes (regidores, representantes de la Secretaría de la Defensa Nacional, representantes de las Dependencias Federales y Estatales en el Municipio, directores de las instituciones educativas de todos los niveles, titulares de las Direcciones de la Administración Municipal, y grupos de voluntarios y especialistas en materia de protección civil).

El segundo, su principal objetivo radica en vigilar la adecuada aplicación de este reglamento, al mismo tiempo que se encuentra adscrito a la Secretaría del H. Ayuntamiento. Por su parte los comités operativos especializados, los cuales podrán ser permanentes o temporales, tendrán la responsabilidad de atender en primera instancia, los riesgos y emergencias que pudieran presentarse, clasificándose de la siguiente manera:

- A. El comité operativo especializado en huracanes.
- B. El comité operativo especializado en incendios forestales.
- C. El comité operativo especializado en incendios urbanos.
- D. El comité operativo especializado en instalaciones petroquímicas y sus derivados.



Estos comités se compondrán de un Presidente, que será el Presidente Municipal, y en su ausencia quien el mismo designe, un Coordinador General, que será el Director Municipal de Protección Civil, un coordinador operativo, que será el que realice acciones de prevención, así como coordinadores del área y vocales.

Y finalmente los grupos voluntarios de protección civil que se formarán por personas debidamente organizadas y preparadas para participar con eficiencia en la prevención y auxilio de la población civil, cuando la magnitud de un desastre así lo mande.

1.4 Objetivo

El objetivo del Atlas de Riesgos de la ciudad de Chetumal es ubicar e identificar el tipo y grado de riesgos por fenómenos hidrometeorológicos y geológicos en el AMCH de acuerdo al origen natural de los mismos a través de la generación e interpretación de cartografía para detectar, clasificar y zonificar las áreas de riesgos, peligros y vulnerabilidad, identificando la correlación entre estas zonas y los aspectos físicos, económicos y sociales vulnerables.

1.5 Alcances

Para este Atlas de Riesgo de la ciudad de Chetumal se han omitido el estudio de algunos riesgos naturales, ya que las condiciones geográficas de la región hacen que este tipo de riesgos no se consideren como una amenaza. Estos son los relativos a fenómenos geológicos: sismos, vulcanismo, deslizamientos, derrumbes, flujos (lodo, tierra y suelo, avalancha de detritos, creep, lahar). Asimismo se excluyen las nevadas relacionadas con los fenómenos hidrometeorológicos. Los riesgos naturales analizados son hundimientos, depresiones, tormentas y ciclones tropicales, así como inundaciones por huracanes.

El área de estudio comprende el Área Metropolitana de la ciudad de Chetumal (Calderitas, Xul-Ha, Subteniente López y Huay-Pix), Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Los datos de población y vivienda empleados corresponden a los años 2005, 2010 y 2011. Los datos espaciales corresponden a los años 2005-2011. En aquellos casos donde no existen datos registrados, se presentan los datos para el municipio o el estado.

1.6 Metodología General

La elaboración del Atlas de Riesgos de la Ciudad de Chetumal se enmarca en las actividades desarrolladas como parte del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos 2011.

Este Atlas contribuye con los propósitos del **Plan Municipal de Othón P. Blanco 2011-2013** sustentados en su cuarto eje rector denominado *el medio ambiente y el desarrollo sustentable* en la directriz de *atención puntual y precisa al tema de calentamiento global* que en el inciso 4.5.2.1 señala que se deberá llevar a cabo la *Elaboración del Atlas de Riesgo Municipal*.

Para la realización del presente Atlas se tomó como base la metodología vigente desarrollada a nivel nacional por la SEDESOL, denominada **Bases para la estandarización en la elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográfico para representar el Riesgo 2011**, y la desarrollada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) **Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos**. De acuerdo con estos documentos, la elaboración del atlas de riesgos implica los siguientes aspectos:

1. Identificación de los fenómenos naturales que pueden afectar el área de estudio
2. Determinación del peligro asociado a los fenómenos identificados
3. Identificación de los sistemas expuestos y su vulnerabilidad
4. Evaluación de los diferentes niveles de riesgo asociado al tipo de fenómeno natural
5. Integración de la Información sobre los fenómenos naturales, peligro, vulnerabilidad y riesgo

En la etapa inicial de la elaboración del Atlas se realizó una reunión con la Dirección Municipal de Protección Civil para el llenado de la *Cédula Inicial de Principales Peligros (CIPP)* que se anexa en el presente documento y que orienta los primeros trabajos de búsqueda de datos e información relacionados con los peligros naturales en la zona de estudio.

Como resultado del estudio que da origen a este documento, se obtuvieron los siguientes productos:

- Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (Anexo CIPP)



- Mapas (Anexo Mapas) y caracterización de elementos del medio natural (Documento del Atlas, capítulo 3) por tema: geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas y problemática ambiental.
- Mapa de distribución de población (Anexo Mapas) y caracterización de elementos sociales, económicos y demográficos (Documento del Atlas, capítulo 4)
- Mapa base (Anexo Mapas) que contiene curvas de nivel, hidrología, localidades (nombres), vialidades principales, líneas de comunicación y principales obras de infraestructura.
- Mapas de Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos (Anexo Mapas) y su Interpretación (Documento del Atlas, capítulo 5)

La determinación de las áreas con peligros hidrometeorológicos, se realizó aplicando la *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales* del CENAPRED. De esta Guía se aplicó la metodología para la estimación del riesgo a partir de métodos, evidencias e indicadores de vulnerabilidad de los peligros hidrometeorológicos enumerados a continuación:

- Huracanes
- Ondas tropicales
- Inundaciones

De acuerdo con la metodología propuesta en la misma guía, el estudio de los riesgos se debe abordar considerando, reuniendo y caracterizando los siguientes elementos:

- Sistema perturbador
- Nivel de análisis y método
- Evidencias
- Indicadores de vulnerabilidad

La metodología particular para cada uno de los peligros se explica con mayor detalle en el apartado correspondiente.

Los datos espaciales y productos cartográficos que integran este atlas emplean la base matemática definida por los siguientes parámetros:

- Proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 16 Norte; unidades metros; Datum WGS84
- Existen tres escalas de construcción de los datos, escala 1:500 para los datos obtenidos mediante levantamiento en campo (sitios de hundimientos, inundaciones, gasolineras, gaseras, infraestructura urbana), escala 1:10,000 para las capas del Área metropolitana de Chetumal (vialidades, manzanas, polígono de zona urbana, colonias, Áreas Geoestadísticas Básicas, vulnerabilidad, peligro y riesgo) y escala 1:50,000 para los datos del medio natural (edafología, geomorfología, geología, hidrología, fallas y fracturas, municipios, línea de costa, trayectoria de huracanes).
- Se tienen tres escalas de presentación cartográfica, que corresponden a: Mapa base municipal 1:260,000, Mapa base del Área Metropolitana de Chetumal 1:34,000, Mapa base de Chetumal 1:15,000.

1.7 Contenido del Atlas de Riesgo

Este Atlas de Riesgo de la ciudad de Chetumal representa una importante contribución al estudio y conocimiento del riesgo por fenómenos naturales en el municipio. Los datos recopilados durante su desarrollo constituyen por sí solos una valiosa aportación dada la escasez de los mismos. Por su parte, los análisis de riesgos, la cartografía elaborada para su representación y la interpretación de ambos constituyen una fuente importante de información para la toma de decisiones en materia de prevención y mitigación del riesgo.

En el primer capítulo **Antecedentes e Introducción**, se presenta una introducción a los trabajos realizados para la elaboración del atlas de riesgos, se establecen los objetivos, alcances y metodología general. Como antecedentes se describe brevemente la creación del centro urbano y los principales impactos de huracanes.

En el segundo capítulo **Determinación de la zona de estudio**, se hace una descripción de la ubicación geográfica, su poblamiento, entorno físico, desarrollo urbano, economía y entorno regional.



En el tercer capítulo **Caracterización de los elementos del medio natural** se describen, entre otros, los tipos de suelo, cuerpos de agua y formaciones geomorfológicas. En este capítulo se describen los fenómenos naturales que se presentan en la zona y que pudieran representar una amenaza a la población.

El cuarto capítulo **Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos** detalla el sistema afectable, es decir, aquellos elementos vulnerables a la presencia de los fenómenos perturbadores, incluyendo las características socioeconómicas de la zona, tales como la superficie del asentamiento humano, la dinámica de la población y la ubicación de las instalaciones de riesgo.

Por último, el quinto capítulo **Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural**, a partir de la integración y análisis de los elementos descritos en los capítulos anteriores, presenta los resultados de la identificación de los riesgos, peligros y la vulnerabilidad en la zona.



CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

2.1 Determinación de la Zona de Estudio

Para el presente Atlas se han establecido tres escalas de representación, estas son: escala municipal (1:260,000), escala de área metropolitana (1:34,000) y escala de la ciudad de Chetumal (1:15,000). Los análisis de vulnerabilidad, peligro y riesgo se realizaron a una escala 1:10,000 y su representación cartográfica es de acuerdo al nivel de representación de los mapas.

El área de estudio municipal corresponde a la superficie del municipio de Othón P. Blanco (11,821 km²), de acuerdo a los límites actuales (2011) señalados en la Constitución Política del Estado de Quintana Roo. En la cartografía a nivel municipal se representan el mapa de fallas y fracturas, áreas naturales protegidas y cuenca hidrológica del Río Hondo.

Para la escala de área metropolitana se toma como base el Programa de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Chetumal, Calderitas, Xul-Ha (AMCH) vigente. El AMCH se encuentra en el municipio de Othón Pompeyo Blanco en el sur del Estado de Quintana Roo, cerca de la frontera con el país de Belice (12 km). Las coordenadas extremas del municipio que lo alberga son 18.98 latitud norte, 17.82 latitud norte, 87.23 longitud Oeste y 89.41 longitud Oeste. Las coordenadas extremas (al 2011) de la mancha urbana de la ciudad de Chetumal son 18.56 latitud Norte, 18.49 latitud Norte, 88.35 longitud Oeste y 88.26 longitud Oeste y tiene una superficie de 42 km² misma que incluye las áreas de infraestructura y equipamiento urbano. Ver Anexo 1 Mapa base del área metropolitana.

El Área Metropolitana de la ciudad de Chetumal (15,218 has) comprende las localidades de Calderitas, teniendo actualmente una mayor cercanía por el desarrollo de vivienda hacia el norte de la Ciudad, Xul-Ha, Subteniente López y Huay-Pix. Chetumal colinda al sur y al este con la Bahía de Chetumal y al oeste con zona de vegetación.

En la cartografía a nivel Área Metropolitana se representan los mapas de fisiografía, geología, geomorfología, topográfico, edafología climatología, hidrología, vegetación y usos de suelos, discapacidad de población, densidad de población, estructura de edad, grado escolar, ubicación de gasolinera y gaseras, casetas de policía, inundación, inundaciones por marea, ciclones, incendios, peligro por huracán, peligro por inundación, peligro por explosión de gasolinera, peligro por hundimiento, vulnerabilidad socioeconómica, vulnerabilidad por habitantes, vulnerabilidad de estratos, vulnerabilidad de infraestructura, peligro y riesgo.

La escala más grande corresponde a la ciudad de Chetumal que es la capital del estado de Quintana Roo y después de la ciudad de Cancún la segunda ciudad en tamaño y en importancia económica para el estado ya que en ella se encuentra la representación de los tres poderes del Estado. Está habitada por 151,243 personas de acuerdo con INEGI (Censo de Población y Vivienda para el 2010).

En la cartografía a nivel ciudad se representan el mapa ambiental, discapacidad de población, densidad de población, estructura edad, grado escolar, ubicación de gasolinera y gaseras, caseta de policía, inundación por marea, infraestructura, refugios, peligro por huracán, peligro por inundación, peligro por explosión de gasolinera, peligro por hundimiento, vulnerabilidad socio económica, vulnerabilidad por habitantes, vulnerabilidad de estratos, vulnerabilidad de infraestructura, peligro y riesgo.

El cuerpo de agua de mayor superficie es la Bahía de Chetumal y existen algunos cuerpos de agua de menor superficie localizados en la periferia y cercanías de la ciudad, hacia el norte de la misma. El conjunto de estos cuerpos de agua se conoce como: La Sabana. De acuerdo con la altura promedio la ciudad se divide en dos grandes zonas, la zona baja (2 msnm) y la zona alta (6 a 9 msnm). La primera comprende toda la franja costera (700 m aproximadamente).

La Ciudad está comunicada con el resto del país a través de la Carretera Federal 186 (Ver Anexo 1 Mapa del área de estudio); la segunda carretera en importancia es la Carretera Federal 307 que conecta con la ciudad de Cancún. Existen otras dos carreteras estatales que comunican a la ciudad con la comunidad de Santa Elena (Frontera con Belice) y Calderitas (Al norte de Chetumal).



CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1 Fisiografía

La ciudad de Chetumal y su área metropolitana están enclavadas en la Provincia Fisiográfica conocida como Península de Yucatán que además comprende los Estados de Campeche, Yucatán y parte de los países de Guatemala y Belice. Su superficie se distribuye en tres subprovincias:

- 3 Carso Yucateco, que abarca más del 50% en el centro y norte del Estado.
- 4 Carso y lomeríos de Campeche, en el sureste colindando con Campeche.
- 5 Costa baja de Quintana Roo, en el sur adyacente a Belice y sobre la línea de costa al este y sureste de la entidad.

Según la clasificación fisiográfica de E. Raisz (1964), el relieve de la península y de las islas cercanas lo conforman pequeñas elevaciones con altura máxima de 22 m. Dada la solubilidad de la roca, son frecuentes las dolinas y las depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación. Topográficamente la zona en estudio es sensiblemente plana, con desniveles graduales de hasta 7.50 m. La roca caliza se encuentra muy superficial.

La porción litoral se caracteriza por tener salientes rocosas, cordones y espolones, así como lagunas pantanosas intercomunicadas con el mar mediante canales de marea o por medio de bocas.

El flujo del agua es subterráneo y el nivel freático se encuentra a poca profundidad, de manera que ocasionalmente aflora en los cenotes o en las lagunas intermitentes que se ubican en las zonas bajas.

La ciudad de Chetumal es plana, así como toda la Península de Yucatán, dos de sus extremos, el este y el sureste, culminan en la Bahía de Chetumal, cuya costa es baja y pedregosa, cubierta en su mayor parte por el mangle, hacia el suroeste de la zona urbana se encuentra el cauce del río Hondo y su desembocadura, aunque no existe urbanización alguna en esa zona, la mayor parte de la ciudad se extiende hacia el norte y hacia el oeste, su territorio únicamente tiene una diferencia de altura situada a unos 200 metros de la costa, el resto es prácticamente plano, con algunas mínimas ondulaciones, esta zona permite la formación de aguadas y zonas pantanosas durante la época de lluvias. Chetumal no es atravesada por ninguna corriente de agua superficial diferente al río Hondo. Hacia el norte, la población se encuentra prácticamente conurbada con la localidad de Calderitas.

En el interior de la Bahía de Chetumal desemboca el Río Hondo cuyo lecho es producto de una falla geológica; corre a lo largo de la frontera con Belice desde su nacimiento en el Petén guatemalteco, desembocando con un flujo aproximado de 70-80 m³/s, según la Comisión Nacional del Agua.

La parte sureste del Estado está constituida por una llanura rocosa suavemente ondulada y con una altura sobre el nivel de la mar poco significativa, en la que se han formado extensas zonas de inundación temporal, caracterizándose la franja litoral por presentar numerosas lagunas y áreas pantanosas. La línea de costa con frecuencia muestra puntas rocosas, cubiertas parcialmente por depósitos de litoral. Paralela a ella se ha desarrollado una barrera arrecifal que limita una extensa zona lagunar (INEGI, 2002).

3.2 Geología

La roca más abundante en Chetumal y su área metropolitana es la sedimentaria, tanto del Terciario (89.5%) como del Cuaternario (10.1%), ambos Periodos pertenecientes a la Era del Cenozoico (63 millones de años). Las más antiguas son calizas dolomíticas, salificadas, que datan del paleoceno al eoceno. Sobre éstas llegan a aflorar, en algunos sitios, calizas fosilíferas eocénicas. (Tabla 1)

Asimismo, entre Chetumal, su área metropolitana y Bacalar se localizan también rocas de origen marino del mioceno y plioceno Evaporitas y arcillas del terciario y cuaternario rellenan las depresiones. Rocas calizas y coquinas, así como depósitos areno-arcillosos, del pleistoceno y reciente están dispersas en varias áreas.

A diferencia de Chetumal y Bacalar, en el río Hondo se encuentran las rocas plegadas y afalladas, en el resto se hallan casi de manera horizontal. Asimismo en el sur se presentan fallas normales que hacen que el relieve se encuentre escalonado. Los desniveles están entre 10 y 100 m., y llegan a tener longitud de varios kilómetros. No pocas han determinado la formación de fosas y en algunas se alojan lagos y lagunas como la de Bacalar.



Periódicamente, movimientos tectónicos, que acontecieron hace unos 5, 000 años en el área del río Hondo, Bacalar y la bahía de Chetumal, determinaron la formación de numerosos afallamientos, tanto verticales como horizontales. Además, se tienen varios escalonamientos como el del río Hondo y el de las orillas de la Laguna de Bacalar. El desnivel de las partes llega a ser de más de 100 m. en el paraje de La Unión, y de 30 a 50 m. en Bacalar, Seele, (1990). Los movimientos determinaron la formación de un tsunami que arrasó el suelo de la porción vinculada con la tierra baja y el litoral, y sedimentó el Sascab (caliza muy intemperizada que se clasifica como una arena limosa con gravas y fragmentos chicos y medianos) lodoso en los terrenos deprimidos. En los bloques hundidos se formaron lagunas, los cenotes se partieron, quedaron bajo las aguas como sucede en la bahía de Chetumal, y en parte fueron rellenados con el Sascab. Los movimientos diversos tanto verticales y horizontales, la forma de "Z" de la laguna Bacalar y el curso del río Hondo lo confirman. Los ascensos en Ucum, Reforma y otros lugares, determinaron el fracturamiento de diversas subcuencas en las áreas deprimidas.

Entre la isla Tamalcab (Bahía de Chetumal) y Morocoy, se formaron al menos unos 22 bloques de falla, algunos basculados y conformando generalmente pilares que hacen las veces de cerritos y lomas, ubicadas probablemente desde el pleistoceno tardío.

Según Lugo (1990-92), con base en la geología superficial se determinó que la plataforma peninsular sufrió emersión durante el oligoceno y mioceno en su parte meridional, y en el plioceno en las porciones restantes. Por otra parte, en el cuaternario el movimiento se hace patente en los litorales. Al emerger la península, el relieve es de planicies onduladas y posteriormente de lomeríos. En relación a lo anteriormente mencionado la ciudad de Chetumal pertenece a una planicie costanera, estrecha y con depósitos marinos recientes y con acumulaciones de litoral.

De esta manera, en la zona estudiada se encuentran los siguientes tipos de relieve:

1. Planicie estructural, casi horizontal, baja, de calizas, con altitud de casi diez metros y afallamientos del mioceno, plioceno y cuaternario, localizable desde el sureste de San Salvador y Caanlunmil, hasta la bahía de Chetumal.
2. Planicie estructural, de baja a media, con lomeríos, altitudes de 20 a 50 m. afallada, del mioceno, eoceno y cuaternario, localizada al suroeste de Xul-Ha, y paralela al Río Hondo.

El desmonte que se ha desarrollado en la región de Chetumal-Bacalar hace accesible el terreno y permite apreciar detalles de las formas del relieve y otros fenómenos.

Asimismo, atendiendo a las condiciones topográficas y propiedades del subsuelo, en el área de la ciudad bajo estudio se distinguen dos zonas de diferente elevación, separadas físicamente por un escalón natural del terreno, que constituye una transición corta pero gradual. Estas dos zonas son conocidas, de acuerdo a su elevación relativa, *zona alta* y *zona baja*.

La zona baja inmediata a la bahía, tiene una elevación media de 2 m sobre el nivel del mar; la zona alta se extiende tierra adentro con una elevación de 6 a 9 m, de forma tal que el desnivel entre ambas varía entre 4 a 7 m.

Zona alta. El subsuelo de esta zona está constituido por materiales estratificados, de colores claros (blanco, amarillo y café), del tipo de calizas cretáceas, conocidas localmente como sascab. Su espesor y carsticidad son muy variables. Este material aflora en la superficie y sólo en ocasiones se observa sobre él roca caliza dura, en pequeñas porciones o fragmentos aislados. Su textura es la de un suelo arcillo arenoso de consistencia variable.

Zona baja. En esta zona las condiciones del terreno natural son completamente diferentes a las de la zona alta, debido principalmente a la presencia superficial de depósitos marinos recientes que yacen sobre una formación similar a la de la primera. Estos depósitos marinos están poco consolidados y son de consistencia y/o compacidad muy variables, se encuentran saturados por encontrarse el nivel freático a poca profundidad de la superficie (0.50 m a 1.50 m). Las condiciones son más desfavorables a medida que la distancia hacia el mar es menor.



3.3 Geomorfología

De acuerdo con Sánchez Crispín (1980), en Quintana Roo se distinguen tres unidades geomorfológicas:

- a) La meseta baja de Zoh-Laguna
- b) Las planicies del Caribe y
- c) El litoral coralífero del noreste.

La ciudad de Chetumal y su área metropolitana están compuestas por dos de las tres unidades geomorfológicas las cuales son: la Meseta Baja de Zoh-Laguna que se extiende en la porción oeste del municipio de Othón P. Blanco, en la frontera con el estado de Campeche, y la correspondiente a las Planicies del Caribe que abarca el resto del municipio de Othón P. Blanco.

De igual forma en la ciudad existen algunos accidentes costeros como la bahía de Chetumal, cuya entrada es peligrosa por la existencia de numerosos bancos de coral. Debido a que su formación geológica es de material calcáreo, la mayor parte del agua de lluvia se infiltra y crea cenotes y cavernas. Las únicas corrientes superficiales con las que cuenta son los ríos Azul y Hondo.

Asimismo, debido a la baja absorción de sus suelos (akalche), en estos ocurre acumulación de agua; actualmente forman *aguadas* o lagunas de extensión reducida, o zonas de inundación permanente. Con respecto al subsuelo, la permeabilidad dominante en la zona va de media a alta y se distribuye en toda el área, debido principalmente a las características geológicas, constituidas por formaciones calcáreas del Terciario, como son caliza, marga y en menor proporción yeso.

A continuación se mencionan brevemente los ambientes terrestres (Tabla 2):

Meseta kárstica denudatoria erosiva (50-200 m) muy ondulada, microvalles y colinas ligeramente inclinada (3-5 grados) con valles kársticos pequeños y montículos calcáreos sobre calizas, con Rendzinas y Litosoles, con selva mediana subcaducifolia transformada, cultivos anuales, milpa tradicional roza – quema.

Planicie kárstica estructural escalonada, planicie de plataforma nivelada (5-20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados) karstificada, con karso desnudo (70-80 %) sobre calizas, con Litosoles y Rendzinas, con selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia transformada, con plantaciones de henequén en abandono, pastizal para ganadería extensiva y asentamientos humanos.

Sistema estuarino Boca, esteros, canales o brazos de comunicación intermareal.

Talweg línea formada por los puntos más bajos del lecho de un río, especialmente en el curso superior donde éstos entallan profundamente en el terreno.

Valles tectónico kársticos (30-50 m), relieve kárstico – erosivo de muy ligera inclinación (0-0.5 grados) superficies planas con colinas, testigos de erosión, con Rendzinas y Luvisoles en superficies de poca inclinación y Litosoles en las elevaciones, con selva mediana subcaducifolia transformada, pastos y plantaciones de cítricos.

3.4 Edafología

En Quintana Roo los suelos son importantes para las actividades agrícolas, ganaderas y forestales así como para el turismo, urbanismo y recreación. Se trata de suelos jóvenes, algunos poco desarrollados y la mayoría de poca profundidad el grupo predominante son los leptosoles también conocidos como lítico o Réndzico (lp). (Tabla 3)

En la ciudad de Chetumal y su zona metropolitana, tomando en cuenta la clasificación maya, predomina el suelo reconocido como *tzeke* (Leptosol, lítico o réndzico) Pedregoso, roca dura continua a poca profundidad. Este es un suelo formado, según la Carta Edafológica escala 1:250,000, Bahía de Chetumal E-16-4, por rendzinas con incrustaciones de litosoles (E+I/3). Este tipo de suelo son suelos jóvenes, cuya característica principal es la presencia de residuos de carbonatos mezclados con material mineral. Su coloración va del castaño oscuro al negro, bastante arcillosos, con profundidades no mayores a 25 cm desde la superficie, soportan vegetación de selva alta y mediana subperennifolia. La capa superficial es de color negro cuando está húmeda, y muchas veces tiene por encima una capa de hojarasca que hace que sus contenidos de materia orgánica vayan de pobres a extremadamente ricos. La textura dominante es arcillosa. Se estructura en bloques subangulares, granulares y migajosos, que permiten un buen drenaje interno.



Regularmente son muy fértiles, pero limita el uso su baja profundidad, principalmente aquellos de tipo lítico y con presencia de fragmentos de roca, acompañados de afloramientos rocosos.

En el litoral de la Bahía de Chetumal están presentes los suelos akalche (gleysolvértico) las características de este suelo son tierras bajas que se inundan, de propiedades gléyicas (respecto al color del suelo), siendo los akalche dominantes al noreste del Municipio de Othón P. Blanco y al igual que el Regosol son suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca.

Debido a la poca permeabilidad de los suelos (suelos clay o akalche) (ver mapa Edafológico), en estos ocurre acumulación de agua, que forman “aguadas” o lagunas de extensión reducida, o zonas de inundación permanente.

Asimismo, en los últimos años se han incrementado de manera considerable las fallas en la infraestructura vial, que se manifiestan como hundimientos del subsuelo (ver mapa de hundimientos) (caliza terciarias) (Ver mapa Geología). Este problema se manifiesta con mayor intensidad en la zona baja.

3.5 Hidrología

El Municipio de Othón P. Blanco pertenece hidrológicamente hablando a la Región Hidrológica Yucatán Este (Quintana Roo), el municipio cuenta con dos cuencas llamadas Cuencas cerradas y Bahía de Chetumal, las subcuencas de la región, hacia el municipio de Felipe Carrillo Puerto son Xpechil, Felipe Carrillo Puerto, Chunhuhub, Ycactum, L. paigua.

En Othón P. Blanco se encuentran las únicas aguas superficiales de todo el territorio de Quintana Roo, se encuentra el Río Hondo y el Río Escondido, únicos ríos de toda la península de Yucatán. El Río Hondo nace en las sierras fronterizas entre Belice y Guatemala; y desembocan en la ciudad de Chetumal; el Río Escondido es una corriente proveniente de Campeche, es un río mayormente estacional y de cauce muy irregular, usualmente se une a amplias aguadas y desemboca en el río Hondo al sur de la Laguna de Bacalar. (Tabla 4)

La zona metropolitana de la ciudad de Chetumal comprendida por las localidades Calderitas, Xul-Ha y Huay-Pix se encuentran conformadas de la siguiente manera:

La localidad de Calderitas, está situada a 8 km. de la cabecera municipal y capital de Quintana Roo, Chetumal, con la que prácticamente forma una conurbación y en la rivera de la Bahía de Chetumal. Además, tiene desarrollo en lugares cercanos como la Laguna Guerrero, además frente a sus costas se encuentra apoca distancia la isla de Tamalcab, la única isla de la Bahía de Chetumal.

Asimismo, la localidad de Xul-Ha, se encuentra al poniente de la Laguna de Bacalar, el cual mide aproximadamente 60kms de largo desde el extremo sur de dicha localidad, hasta el extremo norte y 2 km de ancho, en una alineación de NNE hacia SSE. Sus aguas varían en tonalidades de azul, desde claro en aguas someras, hasta un azul oscuro en los cenotes y zonas profundas, por ello que se conoce como la laguna de siete colores.

De igual forma la localidad de Huay-Pix, se localiza junto a la Laguna Milagros, una de las múltiples lagunas que se encuentra en el extremo sur de Quintana Roo y que forman un gran sistema laguna junto a la Laguna de Bacalar y al río Hondo.

Por otro lado, la ciudad de Chetumal, fue fundada en la desembocadura del Río Hondo en la Bahía de Chetumal, este río que marca la frontera entre la República Mexicana y el país de Belice. La bocana que comunica al mar se localiza al SE y se encuentra bordeada por cayos y bancos de arena. En el interior de la bahía desemboca el Río Hondo cuyo lecho es producto de una falla geológica; corre a lo largo de la frontera con Belice desde su nacimiento en el petén guatemalteco, desembocando con un flujo aproximado de $70.80 \text{ m}^3/\text{s}$, según la Comisión Nacional del Agua.

La presencia del río y zonas inundables que rodean a la bahía le dan características estuarinas ya que la salinidad promedio no rebasa las 14 ppm y podría considerarse un sistema hipohalino. Además, por su escasa profundidad (3.28 m en promedio) el movimiento de las masas de agua se determina, principalmente, por los vientos alisos predominantes del E y SE. El clima tropical, el relieve de pendiente limitada y sus suelos cársticos implican aportes de agua continental a través del manto freático hacia la zona costera.

Los terrenos que circundan a la ciudad, tienen una aptitud limitada para el desarrollo urbano debido a los diversos cuerpos de agua que necesitan de conservación. Hacia el oeste de Chetumal se localizan terrenos inundables, lo que limita el crecimiento de la ciudad en esta zona; hacia el E y S la ciudad limita con la Bahía del mismo nombre a lo largo de 11.75 km.



3.6 Climatología

El clima de Chetumal y el de su zona metropolitana están clasificados como cálidos con lluvias en verano. Según la clasificación de Koeppen, modificada por García Amaro y con datos de los componentes físico ambientales como la temperatura, la evapotranspiración y precipitación obtenidos durante 15 años por la Comisión Nacional del Agua, se ha establecido que tiene un clima cálido, subhúmedo intermedio $Ax'(w1)(i1)gw'$ con temperatura media e de lluvias intermedio, donde las precipitaciones en el mes más húmedo respecto al más seco es inferior diez veces.

La época de lluvias fuertes es en verano, con sequía interestival, se presentan precipitaciones en todos los meses, aún en los que se toman como los más secos, marzo y abril, cuando se presentan precipitaciones exógenas traídas por las perturbaciones tropicales que se manifiestan en estas épocas, dado que el área se encuentra precisamente en la ruta de estos fenómenos hidroclimatológicos. (Tabla 5-12)

Cada año los fenómenos hidrometeorológicos amenazan la región donde se localiza la ciudad de Chetumal. Los huracanes Janet (1955), Roxana (1995) y Dean (2007) son algunos de los fenómenos que mayor impacto han tenido en la ciudad, dejando inundaciones y encharcamientos y obligando a evacuar a la población de la zona baja de la ciudad.

Durante los meses de noviembre a febrero se presentan los frentes fríos y se caracterizan por ser anticiclónicos, estos fenómenos no llegan a afectar de manera significativa por lo que se les denomina intemperismos no severos.

3.7 Uso de suelo y vegetación

La estrategia de ordenación territorial del Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2005-2011, divide a la subregión de Othón P. Blanco en cinco zonas:

Zona de preservación con aprovechamiento silvícola, que corresponde con las áreas de selva que se localizan en el oeste de la subregión y a gran parte de la península de Yucatán. En dicha zona con potencial silvícola solo se permitirá la explotación de los recursos forestales cuando se garantice la conservación integral de la selva y además, en el caso de la península de Xcalak, de los cuerpos de agua y de la vegetación que la caracterizan.

Zona de preservación con aprovechamiento agropecuario, se ubica en el centro de la Subregión y está formada por áreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, maíz y arroz, entre otros cultivos, así como la ganadería, que se entre mezclan con áreas de selva. En esta zona se impulsará la agricultura y ganadería, en particular la diversificación de los cultivos. La conservación de las áreas de selva mediana y baja, existentes en la zona, se realizará en forma selectiva y dando prioridad al desarrollo de las actividades agropecuarias.

Zona de control del crecimiento urbano, esta zona se localiza al sur de la de la carretera a Escárcega, en su tramo Chetumal-Juan Sarabia. Se constituye por áreas vulnerables a los asentamientos humanos, ya que en ellos se encuentran los cuerpos de agua que forman el Río Hondo antes de desembocar al mar y los que se forman como producto de las depresiones del terreno y que dan origen a los esteros. Por lo anterior, en esta zona se controlará el crecimiento urbano, se delimitan las áreas urbanas y urbanizables y se realizarán programas para la conservación racional de los atractivos derivados de la belleza del paisaje.

Zona de desarrollo turístico, integra dos subzonas con importantes atractivos del paisaje natural de la subregión: la Laguna de Bacalar y la Costa del Mar de las Antillas en la Península de Xcalak. Estas áreas tienen aptitud turística. Se considera además corredor turístico la Bahía de Chetumal. Por otro lado el litoral de Xcalac se considera como una subzona de reserva para el desarrollo turístico.

El Plan de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Chetumal-Calderitas-Xul Ha se publicó por primera vez en el periódico oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 28 de febrero de 1995 y ha sufrido tres modificaciones, en el año 1997, 2001 y 2003.

Debido al continuo proceso de revisión, evaluación y calificación del Plan 1995, se identificaron elementos económicos y urbanísticos que deberían estar incluidos en el Plan y que fueron objeto de actualización. Mismo que se observa en la actualización para el año 2007. (Tablas 13 y 14).



La franja de ambos lados de la carretera a Calderitas, al sur de las colonias Pacto Obrero y Santa María, que se había considerado de desarrollo a corto plazo se modificó a reserva territorial a mediano plazo (1999-2005, Plan 1997) debido a que el crecimiento no se había dado en esa zona considerada como habitacional media. Además, se anexa a las reservas de mediano plazo la zona comprendida entre el aeropuerto y el Río Hondo, donde se tiene previsto la construcción del nuevo puente internacional, considerada en el Plan 1995 como zona de amortiguamiento.

El Plan de Desarrollo Urbano del área Metropolitana de Chetumal-Calderitas-Xul Ha sufrió modificaciones que fueron publicados en el Periódico Oficial el 19 de mayo de 2003. En esta modificación a nivel de estrategia urbana se presentaron cambios en los usos de suelo de algunas áreas de Chetumal, se extendió el Centro Urbano hacia el oriente sobre una zona de uso habitacional media de densidad baja, se incorporaron zonas sin delimitar que resolverían la falta de espacios, de superficie y extensión suficientes para el establecimiento de hoteles, oficinas, centros comerciales, cines teatros y demás infraestructura asociada al turismo y administración pública. Se incrementa la superficie dedicada al centro urbano pasando de 166.93 a 189.05 has y se reduce el dedicado a uso habitacional media de densidad baja, de 310.99 a 307.19 has. También se modificó la población máxima que podrá albergar la ciudad de 422,945 a 455,892 habitantes. (Tabla 15)

Por otro lado la expansión de la mancha urbana de Chetumal ha provocado la disminución de la selva en sus alrededores. Suelos agrícolas y zonas inundables se han convertido en suelos de uso urbano potencialmente vulnerable ante inundaciones por huracanes. (Tabla 16)

3.8 Áreas Naturales Protegidas

Las áreas naturales protegidas (ANP) son espacios establecidos por el Estado para su preservación y sujetos a un marco legal para garantizar la conservación de sus riquezas medioambientales y culturales. Estas ANP se dividen en 4 grupos: Áreas de Protección de Flora y Fauna, Parques Nacionales, Áreas de Protección de Recursos Naturales y Reserva de la Biosfera.

De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las ANP son regiones de manejo especial, destinados a la protección y mantenimiento de su Biodiversidad, de sus recursos naturales – renovables y no renovables - y de sus recursos culturales. Estos espacios deben ser creados, a su vez, por la sociedad, para integrar esfuerzos que garanticen el mantenimiento de sus procesos ecológicos.

En el estado de Quintana Roo hay 14 áreas naturales protegidas que representan un 25% de su superficie. El municipio de Othón P. Blanco cuenta con un 30% de su territorio decretado como áreas naturales protegidas, estas son:

- Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, con una extensión de 144,360 has, de las cuales 602 has corresponden a superficie terrestre, y 143,758 has a superficie marina.
- Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil, declarada con una superficie de 89,118 has.
- Parque Nacional Arrecife de Xcalak, ubicado en la Península de Xcalak y en la zona de arrecifes con una superficie total (terrestre y marina) de 17,972 has.
- Zona sujeta a Conservación ecológica Santuario del Manatí, decretada por el Gobierno Estatal con una extensión de 281,320 has, de las cuales 101,320 has son terrestres y 180,000 has son marinas y corresponden a la bahía de Chetumal.

3.9 Problemática ambiental

La población en el área metropolitana (Chetumal, Calderitas y Xul-Ha) tendrá incrementos demográficos relativos del 21.08% en el corto plazo, del 52.69% en el mediano plazo y del 78.96% en el largo plazo, esta realidad acentuará la presión sobre el suelo urbano propiciando la extensión de las localidades, básicamente de Chetumal sobre su territorio circundante invadiendo zonas de vegetación natural y lo que es más grave sobre zonas no aptas por estar sujetas a inundaciones. (PDU 2005).

El crecimiento de la ciudad de Chetumal ha traído como consecuencia la reducción de la selva. Se cuenta con un plan de desarrollo urbano sin embargo la falta de su aplicación ha generado varios problemas ambientales. Entre estos problemas se encuentran las inundaciones que presentan varias colonias de la ciudad, que en un inicio fueron creadas en zonas de conservación.



En la mayor parte del área urbana se carece de drenaje sanitario, pero se cuenta con un sistema de drenaje y alcantarillado que consiste en una red de captación, cárcamo de bombeo y lagunas de oxidación, que no alcanza a satisfacer la demanda de la población. Los cárcamos sirven como recolectores de aguas negras con el riesgo de saturación y contaminación del manto freático. La red de drenaje solo cubre la zona centro de la ciudad y algunas colonias recién fundadas y funciona como recolector de aguas negras y como drenaje pluvial. Las aguas negras se descargan en la bahía generando su contaminación. (Castillo 2009).

En 1997, el Instituto Nacional de Ecología realizó un estudio en donde se cuantificaron y tipificaron los residuos sólidos municipales generados por 118 localidades de mayor importancia en la República Mexicana, en el estudio se estimó que Chetumal produjo diariamente 0.848 kg de residuos sólidos per cápita; el promedio de las ciudades estudiadas fue de 0.950 kg por día, donde el 50% de las ciudades generan más 0.870 kg per cápita por día, el estudio arrojó que el 31% de las localidades generan más kg de basura por día que la ciudad de Chetumal.

La ciudad cuenta con un relleno sanitario en las afueras de la ciudad, dicho relleno no cumple con las condiciones adecuadas para la disposición de residuos sólidos y basura, lo que ocasiona la contaminación del suelo y mantos freáticos por lixiviados, mismo que se señala en el PDU del Área Metropolitana de la Ciudad de Chetumal en el año 2005. Debido a esta importante problemática en 199 se construyó una celda emergente, lo que permitió clausurar en el 2010 el tiradero a cielo abierto que funcionó más de dos décadas como depósito final de desperdicios, para marzo de 2011 se presentó un incendio en el relleno sanitario que tuvo una duración de cuatro días y se consumió el 80% de los residuos equivalente a 2 mil toneladas de desechos sólidos. Las colonias que se vieron afectadas fueron Fraccionamiento Caribe, las Américas y la Colonia Pacto Obrero.

La recolección de basura se realiza de manera frecuente, tres veces por semana, pero con irregularidad en las colonias alejadas del centro de la ciudad o de reciente creación. Actualmente el relleno sanitario recibe diariamente más de 300 toneladas de basura en una superficie de 22 mil 500 metros cuadrados y una profundidad 1.9 metros. Esta cantidad de desechos representa un peligro de incendio para las colonias más cercanas.

La actividad económica se encuentra concentrada en el centro de la ciudad de Chetumal y en la zona cercana a la plaza de las Américas y los mercados locales, lo que alejará a la población de sus áreas de trabajo y dificultará la distribución de los servicios y son fuentes generadoras de residuos sólidos. Esto acentuará la pérdida de población en las localidades menores, de continuar con esta tendencia.

En cuanto a la estructura urbana, independientemente a la extensión urbana, esta continuará ordenada ya que el sistema vial existente es factor de organización a la vez que se observa que los nuevos fraccionamientos conservan el tejido en cuadrícula, sin embargo el crecimiento en extensión y la concentración de actividades propiciará un desorden en los usos del suelo, por otra parte los déficits existentes en infraestructura, tenderán a incrementarse, tomando especial significación lo referente a redes de drenaje por que propician contaminación de suelo y agua.

El incremento poblacional, genera que se requiera dotar al área metropolitana de 342 has en el corto plazo, de 512 has en el mediano plazo y de 452 has en el largo plazo, lo que suma un requerimiento de suelo de 1,280 has para el año 2025.

Respecto a infraestructura, el solventar los déficits existentes y responder a los incrementos poblacionales significa que en el área metropolitana se requiera:

- a) Extender y ampliar la red de agua potable en 207 m³/día en el corto plazo, en 115 m³/día adicionales en el mediano plazo y en 96 m³/día adicionales en el largo plazo.
- b) Extender y ampliar la red de drenaje en 301.4 m³/día en el corto plazo, en 92 m³/día adicionales en el mediano plazo y en 78.8 m³/día adicionales en el largo plazo.



CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos demográficos, sociales y económicos

El Área Metropolitana del Municipio de Othón P. Blanco, la cual comprende a las localidades de Chetumal, Calderitas, Xul-Há, Huay-Pix y Subteniente López, tiene una extensión aproximada de 50 kilómetros cuadrados, incluyendo infraestructura y equipamiento urbano, cerca de 5,000 has. En el último censo de población el Área Metropolitana de la Ciudad de Chetumal (AMCH) contaba con 162,170 habitantes (INEGI, 2010), con una densidad de población para el mismo año calculada en 32 hab/ha.

Las localidades que integran la AMCH se conformaron como parte de los procesos de explotación de recursos naturales en el municipio de Othón P. Blanco, como la madera y el chicle, y de las políticas oficiales destinadas a poblar el municipio. Por su parte, la ciudad de Chetumal, cabecera del municipio y de la AMCH, fue fundada en 1898 con el nombre original de Payo Obispo. En 1934, Chetumal se decreta con perímetro libre, lo cual centralizó a sus actividades productivas con un modelo económico de importaciones hasta 1994. El impacto del huracán Janet (1955) provocó una movilidad en su población; ya que este fenómeno destruyó el 80% de las viviendas de la época, afectando también a las poblaciones del AMCH. Chetumal, ha cumplido el papel de albergar funciones administrativas dentro del ordenamiento territorial del Estado de Quintana Roo.

Una de las actividades fundamentales en la historia del Estado de Quintana Roo ha sido la actividad forestal. Si bien esta actividad solo se desarrolló como de bajo impacto al interior de la ciudad de Chetumal, otras localidades en la región basaron su actividad productiva en ella, haciendo que este centro urbano tomara el rol de centro integrador de la actividad económica forestal.

Las localidades de la AMCH presentan un comportamiento diferente, de tal manera que entre Chetumal y Calderitas existe una conurbación física. Esto hace que Calderitas se conforme en la actualidad como una colonia de Chetumal, aún cuando mantiene cierta funcionalidad propia. Las otras tres localidades Huay-Pix, Xul-Há y Subteniente López aún no presentan el fenómeno de la conurbación física pero sí funcional, ya que interactúan con la capital del Estado en forma intensa y se constituyen como suburbios funcionales. Sin embargo, aún conservan el carácter de asentamientos rurales con bajo desarrollo urbano.

4.1 Caracterización de los elementos demográficos: dinámica demográfica, mortalidad, densidad de población y distribución de población

El municipio de Othón P. Blanco y el AMCH han mantenido sus tasas de crecimiento, al igual que la ciudad de Chetumal, por arriba de la nacional; que para el periodo 1990-2010 alcanzó solo el 1.0%. Sin embargo, a nivel municipal y local, ésta siempre ha estado por debajo de la estatal debido al gran dinamismo que se vive en el norte de la entidad. La tasa de crecimiento poblacional para Quintana Roo estimada para el periodo 1990-2010 fue de 4.2%, en contraste la municipal solo alcanzó un crecimiento del 1.6% la cual fue superada por el AMCH con el 2.2% (Tabla 11).

La población urbana del AMCH sigue su propio ritmo de crecimiento (Tabla 12), un poco más lento que en la década de los cincuenta y más acelerado entre los setenta y ochenta, observándose un decrecimiento desde el año 2000 hasta la fecha, pasando de una tasa anual de crecimiento de 2.6% al 2.2%. La tasa de crecimiento de la población urbana de la ciudad de Chetumal observa una variación significativa entre los años 1970, 1980 y 1990, pasando del 6.3% al 9.1% hasta el 5.2%. A partir del año 2000 este crecimiento se ha mantenido en una tasa alrededor del 2%: 1990-2000 (2.6%); 2000-2010 (2.2%). Actualmente el crecimiento urbano de la ciudad de Chetumal se advierte en las zonas no urbanizadas y en terrenos baldíos existentes en el interior de la ciudad, percibiéndose también nuevos asentamientos hacia los límites del norte de la ciudad y en terrenos conurbados que se tienen con la localidad de Calderitas (Castillo, 2009).

En la tabla 12, podemos observar que la población del AMCH pasó de 7,613 habitantes a 13,337 en la década de 1950 a 1960; asimismo el siguiente periodo de 1970 a 1980 la población se duplicó, debido principalmente a la migración de personas provenientes de otras partes del país y a los procesos de colonización apoyados por el Estado. En la década de los noventa su población pasó a 100,624 habitantes, este crecimiento fue de tipo interno apoyado particularmente por instituciones públicas estatales, creándose los primeros desarrollos habitacionales en la ciudad de Chetumal. A partir del año 2000 y hasta la fecha, en la ciudad de Chetumal el crecimiento urbano ha sido controlado por inversiones de



inmobiliarias privadas, lo que se refleja en el incremento de su población que pasó de 121,602 habitantes en el 2000 a 151,243 en el 2010 (INEGI, 2000 y 2010).

Por otra parte, en el periodo 1970-1980, todas las localidades que conforman el área metropolitana tuvieron crecimientos positivos, mayores que la media nacional, pero a partir de los años ochenta las tasas han descendieron (Anexo 3 Tabla 13). Puede observarse, además que en el periodo de 1980-1990 la localidad de Huay-Pix fue la única con una tasa negativa, no obstante, para el periodo siguiente (1990-2000) ésta se incrementa dramáticamente alcanzando un 13.7% de crecimiento poblacional, la mayor del AMCH en el periodo. La dinámica de crecimiento en el AMCH para el último periodo analizado (2000-2010) se da principalmente en dos localidades: Chetumal y Huay-Pix, con el 2.2% y el 2.9%, respectivamente (Tabla 13). Como podría pensarse, la magnitud de Chetumal y su dinámica poblacional dentro del área metropolitana, haría que en el contexto general su tasa de crecimiento afecte los resultados de toda la zona, sin embargo existen tasas mayores al 10% para las localidades de Calderitas y Huay-Pix (Tabla 13).

La *mortalidad*, por su parte, es el aspecto o factor que mejor describe la situación de la salud de una población. De acuerdo al Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) la tasa estandarizada de mortalidad para el estado de Quintana Roo en 2008 fue de 60.3%, es decir 60 fallecimientos por cada 100,000 habitantes. En este sentido, y de acuerdo a los datos proporcionados por la Secretaría de Salud del Estado de Quintana Roo para el año 2011 y hasta el mes de noviembre, tenemos que en el municipio de Othón P. Blanco fallecieron 557 personas. Las principales causas de estos decesos fueron: enfermedades del aparato respiratorio, diabetes mellitus e Insuficiencia renal. Ahora bien, para las localidades que comprenden el AMCH las defunciones fueron solo 371, siendo la localidad de Chetumal la que concentró el mayor número de muertes (Tabla 14). La tasa de mortalidad calculada por cada 1,000 habitantes para AMCH fue de 2.29, sin embargo cabe mencionar que no se pudo obtener el dato correspondiente a la localidad de Huay-Pix (Tabla 14).

En el municipio de Othón P. Blanco, la distribución de sus habitantes es desigual: existen localidades donde se concentra mucha población, y otras en las que la población es poca, no obstante, y de la misma forma, los territorios en el que están asentadas estas poblaciones tiene áreas de diferente superficie (Mapa 4.1.1). Por tal motivo la densidad poblacional es muy diferente entre unos y otros. La densidad poblacional para el AMCH nos muestra que en la ciudad de Chetumal, por ejemplo, es donde se concentra la mayor cantidad de población con una densidad de 45.6 hab/ha (Tabla 15 y Mapa 4.1.2). Por su parte, la localidad de Xul-Há ocupa el último lugar en esta progresión con solo 15 habitantes por hectárea (Tabla 15).

Por otro lado y según criterios utilizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) las localidades de Chetumal y Calderitas cuentan con la denominación de ciudad urbana, por superar los 2,500 habitantes, y el resto de las localidades del AMCH se contemplan como localidades rurales. A su vez, y para fines geográficos-estadísticos del instituto, la distribución de la población se organiza en Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) solo para localidades urbanas, las cuales se encuentran integradas por conjuntos de 25 a 50 manzanas. En el caso de localidades rurales, no existe alguna unidad de análisis específica.

Con base en los resultados del *Estudio de movilidad urbana para el diseño del Sistema Integral de Transporte Urbano de Othón P. Blanco*, realizado por la Universidad de Quintana Roo a través del personal del Centro de Información Geográfica, se obtuvieron los datos de población, manzanas y viviendas habitadas para el año 2010. Los datos muestran que la población del AMCH era de aproximadamente 158,224 habitantes en 2010, los cuales se encontraban distribuidos en 2,690 manzanas donde solo 2,387 se encontraban habitadas. Para el mismo periodo el total de viviendas habitadas se contabilizó en 40,618 con un promedio de ocupantes de 3.84. La metodología utilizada para la adquisición de los datos fue a partir de los resultados del II Censo de Población 2005 (INEGI, 2005), agregando 6 polígonos con las mismas características que los 80 AGEBS manejados por el INEGI para la ciudad de Chetumal, a partir de la digitalización de fotos aéreas e imágenes de satélite, el mismo procedimiento se utilizó para la localidad de Calderitas donde solo se agregaron dos polígonos. Lo anterior tuvo como finalidad incluir a las nuevas áreas urbanas que se localizan al norte de la ciudad de Chetumal, y nuevos fraccionamientos que se asientan entre los límites administrativos de estas dos localidades. Los datos de población calculados se sumaron a los del II Censo de Población y Vivienda del INEGI para estimar la población total al momento de la realización del proyecto (Tabla 14). Cabe mencionar que para el resto de las localidades del AMCH se realizó la digitalización por manzana sin conformarse ningún AGUB, por su calidad de áreas rurales, dando como resultado: 64 manzanas para Xul-Há, 76 para Subteniente López y 65 para Huay-Pix.



La población del AMCH está compuesta de 79,806 hombres y 82,364 mujeres según resultados del último censo de población (INEGI, 2010), es decir, que de la población total contabilizada por este instituto en 2010 (162,170 habitantes) el 49.21% son hombres y 50.79% mujeres. El comportamiento de los factores que intervienen en el crecimiento demográfico y en la estructura de la población es diferente de acuerdo al tamaño de la localidad de residencia. La localidad de Chetumal mantiene una base amplia que se representa por los grupos más jóvenes, aunque también es evidente una reducción de las generaciones más recientes (Tabla 15 y Mapa 4.1.4), reflejo del descenso de la fecundidad en los últimos quinquenios.

La estructura por edad de la población urbana de 2010 muestra un adelgazamiento más marcado en el primer grupo de edad (0 a 5 años), una concentración mayor en el grupo de 5 años y más, y una disminución en el grupo de 18 años y más (Tabla 15 y Mapa 4.1.3). Esto se podría relacionar con la disminución de la fecundidad que ha experimentado la población en las últimas décadas, la cual ha sido más intensa en las localidades urbanas que en las rurales.

Ahora bien, el dato para el AMCH nos indica que en el primer grupo de edad se encuentra debajo de la proporción estatal (26.44%); el segundo supera el porcentaje alcanzado entre el dato municipal y estatal (69.70%); y por último, el grupo de adultos mayores se situó por arriba del estatal con el 3.86% (Gráfico 1). El área metropolitana aún muestra una estructura poblacional predominantemente joven dado que 113,032 personas de su población total (162,170) se encuentran en el grupo de 15 a 60 años. A diferencia de los grupos extremos, que por una parte, muestran una menor proporción de su población del grupo de 0 a 14, comparado con el dato nacional, estatal y municipal, y por otra, el grupo de 60 y más, es superior en proporción al estatal y al municipal (Gráfico1 y Tabla 16).

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, la población del AMCH se encuentra distribuida en 79,806 hombres y 82,364 mujeres. El índice de masculinidad indica el número de hombres por cada cien mujeres, el cual para el área metropolitana fue de 96.89 %, a nivel municipal alcanzó el 99.4% y a nivel estatal es superado con el 103.2%, es decir, a nivel estatal existen aproximadamente 103 hombres por cada 100 mujeres (INEGI, 2010).

Por otra parte, el promedio de hijos nacidos vivos para el AMCH, esto es: el total de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más de edad del total de mujeres del mismo grupo de edad según definición del INEGI, fue de 2.41, situándose por arriba del municipal que fue de 2.24 y del estatal que fue de 1.98 para el mismo periodo del 2010 (INEGI, 2010).

4.2 Caracterización de los elementos sociales

Tres proyectos específicos financiados por el gobierno federal resultan fundamentales para explicar el poblamiento de la ciudad de Chetumal (Castillo, 2009) y el Área Metropolitana de la Ciudad de Chetumal. El primero, el proyecto agroindustrial de caña de azúcar, el cual sirvió para fijar población en los abandonados pueblos de la frontera de Río Hondo, y a la vez ser el motor de la economía agraria del sur del estado y de Chetumal. Asimismo la necesidad de ocupar el vasto territorio, llevó a la aplicación de programas de ganadería extensiva, que iban en contradicción con la vocación forestal del suelo en el estado. Esto permitió la formación de nuevos centros de población, entre ellos Chetumal, y nuevos ejidos en la ribera del Río Hondo que fueron cambiando a la actividad ganadera, dejándola limitada a varios nichos en el territorio, ante las dificultades que implica esta actividad en los trópicos. Por otro lado, con fuerte apoyo federal se promocionaron cooperativas pesqueras, lo que fue una de las estrategias de poblamiento enfocado a las costas del estado y a Chetumal.

Los procesos desarrollados en el Estado de Quintana Roo provocaron que se mantuviera una agricultura y ganadería extensiva y atrasada con poco capital de inversión, presionaron a los colonos, por lo cual tuvieron que emigrar en busca de nuevas opciones de empleo, convirtiéndose la ciudad de Chetumal, capital del estado, en centro de atracción (Castillo, 2009). Chetumal también era centro de atracción para las personas dedicadas a la actividad forestal, ya que esta se localizaba fuera de las áreas forestales, y la población dedicada a la misma era seminómada y necesitada de servicios básicos.



La política de colonización y ocupación espacial y la dotación ejidal significaron la concentración de la población en los núcleos urbanos de los ejidos, lo cual permite concentrar también la prestación de servicios (agua, escuelas, oficinas públicas e instalaciones sanitarias), teniendo su principal efecto en la ribera del Río Hondo, influyendo a su vez en la transformación socioeconómica y en la dinámica poblacional de la ciudad del AMCH, pues a partir de la estabilización de la ocupación humana con una estructura familiar, los trabajadores nómadas de Chetumal fueron remplazados por grupos humanos estables.

Con estos antecedentes, es de entenderse que la población de la ciudad de Chetumal y del AMCH se encuentra compuesta por gente procedente de otros lugares. En la tabla 19 se puede advertir que 101,301 habitantes nacieron o fueron registrados en las localidades del AMCH, es decir casi el 63% de su población total (INEGI, 2010). También se puede apreciar que el 78.4% de la población del Estado de Quintana Roo se compone principalmente de personas procedentes de otros lugares, a la par que la municipal con el casi 70%.

Además de lo anterior, en la ciudad de Chetumal y el Área Metropolitana de la Ciudad de Chetumal, aún existen personas que hablan alguna lengua indígena. Para 2010 el INEGI contabilizó 9,954 habitantes de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena, esto es aproximadamente el 6.1% del total de la población residente. De las cuales 5,172 fueron hombres y 4,782 mujeres (Tabla 20).

El enfoque social considera la aplicación de la *discapacidad* principalmente como problema social y básicamente como cuestión de la integración completa de individuos en la sociedad. En este enfoque, la discapacidad, es una colección compleja de condiciones, muchas de las cuales son creadas por el ambiente social, razón por la cual el problema requiere de la acción social y es responsabilidad colectiva de la sociedad hacer las modificaciones ambientales necesarias para la participación completa de la persona con discapacidad en todas las áreas de la vida. En el AMCH existen 6,170 personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en su vida cotidiana, lo que equivale al 3.8% de la población total (Mapa 4.2.1). A nivel localidad, son las poblaciones rurales que integran la AMCH las que destacan en este problema: Xul-Há ocupa el porcentaje más alto de personas con alguna limitación (8.0%), le sigue Subteniente López con el 6.6% y finalmente Huay-Pix con el 5.8% (Tabla 21). Por su parte, Chetumal y Calderitas se asemejan en porcentaje al dato obtenido para el AMCH (Tabla 21 y Mapa 4.2.2)

Asimismo en caso de un desastre, si no existe un espacio suficiente para el desarrollo de las actividades de los ocupantes de una vivienda, sus ocupantes quedan vulnerables a contraer enfermedades por contagio y de daño físico por la proximidad de artefactos y de las instalaciones que los proveen de energía, por ejemplo. En otras palabras, vivir en *hacinamiento* puede provocar brotes epidemiológicos y contribuir a atenuar las consecuencias negativas asociadas a la falta de privacidad, lo cual, en muchos casos da lugar a patrones de conducta no deseados en la sociedad. Actualmente no existe información censal que complete satisfactoriamente todas las variables necesarias para el cálculo de este indicador. No obstante, a partir de los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010) se pudo obtener una aproximación del porcentaje de la población que vive con algún grado de hacinamiento en el AMCH (Tabla 22).

Por su lado, el grado de *marginación*, como desventaja económica, profesional, política o social, puede hacer que una persona o comunidad no logre integrarse a algunos de los sistemas de funcionamiento nacional ya establecidos. Este índice, manejado principalmente a nivel estatal o municipal, se calcula a partir del resultado de nueve indicadores socioeconómicos. Para el cálculo de este índice a nivel localidad se recurrió al análisis de componentes principales, como técnica estadística para sintetizar el valor de las nueve variables y poder situar en el contexto del AMCH cada una de las localidades que la componen. Lo anterior se basó principalmente en la técnica utilizada por el Consejo Nacional de Población y Vivienda (CONAPO) de acuerdo a su metodología sugerida. Las localidades que muestran un índice de marginación son las localidades de Chetumal y Calderitas (Tabla 23), en parte, se debe a que son localidades urbanas que cuentan con todos los servicios. Las localidades de Subteniente López y Huay-Pix obtuvieron un grado de marginación medio y la localidad de Xul-Há calificó con un grado de marginación alto (Tabla 23).

En su *escolaridad*, la ciudad de Chetumal cuenta con una población en edad escolar (3 a 14 años) de 32,153, y el AMCH con 34,757 (INEGI, 2010); y solo 3,806 analfabetas de 15 años y más, para la primera; y 4,518 para la segunda (INEGI, 2010). Al mismo tiempo 13,348 personas de 15 años y más cuentan con primaria completa, de los cuales 4,103 son hombres y 5,425 mujeres (Tabla 24 y Mapa 4.2.4). Para el siguiente nivel de escolaridad, el resultado indica que 29,202



habitantes de la ciudad han terminado la secundaria, distribuidos de la siguiente manera: 14,267 hombres y 14,935 mujeres (Tabla 24). En la categoría de educación pos-básica existen 51,500 personas entre las cuales existen niveles de bachillerato hasta estudios de posgrado. Por último, el grado de escolaridad para el AMCH fue de 7.95, el resultado de este mismo indicador por los hombres de 15 años y más fue de 8.21 y para las mujeres de 7.69 (Tabla 24).

4.3 Caracterización de los elementos económicos

El área de la Bahía de Chetumal ha sido una zona comercial casi desde su creación. El eje comercial de la ciudad, desde la institucionalización de la frontera en 1983, ha sido el comercio y su función como centro político-administrativo, en su calidad de capital del estado. En la década de los noventa Belice es declarada zona libre, afectando de manera muy importante a la actividad comercial en la ciudad de Chetumal, y en el AMCH. A partir del 2000 la ciudad inicia un proceso de re-direccionamiento de sus actividades económicas, buscando complementar la actividad comercial invirtiendo en infraestructura de servicios que permita ofrecer opciones de hospedaje, alimentación y esparcimiento (Castillo, 2009).

Actualmente las principales actividades económicas del área metropolitana se centran en el sector servicios, turismo y en menor medida en la agricultura de autoconsumo. En la ciudad de Chetumal se observa un nuevo dinamismo económico, manifestado a través de la diversificación de sus servicios y del impresionante crecimiento del sector inmobiliario.

La derrama económica generada por la ciudad de Chetumal en su modalidad de destino turístico alcanzó los 53.43 millones de dólares para el periodo enero a diciembre 2010². En cuanto a establecimientos y cuartos de hospedaje Chetumal cuenta con 68 y 1,855 respectivamente. La ocupación hotelera fue de 40.4% de enero a diciembre de 2010, de los cuales 439,642 fueron turistas nacionales y 5,588 extranjeros haciendo un total de 445,230 visitantes.

En 1998, Chetumal tenía un PIB de \$3, 005,038.00 siendo el principal generador el sector terciario (\$2, 743,622.00) que representó el 91.3%, seguido por los sectores secundarios (7.78 %) y primario (0.63 %). Para el año 2000, el PIB de la localidad creció en promedio 4.99% anual (\$3, 459,753.00), manteniendo la misma composición sectorial.

Respecto a la distribución de la población por actividad, la población económicamente activa (PEA) de Chetumal en el año 2000 ascendía a 47,769 habitantes, mismos que se distribuían por sector como se muestra en el gráfico 1 del anexo estadístico.

Para darle a Chetumal una opción más para dinamizar su economía se construyó el Centro de Convenciones, la intención fue dinamizar la economía de Chetumal, teniendo en cuenta que el 25% de los turistas que se reciben en el Estado son convencionistas. En la primera etapa de este Centro se invirtieron 160 millones de pesos y es obra del arquitecto Pedro Ramírez Vázquez.

Con datos estimados en último Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010) el personal ocupado en el área metropolitana se estimó en 71,567 personas, de las cuales 44,220 es personal masculino y 27,347 personal femenino. Por otro lado la población económicamente activa (PEA) de la ciudad de Chetumal, la cual concentra la mayor parte del área metropolitana, se calculó en 69,001 personas, lo que significa que el 45.62% de la población de 12 años y más se encontraba realizando actividades productivas en la fecha de referencia.

Es de resaltar el dinamismo que ha tenido la actividad económica en la ciudad de Chetumal. La población ocupada en actividades del sector secundario y terciario presenta una tendencia creciente, aunque en mayor medida en el sector terciario (Castillo, 2009). La ciudad remarca su vocación hacia la actividad comercial y de servicios bancarios, aprovechando su condición de frontera, y hacia los servicios administrativos dado su papel de capital del estado.

4.4 Estructura urbana

² Sexto Informe de Gobierno. Félix Arturo González Canto.



La ciudad de Chetumal cuenta con infraestructura educativa distribuida de la siguiente manera de acuerdo a datos recabados del sitio en línea de la Secretaría de Planeación y Desarrollo (SEPLADER): 37 escuelas de nivel preescolar, 74 escuelas de nivel básico, 18 escuelas de nivel medio y 8 de nivel superior, así como 18 centros de capacitación para el trabajo (Tabla 25).

En el rubro de salud pública la ciudad cuenta con 6 centros de salud, un padrón de 145 médicos, 71 farmacias, 287 paramédicos, 182 enfermeras y 2 hospitales (SEPLADER, 2011). El total de personas que tienen derecho a recibir servicios médicos en alguna institución de salud pública o privada como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE e ISSSTE estatal), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR), el Sistema de Protección Social en Salud o en otra para el año 2010 fue de 116,521 (INEGI, 2010).

En cuanto a unidades deportivas se refiere la ciudad cuenta con 54 canchas de usos múltiples, 20 campos de fútbol y 4 de beisbol (SEPLADER, 2011). Así como una casa ejidal, cuatro mercados públicos y un parque central (SEPLADER, 2011).

En materia de agua, la ciudad cuenta con 70 pozos, 7 tanques elevados y 32,325 tomas domiciliarias (SEPLADER, 2011). De acuerdo con los datos del Observatorio Urbano Local de Chetumal, 92.75% de la ciudad tiene acceso a agua segura (OULCH, 2005). En materia de energía eléctrica la ciudad cuenta con alumbrado público, red de distribución y 29,027 viviendas privadas con electricidad (SEPLADER, 2011). Así como acceso a líneas telefónicas privadas, casetas públicas y telefonía celular (SEPLADER, 2011).

La ciudad de Chetumal está comunicada con el resto del país por la Carretera Federal 186, de la que es punto terminal, la carretera tiene su origen en Villahermosa, Tabasco, desde donde enlaza con las localidades de Escárcega y Xpujil, Campeche y desde ahí hasta Chetumal, es la principal vía de comunicación con la Ciudad de México y el resto del país, así como con las poblaciones del municipio de Othón P. Blanco, entre las cuales se encuentran Xul-Há, Carlos A. Madrazo y Nicolás Bravo.



CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

La Dirección de Protección Civil del Ayuntamiento de Othón P. Blanco realizó la evaluación preliminar de los peligros para el AMCH utilizando el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP), elaborado por la Secretaría de Desarrollo Social. De acuerdo a los principales resultados de esta evaluación, la institución señala a los hundimientos, ciclones (huracanes y ondas tropicales), e inundaciones, con un riesgo alto; a las tormentas eléctricas, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, con un riesgo medio; y a los tsunamis y maremotos, sequías, flujos, masas de aire (heladas y granizo), con un riesgo bajo. Sin embargo, la búsqueda de registros históricos arroja resultados que contradicen parte de esta estimación inicial.

Por otra parte, el Centro de Información Geográfica, elaboró los mapas y el análisis de peligros por huracán e inundación, considerados los principales peligros para la zona de estudio, teniendo como principal fuente de datos registros históricos de los huracanes que han afectado el AMCH.

Adicionalmente a éstos, se elaboró cartografía complementaria tanto de infraestructura pública que juega un papel importante ante la presencia de un peligro, como de fenómenos hidrometeorológicos e incendios; estos son:

- Ubicación de gasolineras y gaseras (5.0.1 AMCH-Ubicación de gasolinera y gasera y 5.0.2 CHET-Ubicación de gasolinera y gasera)
- Caseta de policía (5.0.3 AMCH-Caseta de policía y 5.0.4 CHET-Caseta de policía)
- Inundación (5.0.5 AMCH-Inundación y 5.0.6 CHET-Inundación)
- Inundaciones por marea (5.0.7 AMCH-Inundación por marea y 5.0.8 CHET-Inundación por marea)
- Ciclones. Huracanes (5.0.9 AMCH-Ciclones)
- Incendios (5.0.10 AMCH-Incendios)
- Infraestructura (5.0.11 CHET-Infraestructura)
- Refugios (5.0.12 CHET-Refugios)

En los siguientes apartados se desarrollan los peligros por los distintos fenómenos perturbadores que se presentan en la zona de estudio, así mismo se explica la razón por la que algunos peligros no fueron desarrollados debido a que no se presentan o no existen registros históricos que sirvan de evidencia y de fuente de información para su análisis.

5.1 Fallas y fracturas

Peligro por fallas y fracturas, se descartan en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador.

La zona de estudio se encuentra en la plataforma calcárea de la Península de Yucatán y dada la **naturaleza** Kárstica del sustrato de roca sedimentaria consolidada y la ausencia de actividad volcánica superficial, estable desde el punto de vista tectónico, con permeabilidad y sin elevaciones montañosas no existe peligro por fallas y fracturas para dicha zona.

5.2 Sismos

Peligro por sismos, se descartan en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador. El área de estudio se encuentra en su totalidad en la placa de Norteamérica, alejado del punto de interacción con las placas Cocos y Caribe. A la fecha no existen registros de actividad sísmica.

De acuerdo con el Sistema Sismológico Nacional la Península de Yucatán, donde se ubica la zona de estudio, presenta un peligro sísmico “bajo o nulo”. De acuerdo con la misma fuente, en la Península de Yucatán, donde se ubica la zona de estudio, no se han registrado sismos en los últimos 110 años.

5.3 Tsunamis o maremotos

Peligro por tsunamis o maremotos, se descarta en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador. A la fecha no existen registros de Tsunamis o Maremotos en la zona.



Aun cuando parte de la zona de estudio, la Ciudad de Chetumal específicamente, se ubica en una zona costera ésta es una bahía y no presenta un acceso directo a mar abierto. Aunado a lo anterior, la ausencia de actividad tectónica que da origen al fenómeno perturbador en cuestión hace que se descarte éste como peligro latente.

Para la formación de un tsunami se requiere de un sismo (en el mar) de magnitud 7 en la escala de richter o superior, los efectos del tsunami generado se pueden registrar a una distancia de hasta 100 km. En los últimos 110 años se han registrado tres eventos sísmicos cercanos a esta intensidad, todos ellos alejados de las costas de la zona de estudio por más de 300 km.

El peligro que se ha estimado para la zona de estudio corresponde al fenómeno de inundación por marea de tormenta que se presenta durante huracanes y tormentas tropicales, y afecta casi exclusivamente la franja costera de la ciudad de Chetumal conocida popularmente como Zona baja (Ver mapa de zona baja).

5.4 Vulcanismo

Peligro por vulcanismo se descarta en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador. No existen formación volcánicas activas o inactivas en la zona.

La zona de estudio, y de hecho toda la Península de Yucatán, se encuentra fuera de la faja volcánica mexicana. La formación volcánica más cercana, el Chichonal, se localiza en el estado de Chiapas a más de 400 km de la zona de estudio, su última actividad registrada tuvo lugar en 1982 y tuvo un área de afectación directa de 100 km a la redonda.

5.5 Deslizamientos

Peligro por deslizamientos se descarta en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador, ya que la elevación del terreno sólo alcanza pendientes menores de 2 grados.

Las acciones desencadenantes de un deslizamiento son terremotos, actividad volcánica e inundaciones. En los apartados anteriores se ha establecido la ausencia de los dos primeros en la zona de estudio. Las inundaciones por su parte, se presentan, pero dada la forma plana del terreno con apenas pequeñas depresiones no constituyen un peligro de deslizamiento.

Otra acción desencadente de los deslizamientos es la extracción de agua del subsuelo, sin embargo, de nueva cuenta debido a lo plano del terreno, no se generaría un deslizamiento sino un hundimiento. Esta situación tampoco se ha registrado en la zona de estudio.

5.6 Derrumbes

Peligro por **derrumbes** se descarta en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador, ya que la elevación del terreno solo alcanza pendientes menores de 2 grados.

Las acciones desencadenantes de un derrumbe son terremotos, actividad volcánica e inundaciones. En los apartados anteriores se ha establecido la ausencia de los dos primeros en la zona de estudio. Las inundaciones por su parte, se presentan, pero dada la forma plana del terreno con apenas pequeñas depresiones no constituyen un peligro de derrumbe.

Otra acción desencadente de los derrumbes es la extracción de agua del subsuelo, sin embargo, de nueva cuenta debido a lo plano del terreno, no se generaría un derrumbe sino un hundimiento. Esta situación tampoco se ha registrado en la zona de estudio.

5.7 Flujos

Peligro por **flujos** se descarta en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador, ya que la elevación del terreno solo alcanza pendientes menores de 2 grados.



Las acciones desencadenantes de un flujo son terremotos, actividad volcánica e inundaciones. En los apartados anteriores se ha establecido la ausencia de los dos primeros en la zona de estudio. Las inundaciones por su parte, se presentan, pero dada la forma plana del terreno con apenas pequeñas depresiones no constituyen un peligro de flujo.

5.8 Hundimientos

Como se observa en el mapa 5.4.2, los hundimientos se concentran en la zona baja de la ciudad de Chetumal (5.4.1 AMCH-Peligro por hundimiento, 5.4.1 CHET-Peligro por hundimiento). De acuerdo con el estudio del subsuelo de la ciudad de Chetumal realizado por la Universidad Autónoma de Yucatán (2009), en esta zona se observan depósitos marinos poco consolidados y de consistencia muy variable, saturados por encontrarse cerca del nivel freático (0.50 m a 1.50 m).

De acuerdo con el mismo estudio, se concluyó que la zona baja de la ciudad de Chetumal se caracteriza por la existencia de un paquete arcilloso uniforme, por lo que no hay diferencias litológicas que originen los hundimientos, es decir, en principio existe un peligro de hundimiento uniforme para toda la zona baja de la ciudad. Sin embargo los registros históricos muestran un patrón muy claro de recurrencia de los hundimientos, es decir, los hundimientos se registran en la misma ubicación recurrentemente (ver Anexo IV). Los desfondes registrados tienen su origen en causas naturales, pero son acelerados por la actividad humana a través de la construcción de obras y vivienda, así como el uso intensivo de las vías de comunicación.

Para determinar las zonas de peligro por hundimiento se ubicaron los desfondes a partir de los registros históricos para el periodo 2002 a 2010. A partir de su ubicación y superficie, se realizó un análisis de densidad por tramo de calle (segmento de calle delimitada por un cruzamiento inicial y uno final). El resultado es el nivel de peligro dada por el número de hundimientos, ponderados por su magnitud (superficie) para cada punto (origen) donde se ha registrado un desfonde. Las zonas con mayor peligro de hundimiento son aquellas donde se han presentado en repetidas ocasiones los hundimientos de mayor tamaño (hundimientos recurrentes); las zonas con peligro bajo son aquellas que se encuentran a menos de 100 metros de dichos hundimientos recurrentes, es decir, zonas donde no se han registrado hundimientos pero que se encuentran próximas a estos.

El peligro de esta variable se ha clasificado de medio a muy bajo ya que a pesar de ocurrir con frecuencia, sobre todo en época de lluvias, la afectación ocasionada por este fenómeno es relativamente baja ocasionando daños principalmente a las vías de comunicación, además este fenómeno se presenta gradualmente primero en forma de un ligero hundimiento, y eventualmente, como un desfonde de la carpeta asfáltica de poca profundidad. La mayoría de las veces es un fenómeno continuo que, como se ha establecido, no se presenta de forma súbita pero que, debido a las características del suelo, se seguirá presentando en la misma zona de la ciudad.

Matriz de colonias con afectación por hundimientos

Colonias	Área en hectáreas	Superficie afectada hectáreas	Porcentaje de afectación
20 De Noviembre	33	0.9	2.83%
5 De Abril	22	8.2	37.07%
Adolfo López Mateos	286	16.6	5.79%
Bahía	3	0.4	13.44%
Barrio Bravo	56	31.2	55.69%
Brisas	3	2.9	96.32%
Caribe	3	1.3	41.81%
Centro	230	27.8	12.07%
Del Bosque	78	1.0	1.32%
Del Mar	7	5.7	81.58%
GANFE (Grupo Anfibio De Fuerzas Especiales)	8	2.2	27.06%
INFONAVIT Aarón Merino Fernández	10	2.8	28.15%
La Isla	3	1.0	32.78%
Nueva Reforma	20	8.1	40.34%



Plutarco Elías Calles	66	27.6	41.86%
Primera Legislatura	18	0.9	5.25%
TAMPICO (FOVISSSTE 5a Etapa)	3	1.9	63.35%
Zazil-Ha	5	2.8	56.59%
Zona De Granjas	117	38.0	32.45%

5.9 Erosión

Para obtener las zonas de ganancias y pérdida en la costa se digitalizó la línea de costa para tres años (1993, 2006 y 2010). La digitalización se hizo a partir de imágenes Landsat con resolución de 15 metros el tamaño de pixel. De esta forma se obtuvieron los cambios en la costa para un periodo de 17 años (ganancias y pérdidas de terreno). El peligro por erosión se evaluó usando una escala de tres valores, peligro bajo donde hubieron pérdidas de terreno entre el año 1993 y el 2006, peligro medio donde se registró pérdida de terreno entre el año 2006 a 2010 y peligro alto donde existió pérdidas de terreno para ambos periodos (1993-2006, 2006-2010).

En general, los procesos erosivos se dan a lo largo de toda la costa de la Bahía de Chetumal, sin embargo, la superficie de terrenos ganados o perdidos al mar es muy pequeña. Se debe recordar que la ciudad de Chetumal colinda con la bahía del mismo nombre. Este cuerpo de agua tiene muy poco oleaje, baja profundidad promedio y no tiene corrientes de importancia, esto da como consecuencia que los procesos de erosión o cambio en la costa sean lentos y paulatinos.

5.10 Ciclones. Huracanes

El peligro por huracán para el Área Metropolitana de la Ciudad de Chetumal (5.1.1 AMCH-Peligro por huracán y 5.1.2 CHET-Peligro por huracán) se clasificó en 5 categorías: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto. Por medio del método de la densidad de *Kernel* y técnicas de análisis espacial se definieron estas categorías. Para el cálculo del peligro la fuente primaria de información fueron los reportes obtenidos de la NOAA, para un periodo de 1952 a 2010, que habían afectado al AMCH. Estos reportes, además de las características propias de este tipo de fenómenos hidrometeorológicos, señalan su ubicación para una fecha y hora determinada. A partir de estos datos se trazaron las trayectorias de cada fenómeno registrado en el área de estudio. Se utilizó el algoritmo de densidad de *kernel*, generando una superficie de interpolación para la variable de velocidad de vientos, otra para la variable de presión barométrica y una última para la variable de cantidad de fenómenos registrado.

Estas variables se sobrepusieron y sumaron generando un solo mapa de valores, que se reclasificó en las cinco categorías antes mencionadas. Las zonas de mayor peligro se encuentran localizadas en la parte de baja de la ciudad de Chetumal que abarca aproximadamente un 70% de ésta (30 Km²). Hacia el noroeste de la ciudad, donde se ubican los nuevos asentamientos, el peligro es menor. Asimismo, para la localidad de Xul-Há, el peligro se representa en la misma escala, esto debido a su cercanía al Sistema Lagunar de Bacalar. Como área costera la gran parte de este territorio se considera con peligro alto, solamente una pequeña porción hacia al norte, en los márgenes de la localidad de Calderitas, se observa un grado de peligro bajo, debido a que la Bahía de Chetumal trabaja como sistema regulatorio y de barrera natural para este espacio geográfico. Al este de Xul-Há y al sur de Huay-Pix, se puede advertir tres áreas de menor tamaño categorizadas con el nivel de peligro medio, por su lejanía a la costa.

Colonias con un nivel muy alto de afectación por huracanes

16 de Septiembre	20 de Noviembre
5 de Abril	8 de Octubre
Adolfo López Mateos	Andrés Quintana Roo
Arboledas	Aserradero
Bahía	Barrio Bravo
Benito Juárez	Brisas
Bugambilias	Campestre
Caribe	Cascadas
Cedros	Centro



Constituyentes	Cumbres
David Gustavo Gutiérrez Ruiz	Del Bosque
Del Mar	El Sol
Emancipación	Enrique Ramírez y Ramírez
Fidel Velázquez	Flamboyanes
Forjadores	Fovissste 4a Etapa
Fovissste José López Portillo	Fovissste Rafael E Melgar
Gonzalo Guerrero	Guadalupe Victoria
Infonavit Aarón Merino Fernández	Infonavit Álvaro Obregón
Infonavit Flores Magón	Infonavit Francisco J Mujica
Infonavit Villas de Chetumal	Isabel Tenorio
Issste	Italia
Jardines	Jardines de Payo Obispo
Jesús Martínez Ross	La Herradura
La Isla	Lagunitas
Leona Vicario	Ley Federal de Aguas
Lomas del Caribe	Los Almendros
Maya Real	Milenio
Militar	Miraflores
Naval	Nueva Reforma
Nuevo Progreso	Payo Obispo
Plutarco Elías Calles	Primera Legislatura
Protectorio	Santa María
Solidaridad	Sutage
Tampico (Fovissste 5a Etapa)	Taxistas
Tumben Cuxtal	Venustiano Carranza (Casitas)
Veracruz	Villas Kinichna
Zazil-Ha	

Esta región, se localiza geográficamente al paso de los huracanes del Océano Atlántico,

impacto este territorio dejado destrucción, ya sea por impacto directo del viento o por el material que acarrea el aire, entre los más recordados se encuentran: *Janet* (1955), *Carmen* (1974), *Dean* (2007), de los cuales el primero prácticamente arrasó con la ciudad de Chetumal (PDU, 2005). Durante septiembre y octubre de 1995, los huracanes Opal y Roxanne inundaron las colonias de Solidaridad, Fidel Velásquez y Payo Obispo de la ciudad de Chetumal, por su parte, el huracán Chantal (2001) causó destrucción de infraestructura de comunicación y de servicios en Chetumal (PDU, 2005).

5.11 Ciclones. Ondas tropicales

El fenómeno de marea de tormenta (masa de agua que al ser impulsada por los vientos de huracán y ser interrumpida por la costa, incrementa de forma extraordinaria el nivel del mar en las zonas costeras) se representa en el mapa 5.5.2 CHET-Peligro por inundación. El área afectada se obtuvo del atlas de riesgos para la ciudad de Chetumal del 2005, mismo que corresponde al registro histórico del nivel máximo alcanzado durante el huracán Janet (1955), este dato fue actualizado utilizando el Atlas Oceanográfico de Riesgos del año 2007, mismo que incluye mapas de marea de tormenta para huracanes categoría 5.

Matriz de colonias con afectación por marea de tormenta

Colonias	Área en hectáreas	Superficie afectada hectáreas	Porcentaje de afectación
5 De Abril	22	22	100%
Adolfo López Mateos	286	267	93%
Bahía	3	3	88%
Barrio Bravo	56	56	100%
Brisas	3	3	100%



Campestre	43	43	99%
Caribe	3	3	92%
Centro	230	230	100%
Del Bosque	78	78	99%
Del Mar	7	7	97%
GANFE (Grupo Anfibio de Fuerzas Especiales)	8	8	100%
INFONAVIT Aarón Merino Fernández	10	10	98%
INFONAVIT Flores Magón	3	3	84%
INFONAVIT Villas de Chetumal	2	2	80%
ISSSTE	9	9	99%
La Isla	3	3	100%
Lomas Del Caribe	1	1	100%
Nueva Reforma	20	20	100%
Plutarco Elías Calles	59	59	100%
Primera Legislatura	18	22	100%
TAMPICO (FOVISSSTE 5a Etapa)	352	267	100%
Zazil-Ha	3	3	100%
Zona De Granjas	5	56	100%

5.12 Tormentas eléctricas

La Dirección de Protección Civil del Ayuntamiento de Othón P. Blanco realizó una estimación preliminar de los peligros que pueden generar las tormentas eléctricas, asignándole una categoría de peligro medio. Sin embargo, no existe ninguna evidencia de que el fenómeno se haya presentado con consecuencias en la zona de estudio o zonas cercanas (estados vecinos).

Las tormentas eléctricas graves que ocasionan los mayores daños son aquellas que producen granizo, situación que no aplica para la zona de estudio. Las probables afectaciones por inundación por precipitación (que pudieran tener su origen en estos fenómenos) son evaluadas en el apartado de peligro por inundación por precipitación.

Las tormentas eléctricas representan un peligro bajo o nulo para la zona de estudio.

5.13 Sequías

La Dirección de Protección Civil del Ayuntamiento de Othón P. Blanco realizó la estimación preliminar de los peligros que pueden generar las sequías. Esta evaluación señala a las sequías, con un riesgo bajo, sin embargo no existen registros históricos que sirvan de evidencia para lo anterior, lo que obliga a descartar a las mismas.

De acuerdo con datos del Servicio Meteorológico nacional y CONAGUA, la zona de estudio ha mantenido registros históricos promedio de 1200 milímetros de precipitación anual. La época de secas, que va de marzo a mayo, no representa una sequía severa por lo que el peligro por sequía para la zona de estudio se define como bajo o nula.

5.14 Temperaturas máximas extremas

Debido a los cambios climáticos cada vez más marcados, las temperaturas registradas son más extremas para el municipio. Durante 1961 a 2004 la temperatura máxima promedio fue de 36-37° C aunque hubo registros de temperaturas de hasta 45° C, esto podría afectar a la población provocándoles deshidratación y desmayos principalmente a los niños y personas de la tercera edad. La zona más crítica es la parte del centro de la ciudad de Mérida.



La temperatura mínima promedio registrada durante el mismo periodo fue de 14-15° C y fue principalmente en la parte sur del municipio, aunque hay que recalcar que la temperatura en ocasiones suelen bajar hasta los 4° C por unas cuantas horas donde podría acrecentarse problemas de tipo respiratorio en la población, generalmente en niños y personas de la tercera edad que son la más vulnerables ante los cambios bruscos de temperatura.

5.15 Vientos fuertes

Los vientos dominantes en el AMCH son los alisios que se presentan casi todo el año con dirección del este al oeste o suroeste. La velocidad promedio es de 20 a 30 kmh (viento moderado) de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional y al Departamento de Energía de E.U. Por otra parte, la Escala de Beaufort, que es una medida empírica para la intensidad del viento, nombra a este rango de velocidad como Bonancible (Brisa moderada) y sus efectos son: se levanta polvo y se agitan las copas de los árboles.

5.16 Inundaciones

Los polígonos de zonas inundables se obtienen los registros históricos que tiene la Dirección de Protección Civil del Ayuntamiento de Othón P. Blanco. También se utilizó el Modelo Digital del Terreno de cual se obtuvo las zonas bajas de la ciudad (de 1 a 3 msnm). La sobreposición de las capas anteriores conjuntamente con la inspección visual en campo permitió delimitar las zonas inundables. El nivel de peligro e las mismas fue determinado a partir de las precipitaciones máximas registradas y estableciendo áreas de peligro alto, medio, bajo y muy bajo.

El 10% de la superficie del área de estudio está expuesta a un peligro muy alto por inundación (5.2.1 AMCH-Peligro por inundación) como lo evidencia las inundaciones registradas por marea de tormenta en la zona de la bahía de Chetumal (ver Anexo IV).

El 30% de la superficie de estudio, de manera dispersa en la zona urbana de Chetumal presenta un peligro alto por acumulación por precipitación (5.2.2 CHET-Peligro inundación), son aquellas colonias que no cuentan con un sistema de drenaje y alcantarillado. En la zona norte de la Ciudad de Chetumal se encuentra la colonia de reciente creación llamada Nuevo Progreso que originalmente fue un asentamiento irregular edificado a un costado de una zona de humedales, localmente conocida como la Sabana y que presenta un peligro alto por inundación (ver Anexo IV).

Al este de la ciudad de Chetumal se localizan lagunas y humedales, junto a ellas se encuentran las localidades como Subteniente López que está expuesta a peligro alto en periodos de precipitación por inundaciones y al desbordarse los cuerpos de agua; las localidades de Huay-Pix y Xul-Ha presentan un peligro medio y bajo.

Al interior y de manera distribuida en la zona urbana de Chetumal se encuentran zonas que pueden presentar peligro bajo o muy bajo por inundación, éstas son aquellas colonias que por su reciente creación cuentan con un sistema de drenaje y alcantarillado o pozos de absorción que evitan las inundaciones.

Matriz de colonias con afectación por inundación

Colonia	Área en hectáreas	Superficie afectada hectáreas	Porcentaje de afectación
11 Batallón de Infantería de Marina	22	22	100%
16 De Septiembre	10	10	100%
17 De Octubre	6	6	99%
20 De Noviembre	33	33	100%
5 De Abril	22	22	100%
8 De Octubre	25	25	98%
Adolfo López Mateos	286	267	93%
Andrés Quintana Roo	19	19	98%
Arboledas	58	57	98%
Aserradero	12	12	99%



Benito Juárez	17	17	98%
Bugambilias	3	3	90%
Campestre	43	43	99%
Cedros	5	5	90%
Centro	230	229	99%
Constituyentes	48	48	99%
David Gustavo Gutiérrez Ruiz	59	59	100%
Del Bosque	78	77	99%
El Encanto	24	24	98%
El Sol	4	4	100%
Emancipación	8	8	95%
Enrique Ramírez y Ramírez	4	4	94%
Fidel Velázquez	15	15	100%
Flamboyanes	24	24	98%
Forjadores	38	35	92%
FOVISSSTE José López Portillo	10	10	95%
FOVISSSTE Rafael E Melgar	9	9	96%
Gonzalo Guerrero	16	16	98%
Guadalupe Victoria	28	28	99%
INFONAVIT Francisco J. Mújica	7	7	100%
Isabel Tenorio	6	6	98%
Italia	21	21	100%
Jardines	68	59	87%
Jardines de Payo Obispo	32	32	98%
Jesús Martínez Ross	28	28	100%
Josefa Ortiz De Domínguez	36	36	100%
Kilometro 5	5	5	100%
La Esperanza	14	14	100%
Lagunitas	27	27	100%
Lázaro Cárdenas	10	10	100%
Leona Vicario	23	23	100%
Ley Federal De Aguas	8	8	100%
Los Almendros	7	7	100%
Magisterial	23	23	97%
Maya Real	9	9	99%
Milenio	7	7	100%
Miraflores	32	32	100%
Naval	3	3	100%
Nuevo Progreso	126	126	99%
Payo Obispo	103	104	100%
Plutarco Elías Calles	7	7	100%
Pro territorio	266	266	100%
Residencial Chetumal	25	25	100%
SAHOP	10	10	100%
Santa María	9	9	100%



Solidaridad	80	80	100%
Taxistas	6	6	100%
Territorio Federal	19	18	97%
Venustiano Carranza (Casitas)	26	26	99%
Veracruz	1	0.8	83%
Villas Kinichná	8	8	100%

5.17 Masas de aire. Heladas, granizo

Peligro por masas de aire, heladas y granizo, se descarta en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador debido a sus altas temperaturas predominantes durante casi todo el año.

5.18 Masas de aire y frentes. Nevadas

Peligro por masas de aire, frentes y nevadas, se descarta en razón de que la zona de estudio no registra este tipo de fenómeno perturbador debido a sus altas temperaturas predominantes durante casi todo el año.

5.19 Explosión de gasolineras y gaseras

En la Ciudad de Chetumal y su Área Metropolitana, se tienen 24 estaciones de servicio de combustibles (gasolineras) y dos centros de almacenamientos y distribución de combustibles (5.3.1 AMCH-Peligro por explosión de gasolinera), instalaciones que son fuente potencial de este tipo de eventos.

Las áreas de mayor peligro por explosión de gasolineras y gaseras, se encuentran localizadas en la parte alta de la ciudad de Chetumal que abarca aproximadamente el 70% de la ciudad (5.3.2 CHET-Peligro por explosión de gasolinera). De igual forma en la parte baja de la ciudad se encuentran las áreas de menor peligro que comprende aproximadamente el 30% de la ciudad. En la parte del noroeste de la ciudad, se ubican los nuevos establecimientos donde el peligro es menor.

Asimismo, podemos observar que se encuentran ubicadas en áreas pobladas de la Ciudad de Chetumal, donde se ubican edificios públicos y casas-habitación.

En la localidad de Xul-Há, el peligro por explosión es menor a la ciudad de Chetumal, al igual que las localidades de Huay-Pix y Calderitas.

A pesar de que en los últimos 5 años se construyeron 19 gasolineras en toda el Área Metropolitana de la ciudad de Chetumal, a la fecha no se ha registrado explosión de gasolinera o gasera.

Matriz de colonias con afectación por explosión de gasolineras

Colonia	Área en hectáreas	Superficie afectada hectáreas	Porcentaje de afectación
11 Batallón De Infantería De Marina	22	13	60%
16 De Septiembre	10	10	100%
17 De Octubre	6	3	54%
20 De Noviembre	33	33	100%
5 De Abril	22	22	100%
Adolfo López Mateos	286	246	86%
Andrés Quintana Roo	19	19	99%
Antorchitas	51	51	100%
Arboledas	21	40	100%
Arboledas III	17	17	99%



Aserradero	12	12	99%
Benito Juárez	17	17	98%
Bugambilias	3	3	90%
Campestre	43	43	99%
Cedros	5	5	92%
Centro	230	210	91%
Constituyentes	48	22	46%
David Gustavo Gutiérrez Ruiz	59	49	83%
Del Bosque	78	77	99%
Del Mar	7	7	97%
El Encanto	24	24	98%
El Sol	4	4	100%
Emancipación	8	8	96%
Enrique Ramírez Y Ramírez	4	4	94%
ESTATUTO JURIDICO (FOVISSSTE 5a ETAPA)	4	4	100%
Fidel Velázquez	15	15	100%
Flamboyanes	24	24	98%
Forjadores	38	35	92%
FOVISSSTE 4a ETAPA	4	4	92%
FOVISSSTE José López Portillo	10	10	96%
FOVISSSTE Rafael E Melgar	9	9	96%
GANFE (Grupo Anfíbio De Fuerzas Especiales)	8	7	88%
Guadalupe Victoria	28	28	99%
INFONAVIT Francisco J Mujica	7	7	100%
INFONAVIT Villas De Chetumal	2	2	80%
Isabel Tenorio	6	6	98%
ISSSTE	9	9	97%
Italia	21	21	100%
Jardines	68	67	98%
Jardines De Payo Obispo	32	23	73%
Jesús Martínez Ross	28	28	100%
Josefa Ortiz De Domínguez	36	36	99%
Kilometro 5	5	5	100%
La Esperanza	14	14	99%
La Isla	3	3	100%
Lagunitas	27	27	100%
Lázaro Cárdenas	10	10	100%
Leona Vicario	23	23	100%
Ley Federal De Aguas	8	8	100%
Lomas Del Caribe	1	1	100%
Magisterial	23	23	100%
Maya Real	9	9	99%
Militar	8	8	96%
Miraflores	31	27	87%
Naval	3	3	100%



Nueva Reforma	20	16	82%
Nuevo Progreso	126	126	100%
Pacto Obrero Campesino	62	62	99%
Payo Obispo	103	104	100%
Plutarco Elías Calles	59	59	100%
Primera Legislatura	18	18	100%
Pro territorio	266	240	90%
Residencial Chetumal	25	11	45%
SAHOP	10	5	46%
Solidaridad	80	72	90%
TAMPICO (FOVISSSTE 5a ETAPA)	3	3	100%
Taxistas	6	6	100%
Territorio Federal	19	18	97%
Tumben Cuxtal	5	5	100%
Venustiano Carranza (Casitas)	26	25	97%
Veracruz	1	1	83%
Zazil-Ha	5	5	100%
Zona De Granjas	117	90	77%

5.20 Peligros

Para estimar el peligro en la zona de estudio se identificaron los factores que contribuyen o determinan la afectación del territorio (5.5.1 AMCH-Peligro, 5.5.2 CHET-Peligro). Estos factores y sus indicadores se incluyen en el siguiente cuadro:

Factores para determinar la afectación al territorio	
Variable	Indicador
Inundación	Registro histórico Levantamiento en campo Cuerpos de agua y desbordamientos
Huracán	Registro histórico de trayectorias Atlas oceanográfico
Explosión de gasolinera	Ubicación Explosión registro histórico
Hundimientos	Desfondes, hundimientos

Para analizar el peligro desde las diferentes variables identificadas se realizó la ponderación de estos factores, tomando en cuenta la recurrencia y la intensidad con que éste se presenta. La ponderación asignada se muestra en el siguiente cuadro.

Ponderación del peligro	
Peligro	Ponderación
Huracán	0.27



Inundación	0.35
Explosión de gasolinera	0.03
Hundimientos	0.35

5.21 Vulnerabilidad

Para evaluar la vulnerabilidad en la zona de estudio se identificaron los elementos que pueden ser afectados por los fenómenos estudiados. Estas variables y sus indicadores se incluyen en el siguiente cuadro:

Factores para evaluar la vulnerabilidad	
Variable	Indicador
Infraestructura pública	Infraestructura pública actual
Estrato socioeconómico de la población	Jefatura familiar Acceso a servicio de salud Características de la vivienda Acceso a servicios públicos Nivel de escolaridad
Densidad de población	Población urbana Población rural
Tipo de vivienda	Materiales de construcción de la vivienda Antigüedad de la construcción

En Chetumal la vulnerabilidad *alta de infraestructura pública* (5.6.1 AMCH-Vulnerabilidad de infraestructura, 5.6.2 CHET-Vulnerabilidad de infraestructura) se concentra al sur de la ciudad y en su parte central (mapa 5.5.8), principalmente en las edificaciones que se encuentra cerca de la línea de costa. También podemos observar, en el mismo mapa, que la parte media de la ciudad concentra inmuebles con alto grado de vulnerabilidad, como son hospitales, escuelas, terminales de transporte interurbano y centros comerciales. La mayor parte de la localidad tiene un grado medio de vulnerabilidad en infraestructura pública, y solo algunas áreas se consideran con un grado de vulnerabilidad bajo en este rubro.

Por su parte, los *estratos socioeconómicos* (5.6.3 AMCH-Vulnerabilidad de estratos, 5.6.4 CHET-Vulnerabilidad de estratos) con la mayor vulnerabilidad de la ciudad de Chetumal se localizan al norte de ésta (mapa 5.5.6), ya que es ahí donde habitan personas con niveles de calidad de vida inferiores a los que habitan en las zonas al poniente, sur y oriente de la ciudad. Los estratos con vulnerabilidad media se distribuyen por toda la localidad, comprendiendo gran parte de su superficie.

Las zonas con *alta densidad de población* (5.6.7 AMCH-Vulnerabilidad por habitantes, 5.6.8 CHET-Vulnerabilidad por habitantes), a su vez representan una vulnerabilidad mayor, por la cantidad de población que concentran, lo que las hace más susceptibles de ser especialmente dañadas por un evento natural. En la ciudad de Chetumal, y como se puede advertir en el mapa 5.5.4, esta concentración de población se localiza en su parte suroeste, norte y este, señaladas con color rojo. Básicamente en su parte sur, y zonas al norte, se tiene un grado medio de vulnerabilidad poblacional, en contraste a las que se consideran con un nivel bajo de vulnerabilidad, identificadas de color verde.

La zona de la ciudad de Chetumal con vulnerabilidad por *tipo de vivienda* (5.6.9 Vulnerabilidad por tipo de vivienda) alta se distribuyen principalmente en su parte norte como se observa en el mapa 5.7.2. Las manzanas en color gris se les asignaron un valor de vulnerabilidad por vivienda nulo debido a que son edificios públicos. Para la caracterización de las viviendas, se tomó como principal parámetro las características de construcción y la antigüedad de la misma. Esta



clasificación se hizo a nivel de manzana. Según del tipo de vivienda se determinó la vulnerabilidad de la siguiente manera: Las viviendas de tipo residencial son las que tienen una menor vulnerabilidad y las viviendas populares son la mayor vulnerabilidad.

Para obtener el mapa de *Vulnerabilidad* general (5.6.5 AMCH-Vulnerabilidad socioeconómica, 5.6.6 CHET-Vulnerabilidad socioeconómica) y analizar la vulnerabilidad desde las diferentes variables identificadas se realizó la ponderación de estos factores considerando la importancia de los elementos afectables en términos de su participación en las actividades económicas y sociales de la ciudad. El peso o valor asignado como ponderación a cada variable se muestra en el cuadro siguiente (Mapa 5.5.2).

Factores para evaluar la vulnerabilidad	
Vulnerabilidad	Ponderación
Infraestructura pública	0.40
Estrato socioeconómico	0.15
Densidad de población	0.50
Vivienda	0.15

5.22 Riesgo

La síntesis de los mapas anteriores (vulnerabilidad y peligro) indica el grado de riesgo por unidad espacial (5.7.1. AMCH-Riesgo) Esta síntesis se obtiene del producto ponderado de la vulnerabilidad y del peligro o de la correspondencia de los valores cualitativos de los factores del riesgo.

La definición de los pesos para los factores del riesgo se estableció cualitativamente como se indica en el cuadro siguiente:

Factores de riesgo		
Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy Bajo	Baja	Muy Bajo
Bajo	Baja	Bajo
Medio	Baja	Bajo
Alto	Baja	Bajo
Muy Bajo	Medio	Bajo
Muy Alto	Baja	Medio
Bajo	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio
Alto	Medio	Medio
Muy Alto	Medio	Medio
Muy Bajo	Alto	Medio
Bajo	Alto	Alto
Medio	Alto	Alto
Alto	Alto	Alto
Muy Alto	Alto	Muy alto



El resultado es un mapa de riesgo, producto de la estimación y ponderación de la vulnerabilidad y el peligro en la zona de estudio. Este mapa presenta el nivel de riesgo para cada manzana dentro de las localidades urbanas y rurales de la AMCH.

En las localidades de Subteniente López y Xul-Ha, de acuerdo con el mapa, el riesgo para la mayoría de las manzanas es Medio, en la localidad de Huay-Pix el riesgo para la mayor parte de las manzanas es Bajo. En el caso de la localidad de Calderitas, en general, el riesgo es Muy bajo.

En la ciudad de Chetumal las zonas que presentan menor riesgo son la zona del aeropuerto y la colonia Santa María, con riesgo Bajo; los Fraccionamiento Caribe, Las Américas y la colonia Magisterial con riesgos Medio-Bajo. Los riesgos Muy altos o Altos ocupan el 46% de la superficie del área urbana y su distribución es regular en toda la mancha urbana excepto en las zonas antes mencionadas.

A partir de los riesgos estimados para la zona urbana y rural de las localidades al interior de la zona de estudio, se generó la Matriz de riesgo por colonia. En esta matriz se presenta, para cada colonia el número de manzanas y su superficie que clasifica dentro de cada uno de los niveles de riesgo para la zona.

ANEXO 1. Cuadro de identificación primaria de peligros (CIPP)



CUADRO DE IDENTIFICACIÓN PRIMARIA DE PELIGROS (CIPP)*

Fecha: 18-Nov-2011
 Elaboró: Ing. Victor Capelme
 Municipio: Othón P. Blanco

ORIGEN	FENÓMENO PERTURBADOR	PELIGRO					OBSERVACIONES
		MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	MUY BAJO	
FENÓMENOS GEOLÓGICOS	Fallas y fracturas.					X	
	Sismos.					X	
	Tsunamis o maremotos.				X		
	Vulcanismo.					X	
	Deslizamientos.					X	
	Derrumbes.					X	
	Flujos.				X		
	Hundimientos.	X					
	Erosión.					X	
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	Ciclones, Huracanes.		X				
	Ciclones, Ondas tropicales.		X				
	Tormentas eléctricas.			X			
	Sequías.				X		
	Temperaturas máximas extremas.			X			
	Vientos fuertes.			X			
	Inundaciones.		X				
	Masa de aire, Heladas, Granizo.				X		
	Masa de aire, Frentes y Nevadas.					X	
OTROS (OPCIONAL)	Socio-Organizativo Amenaza de bomba			X			Amenazas de bomba.
	Químico-Tecnológicos			X			Gasolineras- Incendios
	Químico-Sanitario	X					Residuo sanitario

Victor Manuel Capelme Garcia

*El presente cuadro se elaborará en las primeras semanas de trabajo con base a información bibliográfica y entrevistas con la Unidad Municipal de Protección Civil. No identificará a detalle los peligros; sólo será un referente para la elaboración del futuro análisis-diagnóstico del Capítulo E. Representará un punto de partida para el desarrollo del resto del atlas.