



**Atlas de Riesgos Naturales del
Municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca 2012**



Fecha: 6 de noviembre de 2012
Informe final
Número de obra: 220413PP011426
Número de expediente:
PP12/20413/AE/1/0002
Santa María Huatulco, Oaxaca

Estrategias GIS S.C.
Av. Morelos 1521
Oaxaca de Juárez, Oaxaca
C.P. 68000
Teléfono: 951 5136432
geografiadigital@hotmail.com

ÍNDICE

GLOSARIO DE TÉRMINOS	5
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN.....	15
INTRODUCCIÓN.....	15
<i>Marco normativo</i>	15
OBJETIVO	15
CONTENIDO DEL ATLAS DE RIESGO	16
ANTECEDENTES.....	16
CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	19
DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	19
ALCANCES	20
METODOLOGÍA GENERAL	20
CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	23
3.1 FISIOGRAFÍA.....	23
3.2 GEOLOGÍA	24
3.3 GEOMORFOLOGÍA.....	26
<i>Geoformas</i>	27
3.4 EDAFOLOGÍA.....	27
3.5 HIDROLOGÍA	29
3.6 CLIMATOLOGÍA.....	31
3.7 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	32
3.8 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	34
CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS	37
4.1 ELEMENTOS DEMOGRÁFICOS: DINÁMICA DEMOGRÁFICA, DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN, MORTALIDAD, DENSIDAD DE POBLACIÓN	37
<i>Densidad de Población</i>	38
<i>Estructura de la población</i>	39
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.....	43
<i>Población económicamente activa y población ocupada</i>	43
4.3 CARACTERÍSTICAS SOCIALES.....	44
<i>Bienestar Social</i>	44
<i>Marginación</i>	44
<i>Educación y Escolaridad</i>	46
<i>Mortalidad</i>	47
<i>Infraestructura</i>	47
<i>Discapacidad</i>	48
4.4 ESTRUCTURA URBANA.....	49
<i>Salud</i>	49
<i>Abasto</i>	49
<i>Servicios Públicos</i>	49
<i>Medios de Comunicación</i>	50
<i>Centros Turísticos</i>	50
4.5 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA	50
<i>Inversión Pública 2007</i>	51
CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL.....	53
5.1.- RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO	53
5.1.1 <i>Fallas y Fracturas</i>	53
5.1.2 <i>Sismos</i>	56
<i>Peligro Sísmico</i>	59
5.1.3 <i>Tsunamis o maremotos</i>	64
5.1.4 <i>Vulcanismo</i>	67
5.1.5 <i>Deslizamientos</i>	68
5.1.6 <i>Derrumbes</i>	73
5.1.7 <i>Flujos</i>	77
5.1.8 <i>Hundimientos</i>	80
5.1.9 <i>Erosión</i>	80
5.2. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO	83
5.2.1 <i>Sistemas Tropicales</i>	83
5.2.2 <i>Tormentas eléctricas</i>	88
5.2.3 <i>Sequías</i>	89
5.2.4 <i>Temperaturas extremas</i>	91
5.2.5 <i>Vientos Fuertes</i>	96
5.2.6 <i>Inundaciones</i>	98
VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN.....	99
5.2.7 <i>Masas de aire (heladas, nevadas y granizo)</i>	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
RECOMENDACIONES PARA LA ESTABILIDAD DE FENÓMENOS GEOLÓGICOS (DERRUMBES, DESLIZAMIENTOS, FLUJOS, EROSIÓN Y FALLAMIENTOS)	104
RECOMENDACIONES GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN COMUNIDADES EN RIESGO.....	111
RECOMENDACIONES PARA LA PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS	112
SUGERENCIAS PARA OBTENER FINANCIAMIENTO PARA LAS OBRAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	112
TABLAS DE CONTENIDO	115
MAPAS	115
FIGURAS.....	115
FOTOGRAFÍAS.....	116
TABLAS	116

CAPITULO VI ANEXOS.....	117
6.1 BIBLIOGRAFÍA.....	117
6.2 CARTOGRAFÍA EMPLEADA (ÍNDICE Y BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MAPAS CONTENIDOS).....	120
6.3 FICHAS DE CAMPO.....	121
6.4 NOMBRE DE LA CONSULTORÍA Y PERSONAS QUE ELABORAN EL ÁTLAS.....	135

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abanico aluvial.- Acumulación de materiales, con forma de abanico o de segmento de cono, depositada por una corriente, que se apoya en una zona de relieve y se expande y termina en otra llana.

Alta Presión. Distribución del campo de presión atmosférica en donde el centro presenta una presión mayor que la que existe a su alrededor y a la misma altura; también denominada como Anticiclón. En un mapa sinóptico, se observa como un sistema de isobaras cerradas, de forma aproximadamente circular u oval, con circulación en sentido de las manecillas del reloj. Este fenómeno provoca subsidencia en la zona donde se posa, por lo que favorece tiempo estable.



Arcillas: Rocas detríticas no consolidadas, formadas por partículas de tamaño inferior a 1/256 mm.

Arena: Arenita no consolidada ni cementada. El término se usa con independencia de la composición mineralógica.

Afloramiento.- Parte de un terreno visible en la superficie de la tierra.

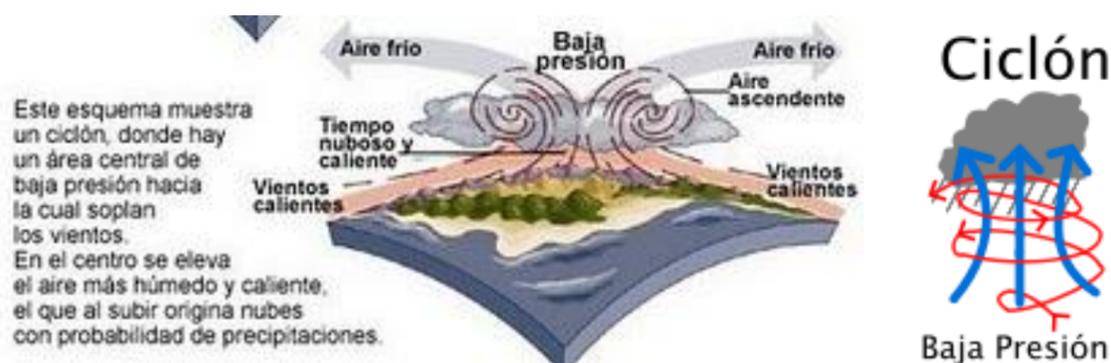
Afluentes: Arroyo o río secundario que desemboca en otro principal

Anfibolita: es un tipo de roca metamórfica compuesta en su mayor parte de minerales anfíboles. Son las rocas más antiguas jamás encontradas, con una edad aproximada de entre 4.200 y 4.300 millones de años.

Antrópica: Conjunto de procesos de degradación del relieve y del subsuelo causado por la acción del hombre. (También se lo conoce con la denominación de Erosión Antrópica)

Aplita: Roca filoniana de color claro y grano fino, rica en sílice, que se presenta en filones o en diques: la aplita es una roca de origen magmático

Baja Presión. Es un sistema de isobaras cerradas concéntricas en el cuál la presión mínima se localiza en el centro. La circulación es en sentido contrario a las manecillas del reloj. Este fenómeno provoca convergencia y convección por lo que se asocia a la presencia de gran nubosidad y chubascos.



Basamento.- Corteza terrestre situada por debajo de los depósitos sedimentarios y que llega hasta la discontinuidad de Mohorovici.

Batolito.- Gran masa intrusiva o plutón básicamente discordante.

Biogeografía: disciplina científica que se ocupa de estudiar el reparto de los seres vivos en el planeta tierra, los procesos que la generan, aquellos que la alteran de alguna manera y finalmente los que pueden ponerla en el peligro de la desaparición total.

Brecha sedimentaria.- Roca formada por un 50%, al menos, de fragmentos angulosos con diámetro superior a 2 mm, unidos por un cemento o una matriz.

Brecha tectónica.- Fragmentación de las rocas en un contacto tectónico, habiendo cementado los fragmentos en el mismo lugar.

Buzamiento o Echado.- Ángulo que forma la superficie de un estrato con la horizontal, medido en el plano que contiene la línea de máxima pendiente.

Cambisol: tipo de suelo que se originan y evolucionan en el mismo lugar, presentan una fertilidad media a baja, son bien drenados, de profundidad media, accesibles en su manejo, sin embargo, al carecer de cubierta vegetal son muy susceptibles a la erosión.

Canícula: Periodo del año en que son más fuertes los calores

Ciclo sedimentario.- Sedimentos que se depositan en una cuenca entre el inicio de dos fases transgresivas.

Ciclo sedimentario.- Sedimentos que se depositan en una cuenca entre el inicio de dos fases transgresivas.

Ciclón Tropical. Es un ciclón que no presenta frentes; se desarrolla sobre aguas tropicales y tiene una circulación, en superficie, organizada y definida en el sentido contrario a las manecillas del reloj. Un ciclón se clasifica, según la intensidad de sus vientos, en: perturbación tropical, vientos en superficie ligeros; depresión tropical vientos máximos en superficie de 61 Km/hr; tormenta tropical vientos máximos dentro del rango de 62 a 87 Km/hr; huracán vientos máximos en superficie mayores a 116 Km/hr. Los huracanes a su vez se dividen en 5 categorías según la velocidad de sus vientos.



Ciénegas: Lugar pantanoso o lleno de cieno; es decir, tierras bajas, saturadas de humedad, generalmente cubiertas por vegetación hidrófila

Circulación Anticiclónica. Circulación atmosférica sistemática asociada a un sistema de alta. En el hemisferio Norte su sentido de rotación es igual al de las manecillas del reloj y al contrario en el caso de hemisferio Sur.

Circulación Ciclónica. Circulación atmosférica asociada con un sistema de baja. El movimiento del viento en el hemisferio Norte es en el sentido contrario a las manecillas del reloj y viceversa en el caso del hemisferios Sur.

Cizalla.- Deformación producida por esfuerzos paralelos y de sentido contrario. Zonas de límites paralelos con alta deformación de este tipo.

Clasto.- Fragmento, ya sea de un cristal, una roca, o un fósil

Clima. Es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un período largo de tiempo. El clima de una localidad viene determinado por los factores climatológicos: latitud, longitud, altitud, orografía y continentalidad.

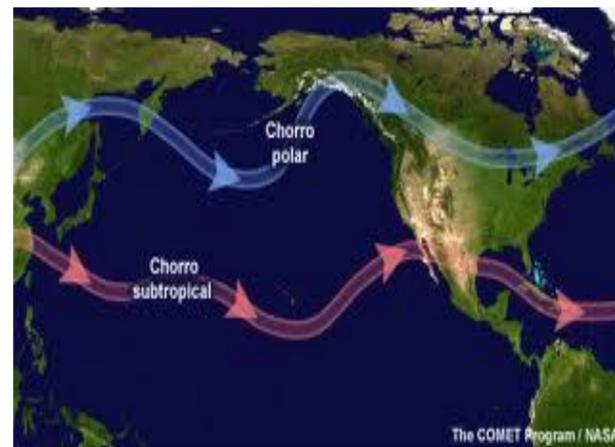
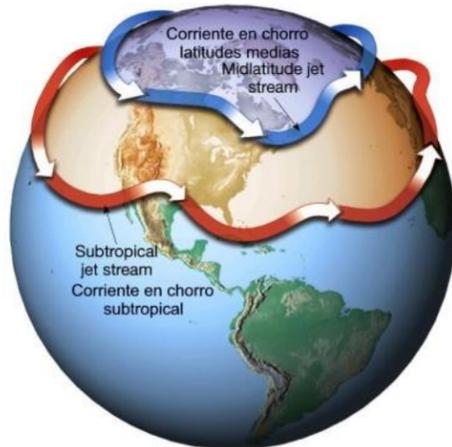
Confinado (Cerrado).- Dícese de los medios o ambientes en los que los procesos que tienen lugar se producen sin transferencia de materia con el exterior

Conglomerado.- Son rocas formadas por fragmentos de otras de distintos tipos, depositados después de una fase de transporte y cementados

Convección. Movimiento vertical del aire. Ver procesos de convección

Convergencia. Zona donde chocan las líneas de flujo del viento generándose movimientos convectivos (ascenso del aire) para compensar la acumulación de aire en una pequeña zona.

Corriente en chorro. Mal llamada "Corriente de Chorro", es una corriente rápida de vientos del oeste en altura; da la vuelta al planeta en ambos hemisferios. Tiene una velocidad mínima de 120 Km/h, posee una forma tubular, achatada y es casi horizontal, se presenta en la atmósfera superior, con una longitud de varios miles de kilómetros, algunos cientos de anchura y un espesor del orden de tres km.



Cuenca: Depresión o forma geográfica que hace que el territorio vaya perdiendo altura a medida que se acerca al nivel del mar. Las cuencas hidrográficas son aquellas que hacen que el agua que proviene de las montañas o del deshielo, descienda por la depresión hasta llegar al mar. En algunos casos, la cuenca puede no alcanzar el nivel del mar si se trata de un valle encerrado por montañas, en cuyo caso la formación acuífera será una laguna o lago.

Cuenca intramontana o intramontañosa.-Cuenca subsidente individualizada entre los nuevos relieves montañosos (o cadena) formados por el plegamiento.

Cuña. Es un sistema de isobaras abiertas, en la cual la presión aumenta de la periferia hacia el centro, generalmente provoca buen tiempo y descenso de la temperatura.

Chubasco. Precipitación de gotas de agua que caen desde una nube del género cumulonimbos; se caracteriza por que empieza y termina repentinamente, por variaciones de intensidad muy bruscas y porque del estado del cielo sufre cambios muy rápidos.



Dirección o rumbo.- Se refiere al ángulo que forma una línea comprendida en un plano horizontal con otra tomada como referencia, normalmente la línea geográfica Norte-Sur

Esquisto.- Roca metamórfica susceptible de dividirse en hojas por su alto contenido en minerales micáceos.

Estabilidad Atmosférica. Condición de la atmósfera que se opone al desarrollo de nubes de los géneros cúmulo y cumulonimbos. Se caracteriza por estados del cielo despejados o con presencia de nubes estratiformes.

Estado del tiempo según la Temperatura.

Estado Temperatura
Helado < a 2.5 C
Frío 2.5 C a 10 C
Fresco 10 C a 20 C
Templado 20 C a 30 C
Caluroso 30 C a 40 C
Bochornoso > a 40 C

Erógeno.- Sistema montañoso edificado sobre una porción inestable de la corteza terrestre que ha sufrido un importante acortamiento y presenta pliegues y mantos de corrimiento.

Erosión.- Conjunto de fenómenos externos que, en la superficie del suelo o a escasa profundidad, quitan en todo o en parte los materiales existentes modificando el relieve.

Falla.- Fractura del terreno con desplazamiento relativo de las partes separadas.

Foliación.- Estructura visible en ciertas rocas metamórficas en que a la esquistosidad se suma una diferenciación petrográfica entre lechos, formando hojas. El término se usa también para las rocas metamórficas que no muestran este aspecto cuando todos sus constituyentes han sido reorientados por una esquistosidad de flujo o han recrystalizado según el plano de esquistosidad, que constituye entonces el plano de foliación.

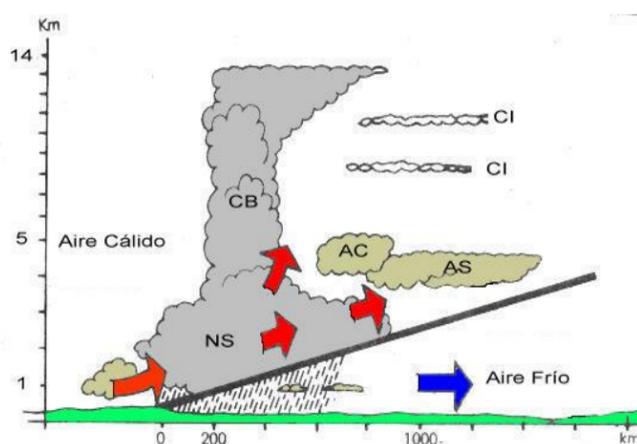
Formación.- Unidad litoestratigráfica fundamental. Cuerpo de rocas identificado por sus características litológicas y su posición estratigráfica.

Fractura.- Rotura o abertura producida por esfuerzos

Frente. Zona de interacción entre dos masas de aire con características diferentes de temperatura y/o humedad.

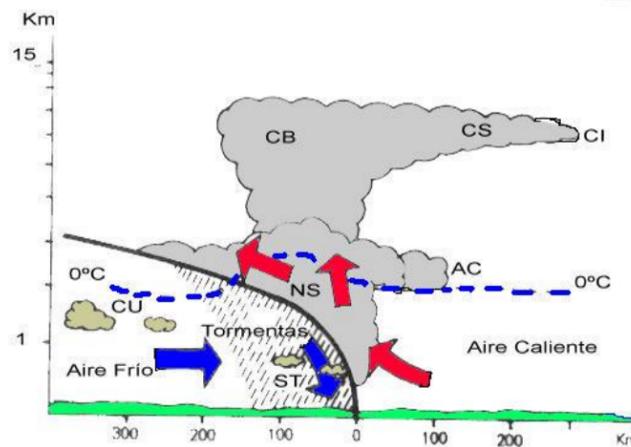
Freático/a.- Se dice de la parte del subsuelo saturada de agua.

Frente Caliente (o Cálido). Se produce cuando una masa de aire caliente avanza hacia latitudes mayores y su borde delantero asciende sobre el aire más frío. Si hay humedad suficiente se observan todos los géneros de nubes estratiformes (St, Sc, Ns, As, Cs Tabla de Nubes.) las cuáles podrían provocar precipitaciones de tipo continuo.



Frente Estacionario. Es aquél frente que no presenta ningún desplazamiento.

Frente Frío. Se produce cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo vertical (Sc, Cu, Cb Tabla de Nubes.) las cuales podrían provocar chubascos o nevadas si la temperatura es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire más cálido provoca descensos rápidos en las temperaturas de la región por donde pasa.



Frente Ocluido. Se produce cuando un frente frío que se desplaza por lo regular más rápidamente, alcanza a un frente caliente, provocando una oclusión en altura. El estado del tiempo que provoca este sistema es una mezcla de los fenómenos hidrometeorológicos que producen los dos tipos de frentes.

Gal.- Es el nombre que se le asigna a la unidad de aceleración en el sistema cegesimal, esto es, al centímetro por segundo⁻². El símbolo de esta unidad es Gal. Se le dio este nombre en honor a Galileo Galilei, quien fue el primero en medir la aceleración de la gravedad.

Por definición

$$1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm s}^{-2}.$$

Su equivalencia con la unidad del SI es:

$$1 \text{ Gal} = 0,01 \text{ m s}^{-2}$$

La aceleración gravitacional de la Tierra varía entre 976 y 983 Gal.

Gneiss.- Roca metamórfica con marcada foliación y composición de granitoide, generada por metamorfismo regional de grado elevado.

Granito.- Roca plutónica ácida con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y micas. El 10-65% de sus feldespatos son plagioclasa de 5-100% de anortita.

Grieta.- Fractura del terreno sin desplazamiento relativo de las partes separadas.

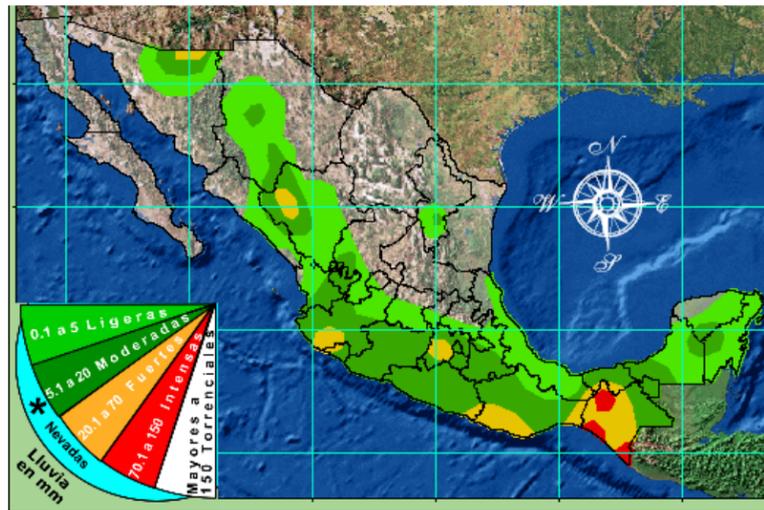
Humedad. Es el contenido de vapor de agua del aire; puede ser expresado como humedad absoluta, específica, relativa o razón de mezcla.

Humedad Absoluta. En un sistema de aire húmedo, es la razón de la masa del vapor de agua respecto al volumen total del sistema; usualmente expresada en gramos por metro cúbico.

Huracán. Nombre genérico que se le da a un ciclón tropical cuando este ocurre en las siguientes regiones geográficas: Atlántico Norte, Mar Caribe, Golfo de México, Pacífico Sur y Océano Índico. Ver Ciclón Tropical.

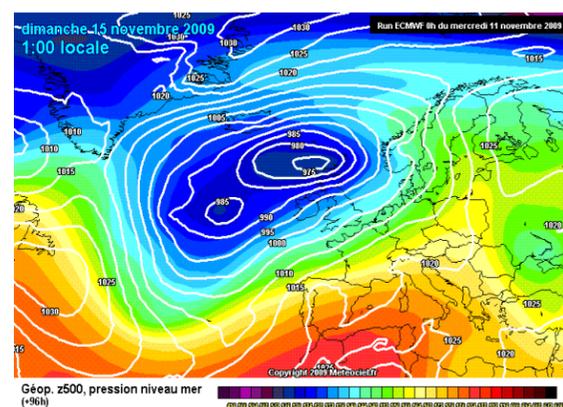
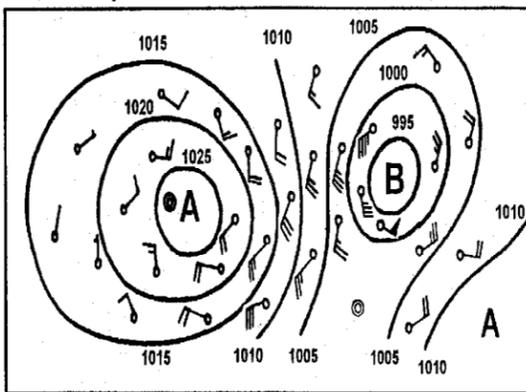
Intrusivo/a.- Que penetra en formaciones ya existentes. Se aplica a las rocas magmáticas emplazadas en estado fluido bajo la superficie y a los macizos que constituyen, se cristalizan lentamente, así como a los diapiros de rocas salinas.

Intensidad de Precipitación. Es la razón de incremento de la altura que alcanza la lluvia respecto al tiempo. Se clasifica en ligera (0.1 a 5 mm), moderada (5.1 a 20 mm), fuerte (20.1 a 70 mm), intensa (70.1 a 150 mm) y torrencial (mayores a 150 mm).



Isobara. Es una curva de igual o constante presión en un gráfico o mapa. Las isobaras se refieren exclusivamente a líneas que unen en un mapa los puntos de igual presión atmosférica, que se mide en bares, dan información acerca de la fuerza del viento y la dirección de este en una zona determinada.

Cuanto más juntas están las isobaras, más fuerte es el viento.



Karst (Carst).- Macizo calcáreo afectado por modelado kárstico, entendido éste como tipo de relieve debido a la disolución de las rocas por las aguas meteóricas cargadas de gas carbónico.

Llovizna. Precipitación uniforme constituida por minúsculas gotas de agua muy próximas unas de otras. La llovizna cae de una capa densa de estratos.

Lluvia. Precipitación de gotas de agua líquida de diámetro mayor de 0.5 mm, o bien más pequeñas, pero muy dispersas. Ver Intensidad de precipitación.

Masa de Aire. Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas, en particular la temperatura y la humedad en un plano horizontal muestran solo diferencias pequeñas y graduales. Una masa puede cubrir una región de varios millones de kilómetros cuadrados y poseer varios kilómetros de espesor.

Metamorfismo.- Conjunto de procesos que a partir de una roca original cambian la mineralogía y estructura de la misma, pudiendo llegar a formar una nueva roca, por efecto del aumento de la presión y/o temperatura, sin llegar a fundir totalmente la roca original.

Meteoro. Es un fenómeno que tiene lugar en la atmósfera. Este fenómeno puede consistir en una precipitación, suspensión o depósito de partículas líquidas o sólidas, acuosas o no, o puede consistir en una manifestación de naturaleza óptica o eléctrica. Hidrometeoros o meteoros acuosos: nube, niebla, neblina, lluvia, llovizna, chubasco, nieve, granizo, helada, rocío. Litometeoros o meteoros de polvo: calima, humo, ventisca de polvo o arena, tempestad de polvo, o arena, remolino de polvo o arena (tolvanera). Fotometeoros, meteoros ópticos o luminosos: arco iris, halo solar o lunar, irisación de nubes, glorias o coronas de Ulloa, espejismo, trepidación óptica, centelleo, rayo verde. Electrometeoros o meteoros eléctricos: tormenta, relámpago, rayo, aurora, fuego de San Telmo. Acusticometeoros o meteoros acústicos: trueno, Eco.

Milonita.- En s.l. toda roca triturada más o menos finamente (brecha tectónica). En el s.s. de los petrólogos roca dinamometamórfica que deriva de una roca magmática o metamórfica triturada hasta el punto de que los cristales originales no son identificados a simple vista.

Mineral.- Compuesto sólido inorgánico natural con estructura cristalina y composición química definida.

Monzón. Vientos temporales de dirección persistente, los cuáles sufren un cambio muy pronunciado en la dirección normal de los viento, en cierta época del año.

Neblina. Suspensión en la atmósfera de gotas microscópicas de agua o de núcleos higroscópicos húmedos que reduce la visibilidad en superficie.

Niebla. Es un hidrometeoro, consistente en numerosas gólicas de agua lo suficientemente pequeñas para mantenerse suspendidas en el aire indefinidamente. Reduce la visibilidad a menos de 1 Km.

Nube. Aglomeración de gólicas de agua en estado líquido, sobreenfriada o congelada suspendidas en el aire. La Organización Meteorológica Mundial ha definido 10 géneros de nubes, cada uno de los cuáles tienen forma distinta y puede ser asociado a diferentes hidrometeoros o fotometeoros.

Genero	Símbolo	Características
Nubes Altas	Cirros (Ci)	Nubes de aspecto filamentosos, no provocan precipitación
	Cirrocumulos (Cc)	Nubes de aspecto de glóbulos, no provocan precipitación
	Cirrostratos (Cs)	Nubes con aspecto de velo, provocan el halo solar y lunar
Nubes Medias	Alto cumulos (Ac)	Con forma de glóbulos, que no dan precipitación.
	Altoestratos (As)	Forman un manto que opaca al sol, no produce llluvias, provocan la corona solar y lunar.
	Nimbostratos (Ns)	Capa nubosa gris de tipo estable que oculta al sol y provoca las precipitaciones de tipo continuas e intermitente.
Nubes Bajas	Estratocumulos (Sc)	Bancos de nubes cumuliformes que producen llluvias ligeras continuas y lloviznas.
	Estratos (St)	Manto de nubes grises que pueden provocar lloviznas al espesarse mucho.
	Cúmulos (Cu)	Nube aislada y densa, que se desarrolla verticalmente con protuberancias, no producen llluvias
Nubes de Desarrollo Vertical	Cumulonimbos (Cb)	Nube densa y potente, de considerable desarrollo vertical que produce chubascos y tormentas eléctricas.

Ojo (del Huracán o Tormenta). Zona relativamente en calma, en el centro de una fuerte tormenta o huracán. En esta zona los vientos son débiles y el cielo a menudo está solo parcialmente cubierto de nubes. Se distingue perfectamente en las imágenes de satélite.

Ola de Calor (Onda de Calor). Calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa; suele durar de unos días a una semana.

Onda Tropical (Onda del Este). Perturbación de escala sinóptica en la corriente de los vientos alisios y viaja con ellos hacia el oeste a una velocidad media de 15 Km/h. Produce fuerte convección sobre la zona que atraviesa.

Placa tectónica.- Es una gran capa de roca sólida, de forma irregular y generalmente compuesta de material oceánico y continental.

Plataforma continental (Offshore).- Zona que se extiende desde el límite inferior de la playa (shoreface) hasta el borde superior del talud continental, de unos 200 m de profundidad como máximo.

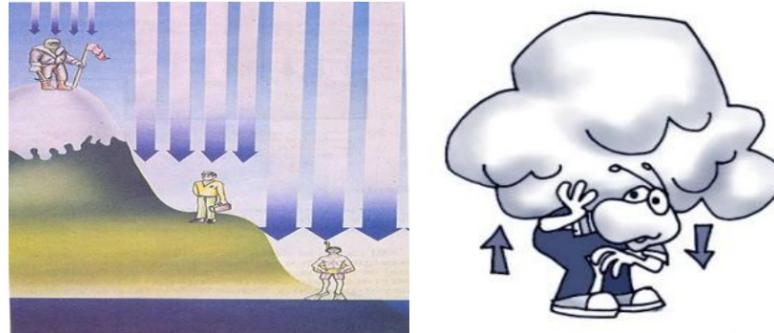
Precipitación. Partículas de agua, líquidas o sólidas que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Precipitación Continua. Se dice que la precipitación es continua, cuando su intensidad aumenta o disminuye gradualmente.

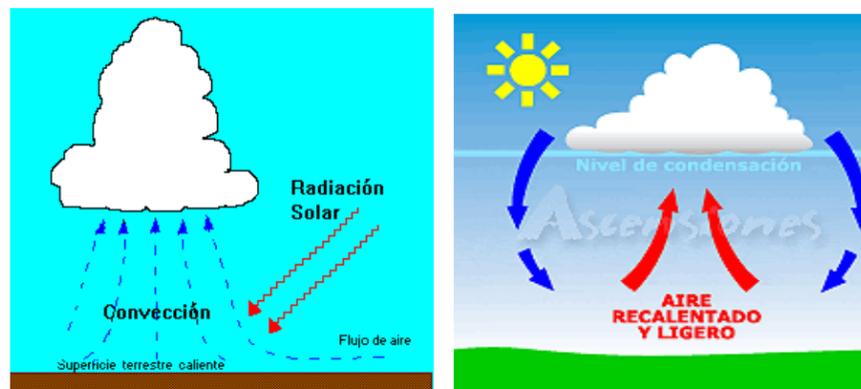
Precipitación intermitente. La precipitación es intermitente cuando se interrumpe y recomienza cuando menos una vez en el lapso de una hora y su intensidad disminuye o aumenta gradualmente.

Precipitación Potencial. Cantidad de agua expresada como un volumen o como una masa que puede obtenerse si el vapor de agua en una columna de aire en la atmósfera se condensa y precipita.

Presión Atmosférica. Es la presión que ejerce la atmósfera en un punto específico como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad sobre la columna de aire que se encuentra encima de este punto.



Procesos de Convección. Movimiento ascendente del aire provocado principalmente por el efecto de calentamiento que ocasiona la radiación solar en la superficie terrestre. Este fenómeno origina la formación de nubes de tipo cúmulos, los cuáles se pueden convertir en cumulonimbos (nubes de tormenta) si la convección es muy fuerte.



Roca metamórfica.- Roca formada a partir de otra (ígneas o sedimentaria), por transformación de sus minerales debido a la elevada presión y/o temperatura.

Racha. Es un aumento brusco del viento con respecto a su velocidad media tomada en un cierto intervalo de tiempo. Su duración es menor de 20 segundos y una variación de cuando menos 15 Km/h, va seguida de un descenso en el viento.

Roca Sedimentaria.- Roca formada por la acumulación de sedimentos, y su posterior compactación, modificación y cementación.

Talud continental.- Zona de pendiente del margen continental, continuación de la plataforma, que desciende desde los 200 m de profundidad hasta los 4.000 m.

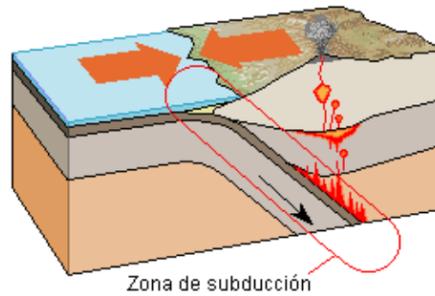
Saturación. Condición del aire que se presenta cuando la cantidad de vapor de agua que contiene es el máximo posible para la temperatura existente.

Sequía. Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

SIG.- Siglas de Sistema de Información Geográfica. Que pueden ser definidos como una integración de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión

Subsidencia. Movimiento descendente de una capa de aire sobre una extensa zona, este fenómeno provoca estabilidad en la atmósfera.

Subducción.- Deslizamiento del borde de una placa de la corteza terrestre por debajo del borde de otra.



Suelo.- Es la capa de la corteza terrestre formada por material meteorizado en el mismo lugar donde actualmente se halla, mezclado con materia orgánica muy superficial.

Tectónica de placas.- Es la teoría que explica el proceso cinemático (relativo al movimiento) y las implicaciones de los movimientos relativos entre placas tectónicas.

Temperatura Ambiente. Es la temperatura del aire registrada en el instante de la lectura.

Temperatura Máxima. Es la mayor temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y las 16:00 horas.

Temperatura Mínima. Es la menor temperatura registrada en un día, y se puede observar en entre las 06:00 y las 08:00 horas.

Tormenta. Precipitación en forma de chubasco, acompañada por vientos fuertes, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

Tormenta Convectiva. Tormenta provocada por fenómenos de convección.

Tormenta Tropical. Ver Baja Presión.

Tornado. Es la perturbación atmosférica más violenta, en forma de remolino que se forma a partir de una nube cumulonimbus, de extraordinario desarrollo resultado de una excesiva inestabilidad, provoca un intenso descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica.



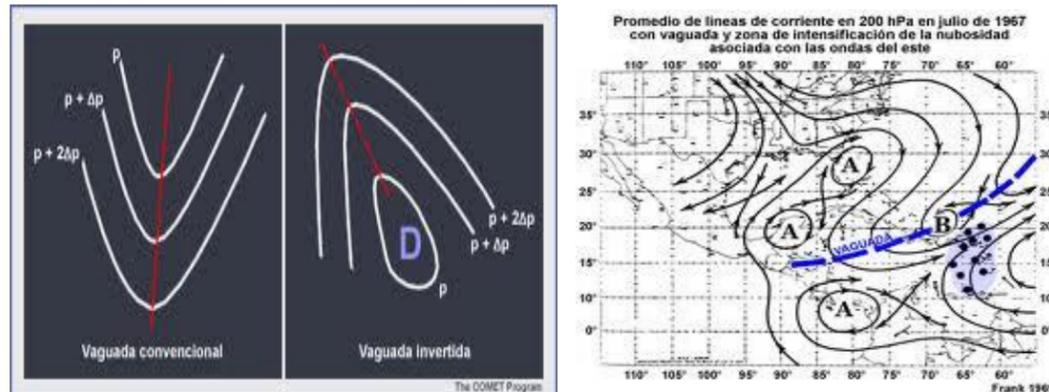
Tromba. Es un fenómeno similar a un tornado, solo que este se forma en la zona costera o en el mar.



Tsunami. Onda marina producida debajo del agua por un movimiento sísmico del fondo submarino, se propaga en todas direcciones a partir de su punto de origen y al llegar a las costas puede provocar marejadas y olas de gran altura.

Turbulencia. Es un cambio brusco de la velocidad y dirección de los vientos, provocada por obstrucciones naturales o artificiales al paso de aire o por excesivo calentamiento de la superficie terrestre y que da lugar a la formación de nubes de tipo cumuliformes.

Vaguada. Es una configuración isobárica en la que a partir del centro de una baja presión las isobaras se deforman alejándose más del centro de un lado que en cualquier otra dirección. Este fenómeno produce mal tiempo.



Viento. Aire en movimiento relativo a la superficie de la tierra, casi exclusivamente usado para denotar la componente horizontal.

Vientos Alisios. Sistema de vientos relativamente constantes en dirección y velocidad que soplan en ambos hemisferios, desde los 30° de latitud hacia el ecuador con dirección noreste en el hemisferio norte y sureste en el hemisferio sur.

Visibilidad. Distancia horizontal máxima a la que un observador puede distinguir claramente algunos objetos de referencia en el horizonte. Algunos meteoros reducen la visibilidad como se observa a continuación:

Meteoro	Visibilidad	Humedad	Construcción
Niebla	1 Km.	90-100%	Agua o hielo
Neblina	1-2 Km.	80-90%	Agua o hielo
Calima	2 Km.	80%	Partículas sólidas
Bruma	2 Km.	80%	Partículas sólidas
Lluvia	3 Km.	100%	Agua o hielo
Llovizna	1 Km.	100%	Agua o hielo

Zona Ciclogénica. Es la zona en donde se presentan las condiciones favorables para la formación de un ciclón.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

Introducción

El presente Atlas de Riesgos del Municipio de Santa María Huatulco, se realizó dentro de los lineamientos del Programa de Prevención de riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), con base en los términos de referencia del programa y los lineamientos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

El Municipio de Santa María Huatulco (MSMH) se ubica en la Región Costa del estado de Oaxaca. Dada su ubicación cercana a la zona de subducción de la Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica, está expuesto a sismos de magnitud considerable. Adicionalmente su ubicación en la Costa del Pacífico en una de las regiones ciclogénicas, lo vuelve susceptible a verse afectado por ciclones tropicales, lluvias torrenciales.

Los peligros a los cuales está expuesto el MSMH, se encuentran condicionados en gran medida por la topografía, geología, clima y su ubicación geográfica. Sin embargo, los fenómenos naturales que con mayor frecuencia han afectado al territorio estudiado tienen que ver con las precipitaciones provocadas por huracanes y tormentas tropicales, las cuales han causado avenidas de agua por los cauces y arroyos, generando inundaciones y movimientos de laderas, afectando con ello a pobladores ubicados en regiones cercanas a los cauces.

Siendo el MSMH, uno de los polos de desarrollo turístico más importantes para el país y el estado, donde se ha desarrollado infraestructura turística y de servicios que es necesario proteger, ya que representa la fuente principal de ingresos de la población originaria del municipio.

Es por lo anteriormente expuesto que el presente estudio se enfoca en los siguientes aspectos fundamentales:

- Identificar y ubicar los peligros de origen geológico e hidrometeorológico que pueden afectar al MSMH.
- Determinar el nivel de riesgo al que está expuesta la infraestructura y población del MSMH, ante el impacto de los diferentes fenómenos naturales.
- Ser una herramienta base para la planeación, definición y diseño de estrategias de mitigación de riesgos para el Ayuntamiento, con la finalidad de incorporar los resultados en el Plan de Desarrollo Municipal, reglamentos de Obra, de Protección Civil.

Marco normativo

La Ley General de Protección Civil, en su Artículo 12, fracción XVII, estipula que la Coordinación Ejecutiva del Sistema Nacional recaerá en la Secretaría de Gobernación y le otorga las atribuciones para desarrollar y actualizar el “Atlas Nacional de Riesgos”.

El Programa Nacional de Protección Civil 2008 – 2012, incluye dentro de sus objetivos y estrategias: Promover y colaborar para la generación de información geoespacial sobre peligros, vulnerabilidad y riesgos para la integración del Atlas Nacional de Riesgos que conjunte, articuladamente en el contexto nacional, la información estatal y municipal sobre riesgos.

La Ley de Protección Civil para el Estado de Oaxaca, en los Artículos 36, 37, 41, y 42 establece las atribuciones de los Consejos Municipales de Protección Civil para elaborar y actualizar los Atlas Municipales de Riesgos.

Objetivo

Realizar un estudio documental y de campo que permita generar la información necesaria para la caracterización del nivel de riesgo, ante la exposición a uno o varios agentes perturbadores de tipo geológico e hidrometeorológico que pueden afectar a la población, sus bienes y el entorno del municipio de Santa María Huatulco. Con la finalidad de que sirva de base a las autoridades municipales, en la definición de lineamientos, programas y acciones tendientes a la mitigación integral de riesgos, reducción de vulnerabilidades, preparación y atención de las emergencias.

Mediante la elaboración de un sistema de información geográfica que permita la actualización, consulta y generación de información tabular y gráfica de los diferentes riesgos, niveles de vulnerabilidad y zonas de afectación.

Contenido del Atlas de Riesgo

El contenido está organizado de acuerdo a “Guía metodológica para la elaboración de atlas de peligros naturales” (SEDESOL, 2004) considerando los siguientes capítulos:

Introducción. Se presentan algunos conceptos importantes relacionados con los Atlas de Peligros, el marco jurídico y las leyes federales y estatales que fundamentan la necesidad de contar con éstos estudios, así como el papel que desempeñan en la prevención de los desastres naturales, en la planeación del crecimiento urbano y usos del suelo en general.

Capítulo 1. Antecedentes. Se enumeran los fenómenos naturales más relevantes que han afectado al municipio durante los últimos años, así como los estudios y documentos previos más importantes que aportan información sobre los desastres naturales ocurridos en el municipio.

Capítulo 2. Determinación de la zona de estudio. Se describe la ubicación geográfica del municipio y sus colindancias. Así mismo, se definen los aspectos metodológicos, bases de datos y criterios utilizados.

Capítulo 3. Caracterización de los elementos del medio natural. Se describen los principales rasgos físicos y geográficos de la zona de estudio, tales como su fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología y climas; así mismo, se describen otros aspectos como uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas y problemática ambiental.

Capítulo 4. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos. Se presentan datos estadísticos, gráficas y una interpretación sobre aspectos poblacionales que rigen la economía del municipio. Esta información servirá como base para el diagnóstico de la vulnerabilidad, lo cual, aunado a los diferentes peligros detectados, permitirá una cuantificación de los riesgos.

Capítulo 5. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural. En éste capítulo se describen los siguientes fenómenos geológicos que afectan a la zona: fallas y fracturas, sismos, deslizamientos de tierra, derrumbes y erosión; así como los fenómenos hidrometeorológicos, tales como ciclones tropicales, tormentas tropicales, tormentas eléctricas, temperaturas máximas extremas e inundaciones.

Antecedentes

El Municipio de Santa María Huatulco, por su ubicación geográfica en la Costa del Pacífico, está expuesto al embate de los huracanes. Dentro de los que han afectado al MSMH, se pueden mencionar a los huracanes Calvin (1993), Olaf (1997), Paulina (1997) y Rick (1997). Siendo Paulina el que más daños causó.

Tabla 1.- Daños generados por el impacto del Huracán Paulina en el estado de Oaxaca

Muertos	81
Desaparecidos	24
Población afectada	279,000
Viviendas dañadas	54,000
Familias que perdieron su vivienda	5,400
Hectáreas de siembra perdidas	122,282
Hectáreas de bosques y selva perdidas	80,000
Torres de energía eléctrica derribadas	60
Municipios con inundaciones	68
Localidades afectadas	1,278
Localidades incomunicadas	40
Carreteras dañadas	8
Tipo de daños a la red carretera	4 puentes caídos, 14 puentes dañados, 2 colapsos totales de carreteras, 242 derrumbes y deslaves

Fuente: Características del Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el período de 1980-1999. Daniel Bitrán Bitrán. CENAPRED. 2001

Por ubicarse en la zona de Subducción del Pacífico, el MSMH está catalogado en la región con mayor incidencia sísmica del estado de Oaxaca.

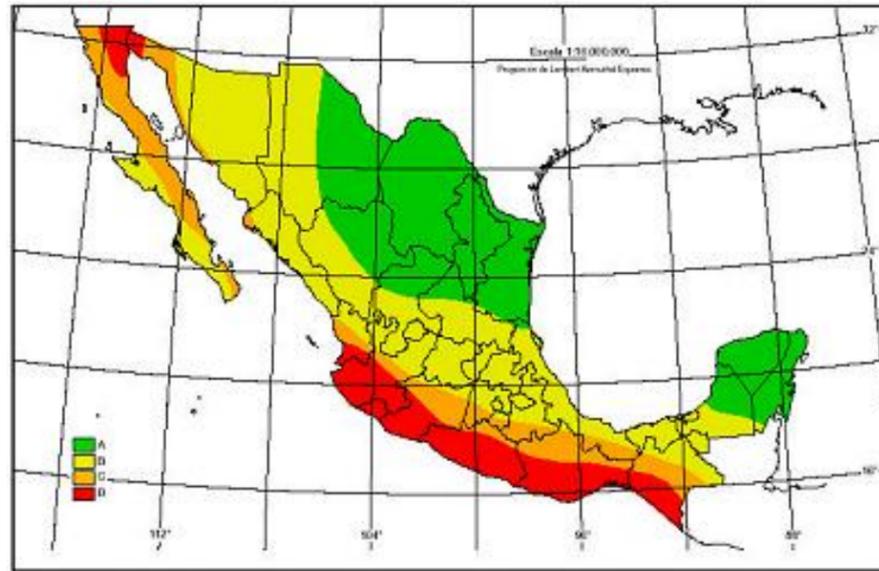


Figura.- 1.- Regionalización sísmica de la República Mexicana. Fuente CENAPRED, 2001

A continuación en la siguiente tabla, se puede apreciar la actividad sísmica en la región de la Costa del estado, donde se ubica el MSMH.

Tabla 2.- Sismos importantes en el estado de Oaxaca. Extracto

Fecha	Magnitud	Observaciones
14/01/1903	8.3	Costa de Oaxaca
29/12/1917	7.1	Costa de Oaxaca
22/03/1928	7.7	Costa de Oaxaca
9/10/1928	7.4	Daños considerables en la región epicentral abarca gran extensión del centro y sureste de México
4/08/1928	7.3	Severos daños en Jamiltepec, Pinotepa Nacional y otros lugares de la región de la costa y valles centrales.
15/01/1931	8	Daños apreciables en la costa y centro de Oaxaca
16/01/1931	7	El sismo provoca grandes daños en varias poblaciones de la costa y valles centrales.
29/11/1978	7.8	Costa de Oaxaca
25/2/1996	6.9	Costa de Oaxaca
19/03/1996	6.0	Costa de Oaxaca
19/7/1997	6.3	Costa de Oaxaca
2/02/1998	6.4	Costa de Oaxaca
14/9/1995	7.2	Fuerte sismo con epicentro en las costas de Oaxaca y Guerrero que provoca daños en escuelas públicas y 135 familias fueron damnificadas en la región de la Costa.
30/9/1999	7.4	Fuerte sismo con epicentro en las costas de Oaxaca. Provoca la muerte de 21 personas y más de 100 heridos. Así como el derrumbe de viviendas y puentes, daños estructurales en iglesias y escuelas públicas.

Fuente: Atlas Estatal de Riesgos. Gobierno del estado de Oaxaca. 2003

En la época actual se destaca el sismo del 30 de septiembre de 1999, que causó daños de consideración en 235 municipios de los 570 que tiene el estado. Uno de los cuales fue el Municipio de Santa María Huatulco. Se tiene un registro de 35 personas fallecidas a consecuencia directa del sismo. La población total afectada de alguna manera por el fenómeno superó las 350 mil personas.

Los daños de mayor magnitud ocurrieron en el sector carretero. Las carreteras federales que presentaron mayores daños son las que van de Pinotepa Nacional a Salina Cruz, que en el tramo Pinotepa Nacional/Santa María Huatulco registra 70.0 kilómetros afectados, cabe mencionar que fue la única que registró daños en los puentes. (Lopez, Reyes, Durán, Bitrán, & Lermo, 2001)

En el sector vivienda se tiene reporte de 43,200 viviendas dañadas en 1,284 localidades ubicadas en los 235 municipios afectados. El tipo de daño que se observó fue con serios daños a viviendas construidas con adobe, con mampostería simple o mal confinada.

De igual manera se reportaron daños a la infraestructura educativa y el sector salud, donde se pueden destacar los daños al Hospital Regional de zona de Santa María Huatulco con un costo de reparación de 1.2 Millones de pesos (Lopez, Reyes, Durán, Bitrán, & Lermo, 2001).

Según datos del Atlas Nacional de Riesgos, el número de pérdidas económicas acumuladas para el periodo comprendido entre 2000-2010 para el estado de Oaxaca asciende a 8362.6 millones de pesos, el número de muertos para el mismo periodo es de 272 muertos.

CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Determinación de la Zona de Estudio

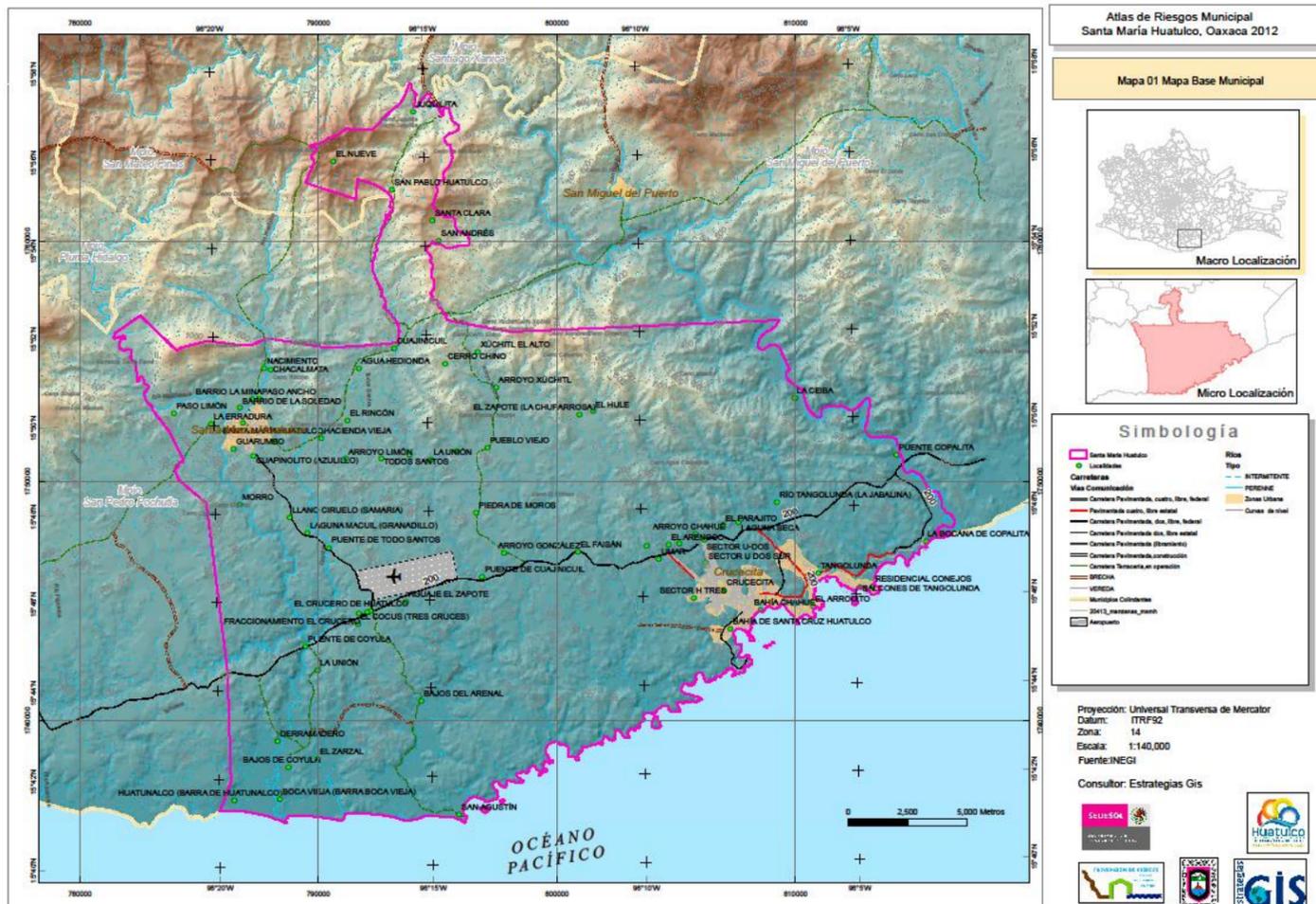
El municipio de Santa María Huatulco, se ubica en la región de la Costa del estado de Oaxaca, pertenece al Distrito de Pochutla. Tiene una extensión territorial de 579.22 kilómetros cuadrados de superficie, lo que corresponde a un 0.615% de la superficie total del estado de Oaxaca, geográficamente se encuentra entre las coordenadas: 15° 50´ y 96° 19´ de latitud Norte; de longitud Oeste, a una altitud de 220 msnm.

Según el Censo de población y vivienda 2010 cuenta con un total de 38,629 habitantes distribuidos en 74 localidades, de las cuales la mayor parte de la población se concentra en Santa María Huatulco, cabecera del municipio, la Crucecita, Sector H, Cuapinolito, la Erradura y el Fraccionamiento El Crucero con el 74% de la población total del municipio.

En el territorio municipal se distinguen tres zonas: la primera, se localiza al Norte, sobre las primeras montañas de la Sierra Sur; en donde se ubican fincas cafetaleras, la mayoría de propiedad privada. Hacia el Sur se extienden los terrenos comunales que cubren aproximadamente 31,000 hectáreas de lomeríos bajos con selvas bajas y medianas caducifolias y subcaducifolias, vegetación secundaria y cultivos de temporal (principalmente para autoconsumo y el mercado local); aquí se desarrollan 30 localidades campesinas y la cabecera municipal. La última zona es la franja litoral donde se desarrolla el Complejo Turístico Bahías de Huatulco. Se trata de 21,163 hectáreas de terreno que fueron expropiadas a los Bienes Comunales en 1984. La franja costera tiene 32 Km de longitud, y va desde el río Copalita hasta el río Coyula. En esta zona se distinguen cuatro áreas: el área agropecuaria incluye las tierras bajas donde se trabajan cultivos de riego, principalmente de maíz, ajonjolí, cacahuate, plátano, frijol y papaya, la mayoría destinados al comercio regional, y donde se ha notado un auge de la ganadería mayor. El área turística y pesquera incluye las 9 bahías y 36 playas que se localizan a lo largo del litoral. Los centros urbanos en donde se localiza la zona hotelera y la mayoría de los servicios, son las áreas de mayor densidad poblacional y actividad comercial. Más recientemente se añade el área natural protegida, declarada en 1998 como Parque Nacional Huatulco se trata de 6,374 has terrestres y 5,516 has marinas que preservan: selva baja caducifolia, sabana, manglar, vegetación riparia y de duna, matorral costero y arrecifes coralinos.

Por su ubicación geográfica, en el territorio del municipio de Santa María Huatulco, inciden varios de los fenómenos categorizados como peligros propiciatorios de un desastre, cuyos orígenes son dentro del ámbito natural: geológico, como sismos y deslaves; hidrometeorológicos como lluvias intensas, desbordamientos de ríos y arroyos, huracanes e inundaciones.

Mapa 1.- Mapa Base



Alcances

En concordancia con las bases para la estandarización en la elaboración de atlas de riesgos. Se proponen los siguientes alcances:

Tabla 3 Fenómenos de origen geológico:

FENÓMENO	NIVEL DE COMPLEJIDAD (SEDESOL)
Fallas y Fracturas	Nivel 1
Sismos	Nivel 2
Tsunamis o maremotos	Nivel 1
Peligros Volcánicos	Nivel 1
Deslizamientos	Nivel 1
Derrumbes	Nivel 1
Flujos	Nivel 1
Hundimientos	Nivel 1
Erosión	Nivel 1

Tabla 4 Fenómenos de origen hidrometeorológico:

FENÓMENO	NIVEL DE COMPLEJIDAD (SEDESOL)
Sistemas Tropicales. Huracanes	Nivel 2
Ondas tropicales	Nivel 2
Masas de aire. Nevadas	Nivel 1
Heladas y granizadas	Nivel 1
Tormentas eléctricas	Nivel 1
Sequías	Nivel 1
Temperaturas máximas extremas	Nivel 1
Vientos Fuertes	Nivel 1
Inundaciones	Nivel 2

Metodología General

Para realizar el proyecto se utilizará la metodología propuesta en las “Bases para la Estandarización para la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de datos Geográficos para

Representar el Riesgo 2012”, así como la “Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos” (CENAPRED, 2004).

Considerando las siguientes etapas:

- Caracterización y delimitación de la zona de estudio
- Investigación documental de antecedentes, estudios previos, caracterización socio demográfica y económica de la zona de estudio.
- Caracterización del medio físico.
- Levantamiento de campo. Brigadas con personal profesional de geología, meteorología, protección civil, atención de emergencias
- Compilación de información documental y de campo
- Diseño y elaboración de un sistema de información geográfica que permita consultar, desplegar y analizar la información que constituye las siguientes capas:
 - Delimitación de la zona de estudio
 - Traza urbana
 - Infraestructura:
 - Vías de comunicación
 - Servicios (hospitales, escuelas, parques, etc.)
 - Geología
 - Hidrometeorología
 - Población
- Generación de cartografía temática
- Presentación de resultados.

Todo ello en función de la información disponible para el municipio de Santa María Huatulco en las diferentes fuentes, como puede ser INEGI, SEDESOL, bases de datos municipales, estudios previos y de acuerdo a los niveles de complejidad de los métodos de estudio, relacionados en la sección de alcances del presente documento.

CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

3.1 Fisiografía

De acuerdo con la clasificación de provincias fisiográficas de México hecha por INEGI (mapa 2), la zona de estudio pertenece a la Sierra Madre del Sur, la cual es un sistema de bloques montañosos de diferente composición y edad. En la zona de estudio destacan rasgos como la Cañada Oaxaqueña, la cual es un valle de origen tectónico que se extiende entre las ciudades de Tehuacán y Oaxaca. Este valle está limitado por la Sierra Juárez, la cual es una imponente estructura montañosa conformada por rocas metamórficas de edad paleozoica y que abarca parte del sector septentrional del municipio de Oaxaca de Juárez.

Mapa 2.- Regiones Fisiográficas



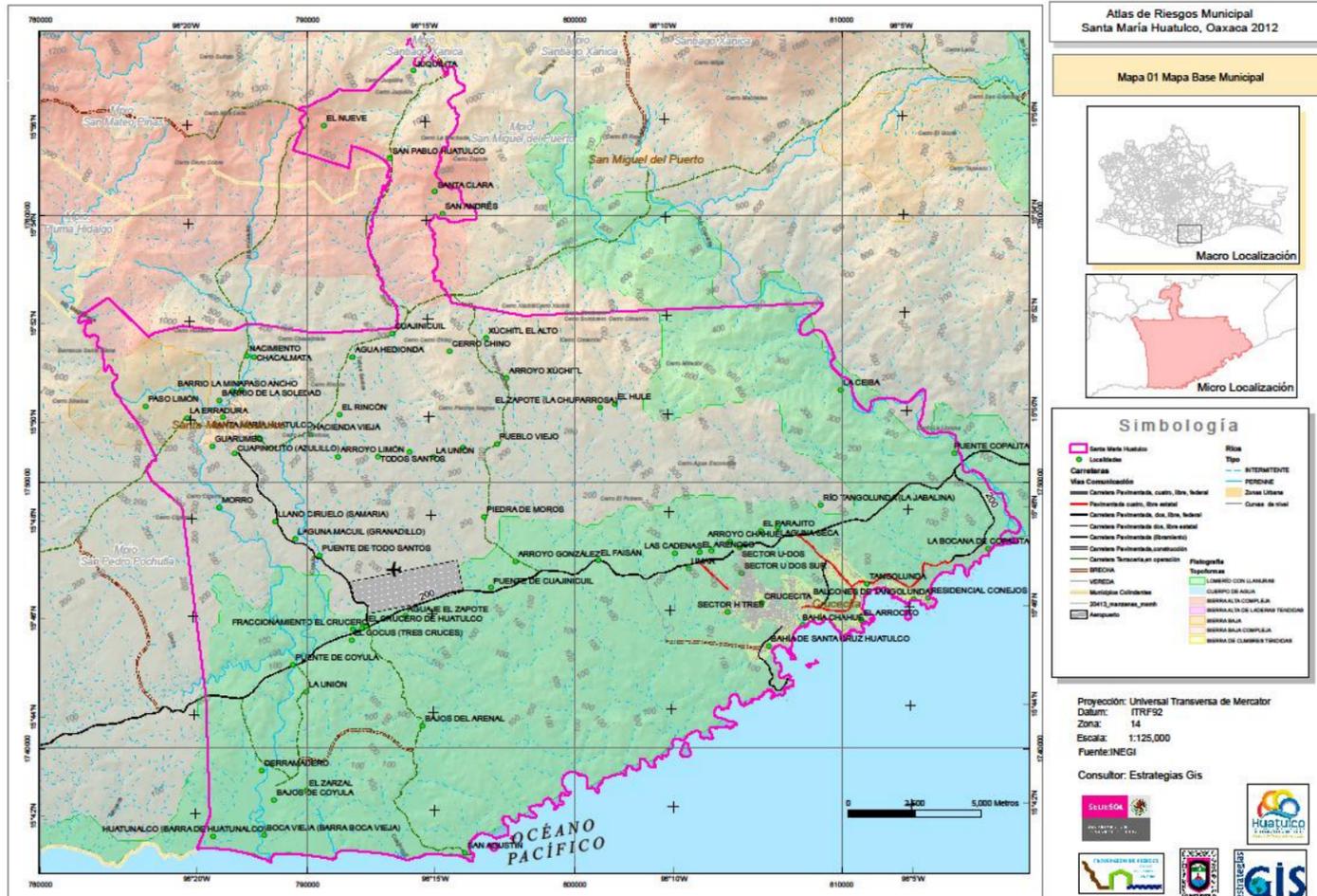
Fuente: INEGI

El Municipio de Santa María Huatulco, pertenece a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y a la subprovincia 73 llamada Costa del Sur (montañas medianas, lomeríos complejos y llanuras fluviales).

Dentro de estos sistemas de toposformas se destacan asociaciones rocosas de diversos orígenes y edades que conforman la textura de los terrenos de Santa María Huatulco.

La geomorfología y fisiografía del municipio (mapa 3), se encuentran definidas por las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, mismas que en la región llegan al mar y forman las bahías, acantilados y escarpes rocosos que caracterizan a esta porción del Pacífico en Oaxaca. De acuerdo con González et al., (1996) esta conformación orográfica y de paisaje, promueve un aislamiento con respecto a los sistemas de redes o corredores que bajan desde las montañas altas (Sierra Madre del Sur), constituyendo una entidad paisajística muy particular en donde es posible encontrar una gran riqueza y diversidad de especies.

Mapa 3.- Medio Natural Fisiografía



Como se puede observar el territorio del MSMH, se conforma por lomeríos (49.5%) y sierra (50.5%) que va desde la Sierra Alta compleja a la Sierra Baja.

Igualmente, se pueden mencionar como paisajes estrechamente relacionados con los anteriores, la zona de corales en Bahías de Huatulco y las costas acantiladas (erosivas) de la misma zona (González, óp. cit.).

Los paisajes topográficos que pueden distinguirse son: cerros redondeados, cerros aislados, lomeríos suaves, dunas, playas de bahías, escarpes, acantilados, islas y farallones. Las elevaciones van desde los 0 hasta poco más de los 200 msnm.

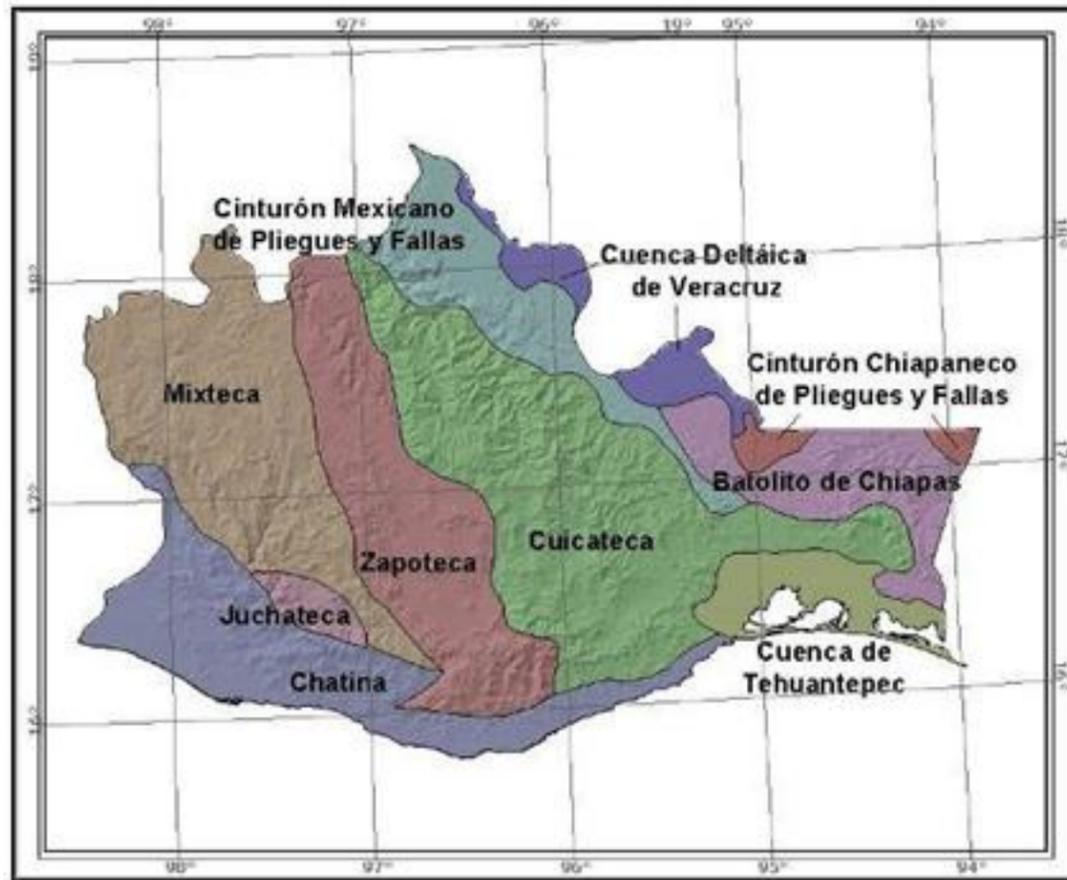
3.2 Geología

Las provincias geológicas que se encuentran en el estado de Oaxaca son: Mixteca, Zapoteca, Chatina, Cuicateca, Juchateca, Cinturón Mexicano de pliegues y fallas, Batolito de Chiapas y Cuenca de Tehuantepec (mapa 4).

El municipio de Santa María Huatulco se ubica en la provincia Chatina, con un conjunto de rocas metamórficas e intrusivas compuestas y una evolución compleja, de edad correspondiente al Paleozoico-Mesozoico.

En la porción sur y oriental del estado se tienen principalmente las rocas de edad Cenozoica, rocas ígneas de tipo intrusivas, formadas en ambientes de altas presiones y temperaturas en el interior de la corteza continental, principalmente se constituyen de rocas graníticas que intrusieron a rocas metamórficas y que se encuentran principalmente en la porción sur del estado de Oaxaca, en la región de la costa, entre Puerto Escondido y Santa María Huatulco, así como en la región de la Mixtequita y en la región de la frontera con el estado de Chiapas.

Mapa 4.- Provincias Geológicas



La estructura geológica del municipio de Santa María Huatulco se compone principalmente de dos eras: la mesozoica y la cenozoica (INEGI, 2001). La primera se divide en tres periodos: jurásico (con rocas metamórficas y unidades litológicas de gneis, en 51 % de la superficie municipal), jurásico-cretácico (compuesta de rocas ígneas intrusivas y unidades litológicas de granitos granodioritas en 39 % de la superficie municipal) y cretácico (con rocas sedimentarias y unidades litológicas de calizas en 3 % de la superficie municipal).

La segunda sólo presenta el periodo cuaternario (con unidades litológicas de aluvial y litoral en 7 % de la superficie municipal).

La porción jurásica tiene como característica principal que forma un cinturón metamórfico de tipo denudatorio, que rodea a las rocas graníticas que se localizan en la región de Santa María Huatulco (por ejemplo el granito de dimensiones considerables conocido como Piedra de Moros); asimismo, presenta relieves de tipo denudatorio erosivo y erosivo denudatorio cuyos escurrimientos superficiales son muy bajos debido a la alta porosidad del material, lo que contribuye al predominio de corrientes intermitentes.

El área de jurásico-cretácico que comprende la zona de bahías de Huatulco, conforman una región paisajística muy especial, donde por ejemplo, la red de drenaje se encuentra separada y autónoma de la red general de drenaje originada dentro de la Sierra Madre del Sur.

La superficie cretácica compuesta de rocas calizas conforma la estructura de mayor altitud sobre el nivel del mar del municipio: el cerro Huatulco (originada por el levantamiento de las placas continentales y depósitos marinos respectivamente).

La zona cuaternaria compone las franjas litorales (estimada en 35 km de longitud municipal) que en algunas porciones se acercan al mar y facilitan la conformación de escarpes rocosos, mismos que constituyen el paisaje de lo que se conoce como Bahías de Huatulco. Asimismo, las planicies municipales que corresponden a estrechas franjas aluviales ubicadas en las desembocaduras de los ríos y arroyos principales: Coyula, Arenal, Cacaluta y Copalita, principalmente.

Esta zona de la costa oaxaqueña es reconocida como tectónicamente inestable, se encuentran sedimentos con inmadurez textural, manifestando la influencia del tectonismo sobre el tipo de sedimento depositado, lo que convierte a éste municipio en zona sujeta a constantes sismos de variada intensidad. Asimismo, se encuentra atravesada por varias fallas geológicas con distintos rumbos y longitudes.

Fisiográficamente el área de estudio pertenece a la Provincia Sierra Madre del Sur, donde se localizan las subprovincias: Taludes Meridionales, Planicie Costera y Meseta de Oaxaca. (Raisz E., 1964).

El área estudiada está comprendida dentro de los terrenos tectonoestratigráficos Oaxaca y Xolapa. El primero está constituido por el basamento más antiguo del Sur de México, denominado Complejo Oaxaqueño (PpTmCM) y está representado por una variedad de rocas metamórficas como paragneises, ortogneises, anortosita, cuerpos dioríticos y gabroicos, así como cuerpos calcosilicatados y pegmatíticos.

Las dataciones realizadas lo ubican en el Proterozoico medio con edades que varían de 900 a 1,100 Ma. Se ha correlacionado con la Provincia Grenvilliana de América del Norte basándose en una cronología y litología. Dentro del área cartografiada, la parte que mas aflora del Complejo Oaxaqueño está constituida por grandes cuerpos anortosíticos y de otras rocas intrusivas ácidas y básicas metamorfoseadas a facies de granulita. La única cobertura sobre este complejo son las rocas carbonatadas de la Formación Teposcolula (KaceCz-Do) de edad Albiano Cenomaniano y es afectado por un posible granito Paleozoico (Pp(?)Gr). Corona C.P. (1996), lo definen como un cuerpo de composición trondhjemítica caracterizado por un alto contenido de feldespatos potásico.

El terreno Xolapa es constituido esencialmente por el complejo metamórfico denominado Complejo Xolapa integrado por gneiss cuarzo-feldespatítico y gneiss pelítico, anfibolita, pegmatita, migmatita y algunos horizontes de mármol.

Las edades asignadas al complejo Xolapa presentan muchas interrogantes en cuanto a su posible edad, en este trabajo se consideró un rango del Proterozoico al Terciario, tomando en cuenta las edades más consistentes para el Complejo, son las mesozoicas, precámbricas y paleozoicas que pueden ser las edades de los protolitos en los paragneises y las terciarias por reactivación de los relojes isotópicos debido al plutonismo terciario.

Las rocas metamórficas del Complejo Xolapa se encuentran afectadas por cuerpos intrusivos terciarios; al Noreste aflora el Batolito de Río Verde (ToGd), de composición que varía de granito a granodiorita y tonalita, estas rocas están afectadas por diques de aplita y pegmatita; de acuerdo a dataciones isotópicas este intrusivo es edad Oligocénica.

La zona de Pochutla es de una composición granodiorita que cambia a granito, afectado por cuerpos de pegmatitas y diques máficos, fue fechado con una edad del Oligoceno.

En la zona de Santa María Huatulco la composición predominantemente es granodiorítica y muestra zonas foliadas y bandeadas así como milonitas en las partes más cercanas a la falla Chacalapa, este intrusivo ha sido fechado por diferentes métodos que permiten ubicarlo en el Mioceno.

Cubren al Complejo Xolapa dos diferentes depósitos cuaternarios: el Conglomerado Puerto Escondido (QptCgp) formado por una alternancia de conglomerado polimíctico y arenas poco consolidadas que afloran en las inmediaciones de la costa, se le asignó una edad del Pleistoceno.

3.3 Geomorfología

La geomorfología del municipio de Santa María Huatulco tiene que contar prioritariamente con el factor geológico que explica la disposición de los materiales. Las estructuras derivadas de la tectónica y de la litología configuran frecuentemente los volúmenes del relieve de un modo más o menos directo.

El clima introduce modalidades en la erosión y en el tipo de formaciones vegetales, de modo que la morfogénesis adquiere características propias en cada zona climática. La elaboración de geofomas también depende de los paleoclimas que se han sucedido en un determinado lugar.

Las condiciones climáticas del lugar se consideran extremas, la lluvia es uno de los factores que cambian la morfología natural del lugar producidos por ríos, arroyos y secuencias que transportan corrientes fluviales. Es importante mencionar que estas corrientes son de gran volumen por lo que en pocos días las formas observadas pueden cambiar drásticamente, esto es el caso de algunas

localidades como son “Puente de Coyula, Bajos de Coyula, El Arenal, Bajos del Arenal, y Barra de Copalita.

Otra de las condiciones que alteran el panorama de la región es el aire, provocando erosión en lomeríos existentes en toda la región, desde la localidad de La Jabalina hasta llegar a Bajos de Coyula siguiendo la línea de costa. Cuando estos vientos pegan en las crestas o en el pie de las lomas desgastan de manera considerable estas geoformas.

La región de la que se hace mención en el párrafo anterior tiene sedimentos compuestos de arenas gruesas y finas fáciles de transportar por lo que la geomorfología original cambia en poco tiempo.

La temperatura y el intemperismo forman parte del modelado de laderas, litología, estructuras que se muestran en el sitio de interés. Los rayos del sol provocan de una forma directa alteración en los minerales haciendo más fácil su desgaste, las rocas preexistentes modifican su panorama original.

La deforestación es otro de los casos de modificación de la forma o estructura de la tierra, en el caso de Santa María Huatulco existen localidades con deforestaciones que provocan cambios en los terrenos. Algunas localidades por mencionar son sin duda la de Santa María Huatulco, San José Pueblo Viejo, Paso Limón.

De las condiciones climáticas, biogeográficas, topográficas y litológicas, depende la eficacia erosiva de los cursos de agua y de otros modos de escorrentía. Aquí habrá que considerar el conjunto de la red hidrográfica.

La cobertura vegetal introduce un tapiz protector en la interface atmósfera-litósfera, razón por la cual la biogeografía da claves importantes en el análisis de las geoformas y de los procesos que las modelan. Pero esta cobertura no depende sólo del clima y del sustrato rocoso, sino también de la acción antrópica.

Geoformas

La descripción del sitio de estudio en general se divide en tres geoformas principales.

Un paisaje de altitud alto que llega de los 700 los 1000 msnm en el que predominan grandes estructuras como es el Cerro de Huatulco, Cerro Chino, El Encinal, entre otros, y que sus pendientes son abruptas con ángulos que superan los 55°, lo cual permite que sus drenajes también se observen con profundidades de gran magnitud.

Los materiales observados corresponden a macizos rocosos correspondientes al Complejo Oaxaqueño y al Complejo Xolapa ambos de origen metamórfico, y que por su estructura y dureza su forma es más difícil de alterar.

Existe otra región dentro del municipio que corresponde a formas de lomas de gran magnitud, de distintos materiales. Uno de ellos es la zona milonítica de la Falla Chacalapa la cual dejó una cizalla de material quebradizo que al mezclarse con arenas originadas por el desgaste del complejo Xolapa, forman una geomorfología de estructura consolidada dejando drenajes poco profundos. Algunas localidades establecidas en estos lugares son: Todos Santos, Las Pozas, Arroyo Limón, Hacienda Vieja.

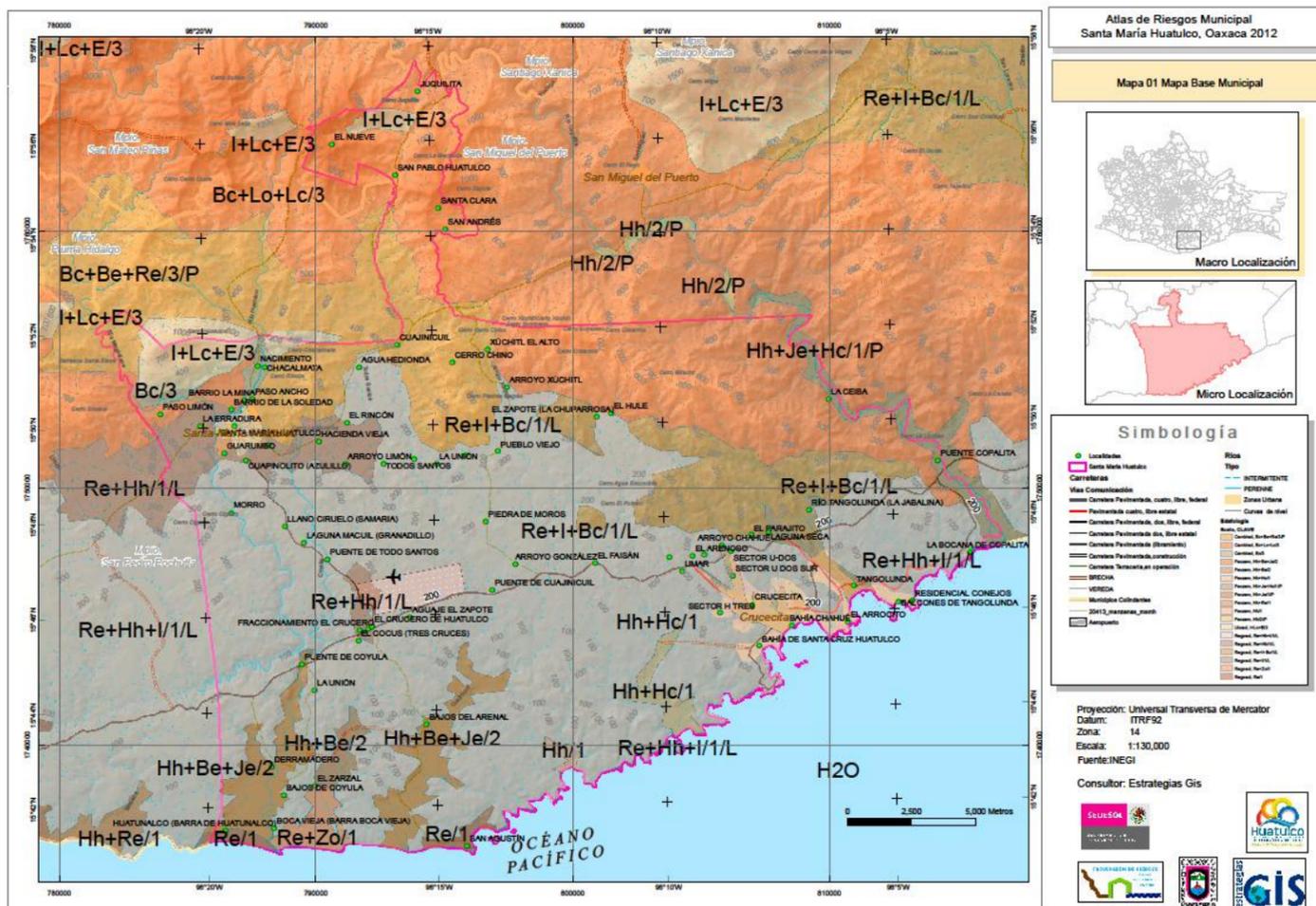
La otra zona corresponde a material preferentemente arenas gruesas y finas, formando lomeríos suaves poco consolidados y fácil de ser arrastrados por los agentes de erosión e intemperismo. Aquí los drenajes son frágiles, las corriente de aguas arriba suelen desgastar la arena y causar accidentes. Entre algunas localidades mencionamos las siguientes; Las Amapolas, Fraccionamiento El Crucero, Arroyo González, El Faisán, Colonia Vicente Guerrero, etc.

3.4 Edafología

En una distribución espacial, los suelos más pobres se ubican hacia la zona de lomeríos, donde el relieve es erosivo. En estos sitios se pueden localizar suelos de tipo regosol y litosol, caracterizados los primeros por sus texturas gruesas (granulosos) y los segundos por afloramientos de roca madre.

Hacia las zonas con superficies de acumulación de sedimento, valles intermontanos y vegas de ríos, que se localizan en el Oeste y centro del municipio de Santa María Huatulco, es posible localizar suelos más profundos y con texturas más finas (donde el grado de arcillas es muy variable). En estas áreas se ubican también los cuerpos lagunarios o complejos de inundación, donde los aluviales (suelos acarreados con el agua) son predominantes. Estos suelos son jóvenes, pero presentan variaciones importantes en el grado de materia orgánica que contiene. Sus texturas son también variables, con predominancia de la textura arenosa.

Mapa 5.- Medio físico Edafología



La distribución de los tipos de suelo en el territorio, como se observa en el mapa y según la superficie y características, se puede describir como:

Regosol.- ocupa un 60% de la superficie del MSMH, se caracteriza por ser suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca

Cambisol.- con un 30% de la superficie.- suelo de color claro, con desarrollo débil, presenta cambios en su consistencia debido a su exposición a la intemperie.

Feozem.- con una distribución en el 7%. Se caracteriza por ser suelos de color oscuro con alto contenido de materia orgánica y nutrientes.

Litosol.- ocupa tan solo un 3% de la superficie. Constituyen la etapa primaria de formación del suelo, con una capa de menos de 10 cm de espesor, predomina la materia orgánica, con una fertilidad de media a alta.

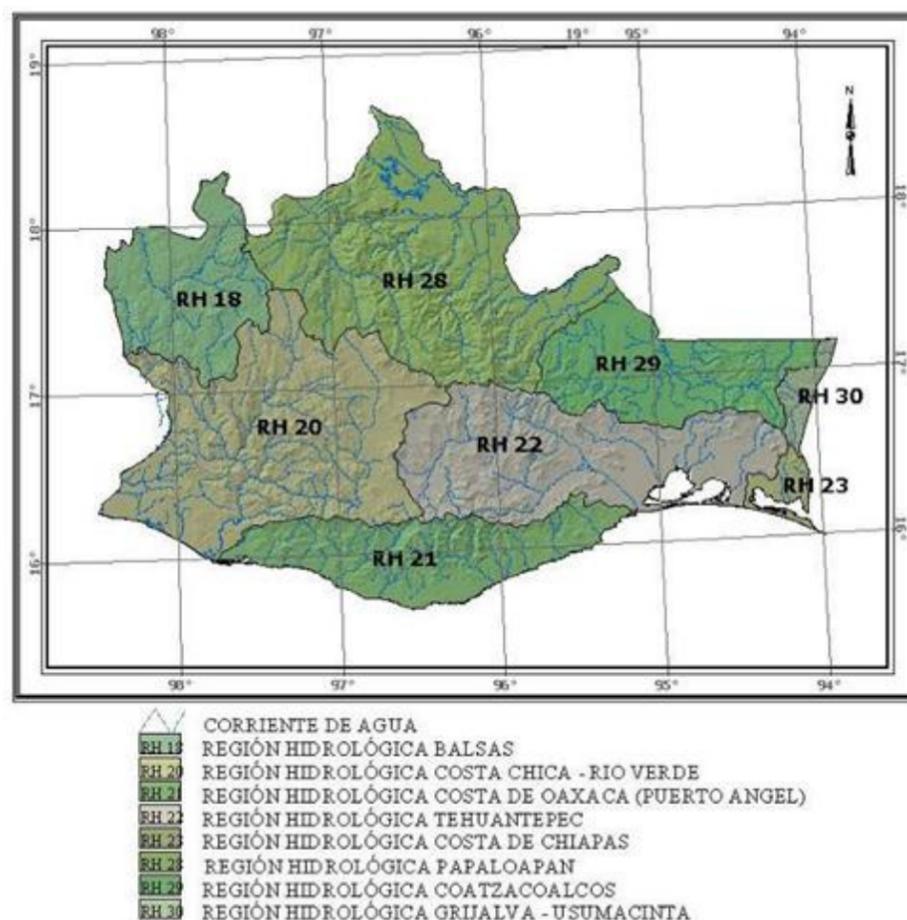
Gráfica 1.- Distribución edafológica



3.5 Hidrología

Región Hidrológica Costa de Oaxaca (Puerto Ángel) (RH 21)

Mapa 6.- Regiones Hidrológicas del estado de Oaxaca



Se localiza en el Sur de la entidad y abarca desde Salina Cruz hasta las cercanías de Pinotepa Nacional, las corrientes principales que drenan esta región son los ríos Chacalapa, Pochutla, San Francisco, Grande, Colotepec, Cozaltepec, Tonameca, Cocula y Copalita. El Río San Francisco se pierde en unas Ciénegas cercanas a la Laguna Chacaluca a 20 Km del Océano Pacífico. El Río Cozaltepec es una corriente de longitud corta (35 Km), desagua en la Bahía El Potrero. El Río Tonameca pasa al Occidente de Pochutla y descarga al mar por medio de la Barra de Tonameca, El Río Copalita escurre al Norte de Pluma Hidalgo y desagua en el Océano Pacífico por la Barra de Copalita al Oriente de Pochutla.

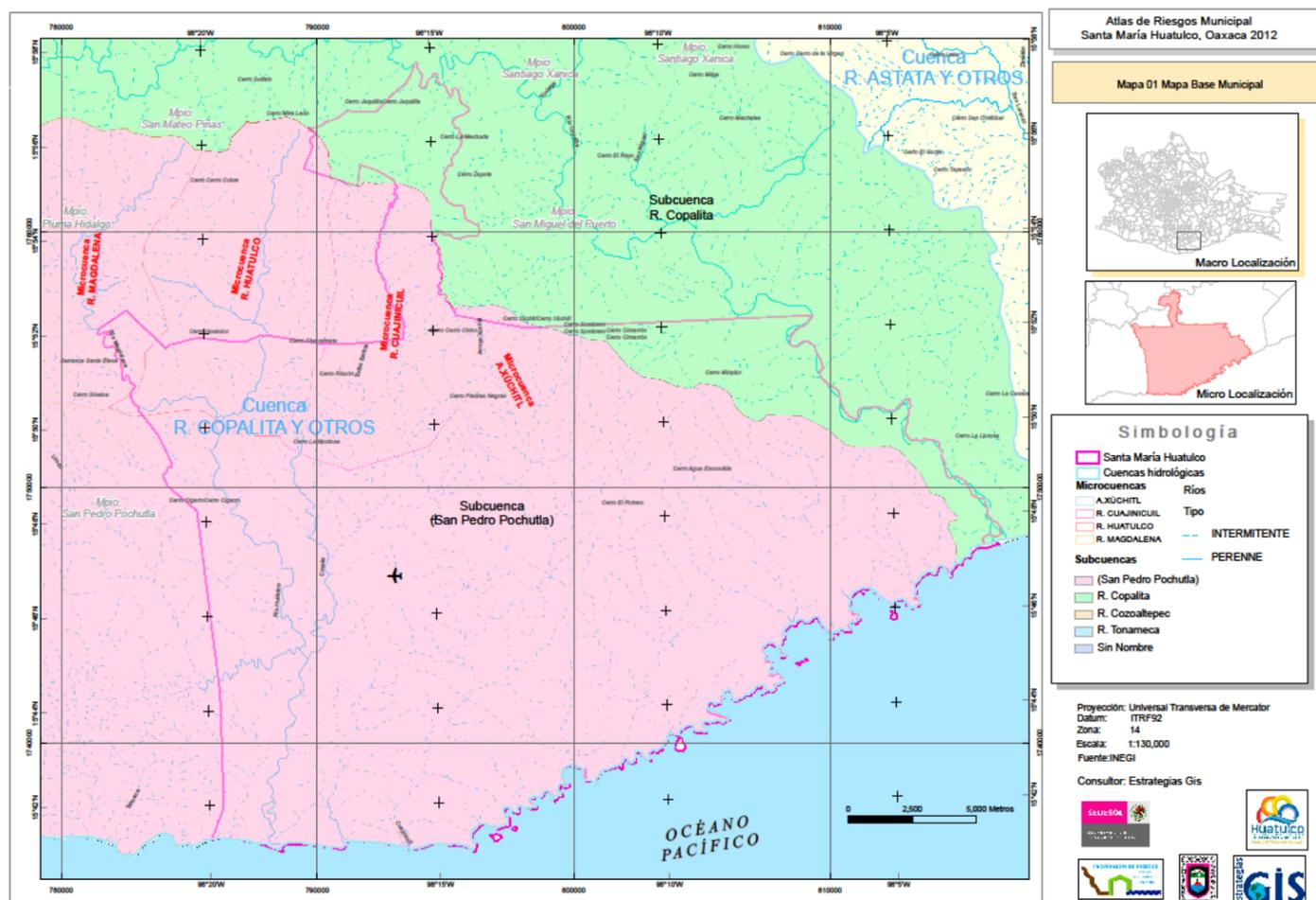
El sistema hidrológico está constituido de redes de drenaje dendríticos y subdendríticos bien desarrollados (INEGI, 1985), donde la disponibilidad de agua está dada por los escurrimientos que bajan de las montañas medias (franja del cultivo del café de 600 a 1200 msnm), donde se originan las lluvias orográficas de la costa de Oaxaca. Debido al tipo de sustrato geológico que conforma la región, la infiltración dentro del sistema de drenaje es muy baja y se caracteriza por presentar cuencas de tipo intermitente, con mucha susceptibilidad a la erosión. De acuerdo con González, et

al., (1996), la conformación hidrológica de Santa María Huatulco corresponde a cuencas de tamaño medio que incluyen ríos considerados como perennes (Cuajinicuil-Xúchitl, Todos Santos, Cacaluta, Tangolunda, entre otros) y cuyo caudal hoy en día no alcanza para permanecer todo el año. Estos ríos constituyen fases de intercambio entre zonas altas (ya que están relacionados con las cuencas más grandes) y zonas bajas, de ahí su importancia funcional en el paisaje y en los flujos de nutrientes y energía.

Existen cuencas pequeñas que se mantienen marginales y que constituyen áreas con una dinámica energética propia, como es el caso de la cuenca del Chachacual. En estas cuencas se manifiestan procesos de intercambio interesantes, ya que la altitud que se alcanza no permite la aparición de lluvias constantes y es debido a la cercanía con el mar y el viento, que existe cierto grado de humedad en el área.

Son sitios muy secos donde este fenómeno tiene un papel importante en la permanencia de la vegetación.

Mapa 7.- Medio Físico Hidrología



Estos dos tipos de cuencas se encuentran presentes dentro del polígono del Parque Nacional Huatulco (PNH). Los arroyos intermitentes de longitud mediana son: al Oeste el arroyo Cuajinicuil-Xúchitl-Arenal, con un área aproximada de drenaje de 178 km² y cuyo origen se encuentra dentro de los terrenos comunales de Santa María Huatulco, en el cerro Cimarrón. Hacia la porción Este los arroyos de Cacalutilla y Cacaluta, cuyo nacimiento se localiza en el cerro Sombrero (Bienes Comunales de Santa María Huatulco) con un área de drenaje de 71 km². Estos lugares constituyen áreas conocidas como “bajos”, los cuales tienen el riesgo de sufrir inundaciones ante eventos extraordinarios de precipitación pluvial, debido a sus características topográficas.

La cuenca pequeña está representada por el arroyo Chachacual, ubicado hacia la porción central del Parque Nacional Huatulco. Destaca la presencia de lagunas intermitentes que en ocasiones llegan a permanecer todo el año. Entre éstas encontramos a la laguna Culebra (dividida por la poligonal del Parque); La Poza y laguna Cacaluta, así como dos pequeñas lagunas salobres de menos de media hectárea, alimentadas por escurrimientos y por la marea, ubicadas en las playas de Chachacual y Cacaluta.

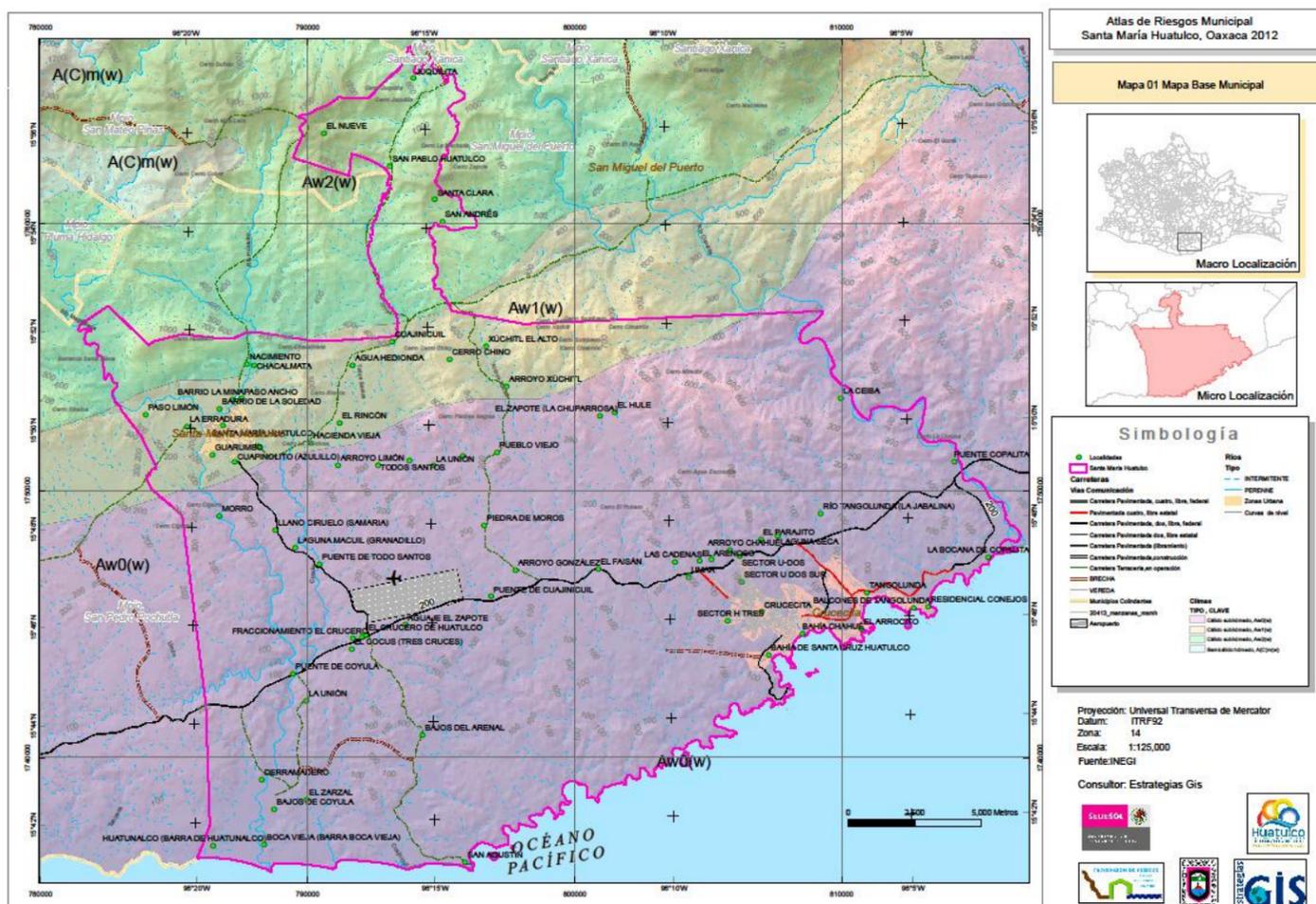
3.6 Climatología

Oaxaca presenta una gran diversidad de climas, debido a lo accidentado del terreno, por su posición geográfica, la entidad queda comprendida dentro de la zona tropical; sin embargo, la temperatura disminuye por efectos de la altitud, presentando valores medios anuales de 18° C y solo alcanza valores superiores a esta temperatura en las planicies costeras.

De acuerdo a la configuración topográfica, existen diversos tipos de clima en el estado. En la planicie costera predomina el clima tropical con lluvias en verano e invierno, precipitación de 750 mm y temperatura media anual superior a los 18° C. La Sierra Madre del Sur tiene un clima templado moderado con lluvias en verano e invierno, dependiendo de su elevación, la temperatura desciende hasta los 3° C en el mes más frío y alcanza los 22° C en el mes más cálido.

En la Costa del Pacífico, predomina el clima tropical lluvioso en verano, tipo sabana, con invierno seco, más intenso en la porción del Istmo que se vuelve árido por falta de lluvias, la precipitación media anual es de 650 mm.

Mapa 8.- Medio físico climatología



En la porción oriental, los factores morfológicos y la influencia marítima que ejercen tanto el Océano Pacífico como el Golfo de México, juegan un papel determinante en los tipos de climas dominantes en esta región. De tal forma, que es posible observar dentro de un mismo régimen pluviométrico en verano diversos climas: uno, al Oeste, cálido subhúmedo que se modifica con la altura de las sierras hasta transformarse en un templado subhúmedo y cálido semiseco en los valles cercanos a la costa donde se reduce la humedad y la temperatura alcanza más de 27° C; otro, en el sector oriente en la Sierra Atravesada, donde la humedad se incrementa con la altura o conforme se adentra en la depresión ístmica; uno más, hacia el Norte, en la colindancia con el estado de Veracruz, donde predomina un clima que forma una franja cálida y húmeda que se eleva con las precipitaciones de todos los meses y donde no existe sequía de verano (INEGI, 1998).

La precipitación total anual en dicha región distingue las siguientes áreas principales: al SW, menos húmeda, el volumen de lluvias ha descendido hasta 700 mm o menos; en áreas como Jalapa del Márquez y la vertiente oceánica de la Sierra Madre del Sur, las precipitaciones varían entre 800 y 1000 mm; en la porción del oriente la precipitación alcanza los 2000 mm en altitudes entre 1200 y 1500 m; en las regiones Norte y Noroeste la precipitación llega a alcanzar más de 3000 mm; en el área de Santa María Chimalapa es del orden de 2000 mm; la escasa oscilación térmica anual y la

abundante lluvia mantienen el medio húmedo la mayor parte del año, excepto en la planicie ístmica y en las partes altas de las cuencas de los ríos Tequisistlán y Tehuantepec.

La evaporación potencial del área afecta a la presa Benito Juárez en donde la media anual alcanza los 2700 mm, lo mismo que en la planicie costera; en las partes altas disminuye hasta 1350 mm. La evapotranspiración se calcula entre 600 y 800 mm, en la planicie costera y partes bajas de las sierras entre 900 y 1000 mm y 1200 mm en las porciones NE, SE y Norte. La zona se encuentra entre dos áreas afectadas por huracanes: el Golfo de México y el Golfo de Tehuantepec, en los que se originan fuertes vientos y extraordinarias precipitaciones.

Por su posición latitudinal (entre los 15° y 16° Norte) y la influencia de las aguas cálidas del océano Pacífico, Santa María Huatulco presenta un clima cálido subhúmedo con un porcentaje de lluvias en verano mayor al 90 % (según Köppen, modificado por García, 1973). Esto es, el subtipo menos húmedo de los cálidos subhúmedos con una precipitación del mes más seco menor a 50 mm. Presenta días soleados la mayor parte del año.

Debido a su ubicación dentro de la franja intertropical, la intensidad lumínica es alta y casi constante a través de todo el año, lo que provoca un régimen térmico casi uniforme, donde las oscilaciones son menores a 5°C. La temperatura media anual reportada es de 28°C. Igualmente, el factor oceánico tiene una influencia grande y directa en la humedad relativa del continente (37%), por lo cual se tiene la clasificación más baja de los climas subhúmedos (Wo) (Morales, 1998).

Esta humedad es transportada por vientos que soplan de mar a tierra y que penetran con mayor facilidad por los valles amplios. Así mismo las zonas montañosas del municipio, reciben aportes de los vientos fríos del Norte, lo que da una connotación distinta a las zonas con elevaciones medias (600 a 1000 mts.) y las zonas costeras.

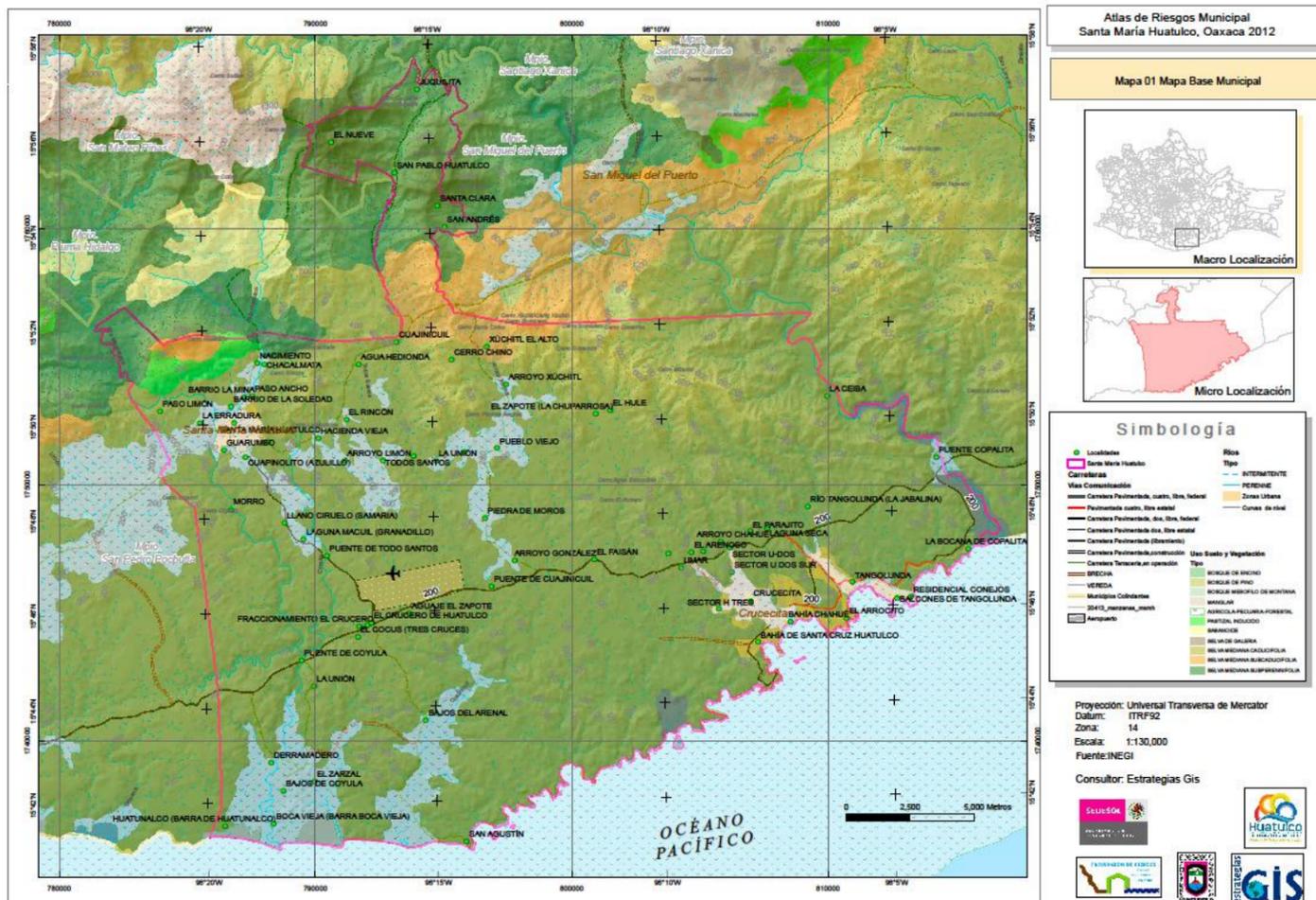
Su ubicación dentro de las estribaciones de la Sierra Madre del Sur y el alto gradiente altitudinal de la misma, hace que el régimen pluvial sea de tipo torrencial y de corta duración, reportando una precipitación media anual de entre 1,000 y 1,500 mm, de los cuales casi el 97 % se presentan durante el verano (junio - octubre), presentándose una Canícula entre los meses de julio y agosto. De noviembre a abril la falta de precipitaciones y la temperatura constante (aunado a la roza-tumba-quema en la zona de influencia del PNH para actividades agrícolas) hacen vulnerable, ante el riesgo de incendios, a la cobertura vegetal de selva baja caducifolia, las lluvias durante este periodo están determinadas por la influencia de los eventos ciclónicos producidos sobre el Pacífico, y el desplazamiento de la zona intertropical de convergencia, así como la influencia de vientos alisios. Por su parte, las lluvias presentes durante el invierno son ocasionales e influenciadas por los vientos alisios que afectan a todo el país, así como por las perturbaciones ciclónicas provenientes de las Antillas.

La mayor parte del territorio del MSMH, tiene un clima Cálido subhúmedo (Aw) con subclasificación como Aw0 (w) en un 70.52% del territorio, Aw1(w) 11.56% y Aw2(w) 17.89%

3.7 Uso de suelo y vegetación

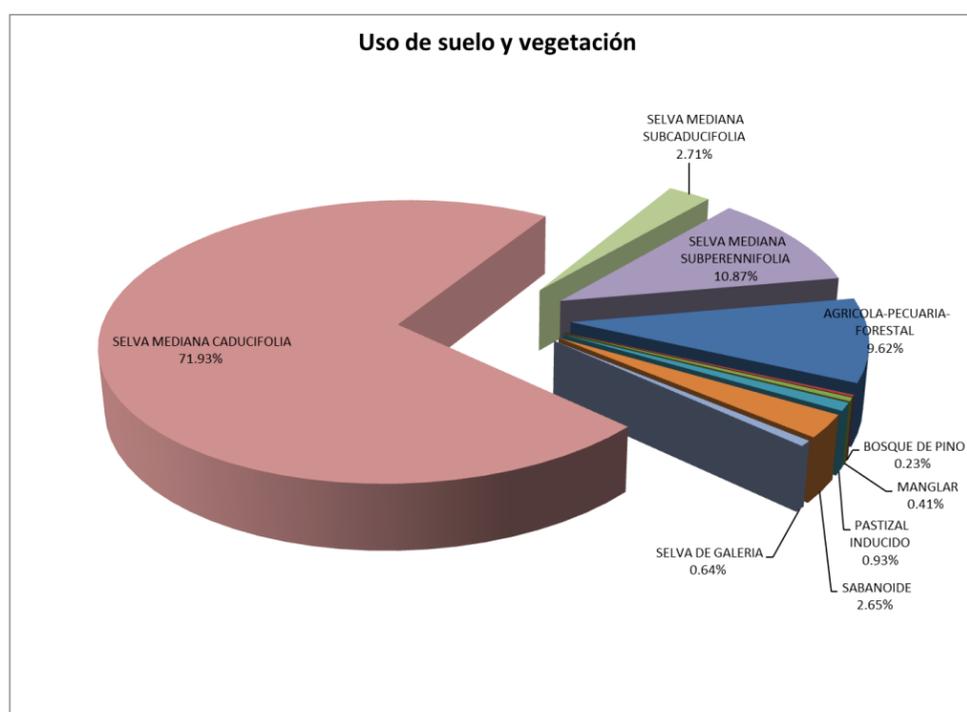
Los bosques tropical caducifolio o selva media caducifolia se asocian a precipitaciones pluviales que fluctúan entre 800 y 1,300 mm anuales, ocupan importantes porciones de ambas Mixtecas, parte de la Costa del Pacífico, desde el distrito de Jamiltepec hasta Juchitán, se componen de árboles de alturas variables, desde los altos como: Ceiba, Cedro, Caoba, Gaznate, Totoposte, Cóbano y Lombricera hasta los menores como Palo de Brasil, Chaperna, Cornesuelo o Izcanal y una multitud de especies arbustivas, trepadoras y epífitas de menor tamaño. El Bosque Espinoso y Chaparral se asocia a precipitaciones pluviales que fluctúan entre los 600 y 800 mm anuales, ocupa extensiones regulares de la zona costera y algunas partes de las cuencas medias de los ríos Tehuantepec y Verde, se comporta similar a la selva media caducifolia, perdiendo sus árboles las hojas en los meses de sequía, entre sus especies principales se tiene el Guanacaste, Mezquite, Palo Verde, Huizache, Guaje y Amole entre otros.

Mapa 9.- Medio físico uso de suelo y vegetación



En la parte terrestre se han realizado diversos trabajos que en lo general describen los diferentes tipos de comunidades vegetales presentes dentro de la región. Se considera a Santa María Huatulco como una región importante para el mantenimiento de la biodiversidad arbórea del bosque tropical seco mesoamericano mediante las relaciones biodiversidad-uso-manejo, uso-manejo y arreglo comunitario (institucional) para la protección de la biodiversidad de este ecosistema (Gordon y Barrance, 2000; SERBO, 1992; González y Miranda, 1994; Escalona, 1996; González et al., 1997 y Trejo, 1998).

Gráfica 2.- Distribución del uso de suelo y vegetación



Un trabajo de mayor detalle corresponde al que realizan Castillo, et al., 1997, mediante recorridos de campo en donde se definen rutas y sitios de muestreo que abarcan los diferentes tipos de comunidades vegetales y ambientales detectados, así como información ambiental (pendiente, pedregosidad, manto orgánico, entre otros.) para cada especie. Se reportan un total de 78 familias, 272 géneros y 413 especies de plantas para el municipio de Santa María Huatulco en donde se encuentra ubicada la porción terrestre del PNH que contiene los nueve diferentes tipos de

vegetación (véase cuadro 1) presentes en dicho municipio. Las familias mejor representadas son las siguientes: Leguminosae (leguminosas) 72 especies, Euphorbiaceae (euforbiáceas) 34 especies, Gramineae (gramíneas) 19 especies, Compositae (compuestas) 18 especies.

Tabla 5.- Distribución por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Cantidad (especies)
Selva baja caducifolia	294
Dunas costeras	28
Riparia	24
Secundaria	23
Selva baja caducifolia de dunas costeras	17
Manzanillar	11
Sabana	10
Manglar	5
Humedales	1

Fuente: Castillo, et al., 1997.

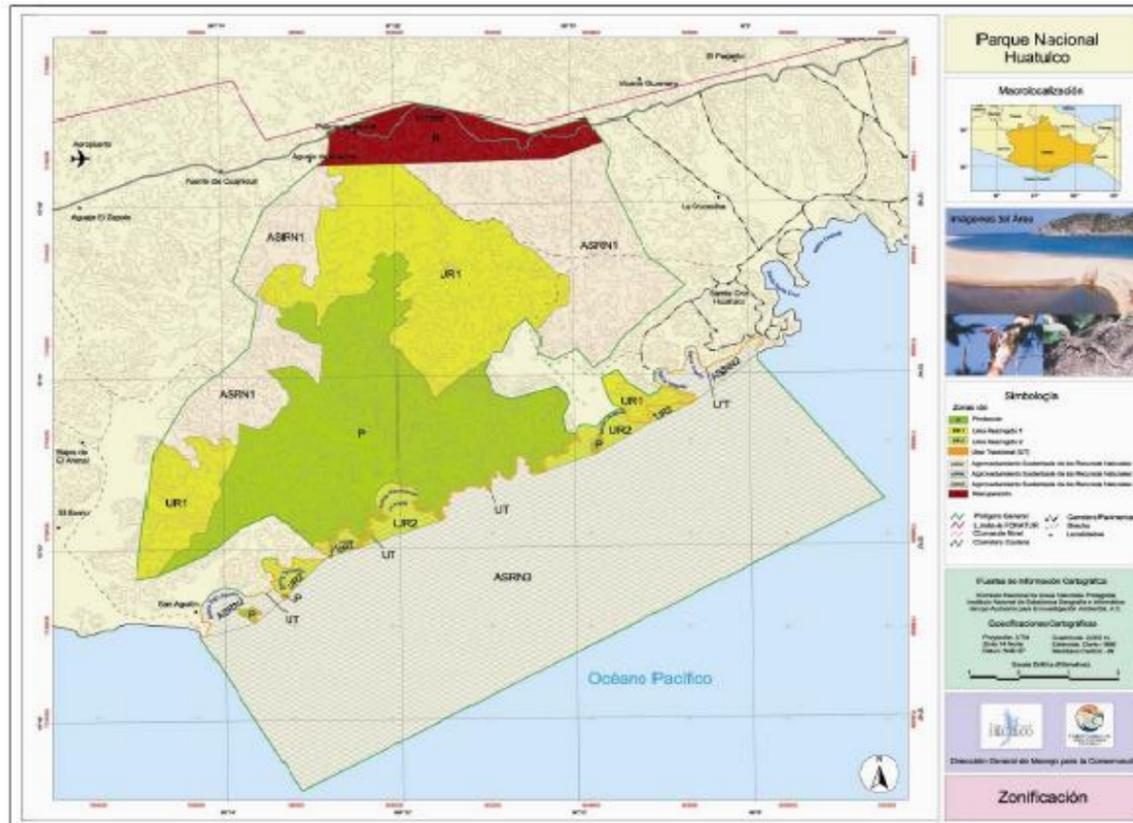
3.8 Áreas naturales protegidas

El Parque Nacional Huatulco se sitúa aproximadamente entre las coordenadas geográficas 15°39'12" y 15°47'10" de latitud Norte y 96°06'30" y 96°15'00" de longitud Oeste, ocupando el plano costero, las estribaciones de la Sierra Madre del Sur y la plataforma continental correspondiente. Políticamente, la parte terrestre pertenece al municipio de Santa María Huatulco [MSMH], del estado de Oaxaca dentro del territorio expropiado a favor del gobierno federal y puesto a disposición del fideicomiso Fondo Nacional de Fomento al Turismo [FONATUR], a fin de que lo destine al desarrollo urbano y reserva territorial del poblado de Santa María Huatulco; de conformidad con lo establecido en el decreto presidencial de fecha 18 de junio de 1984.

De forma general las colindancias del Parque son: al Norte los terrenos comunales de MSMH; al Sur el océano Pacífico (de punta Sacrificios a punta Violín y dos millas mar adentro); al Este la zona urbana de La Crucecita y la cuenca baja del arroyo Cacaluta; y al Oeste la cuenca del arroyo Xúchitl. El Parque cuenta con una superficie delimitada por una poligonal de 11,890.98 has de las cuales 6,374.98 has son terrestres y 5,516.00 has pertenecen a la zona marina.

El Parque Nacional Huatulco [PNH] presenta elementos naturales que le confieren alta importancia para la conservación a nivel nacional e internacional de ecosistemas de bosques tropicales secos o "selvas secas" y arrecifes coralinos, forma parte del sistema natural que integra, junto con la región Copalita-Zimatán, una de las tres bioregiones más importantes del país con presencia predominante de selvas secas, cuya importancia y valoración para la conservación ha sido ratificada por diversos autores (Alcérreca, et al., 1987; Flores y Geréz, 1988; Ceballos y Navarro, 1991; Bibby, et al., 1991; Flores, 1993; Escalante, et al., 1993 y Trejo, 1998). Lo anterior ha sido respaldado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1996), misma que identificó a la zona de Santa María Huatulco como una de las regiones terrestres prioritarias para la conservación, y como área clave en el mapa de la biodiversidad mexicana. En similar sentido, la Unión Mundial para la Naturaleza [UICN, por sus siglas en inglés] ha declarado a las selvas bajas caducifolias como uno de los ecosistemas prioritarios de conservación, en la medida que a nivel mundial sólo el 0.009 % de éste se encuentra bajo un régimen de protección, y menos del 2 % está lo suficientemente conservado (INE, 1996).

Mapa 10.- Área natural protegida



Tomado del Plan de manejo del Parque Nacional Huatulco. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2003

Por su parte, el ecosistema arrecifal de Bahías de Huatulco es reconocido como uno de los sistemas coralinos más importantes en el Pacífico mexicano (Leyte, 1997; Glynn y Leyte, 1997; Reyes y Leyte, 1998 citados en Universidad del Mar, 2000), registrándose en él un total de 11 especies (Reyes y López, 1998 citados en Universidad del Mar, 2000), una de ellas probablemente endémica (*Pocillopora* sp.), y varias más cuyos registros son únicos en México (Reyes y Leyte, 1998 citados en Universidad del Mar, 2000). Mediante decreto presidencial del 29 de mayo de 1984 le son expropiadas a los Bienes Comunales de Santa María Huatulco un total de 21,163 hectáreas; superficie correspondiente a poco más de la mitad de las tierras que en ese mismo año les habían sido reconocidas por resolución presidencial a los habitantes del lugar. En junio del mismo año son puestos a disposición del Fondo Nacional de Fomento al Turismo los terrenos expropiados, para que bajo su jurisdicción se llevaran a cabo los trabajos de construcción previstos en los planes de desarrollo urbano y turístico de la zona.

Durante la construcción de las obras de infraestructura contempladas en dichos planes, diversos impactos negativos sobre el entorno natural fueron provocados; producto de la apertura de áreas de selva, de la remoción de grandes cantidades de suelos, del vertimiento de sedimentos en el mar, y de la modificación de afluentes naturales.

Asimismo, se incrementaron fuertemente las tasas de inmigración, producto del desplazamiento de numerosos solicitantes de empleos y sus familias; y se presentó una creciente alza en la demanda de terrenos urbanos para vivienda, y de dotación de servicios, mismas que al rebasar la capacidad de atención por parte de los empleadores y de FONATUR, propiciaron el establecimiento de asentamientos irregulares y, con ellos, se presentaron fuertes impactos sobre los recursos naturales en algunas zonas.

Los impactos negativos señalados, aunados a la idea de que la conservación del paisaje original sería un factor de atracción del turismo nacional e internacional, llevaron a que desde inicios de la década de los años noventa diversos grupos organizados de la sociedad civil promovieran la constitución de un Área Natural Protegida como parte del complejo turístico establecido, haciendo uso para ello de cierta extensión de la superficie expropiada para tal fin.

Resultado de esta iniciativa, junto con el interés manifestado por el Instituto Nacional de Ecología y FONATUR, es el decreto presidencial del 24 de julio de 1998 que declara parte de la porción central del territorio expropiado en 1984 y su correspondiente zona marina, como Área Natural Protegida bajo la categoría de Parque Nacional; abarcando una superficie total de 11,890 hectáreas (INE, 2000).

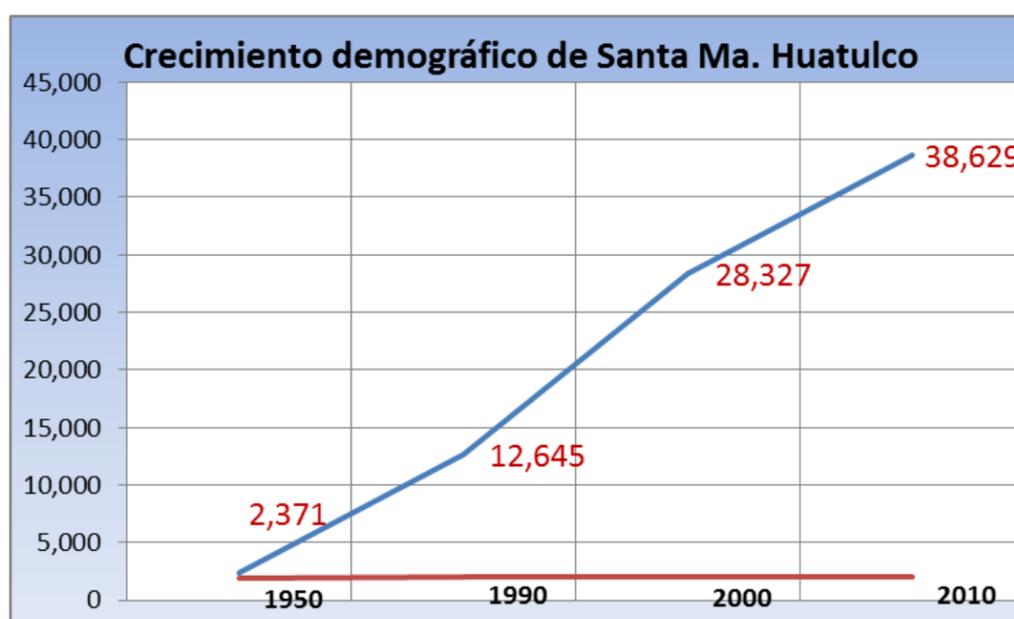
CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

4.1 Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población

Con uno de los ritmos de crecimiento demográfico más elevados no sólo de Oaxaca, sino del país, el municipio de Santa María Huatulco pasó entre 1950 a 2010 de 2,371 a 38,629 habitantes, que representa una tasa anual de crecimiento en ese lapso de 25.48 y 3.63 para el lapso 2000-2010.

El gran salto cualitativo se da entre 1990-2000, con un incremento de 15,682 personas en 10 años, período en que se origina el proyecto turístico Bahías de Huatulco, que propició la expropiación de 18 mil hectáreas del municipio y dio inicio a un proceso de llegada de población externa y de las demás localidades del municipio en búsqueda de oportunidades.

Gráfica 3.- Sta. Ma. Huatulco: Crecimiento demográfico 1950-2010



Fuentes: 1950 Secretaría de Economía y 2000 y 2010 INEGI

Sin embargo ese crecimiento no es parejo, ya que se concentra especialmente en 4 localidades: la cabecera municipal y especialmente en La Crucecita, además del llamado Sector 3 y el Fraccionamiento El Crucero, adjuntos de hecho a la Crucecita.

Tabla 6.- Distribución de la población en Santa Ma. Huatulco, 2010

Localidad	Población	% Municipal
Santa María Huatulco	7,409	19.18
La Crucecita	15,130	39.17
Sector H. Tres	2,837	7.34
Fraccionamiento. El Crucero	1,062	2.75
Total	26,438	68.44
Resto Municipio	12,191	31.56
Municipio	38,629	100.00

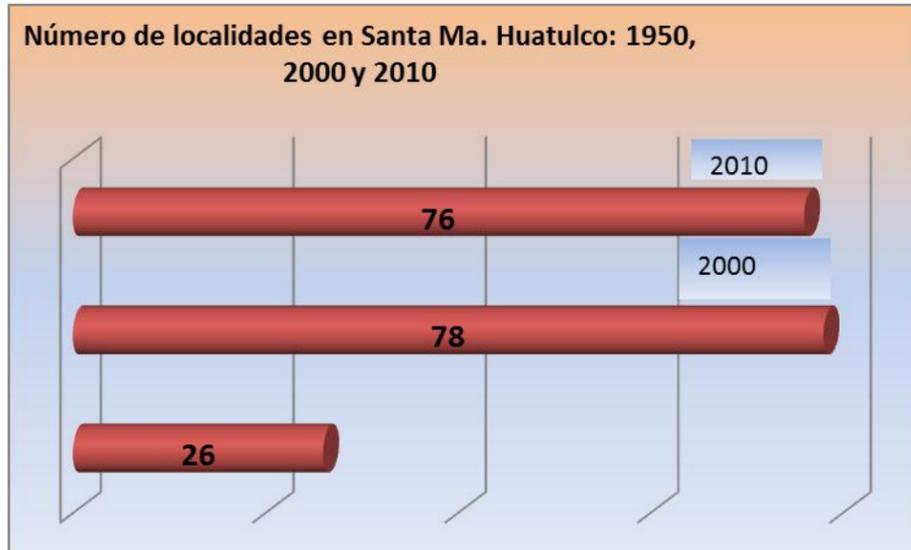
Fuente: Censo General de Población y vivienda. INEGI (2010)

En la cabecera municipal se ubica, al pie del Cerro Huatulco (área protegida), el río del mismo nombre, corriente que en el pasado ha causado ya inundaciones y trastornos, como en 1997 con el ciclón Paulina. La Crucecita no existía en 1950, surgiendo a raíz del proyecto turístico Bahías de Huatulco como la zona comercial y residencial para los trabajadores y comerciantes dependientes de las actividades del complejo turístico.

En 1950 el municipio estaba formado por 26 localidades, siendo 78 en 2000 y 76 en 2010, dando pie en ese lapso a tres situaciones relevantes:

- a) De una parte, la concentración demográfica en 4 localidades
- b) La aparición de muchas localidades, producto de migraciones e invasiones, con condiciones de vida precarias y muchas asentadas en sitios de riesgo, como cauces de ríos, laderas y cerros.
- c) La desaparición de varias localidades presentes en 1950, donde algunas tal vez se situaban en los terrenos expropiados por el FONATUR.

Gráfica 4.- Sta. Ma. Huatulco: No. de localidades 1950, 2000 y 2010

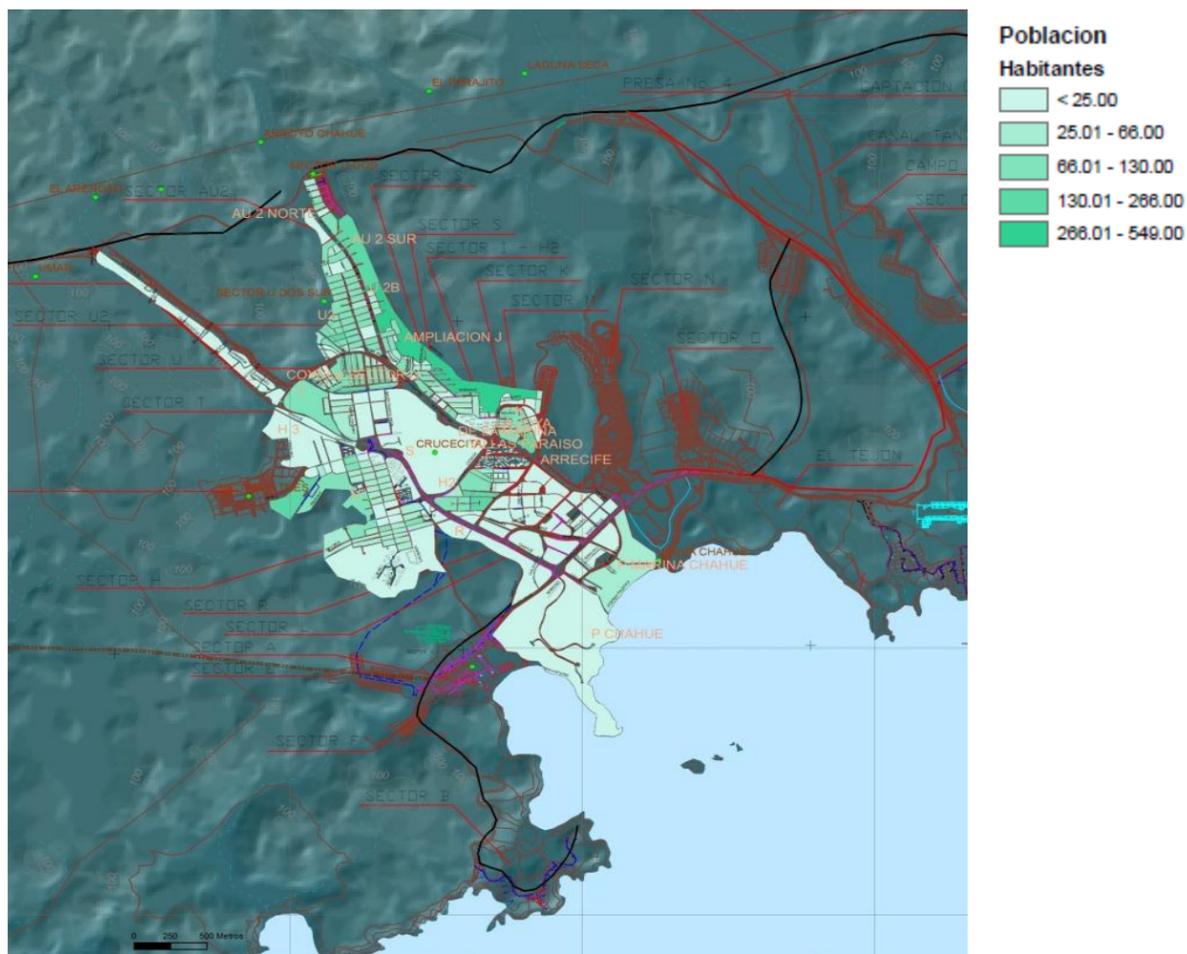


Fuentes: 1950 Secretaría de Economía e INEGI 2000 y 2010

Densidad de Población

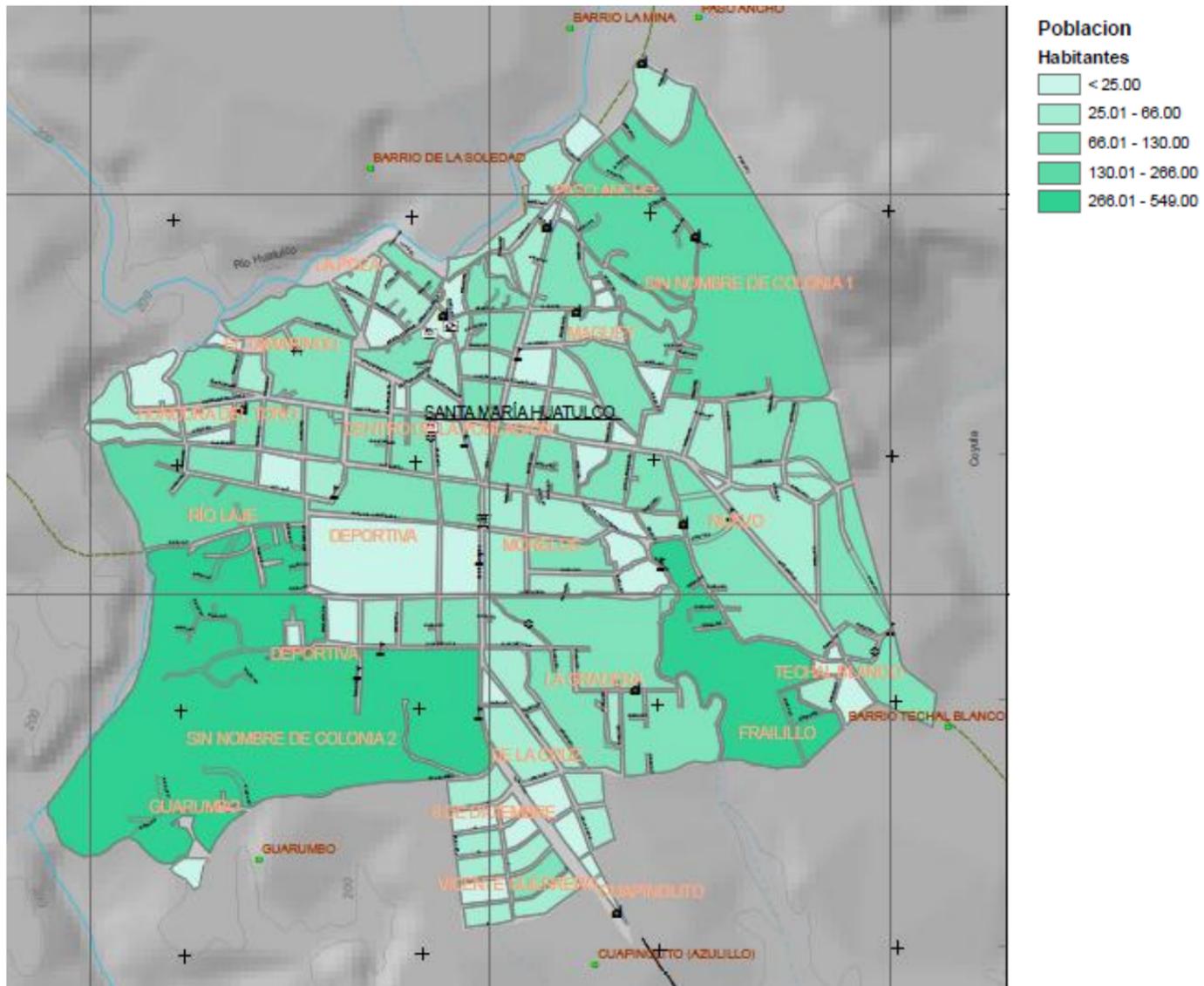
Según el Plan de Desarrollo Municipal Sustentable 2008-2010, el municipio cuenta con una superficie de 579.27 km², resultando una densidad de población de 66.68 habitantes por kilómetro cuadrado, pero bajo características heterogéneas debidas a la desigual distribución municipal de la población, como se evidencia en la tabla anterior.

Mapa 11.- La Crucecita. Habitantes por manzana



Fuente: Censo General de Población y Vivienda. INEGI 2010.

Mapa 12.- Santa María Huatulco. Habitantes por manzana



Fuente: Censo General de Población y Vivienda. INEGI 2010

Estructura de la población

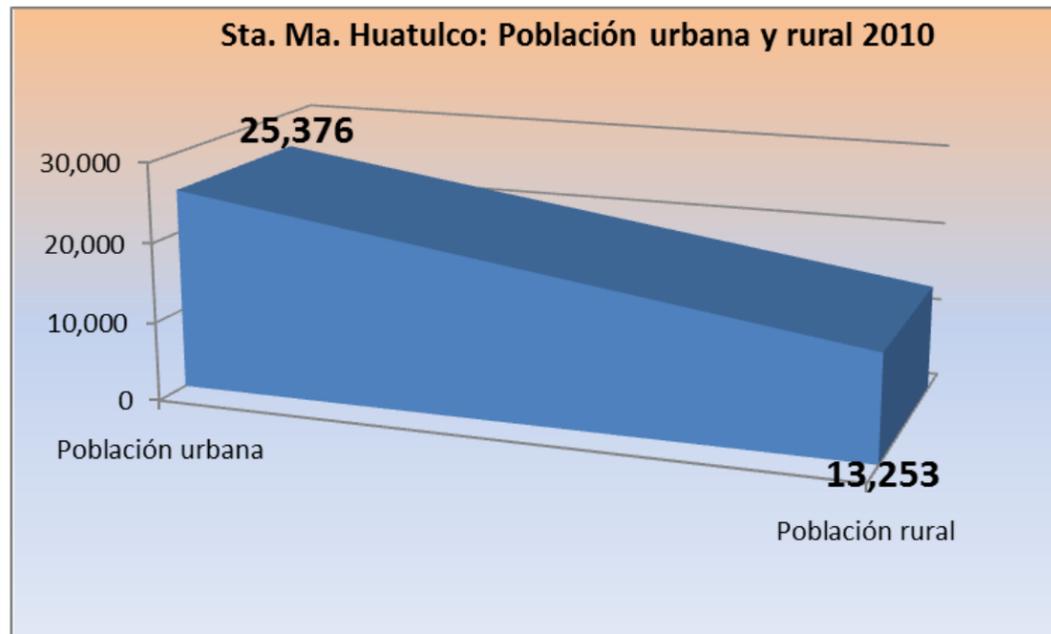
Población urbana y rural

De acuerdo a los criterios oficiales, en el municipio sólo existen tres localidades urbanas: La Crucecita, Santa Ma. Huatulco y el Sector H Tres, que en conjunto aglutinan a 25,376 personas, o sea, 65.69% del total de población. De esas, 15,130 se asientan en La Crucecita (39.16% del total municipal).

Junto a estas localidades, ya dentro de la categoría rural, sólo hay tres que sobrepasan los mil habitantes, más un número similar por encima de los 500; el resto se ubica por debajo de esas cifras, con 39 que no llegan ni a los 100 habitantes.

Dada su escasa o nula infraestructura, más en casos con ubicación en sitios de riesgo, las localidades rurales deben ser catalogadas como de alta vulnerabilidad.

Gráfica 5.- Santa Ma. Huatulco: Población rural y urbana 2010

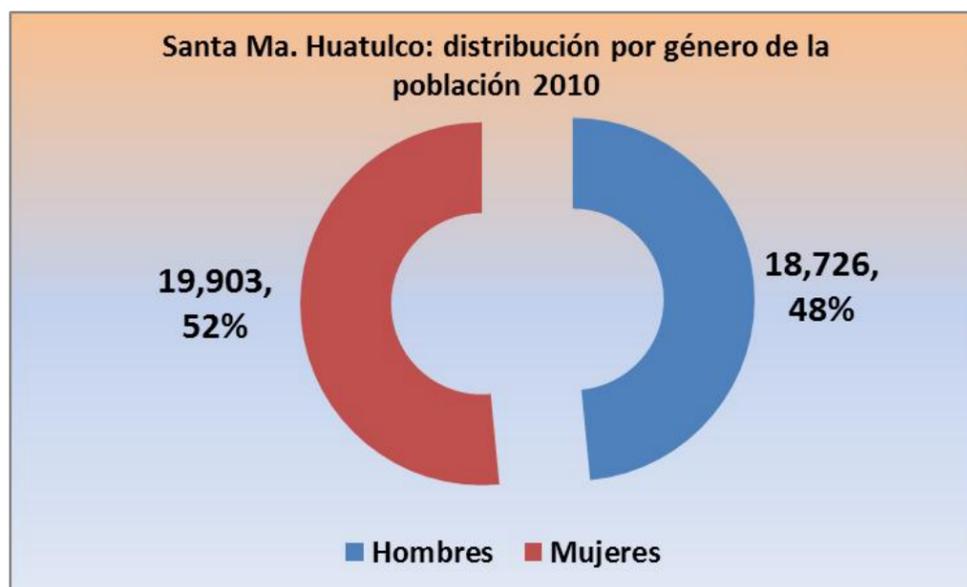


Fuente: INEGI 2010

Estructura por género

En el municipio la población femenina es superior en 1,177 personas a la masculina, que significa la presencia de 9.4 hombres por cada 10 mujeres. La predominancia de la población femenina es similar a la prevaeciente en la entidad y el resto del país.

Gráfica 6.- Sta. Ma. Huatulco: Distribución de la población por género 2010



Fuente: INEGI 2010

Estructura por rangos de edad

De acuerdo a los rangos que maneja el INEGI en el último censo de Población y Vivienda, en el municipio poco más del 50% de la población total es la comprendida entre los 25 a 59 años, que puede ser catalogada como población adulta en edad productiva.

Le sigue en importancia la población infantil entre 0 a 14 años, la población joven, que va de los 15 a los 24 años ocupa el tercer sitio y al final, con una baja proporción, está la población mayor de 60 años.

Tabla 7.- Sta. María Huatulco: Población por rangos de edad

Rango de edad	Población	%
0 a 14 años	12,249	31.71
15 a 24 años	5,524	14.30
25-59 años	19,867	51.43
60 y más	989	2.56
Total	38,629	100.00

Fuente: INEGI 2010

Por su vulnerabilidad potencial frente a las contingencias socio-ambientales, las poblaciones de mayor riesgo son las comprendidas entre los 0 a 14 años junto a la mayor de 60 años, que en conjunto suman 13,238 personas, equivalentes al 34.26% de la población total municipal.

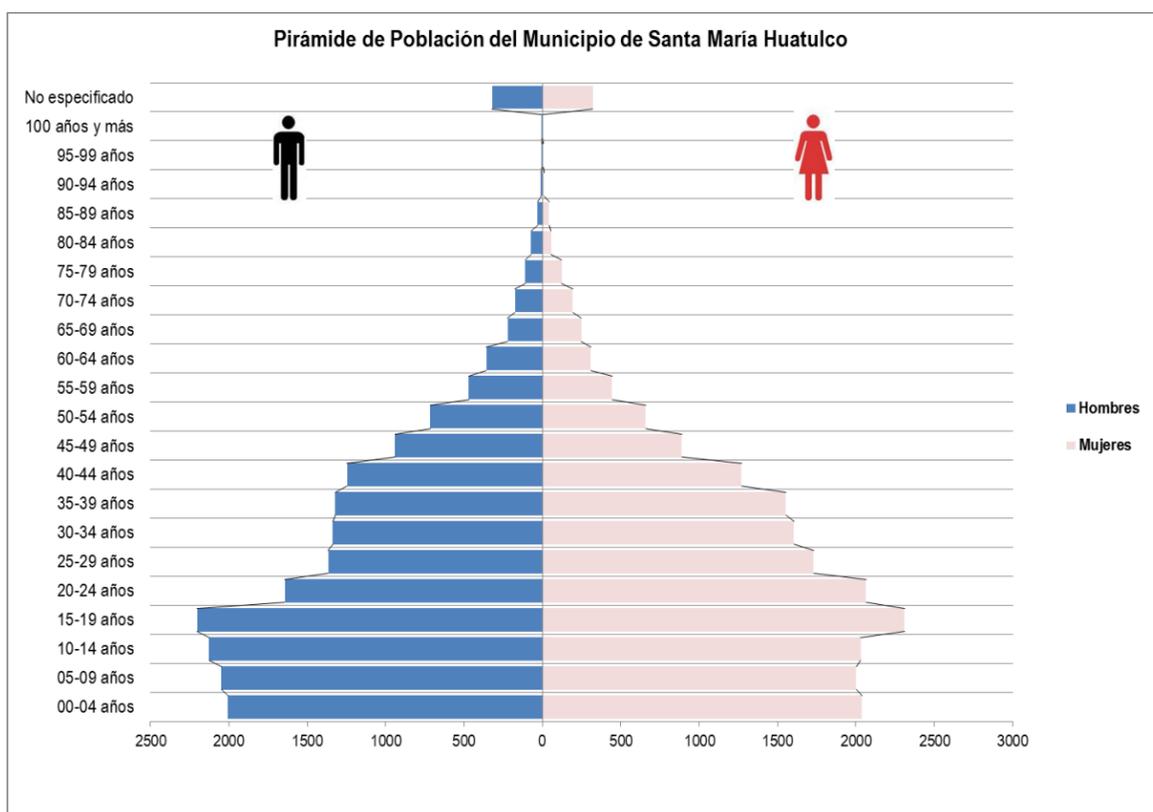
Considerando los datos por grupos quinquenales de edad del INEGI para el 2010, la estructura etaria confirma la dominancia de la población joven, como resaltan la tabla e ilustración siguientes, donde en ambos períodos censales la población entre 0 a 14 años es la mayoritaria:

Tabla 8.- Sta. Ma. Huatulco: Grupos quinquenales de edad 2010

Grupos Quinquenales de edad	Mujeres	Hombres
00-04 años	2,039	2,006
05-09 años	2,002	2,047
10-14 años	2,029	2,126
15-19 años	2,310	2,202
20-24 años	2,065	1,644
25-29 años	1,730	1,366
30-34 años	1,605	1,337
35-39 años	1,552	1,321
40-44 años	1,269	1,245
45-49 años	888	939
50-54 años	658	716
55-59 años	445	471
60-64 años	308	358
65-69 años	249	222
70-74 años	193	175
75-79 años	122	109
80-84 años	55	73
85-89 años	42	31
90-94 años	12	10
95-99 años	6	5
100 años y más	2	3
No especificado	322	320

Fuente: INEGI 2010

Gráfica 7.- Sta. Ma. Huatulco: Grupos quinquenales de edad



Fuente: INEGI 2010

Población Indígena

Por su nivel de vida ubicado por lo general en la parte más baja de la estructura social, la población indígena en su conjunto debe ser catalogada como vulnerable: en el municipio la población en hogares indígenas sumó 3,302 personas, 8.54% de la población total municipal. Las mayores concentraciones corresponden a las localidades de mayor población mencionadas con anterioridad, pudiéndose suponer que buena parte de esa población ha emigrado a esos sitios en busca de trabajo. En orden de importancia, las localidades con presencia de indígenas en el municipio son:

Tabla 9.- Sta. Ma. Huatulco: Población Indígena 2010

Clave de Localidad	Nombre	Población Indígena
0078	CRUCECITA	1365
0001	SANTA MARÍA HUATULCO	399
0135	SECTOR H TRES	322
0023	TODOS SANTOS	156
0129	FRACCIONAMIENTO EL CRUCERO	136
0051	CUAPINOLITO (AZULILLO)	111
0090	LA UNIÓN	77
0103	GUARUMBO	71
0127	BARRIO TECHAL BLANCO	61
0077	DERRAMADERO	56
0025	PUENTE DE COYULA	52
0080	LA ERRADURA	47
0139	BARRIO LA MINA	37
0028	AGUAJE EL ZAPOTE	36
0016	PIEDRA DE MOROS	28
0044	CHACALMATA	27
0017	LAS POZAS (SAN ANTONIO LAS POZAS)	24
0038	PUEBLO VIEJO	23
0092	BOCA VIEJA (BARRA BOCA VIEJA)	21
0054	EL FAISÁN	20
0137	BARRIO DE LA SOLEDAD	20
0119	RÍO TANGOLUNDA (LA JABALINA)	17
0046	PASO ANCHO	16
0034	MORRO	14
0040	CUAJINICUIL	14
0140	FRACCIONAMIENTO REAL SAN AGUSTÍN	14
0098	PUENTE COPALITA	13
0011	HACIENDA VIEJA	12
0136	SECTOR U DOS SUR	12
0005	ARROYO XÚCHITL	11
0104	ARROYO LIMÓN	10
0008	BAJOS DE COYULA	9
0126	LAS CADENAS	9
9998	LOCALIDADES DE UNA VIVIENDA	9
0064	NACIMIENTO	7
0125	BALCONES DE TANGOLUNDA	7
0105	SAN AGUSTÍN	6
0002	AGUA HEDIONDA	5
0007	BAJOS DEL ARENAL	5
0110	EL LIMONCITO (SAN FRANCISCO EL LIMONCITO)	5
0015	PASO LIMÓN	4
0021	BAHÍA DE SANTA CRUZ HUATULCO	3
0056	ARROYO GONZÁLEZ	3
0134	RESIDENCIAL CONEJOS	3
0066	PUENTE DE TODO SANTOS	2
0097	LA BOCANA DE COPALITA	1
0117	LAGUNA SECA	1
0132	SECTOR U-DOS	1

Fuente: INEGI 2010

4.2 Características de la población económicamente activa

Población económicamente activa y población ocupada

A diferencia de anteriores versiones, el reciente Censo de Población y Vivienda no especifica el sector productivo de la PEA, pero no es difícil establecer que en las poblaciones de la Crucecita y sus fraccionamientos aledaños, y buena parte en la cabecera municipal, las actividades preponderantes son las del sector de servicios, especialmente aquellos ligados a la actividad turística, mientras que en el resto de localidades las actividades primarias son las preponderantes.

En 2005, y confirmando lo anterior, la conformación sectorial de la PEA era la siguiente:

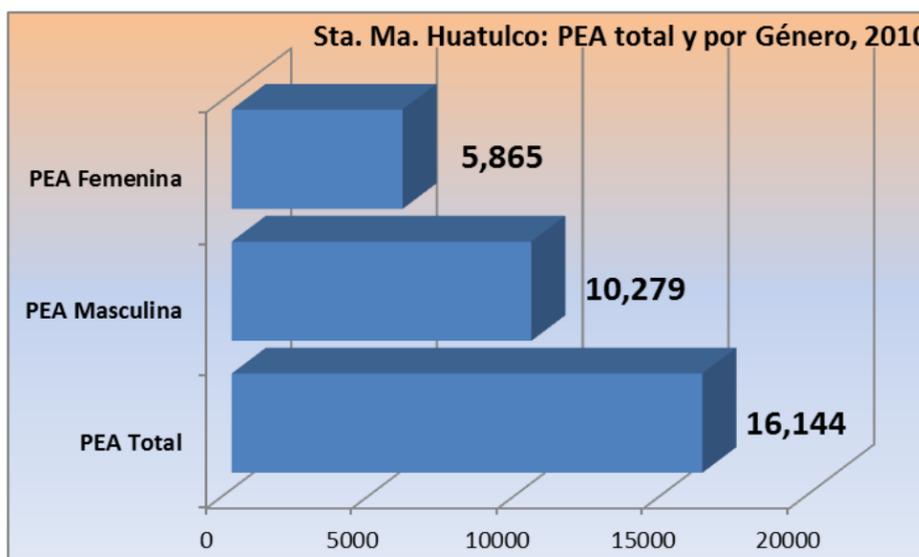
Sector	Porcentaje
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	16
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	17
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	65
Otros	3

Fuente: INEGI, 2005

En las actividades primarias, destaca el cultivo del café y la actividad ganadera

Para 2010, en términos de género, la PEA preponderante es la masculina, como muestra la gráfica siguiente:

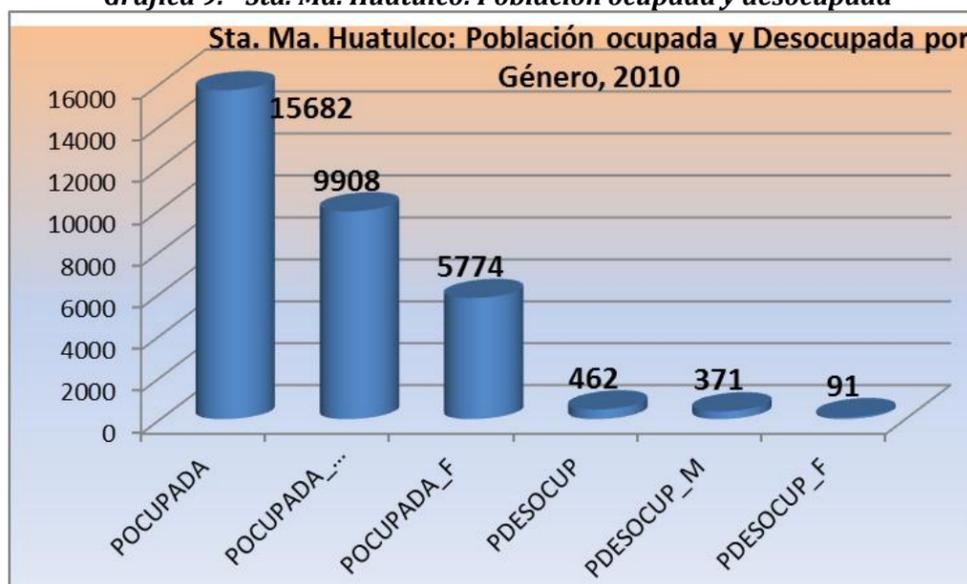
Gráfica 8.- Sta. Ma. Huatulco: PEA total y por género



Fuente: INEGI 2010

En cuanto a la población ocupada, las cifras censales indican lo siguiente:

Gráfica 9.- Sta. Ma. Huatulco: Población ocupada y desocupada



Fuente: INEGI 2010

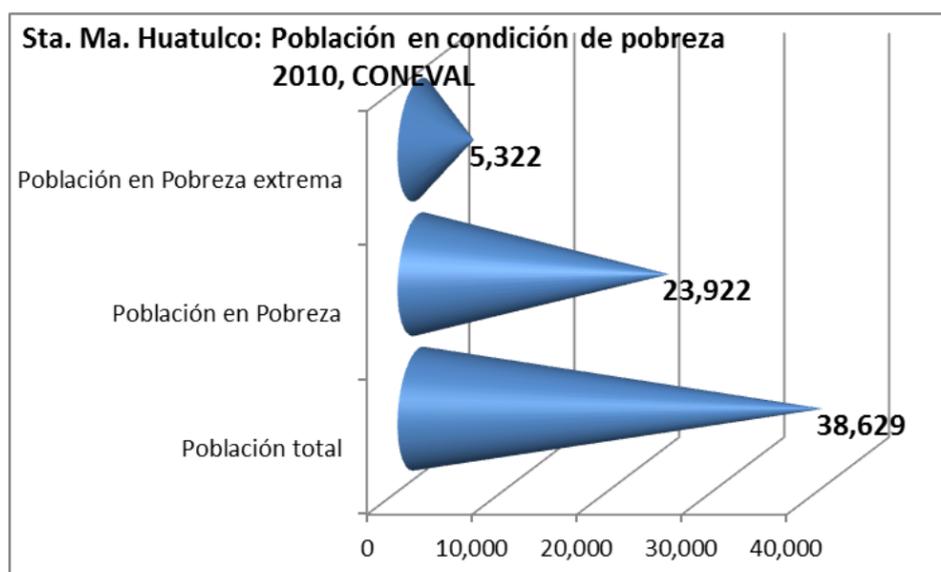
4.3 Características sociales

Bienestar Social:

Niveles de Pobreza

A pesar de ser uno de los municipios con mayores inversiones del estado, la mayoría de la población vive en condiciones de pobreza; de acuerdo a las mediciones de la CONEVAL 2010, más del 57% se encuentra en esa condición y 13% vive en pobreza extrema. La pobreza se concentra particularmente en las poblaciones rurales y algunos asentamientos irregulares que se han formado alrededor de las áreas turísticas.

Gráfica 10.- Sta. Ma. Huatulco: Población según condición de pobreza 2010



Fuente: CONEVAL 2010

En términos específicos los porcentajes de población en pobreza y pobreza extrema para 2010 se expresa en las siguientes carencias:

Tabla 10.- Santa María Huatulco: Porcentaje de población con carencias por pobreza 2010

Rezago educativo	Carencia por acceso a los servicios de salud	Carencia por acceso a la seguridad social	Carencia por calidad y espacios de la vivienda	Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	Carencia por acceso a la alimentación
Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
27.5	24.2	75.2	38.4	39.5	16.9

Fuente: CONEVAL 2010

Marginación

La revisión de los indicadores de marginación 2010 de la CONAPO, confirman que la pobreza se presenta especialmente en las localidades rurales, como muestra la siguiente tabla:

Tabla 11.- Santa María Huatulco: Niveles de marginación 2010

Localidad	% Población de 15 años o más		% Viviendas particulares habitadas					Promedio de ocupantes por cuarto	Grado de marginación
	Analfabeta	Sin primaria completa	Sin excusado	Sin energía eléctrica	Sin disponibilidad de agua entubada	Con piso de tierra	Que no disponen de refrigerador		
El Hule	55.56	66.67	100.00	100.00	100.00	50.00	100.00	1.29	Muy alto
Laguna Macuil (Granadillo)	42.86	64.29	50.00	100.00	100.00	71.43	100.00	2.25	Muy alto
Puente de Todo Santos	42.86	57.14	20.00	80.00	100.00	60.00	100.00	1.86	Muy alto
San Andrés	14.29	57.14	33.33	100.00	33.33	66.67	100.00	1.14	Muy alto
Las Cadenas	20.69	40.35	4.35	54.55	100.00	56.52	69.57	2.47	Muy alto
El Cocus (Tres Cruces)	40.00	60.00	50.00	50.00	50.00	16.67	66.67	1.55	Muy alto

Localidad	% Población de 15 años o más		% Viviendas particulares habitadas					Promedio de ocupantes por cuarto	Grado de marginación
	Analfabeta	Sin primaria completa	Sin excusado	Sin energía eléctrica	Sin disponibilidad de agua entubada	Con piso de tierra	Que no disponen de refrigerador		
Paso Limón	20.51	48.72	7.69	69.23	92.31	7.69	100.00	1.93	Muy alto
Barrio de la Soledad	19.57	37.78	47.62	19.05	38.10	57.14	71.43	2.23	Alto
Huatunalco (Barra de Huatunalco)	30.91	60.00	13.64	0.00	100.00	68.18	22.73	1.92	Alto
Derramadero	25.38	50.00	13.95	27.91	44.19	69.77	51.16	1.70	Alto
Barrio Techal Blanco	29.33	53.62	5.41	10.81	40.54	37.84	55.41	2.70	Alto
Puente de Cuajinicuil	19.23	52.00	6.25	6.67	100.00	40.00	62.50	2.06	Alto
Morro	16.67	50.00	15.79	26.32	100.00	47.37	42.11	1.82	Alto
El Faisán	20.00	40.63	8.00	40.00	100.00	36.00	72.00	1.42	Alto
El Arenoso	17.24	37.93	7.69	23.08	100.00	69.23	46.15	1.63	Alto
Cerro Chino	35.85	60.38	5.56	0.00	100.00	38.89	33.33	1.50	Alto
Xúchitl el Alto	10.00	60.00	0.00	20.00	0.00	40.00	100.00	1.64	Alto
La Unión	33.33	60.00	0.00	0.00	100.00	25.00	50.00	1.20	Alto
Todos Santos	37.98	52.88	2.74	1.37	52.05	27.40	49.32	1.57	Alto
Chacalmata	23.88	41.79	6.45	35.48	9.68	32.26	64.52	1.77	Alto
La Unión	30.10	50.00	23.08	5.13	7.69	51.28	35.90	1.62	Alto
La Herradura	24.93	41.47	8.91	9.31	83.00	25.71	45.34	1.73	Alto
Bajos del Arenal	18.54	40.68	21.21	3.08	100.00	30.77	33.33	1.81	Alto
Pueblo Viejo	22.49	46.06	4.35	5.80	85.51	36.23	43.48	1.27	Alto
San Agustín	14.29	38.97	12.50	3.13	98.41	33.33	29.69	1.92	Alto
Cuajinicuil	34.92	47.28	2.67	6.76	0.00	31.08	44.00	1.39	Alto
Arroyo Limón	18.52	33.33	0.00	5.56	100.00	38.89	38.89	1.44	Alto
El Zarzal	8.82	47.06	0.00	26.67	0.00	46.67	33.33	2.00	Alto
Llano Ciruelo (Samaria)	4.55	36.36	10.00	30.00	100.00	10.00	50.00	1.64	Alto
Arroyo Xúchitl	23.39	40.96	2.65	3.54	93.81	17.70	28.32	1.63	Alto
El Limoncito (San Francisco el Limoncito)	25.33	39.19	3.70	3.70	96.30	25.93	33.33	1.10	Alto
Guarumbo	24.86	41.76	7.02	5.26	69.64	14.04	22.81	1.75	Alto
Las Pozas (San Antonio las Pozas)	17.76	47.17	3.03	0.00	100.00	12.12	27.27	1.62	Alto
Paso Ancho	14.75	38.68	5.48	2.07	85.52	15.86	32.88	1.80	Alto
Barrio la Mina	15.83	33.90	2.27	6.90	2.27	16.28	46.59	2.50	Alto
Nacimiento	15.28	45.83	9.09	0.00	18.18	9.09	36.36	2.24	Alto
Agua Hedionda	25.86	38.94	0.00	0.00	4.55	22.73	40.91	1.65	Alto
Hacienda Vieja	16.96	35.14	1.32	2.63	88.16	17.11	22.37	1.44	Alto
Cuapinolito (Azulillo)	17.56	29.42	2.99	7.00	64.33	13.67	32.56	1.62	Alto
Piedra de Moros	16.67	39.86	7.14	7.27	26.79	21.43	28.57	1.49	Alto
Arroyo González	18.49	42.86	4.55	4.55	2.27	22.73	29.55	1.55	Alto
Aguaje el Zapote	18.75	31.71	0.66	1.32	88.08	13.25	18.54	1.49	Alto
Río Tangolunda (La Jabalina)	5.80	15.38	15.00	0.00	25.00	25.00	45.00	2.06	Alto
Puente de Coyula	20.38	34.50	8.33	2.38	17.86	16.67	29.76	1.40	Alto
Boca Vieja (Barra Boca Vieja)	16.84	35.48	9.09	3.03	21.21	15.15	21.21	1.66	Alto
Fraccionamiento el Crucero	15.69	32.52	1.59	1.20	3.19	25.20	27.89	1.76	Alto
Bajos de Coyula	18.57	36.17	6.35	5.29	5.82	17.99	25.40	1.29	Alto
Puente Copalita	16.67	29.61	1.61	0.00	57.38	14.75	12.90	1.47	Alto

Localidad	% Población de 15 años o más		% Viviendas particulares habitadas					Promedio de ocupantes por cuarto	Grado de marginación
	Analfabeta	Sin primaria completa	Sin excusado	Sin energía eléctrica	Sin disponibilidad de agua entubada	Con piso de tierra	Que no disponen de refrigerador		
Colonia Vicente Guerrero	5.13	21.62	6.25	12.50	37.50	12.50	31.25	1.45	Alto
La Bocana de Copalita	12.70	36.67	0.00	0.00	0.00	21.05	10.53	1.56	Alto
Sector H Tres	6.74	26.22	0.44	0.44	0.87	7.58	16.69	2.17	Alto
Sector U Dos Sur	5.52	19.74	5.00	0.00	3.33	11.67	18.33	2.20	Alto
Santa María Huatulco	12.01	27.50	2.30	1.98	6.00	9.69	23.92	1.47	Alto
El Parajito	0.00	17.65	0.00	0.00	100.00	14.29	0.00	1.75	Medio
Laguna Seca	0.00	18.75	0.00	16.67	66.67	0.00	50.00	0.93	Medio
Sector U-Dos	6.09	20.18	0.00	0.00	0.00	2.44	21.95	1.67	Medio
Crucecita	3.62	11.93	1.95	0.02	1.56	1.93	13.32	1.14	Bajo
Fraccionamiento Real San Agustín	1.29	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	7.89	0.87	Muy bajo
Residencial Conejos	4.55	9.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	Muy bajo
Bahía de Santa Cruz Huatulco	0.00	4.66	2.30	1.16	0.00	1.16	5.75	0.57	Muy bajo
Balcones de Tangolunda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.67	0.57	Muy bajo
Tangolunda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	Muy bajo
Bahía Chahué	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	Muy bajo
Umar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	Muy bajo
El Arrocito	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	Muy bajo

Fuente: CONAPO 2010

Educación y Escolaridad:

Además de los datos sobre escolaridad de las tablas 10 y 11, el INEGI muestra el siguiente panorama en el municipio en 2010:

Tabla 12.- Sta. Ma. Huatulco. Indicadores de Educación y Escolaridad 2010

Rubro temático	Santa María Huatulco	Oaxaca
Población de 5 y más años con primaria, 2010	13,301	1,517,155
Población de 18 años y más con nivel profesional, 2010	2,777	243,503
Población de 18 años y más con posgrado, 2010	216	13,294
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años, 2010	7.9	6.9
Alumnos egresados en preescolar, 2009	780	73,526
Alumnos egresados en primaria, 2009	825	84,237
Alumnos egresados en secundaria, 2009	629	61,371
Alumnos egresados en profesional técnico, 2009	0	870
Alumnos egresados en bachillerato, 2009	408	27,204
Alumnos egresados en primaria indígena, 2009	0	21,783
Personal docente en preescolar, 2009	97	9,476
Personal docente en primaria, 2009	254	26,812
Personal docente en primaria indígena, 2009	0	6,905
Personal docente en secundaria, 2009	155	12,975
Personal docente en profesional técnico, 2009	0	476
Personal docente en bachillerato, 2009	73	6,566
Personal docente en Centros de Desarrollo Infantil, 2009	1	162
Personal docente en formación para el trabajo, 2009	32	1,678
Personal docente en educación especial, 2009	12	711
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2009	103	12,847
Escuelas en preescolar, 2009	43	4,513
Escuelas en primaria, 2009	41	5,593
Escuelas en primaria indígena, 2009	0	1,728
Escuelas en secundaria, 2009	15	2,130

Rubro temático	Santa María Huatulco	Oaxaca
Escuelas en profesional técnico, 2009	0	17
Escuelas en bachillerato, 2009	4	594
Escuelas en formación para el trabajo, 2009	6	154
Tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años, 2010	98.4	97.3
Tasa de alfabetización de los hombres de 15 a 24 años, 2010	98.5	97.4
Tasa de alfabetización de las mujeres de 15 a 24 años, 2010	98.3	97.2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010 en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=20Derechohabiencia> y personal médico

Los datos sobre población derechohabiente y personal médico en el municipio, según el reciente Censo de Población muestran que Santa María Huatulco es uno de los municipios con menos carencias a nivel estatal, si bien con diferencias notables entre la participación en esos rubros de la población concentrada en La Crucecita y la cabecera municipal y el resto de localidades.

Tabla 13.- Santa María Huatulco: Población Derechohabiente y personal médico

Rubro	Cantidad
Población derechohabiente a servicios de salud, 2010	26,565
Población derechohabiente a servicios de salud del IMSS, 2010	9,469
Población derechohabiente a servicios de salud del ISSSTE, 2010	1,642
Población No derechohabiente a servicios de salud, 2010	11,338
Familias beneficiadas por el seguro popular, 2009	5,800
Personal médico, 2009	93
Personal médico en instituciones de seguridad social, 2009	61
Personal médico en el IMSS, 2009	61
Personal médico en el ISSSTE, 2009	0
Personal médico en PEMEX, SEDENA y/o SEMAR, 2009	0
Personal médico en otras instituciones de seguridad social, 2009	0
Personal médico en instituciones de asistencia social, 2009	32
Personal médico en el IMSS-Oportunidades, 2009	2
Personal médico en la Secretaría de Salud del Estado, 2009	30
Personal médico en otras instituciones de asistencia social, 2009	0

Mortalidad:

De acuerdo al último Censo del INEGI, en el municipio en 2010 hubo 132 defunciones, correspondiendo 83 al sexo masculino y 48 al femenino, pero la fuente no precisa las causas específicas de mortalidad.¹

En cuanto a la mortalidad infantil, el reciente Censo registró la defunción de 2,079, que corresponde a un promedio de 6.81 defunciones en relación a los hijos nacidos vivos de mujeres de 12 años y más, por debajo del promedio estatal de 10.95.²

Infraestructura

Tabla 14.- Santa María Huatulco: Hogares y vivienda 2010

Hogares y Vivienda	Santa María Huatulco
Hogares, 2010	9,943
Hogares con jefatura masculina, 2010	7,393
Hogares con jefatura femenina, 2010	2,550
Total de viviendas particulares habitadas, 2010	10,151
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas, 2010	3.8
Viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra, 2010	8,819
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda, 2010	8,127
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje, 2010	8,881
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario, 2010	9,625
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, 2010	9,614

¹ Fuente: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=20>

² Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Básico Fecha de elaboración: 09/03/2011

Hogares y Vivienda	Santa María Huatulco
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador, 2010	7,757
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisión, 2010	8,487
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora, 2010	4,665
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, 2010	2,333

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

Discapacidad

Según los datos del Censo de Población y Vivienda 2010, del total de la población del MSMH, 38,269 habitantes, se reportan 1,114 (2.88%) personas que tienen alguna dificultad para el desempeño o realización de tareas en la vida cotidiana. Como se puede observar la mayor proporción de población con alguna limitación se da en las comunidades con mayor número de habitantes. Sin embargo, cabe destacar la mayor proporción respecto a la población total de la localidad en Xúchitl el Alto, San Andrés, Cerro Chino, Puente de Todos los Santos, Todos Santos, Paso Ancho, Las Cadenas. Donde la proporción está por arriba del 7% de la población total de la localidad. Situación que es un factor de vulnerabilidad para esas poblaciones y que debe estudiarse en función de la exposición que tengan respecto a los peligros en el MSMH.

Tabla 15.- Población con alguna discapacidad, según localidad y porcentajes respecto a la población total de la localidad y distribución respecto al total de la población reportada en el municipio

Localidad	Población Total	Población con alguna limitación	% Respecto a la población de la localidad	% Respecto al total de personas con alguna limitación
XÚCHITL EL ALTO	18	4	22.22	0.36
SAN ANDRÉS	8	1	12.50	0.09
CERRO CHINO	66	8	12.12	0.72
PUENTE DE TODO SANTOS	41	4	9.76	0.36
TODOS SANTOS	337	29	8.61	2.60
CHACALMATA	117	9	7.69	0.81
PASO ANCHO	676	52	7.69	4.67
LAS CADENAS	84	6	7.14	0.54
SAN AGUSTÍN	250	17	6.80	1.53
RESIDENCIAL CONEJOS	30	2	6.67	0.18
PIEDRA DE MOROS	218	14	6.42	1.26
CUAJINICUIL	266	17	6.39	1.53
LA UNIÓN	172	10	5.81	0.90
MORRO	89	5	5.62	0.45
AGUA HEDIONDA	170	9	5.29	0.81
ARROYO LIMÓN	78	4	5.13	0.36
ARROYO XÚCHITL	461	23	4.99	2.06
LA ERRADURA	1,077	52	4.83	4.67
LAS POZAS (SAN ANTONIO LAS POZAS)	151	7	4.64	0.63
EL FAISÁN	109	5	4.59	0.45
EL ARENOSO	44	2	4.55	0.18
EL LIMONCITO (SAN FRANCISCO EL LIMONCITO)	114	5	4.39	0.45
AGUAJE EL ZAPOTE	667	28	4.20	2.51
HACIENDA VIEJA	335	14	4.18	1.26
PUENTE DE CUAJINICUIL	74	3	4.05	0.27
LAGUNA SECA	25	1	4.00	0.09
SECTOR U-DOS	165	6	3.64	0.54
PASO LIMÓN	58	2	3.45	0.18
FRACCIONAMIENTO EL CRUCERO	1,062	35	3.30	3.14
ARROYO GONZÁLEZ	184	6	3.26	0.54
PUEBLO VIEJO	257	8	3.11	0.72
BARRIO DE LA SOLEDAD	98	3	3.06	0.27
PUENTE COPALITA	229	7	3.06	0.63
PUENTE DE COYULA	406	12	2.96	1.08
SANTA MARÍA HUATULCO	7,409	210	2.83	18.85
LLANO CIRUELO (SAMARIA)	36	1	2.78	0.09
SECTOR H TRES	2,837	78	2.75	7.00
BARRIO TECHAL BLANCO	340	9	2.65	0.81
BAHÍA DE SANTA CRUZ HUATULCO	252	6	2.38	0.54

Localidad	Población Total	Población con alguna limitación	% Respecto a la población de la localidad	% Respecto al total de personas con alguna limitación
NACIMIENTO	130	3	2.31	0.27
CRUCECITA	15,130	344	2.27	30.88
RÍO TANGOLUNDA (LA JABALINA)	103	2	1.94	0.18
CUAPINOLITO (AZULILLO)	1,259	24	1.91	2.15
EL ZARZAL	62	1	1.61	0.09
GUARUMBO	256	4	1.56	0.36
BOCA VIEJA (BARRA BOCA VIEJA)	151	2	1.32	0.18
BAJOS DEL ARENAL	266	3	1.13	0.27
BAJOS DE COYULA	719	8	1.11	0.72
LA BOCANA DE COPALITA	92	1	1.09	0.09
BARRIO LA MINA	388	4	1.03	0.36
FRACCIONAMIENTO REAL SAN AGUSTÍN	214	2	0.93	0.18
DERRAMADERO	182	1	0.55	0.09
SECTOR U DOS SUR	255	1	0.39	0.09

Fuente: Censo General de Población y vivienda 2010. INEGI

En 21 localidades del MSMH, no reportan ningún caso de personas con limitaciones.

4.4 Estructura urbana

Salud

Existe el Hospital General del IMSS en Bahía de Santa Cruz Huatulco, clínicas IMSS-Solidaridad (Unidad Medica Rural) en Bajos de Coyula y San José Cuajinicuil, clínicas S.S.A (centros de salud) en Santa María Huatulco y Bahía de Santa Cruz Huatulco y las siguientes casas de salud:

Tabla 16.- Establecimientos de Salud por localidad y tipo de establecimiento

Localidad	Tipo de casa de salud
Paso ancho	Casa Armable
Chacalmata	Casa Armable
Techal Blanco	Tipo I
Todos Santos	Tipo I
Las Pozas	Tipo I
San Francisco Limoncito	Tipo I
Pueblo Viejo	Tipo I
Arroyo Xúchitl	Tipo II
Cerro Chino	Tipo I
Piedra de Moros	Tipo I
Puente de Copalita	Tipo I
La Bocana	Tipo I
Puente de Coyula	Tipo I
Paso Limón	Tipo I
Fraccionamiento El Zapote	Tipo II
Bajos Del Arenal	Casa Armable
Arroyo González	Casa Armable
Erradura	---

Otras instituciones que proporcionan servicios de salud son: el Hospital Naval, la Cruz Roja Mexicana, ubicados en la Bahía de Santa Cruz Huatulco.

Abasto

Cuenta con centros de abasto comunitario, localizándose en las comunidades siguientes: Erradura, Santa María Huatulco, Paso Ancho, Cuapinolito, Barrio Nuevo, Pueblo Viejo, Hacienda Vieja, Xúchitl, La crucecita, Cuajinicuil, Todos Santos, Sector U2, Copalita. Además existen centros de abastos particulares.

Servicios Públicos

El porcentaje aproximado de los servicios públicos proporcionados en este municipio es de 90%; 75% en agua potable, 75% en alumbrado público, 95% en drenaje urbano, 15 % en recolección de

basura y limpieza de las vías públicas. Desde luego, estos servicios se concentran en La Crucecita y la Cabecera Municipal.

Medios de Comunicación

El municipio cuenta con los siguientes servicios: teléfono, radio, prensa escrita y telégrafo.

El Servicio Telefónico se localiza en las comunidades de:

- Bajos de Coyula
- Paso Ancho
- Arroyo Xúchitl
- Pueblo Viejo
- Copalita
- Fracc. El Zapote
- Todos Santos
- Fracc. El Crucero
- Piedra de Moros
- San José Cuajinicuil

Centros Turísticos

La actividad turística se concentra en tres áreas: Santa Cruz, La Crucecita y Tangolunda. El desarrollo turístico se conforma por nueve bahías; (Santa Cruz, Chahué, Tangolunda, Conejos, Chacahual, Cacaluta, San Agustín, El Órgano y Maguey) y 36 playas, además de reservas ecológicas donde se anida la más variada de aves y reptiles.

Bahías de Huatulco: cuenta con un promedio de 2,200 cuartos en hoteles, con clasificación de gran turismo, además de bancos, restaurantes de playa, discotecas y un parque con servicio de café al aire libre.

La Crucecita: es el centro donde se ubican muchos de los servicios al turista y a la población en general; la plaza principal está rodeada por restaurantes, boutiques y tiendas de artesanías, donde se puede realizar un entretenido recorrido por las tardes, o bien, por las noches.

Tangolunda: es el lugar donde se localiza la zona hotelera de 5 estrellas y gran turismo, 2 centros comerciales y el majestuoso campo de golf con 18 hoyos.

La cabecera municipal de Santa María Huatulco, es una buena opción para visitar, ya que es un bello pueblo con calles adoquinadas y casas de tejado rojo, en la plaza principal se encuentra la iglesia de Santa María de la Concepción y el antiguo mercado, cuenta también con una plaza de toros y los ríos Magdalena y Cruz que conforman el río Huatulco. En sus restaurantes es común encontrar comida típica de la región.

Otra buena opción para visitar son las fincas cafetaleras, que se localizan a 40 kilómetros del desarrollo turístico. Los recorridos se pueden realizar en camionetas o jeeps, ya que se transita por caminos no pavimentados (Consulta 1).

4.5 Principales actividades económicas en la zona

Tabla 17.- Sta. Ma. Huatulco: Establecimientos y cuartos de hospedaje 2005

Establecimientos y cuartos de hospedaje, 2005	Santa María Huatulco
Total	79
Cinco estrellas	10
Cuatro estrellas	15
Tres estrellas	16
Dos estrellas	10
Una estrella	0
Sin categoría	28

Fuente: SECTUR, 2005

Tabla 18.- Santa María Huatulco: Establecimientos de preparación de alimentos y bebidas con categoría turística 2005

Municipio	ESTABLECIMIENTOS DE ALIMENTOS	ESTABLECIMIENTOS DE BEBIDAS
Santa María Huatulco	114	32

Fuente: SECTUR, 2010

Los datos del 2010 del censo de población consignan las siguientes cifras en materia de infraestructura diversa para las actividades terciarias:

Tabla 19.- Sta. Ma. Huatulco: Infraestructura para actividades terciarias 2010

Tianguis, 2009	2
Mercados públicos, 2009	2
Centrales de abasto, 2009	0
Aeropuertos, 2009	1
Oficinas postales, 2009	63
Automóviles registrados en circulación, 2010	3,444

Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado en INEGI 2010

Inversión Pública 2007

Tabla 20.- Sta. Ma. Huatulco: Inversión Pública

DESCRIPCION	TOTAL	FEDERAL	ESTATAL	MUNICIPAL
Seguridad pública y protección civil	25,825	25,825		
Turismo	127,032,800	127,032,800		
Sector agropecuario, forestal y pesca	6,018,770	6,018,770		
Empleo y formación para el trabajo	905,662	208,506	697,156	
Comunicaciones y transportes	3,004,128		1,902,064	1,102,064
Desarrollo urbano y vivienda	7,720,274	7,084,601	635,673	
Ecología y medio ambiente	6,288,017	2,845,434	868,560	2,574,023
Cultura	151,756	151,756		
Educación	11,288,720	8,077,494	3,211,226	
Salud	13,660,000	13,660,000		
Agua potable drenaje y alcantarillado	3,060,730	1,376,452	10,800	1,673,478
Electrificación	1,202,678			1,202,678
Abasto	266,946	266,946		
Grupos vulnerables	14,156,836	11,640,215	2,516,621	
Desarrollo municipal	81,549,962			81,549,962

Fuente: COPLADE, 2010

Gráfica 11.- Turistas que se hospedaron en Sta. Ma. Huatulco 2005



Fuente: SECTUR, 2010

Tabla 21.- Propiedades sociales por género y superficie

Municipio	Superficie (Hectáreas)	Ejidatarios		CON PARCELA INDIVIDUAL	
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Santa María Huatulco	45 456.000	1598	102	1398	102

Fuente: INEGI, VII Censo Ejidal 2001

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

En el presente capítulo se describen cada uno de los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos que pueden afectar al municipio de Santa María Huatulco.

5.1.- Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico

Los fenómenos de origen geológico son todos aquellos en los que intervienen la dinámica y los materiales del interior de la Tierra o de la superficie de ésta.

5.1.1 Fallas y Fracturas

La geología estructural del área es compleja, ya que incluye una falla de escala regional que pone en contacto dos paquetes metamórficos que a su vez se caracterizan por una historia de múltiples eventos de deformación.

Falla Chacalapa

Regionalmente la estructura de mayor importancia es la Falla Chacalapa que representa uno de los contactos más interesantes de los terrenos cristalinos del Sur de México, es el contacto entre los terrenos Oaxaca y Xolapa. Uno de los cinturones milonitizados permite interpretar una edad tentativa del Cretácico tardío para la fase principal de actividad de la falla (Ortega *et al.*, 1986).

La estructura regional tiene rumbo general E-W que yuxtapone las rocas del Complejo Oaxaqueño (y su cobertura) con las del Complejo Xolapa. Esta discontinuidad tectónica se extiende más de 50 km a rumbo. Es una estructura con cinemática lateral izquierda que se desarrolló durante el Oligoceno (Tolson, 2005).

Tiene características de deformación en el régimen dúctil, con desarrollo de milonitas con texturas de recristalización dinámica en estado sólido, y de deformación en el régimen quebradizo con desarrollo de pseudotaquilitas, cataclasitas y salbandas. La zona de cizalla es continua desde el occidente del poblado de Chacalapa (Lazos- Ramírez y Rodríguez-Rivera, 1995) hasta el oriente de Santa María Xadani, pero en las cercanías del poblado de Xúchitl, adquiere un carácter trenzado o anastomosado, bifurcándose alrededor de bloques de los complejos Oaxaqueño y Xolapa no milonitizados.

El espesor de las zonas miloníticas varía desde cientos de metros donde se encuentra trenzada, hasta 2 km en las cercanías del pueblo de Santa María Huatulco. Esta zona milonítica es posterior a una serie de zonas de cizalla que se encuentran en rocas del Complejo Xolapa con espesores de decenas de metros y extensiones de 1 a 2 km con texturas de carácter netamente dúctil; la traza en planta de estas estructuras es más compleja que la de la falla Chacalapa, ya que sus inclinaciones son moderadas a bajas.

La traza de la falla Chacalapa pasa por las localidades de Chacalmata, Paso Limón, La Erradura, muy cerca de Santa María Huatulco, Paso Ancho y más hacia el Noreste afecta a la comunidad de San José Cuajinicuil. Es importante resaltar que estas comunidades están muy cerca de la zona de milonización y material fracturado producto del movimiento de los bloques que la conforman y que a lo ancho y largo de éste fallamiento las comunidades pueden estar expuestas a derrumbes y deslizamientos.

Las fallas Pochutla y Figueroa son muy semejantes en sus características a la Chacalapa, por lo que se consideran del mismo sistema (Fig. 2).



Figura.- 2.- Fallas en el Municipio de Santa María Huatulco

Fallas conjugadas entre Santa María Huatulco y Benito Juárez

Existen fallas conjugadas con distancias aproximadas entre los pares de 20 m y orientaciones NNW-SSE y NE-SW. La densidad de las fallas aumenta paulatinamente, así como su espesor, conforme desarrollan una zona de salbanda y brechas con una distintiva coloración azul-gris. Los planos de falla no exhiben lineaciones que indiquen el movimiento relativo entre los bloques, pero las relaciones de corte entre fallas sugieren que son pares izquierdos-derechos. La separación entre fallas continúa disminuyendo hasta que llega a ser de centímetros. A partir de ese punto, la roca adquiere una apariencia sumamente fracturada y su color se torna más oscuro a raíz de la intensa molienda en ciertos sectores. En una distancia del orden de metros, se hace evidente la presencia de una lineación de extensión y las fallas se vuelven escasas.

Por otra parte existen también una serie de fallas con desplazamiento oblicuo lateral-normal evidentes en los recorridos de campo, que indican clara actividad de derrumbes debido a la inestabilidad del material milonítico o frágil derivado de estos fallamientos. Algunas de estas fallas son activas como lo sugiere el desplazamiento de estructuras civiles (Delgado-Argote y Carballido-Sánchez, 1990).

Existen otros fallamientos laterales más pequeños con dirección al N30°W en la zona de las comunidades entre el Zapote y Apanguito, otro fallamiento registrado de las mismas características se registró entre la comunidad de Chacalmata y Benito Juárez con dirección N60°W, cabe mencionar que estos fallamientos son laterales derechos.

Fallas Normales

En este fallamiento ubicado en la zona del camino rumbo a Benito Juárez en la ladera del Rio Huatulco con rumbo N10°E e inclinación de 54°SE. El cizallamiento existente producto del movimiento normal ha provocado un fuerte brechamiento que recibe los escurrimientos de la región sirviendo como un acuífero que proporciona agua potable del manantial ubicado en el mismo punto.

Otro fallamiento con estas características podemos observarlo al Norte de Cerro Chino es con rumbo de N20°E y cae hacia NW 15°, otro fallamiento con características similares lo tenemos un poco más hacia abajo en la localidad de Xúchitl el Alto hasta Arroyo Xúchitl con dirección N20°W y cae hacia el SW 20°.

Lineamientos

Existen lineamientos que indican emplazamientos de cuerpos intrusivos y que por su naturaleza infieren planos geológicos.

Zona de Fallas y Fracturas

Los efectos derivados de estos fenómenos de gran dimensión están representados por fallamientos laterales, normales, zonas de cizalla, entre otros y se describen en la Tabla 22.

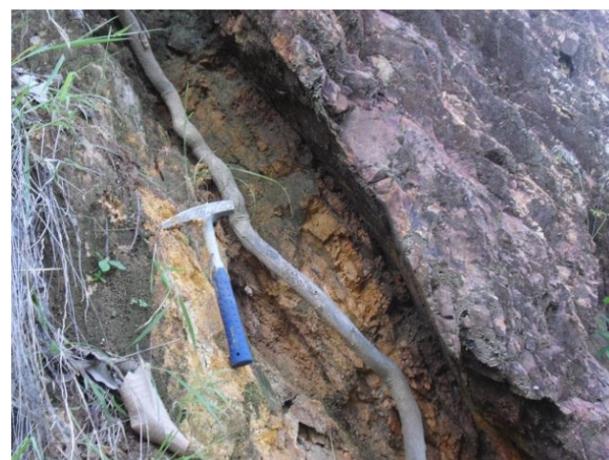
Tabla 22.- Identificación de Fallas en el municipio

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Rumbo a Cerro Chino	Zona de cizalla de fallamiento Normal, con dirección N20°E con inclinación de 54°SE la traza de la Falla Chacalapa	795,345	1,756,676	Zona de Falla	Medio
Xúchitl el Alto	Sobre el arroyo que pasa por la localidad de Xúchitl el Alto existe la traza de lineamientos con orientación N20°W y cae hacia el SW 20°. Esto nos indica que la zona es inestable.	796,617	1,755,346	Zona de Falla	Medio
Arroyo Xúchitl	En esta localidad existen laderas frágiles que pueden derrumbarse, la presencia de fallas y lineamientos cercanos, con rumbo de N10°W - NE 20° pueden ser indicadores de movimiento de masas	797,461	1,753,823	Zona de Falla	Medio
Falla el Jardín	Falla lateral en esta zona con rumbo N30°W, evidenciada en las fotos	782,650	1,752,686	Falla	Alto
Arroyo Xúchitl	En este punto observamos lineamientos producto de cuerpos emplazados y movimientos de bloques el rumbo es N50°W	797,594	1,753,985	Falla	Medio
Cerro Chino	Falla de tipo normal con Rumbo N20°E, echado hacia NW45°. Es posible que esta falla afecte a las localidades de Cerro Chino	795,463	1,756,677	Falla	Medio

Fotografía 1.- Falla rumbo al Cerro Chino



Fotografía 2.- Plano de Falla



Fotografía 3.- Plano de falla en la comunidad el Jardín



Fotografía 4.- Zona de Cizalla - falla Chacalapa



Tabla 22.- Vulnerabilidad y Riesgo por Fallas

Localidad	Población en riesgo (estimada)	Viviendas en riesgo (estimadas)	Vulnerabilidad	Riesgo
Paso Limón	58	13	Muy Alta	Muy Alto
Cuajinicuil	106	30	Alta	Muy Alto
Chacalmata	90	24	Alta	Muy Alto
Barrio de la Soledad	46	10	Alta	Muy Alto
Barrio la Mina	291	66	Alta	Muy Alto
Paso Ancho	338	73	Alta	Muy Alto
Santa María Huatulco	364	90	Alta	Alto
Arroyo Xúchitl	45	11	Alta	Alto
Cerro Chino	30	8	Alta	Alto
La Erradura	57	13	Alta	Alto
Xúchitl el Alto	18	5	Alta	Alto

5.1.2 Sismos

Actualmente la margen del Océano Pacífico es una zona sísmicamente activa donde además de registrarse epicentros y focos sísmicos coincidentes con los límites tectónicos aquí expuestos, también se ha documentado la presencia de movimientos de bloques, evidenciado por el desplazamiento de fallas normales, inversas y laterales las cuales han sido reconocidas.

Un sismo, terremoto o temblor es un movimiento producido en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía en el interior de la tierra. Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas sísmicas que se propagan en todas direcciones. El punto en que se origina el terremoto se llama foco o hipocentro y se puede situar a un máximo de unos 700 km al interior de la tierra. El epicentro es el punto de la superficie terrestre más próximo al foco del terremoto. De acuerdo a su origen, los sismos se clasifican en: tectónicos, volcánicos y los provocados por actividades humanas.

Sismos de origen volcánico

Son aquellos generados por la actividad de un volcán, sus efectos pueden sentirse a kilómetros de la zona de origen, y su frecuencia esta determinada por la actividad del volcán. Estos sismos pocas veces alcanzan grandes magnitudes, además, raras veces ocurren en sitios alejados de un volcán. El movimiento de la tierra es rápido, los daños producidos por ellos son insignificantes y los efectos generalmente se detectan en las zonas aledañas, alrededor de los 10 km de radio del cráter.

Sismos provocados por actividad humana

Los seres humanos pueden causar o incrementar la aparición de terremotos mediante ciertas actividades, uso de explosivos, llenado con agua de un embalse, realizar pruebas nucleares subterráneas o el enterramiento de desechos líquidos en pozos profundos.

Sismos Tectónicos

Estos sismos son los más devastadores, de acuerdo con la teoría de la Tectónica de Placas, el origen de los sismos tectónicos está en las presiones generadas por el movimiento de las placas que conforman la corteza terrestre. La mayoría de estos sismos se originan y registran en los bordes de estas placas, en áreas donde existe una frontera entre ellas. En estas zonas, se generan fuerzas de fricción que impiden el desplazamiento continuo de las placas, esto hace que se acumule energía, que al ser mayor que la resistencia de la roca, ésta se rompa, liberando esa energía en forma de ondas sísmicas.

México se encuentra en una zona de alta sismicidad debido a la interacción de 5 placas tectónicas: la placa de Norteamérica, placa de Cocos, placa del Pacífico, la placa de Rivera y la placa del Caribe (Fig. 3). Por esta razón no es rara la ocurrencia de sismos. El Servicio Sismológico Nacional reporta en promedio la ocurrencia de 8 sismos por día de magnitud $M > 3$.

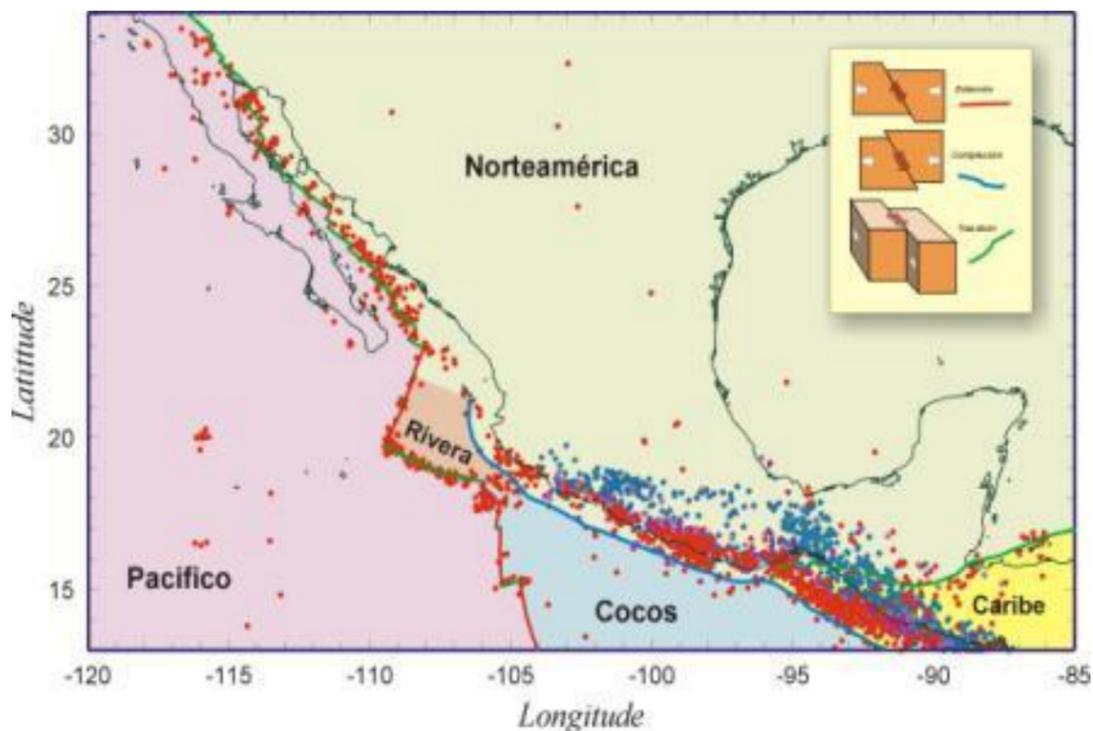


Figura.- 3.- Tectónica de la República Mexicana

Sismicidad histórica en la costa del estado de Oaxaca

Oaxaca es uno de los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana, registra aproximadamente el 25% de los sismos del país. El origen de esta sismicidad se debe al contacto convergente entre dos importantes placas tectónicas en donde la placa de Cocos se está deslizando por debajo de la placa de Norteamérica. La interacción entre estas dos placas tiene lugar en la costa del Pacífico desde Chiapas hasta Jalisco.

Algunos de los temblores importantes en el estado de Oaxaca, son el del 15 de enero de 1931 de magnitud 7.4, el del 2 de agosto de 1968 de magnitud 7.3 y el del 30 de septiembre de 1999 de magnitud 7.4, los cuales se originaron en el interior de la placa Norteamericana, otros sismos importantes que han ocurrido en la región de Oaxaca son el sismo del 23 de agosto de 1965 de magnitud 7.5 y el sismo del 29 de noviembre de 1978 de magnitud 7.6. Ambos sismos fueron provocados por el proceso de subducción, causaron daños importantes en las regiones cercanas al epicentro y varias muertes.

Los sismos son un fenómeno recurrente, cuando se ha acumulado nuevamente suficiente energía en la frontera entre las placas ésta tendrá que liberarse mediante la ocurrencia de un nuevo sismo. Los eventos sísmicos ocurren periódicamente en las mismas regiones geográficas, a medida que pasa el tiempo en una región donde no ha ocurrido un temblor fuerte, mayor es la probabilidad de que ahí ocurra uno. Es de esperarse que en las regiones donde ya se han presentado sismos fuertes, vuelvan a presentarse en el futuro.

Para advertir las implicaciones de la ocurrencia de un sismo similar a los mencionados arriba, para la zona de Oaxaca, es importante conocer los daños que ocasionaron estos eventos en el pasado. El sismo del 15 de enero de 1931, con magnitud 7.4, dañó edificios públicos, así como templos y ex conventos en poblaciones del Valle de Oaxaca.

El último sismo que provocó daños graves en la zona fue el temblor del 30 de septiembre de 1999 de magnitud $M_w=7.5$, el cual causó varios muertos en el estado de Oaxaca y daños importantes a infraestructura en viviendas, escuelas, hospitales, puentes y carreteras.

Las localidades que históricamente han sido más afectadas por sismos son Puerto Escondido, Pochutla, Puerto Ángel, Santa María Huatulco, Loxicha, Chacahua, Jamiltepec, Pinotepa Nacional, Ometepec y Miahuatlán. Es importante reconocer el riesgo de un sismo en esa región y tomar las medidas adecuadas para la mitigación de sus daños.

Actividad sísmica en el Municipio de Santa María Huatulco

Cabe mencionar y resaltar que aunque el estado de Oaxaca es uno de los sitios con mayor frecuencia sísmica de México, en el municipio de Santa María Huatulco no se encontraron datos de daños considerables en su infraestructura ni a los habitantes que habitan la región.

Tabla 23.- Principales sismos desde 1998-2012 en la periferia del Municipio de Santa María Huatulco

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof.(km)	Mag.	Zona
17/02/2012	19:37:58	15.25	-95.64	14	5.2	78 km al SURESTE de CRUCECITA, OAX
17/02/2012	19:34:19	15.26	-95.67	16	5.3	76 km al SURESTE de CRUCECITA, OAX
18/08/2012	07:38:33	15.4	-94.73	16	5	100 km al SURESTE de SALINA CRUZ, OAX
04/08/2002	20:25:19	15.61	-96.07	10	5.3	COSTA DE OAXACA
21/09/2010	09:42:09	15.73	-95.19	17	5	50 km al SUR de SALINA CRUZ, OAX
02/02/1998	21:02:01	15.74	-96.44	23	6.4	COSTA DE OAXACA
03/03/1998	01:38:25	15.8	-96.62	36	5.6	COSTA DE OAXACA
09/07/2011	07:42:29	15.87	-96.42	22	5.3	15 km al NORESTE de S PEDRO POCHUTLA, OAX
30/09/1999	11:31:14	15.89	-97.07	12	7.4	COSTA DE OAXACA
13/01/2004	15:28:56	15.9	-97.03	16	5.5	COSTA DE OAXACA
08/02/2010	18:47:40	15.9	-96.86	37	5.8	23 km al ESTE de PUERTO ESCONDIDO, OAX
07/06/2002	12:00:51	15.92	-96.96	8	5.6	COSTA DE OAXACA

Fuente: Servicio Sismológico Nacional

Con base en la “Regionalización Sísmica” de México realizada por especialistas de la Comisión Federal de Electricidad se observa que el Municipio de Santa María Huatulco se encuentra ubicado en la zona D, esto significa sismicidad intensa.

Zona D se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad (Fig. 4).



Figura.- 4 Zonificación Sísmica en México (modificado de CFE, 1981)

Es importante resaltar que aunque el Municipio de Santa María Huatulco se encuentra en una de las zona con el mayor peligro sísmico de la regionalización hecha por la CFE, las aceleraciones pueden ser variables por la características de suelo, por ejemplo en los suelos blandos (arcillas, arenas, y brechas con fragmentos de roca pequeños) que conforman el subsuelo de alguna región

en particular, las ondas sísmicas se amplifican por lo que se pueden tener altas aceleraciones, mientras que en suelos duros como basamentos, intrusivos (*el caso de Santa María Huatulco*), coladas de roca ígnea, o secuencias de roca litificada, las aceleraciones disminuyen considerablemente.

En particular toda la línea de costa y las partes altas del municipio, existe un complejo metamórfico y cuerpos intrusivos como es el caso del Intrusivo Huatulco y el Basamento Oaxaca que ayudan a que las aceleraciones del suelo disminuyan y en ocasiones mitiguen movimientos provocados por un sismo.

Peligro Sísmico

Entre 1990 y 1992, el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) colaboró con el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en el desarrollo del Manual de Obras Civiles de la CFE. Por lo que respecta al capítulo de diseño por sismo, el II-UNAM desarrolló, entre otras cosas, mapas de peligro sísmico de la República Mexicana que quedaron parcialmente plasmados en el Manual de Obras Civiles y que, además, dieron origen al sistema de cómputo PSM, que incluye los resultados completos del estudio realizado por el II-UNAM en esta materia.

En los últimos diez años se han llevado a cabo estudios sismológicos e ingenieriles que permiten obtener mejores descripciones del peligro sísmico en México que las que se tenían a principios de los años noventa. El IIE requería de mapas actualizados de peligro sísmico que se utilizarán para elaborar las recomendaciones para la especificación de criterios sísmicos de aceptación para la adquisición de equipos de subestaciones eléctricas de transmisión. El propósito de este estudio fue elaborar estos mapas, para cuyo desarrollo se incluyeron resultados recientes obtenidos principalmente en los siguientes aspectos:

- 1) Geometría de la placa de Cocos, en su porción subducida bajo la placa continental de Norteamérica. Esta geometría, más precisa, permite definir mejor, especialmente en lo referente a profundidad focal, la localización de los sismos de profundidad intermedia y fallamiento normal que se presentan en esta región.
- 2) Leyes de atenuación para los sismos de profundidad intermedia. En los últimos años se ha presentado una actividad inusualmente grande de sismos de este tipo, con lo cual las redes acelerográficas han registrado un considerable número de acelerogramas producidos por estos eventos. Esto ha abierto la posibilidad de tener mejores leyes de atenuación que las que se tenían anteriormente. Los análisis preliminares indicaban que podrían esperarse cambios importantes en las estimaciones de peligro sísmico, en algunos lugares del país, como consecuencia de los nuevos datos obtenidos
- 3) Leyes de atenuación para sismos corticales. Recientemente se han desarrollado en los Estados Unidos de Norte América nuevas leyes de atenuación para sismos corticales que incluyen datos de numerosos sismos registrados en diversas partes de ese país, especialmente el estado de California. Estas leyes de atenuación parecen adecuadas para algunos de los sismos que se producen en México, por lo que se ha revaluado el peligro sísmico en nuestro país utilizando estas nuevas leyes de atenuación.

Se presenta el mapa de aceleraciones máximas del suelo asociadas a un periodo de retorno de 10, 100, y 500 años. Con este SIG es posible obtener mapas de aceleraciones espectrales asociadas a prácticamente cualquier periodo de retorno de interés, correspondientes.

Periodo de retorno a 10 años en Santa María Huatulco

Mapa de aceleraciones máximas del suelo del Municipio de Santa María Huatulco asociadas a un periodo de retorno de 10 años (Fig. 5).

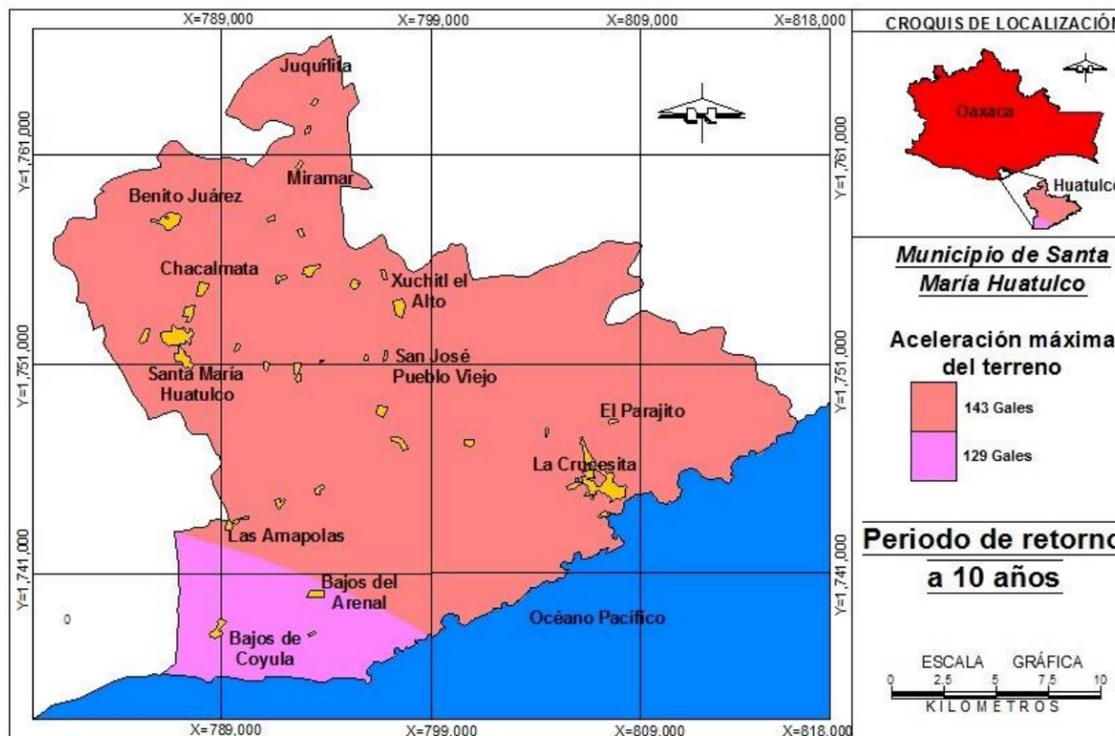


Figura.- 5.- Mapa de zonificación de aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 10 años

Se ejemplifica y se observa algunos de los resultados, la curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo (A_{max}) para periodos de retorno de 10 años para el Municipio de Santa María Huatulco Oaxaca (Fig. 6).

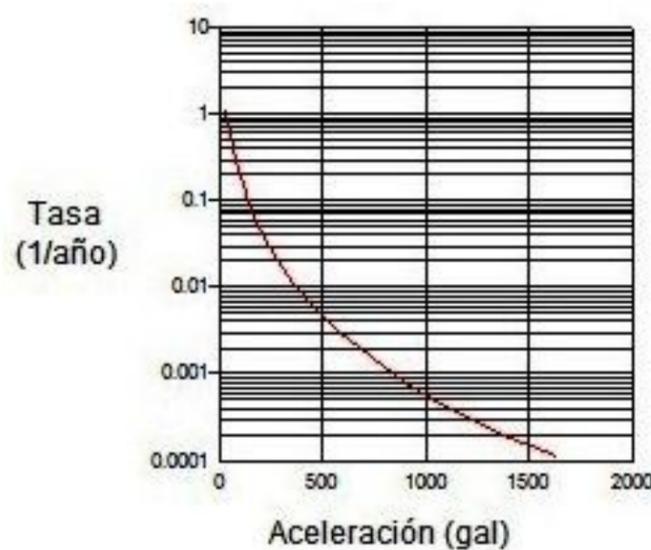


Figura.- 6.- Curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo para 10 años en el MSMH

El espectro de peligro uniforme es aquel cuyas ordenadas están todas asociadas al mismo periodo de retorno. Como con las curvas anteriores, es posible determinar con el SIG estos espectros para cualquier periodo de retorno y cualquier punto de la República Mexicana (Fig. 7 y Tabla 24).

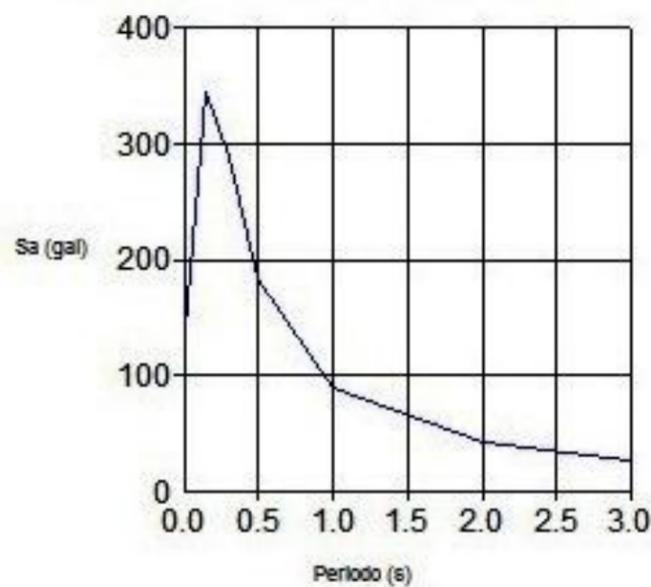


Figura.- 7- Espectro de peligro uniforme asociado a 10 años de periodo de retorno, para el MSMH

Tabla 24.- Espectro de peligro uniforme calculado con PSM

X=-96.149; Y=15.790 Santa María Huatulco; Tr=10	
Periodo (s)	Aceleración (gal)
0.00E+00	1.39E+02
1.50E-01	3.45E+02
3.00E-01	2.89E+02
5.00E-01	1.84E+02
1.00E+00	9.00E+01
2.00E+00	4.32E+01
3.00E+00	2.78E+01

Periodo de retorno a 100 años en el Municipio de Santa María Huatulco

Mapa de aceleraciones máximas del suelo del Municipio de Santa María Huatulco asociadas a un periodo de retorno de 100 años (Fig. 8).

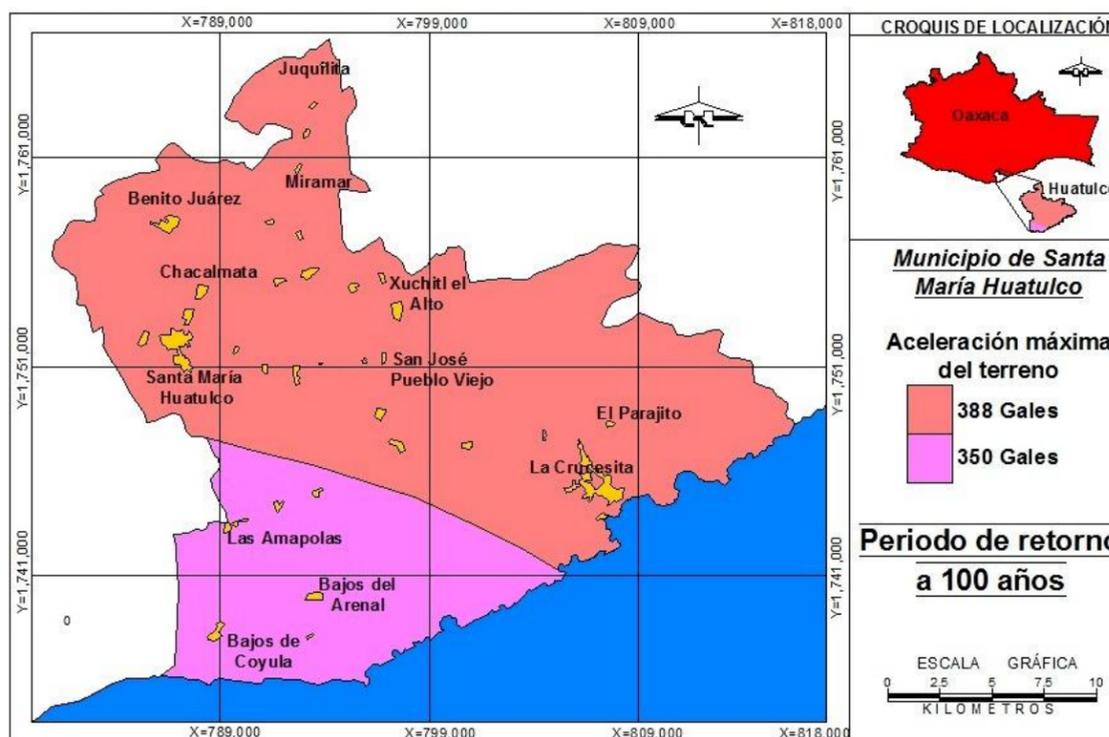


Figura.- 8- Mapa de zonificación de aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 100 años

Curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo (A_{max}) para periodos de retorno de 100 años para el Municipio de Santa María Huatulco Oaxaca (Fig. 9 y 10) (Tabla 25).

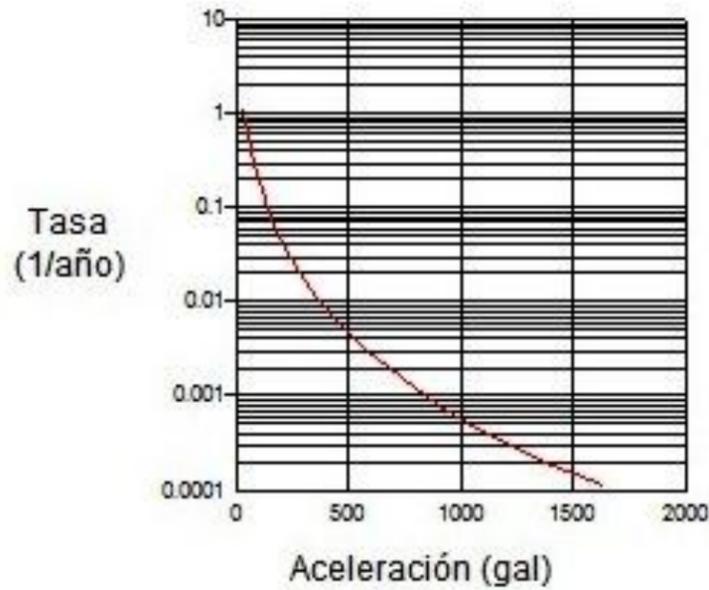


Figura.- 9 Curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo para 100 años en el MSMH

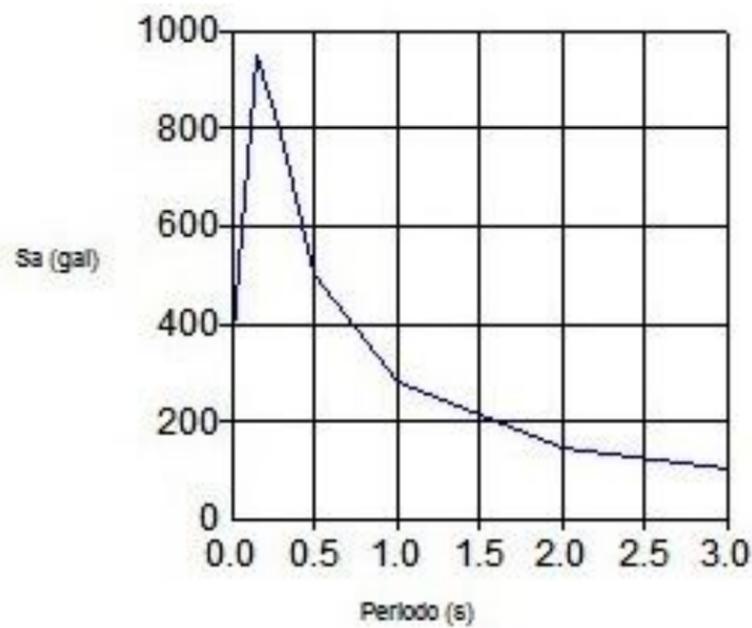


Figura.- 10 Espectro de peligro uniforme asociado a 100 años de periodo de retorno, para el MSMH

Tabla 25.- Espectro de peligro uniforme calculado con PSM

X=-96.159; Y=15.752 OAXACA; Tr=100.	
Periodo (s)	Aceleración (gal)
0.00E+00	3.70E+02
1.50E-01	9.40E+02
3.00E-01	7.82E+02
5.00E-01	5.01E+02
1.00E+00	2.77E+02
2.00E+00	1.48E+02
3.00E+00	1.03E+02

Periodo de retorno a 500 años del Municipio de santa María Huatulco

Mapa de aceleraciones máximas del suelo del Municipio de Santa María Huatulco asociadas a un periodo de retorno de 500 años (Fig. 11).

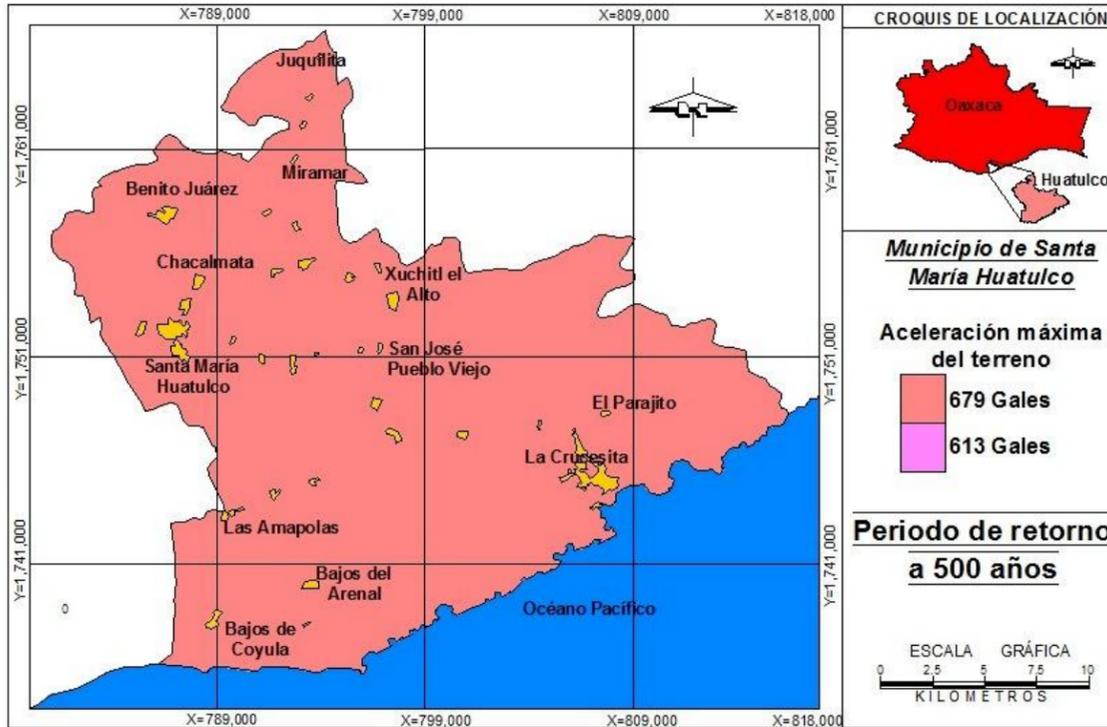


Figura.- 11 Mapa de zonificación de aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 500 años

Curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo (A_{max}) para periodos de retorno de 500 años para el Municipio de Santa María Huatulco Oaxaca (Fig.11 y 12) (Tabla 26).

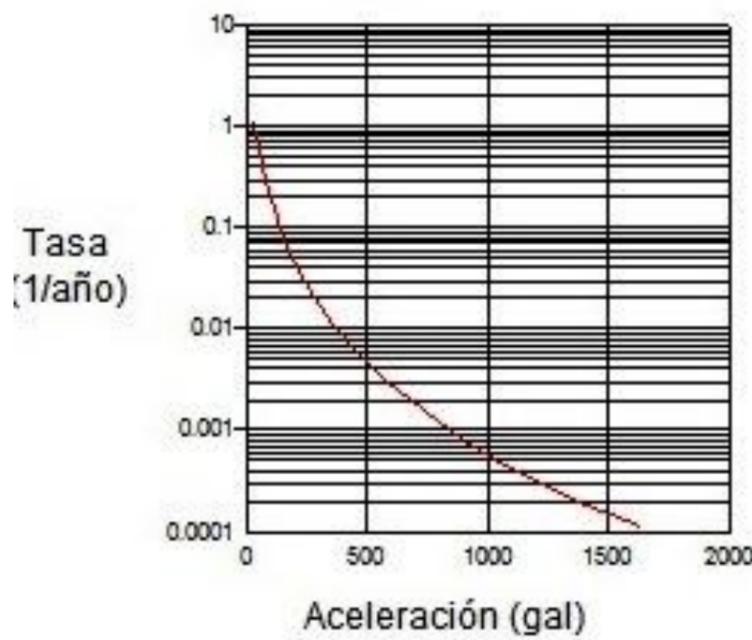


Figura.- 12 Curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo para 500 años en el MSMH

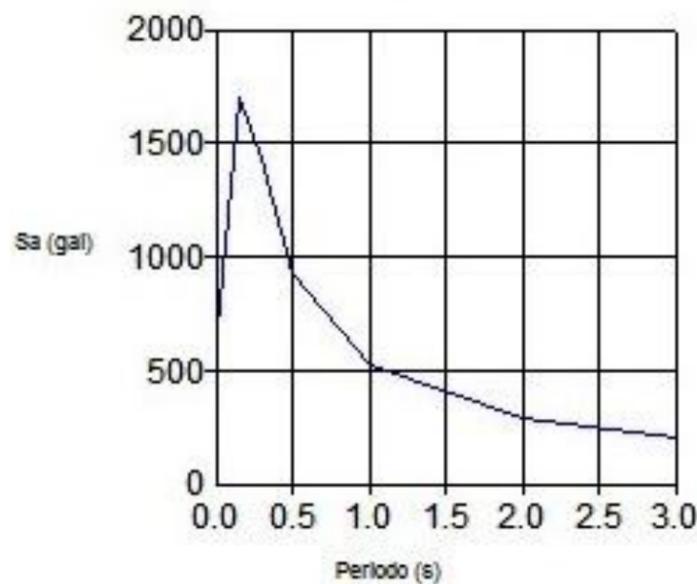


Figura.- 13 Espectro de peligro uniforme asociado a 100 años de periodo de retorno, para el MSMH

Tabla 26.- Espectro de peligro uniforme calculado con PSM

X=-96.128; Y=15.777 OAXACA; Tr=500.	
Periodo (s)	Aceleración (gal)
0.00E+00	6.75E+02
1.50E-01	1.70E+03
3.00E-01	1.44E+03
5.00E-01	9.36E+02
1.00E+00	5.21E+02
2.00E+00	2.90E+02
3.00E+00	2.07E+02

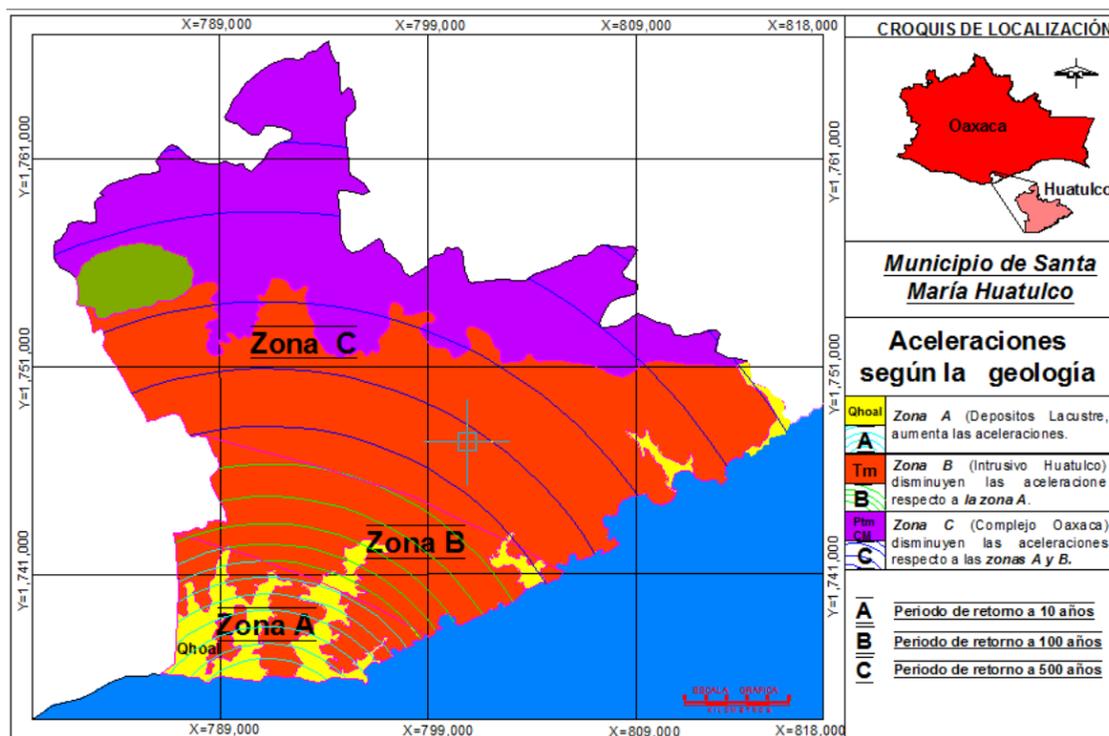


Figura.- 14.- Distribuciones de aceleraciones según la geología de Santa María Huatulco

Con la información recopilada y los diferentes escenarios de aceleración según la geología del MSMH, se puede establecer que la zona donde pueden generarse mayores afectaciones en caso de sismo es la parte baja al Suroeste del Municipio de Santa María Huatulco, sin embargo, debido a que no se cuenta con información detallada de los tipos de vivienda, ya que en los resultados del último Censo de Población y Vivienda solo se hace mención al tipo de piso, no es posible concluir sobre el nivel de vulnerabilidad física que existe actualmente en las diferentes localidades que conforman el MSMH. Se sugiere que mediante la actualización catastral y su debida geo referenciación se puedan hacer análisis posteriores que permitan determinar con mayor grado de exactitud los niveles de vulnerabilidad y riesgo sísmico para las diferentes localidades del MSMH.

En lo que respecta a la vulnerabilidad social, es importante destacar que en general la población desconoce las medidas de prevención en caso de sismo, por lo cual es necesario realizar campañas de difusión, concientización y capacitación en el tema. Así mismo, generar los acuerdos necesarios para la reglamentación sobre la construcción de vivienda en zonas de mayor riesgo, definir programas de reforzamiento de vivienda y el establecimiento de Planes de Emergencia a nivel de cada localidad.

5.1.3 Tsunamis o maremotos

Otro riesgo importante relacionado con los terremotos y las erupciones volcánicas son los tsunamis o maremotos, que son olas gigantescas que alcanzan alturas máximas de hasta 35 metros junto a la costa, produciendo enormes pérdidas tanto materiales como humanas.

Los tsunamis, aunque menos frecuentes que los sismos o las erupciones volcánicas terrestres, son originados por un movimiento vertical del fondo marino ocasionado por un sismo de gran magnitud.

Otros mecanismos que pueden producir los tsunamis son las erupciones volcánicas submarinas, explosiones, colapsos o hundimientos, deslizamientos, lahares o flujos piroclásticos que entran en contacto con aguas y ondas de choque atmosféricas que se acoplan al mar. Constituyen grandes amenazas principalmente para las poblaciones e instalaciones costeras.

Los tsunamis se clasifican en: locales, cuando el sitio de arribo se encuentra dentro o muy cercano a la zona de generación; regionales, cuando el litoral invadido está a no más de 1 000 km del lugar de generación; lejanos, cuando se originan a más de 1 000 km. En el caso de México, los más peligrosos son los que se originan como consecuencia de sismos de gran magnitud cuyo epicentro se encuentra a pocos kilómetros de la costa, en el Océano Pacífico.

La estadística de maremotos ocurridos es poco precisa, ya que excepto en algunos lugares, por ejemplo Acapulco, antes del siglo XIX esta región tenía escasa población y, por otra parte, la operación de la red de mareógrafos con que se registran tales fenómenos comenzó a funcionar hasta 1952.

Las zonas de origen y arribo de tsunamis se ilustran en la figura 14, en azul se muestran las zonas receptoras de tsunamis lejanos y en rojo las zonas receptoras de tsunamis lejanos y generadoras de tsunamis locales.

Para el caso del municipio de Santa María Huatulco existen zonas turísticas asentadas en la línea de costa con vulnerabilidad y posibilidad de verse afectada por algún fenómeno de ésta índole, por ejemplo en La playa de Chahué, playa de Tangolunda, La Bocana, las playas de Boca Vieja y San Agustín que tienen una entrada de costa al continente más larga y que posiblemente el arribo de olas de dimensiones considerables (12 metros) puedan afectar estas playas por inundaciones en la costa.



Figura.- 15 Zonas de origen y arribo de tsunamis locales (en rojo) y lejanos (en azul) Modificada de CENAPRED, 2001

La tabla siguiente enlista los tsunamis de origen local a partir de 1732, además de que se tiene información de tsunamis lejanos que han llegado a la costa de México. Para las costas de Baja California, Sonora y Sinaloa se considera en términos generales que la altura de ola máxima esperada es de 3 m, mientras que en el resto de la costa occidental dicha altura llega a 10 m.

Tabla 23.- Tsunamis de origen local observados o registrados en México

Fecha (GMT)	Epicentro del sismo (°N, °W)	Zona del sismo	Magnitud del sismo	Lugar de registro del tsunami	Altura máxima de olas (m)
25-feb-1732	No definido	Guerrero	--	Acapulco	4.0
1-sep-1754	No definido	Guerrero	--	Acapulco	5.0
28-mar-1787	No definido	Guerrero	>8.0 (?)	Acapulco	3.0-8.0
4-may-1820	17.2°, 99.6°	Guerrero	7.6	Acapulco	4.0
11-mar-1834	No definido	Guerrero	--	Acapulco	(*)

Fecha (GMT)	Epicentro del sismo (°N, °W)	Zona del sismo	Magnitud del sismo	Lugar de registro del tsunami	Altura máxima de olas (m)
7-abr-1845	16.6°, 99.2°	Guerrero	--	Acapulco	--
4-dic-1852	No definido	Guerrero	--	Acapulco	--
15-abr-1907	16.7°, 99.2°	Guerrero	7.6	Acapulco	2.0
30-jul-1909	16.8°, 99.8°	Guerrero	7.2	Acapulco	--
16-nov-1925	18.5°, 107.0°	Guerrero	7.0	Zihuatanejo	7.0-11.0
14-dic-1950	17.0°, 98.1°	Guerrero	7.2	Acapulco	0.3
28-jul-1957	16.5°, 99.1°	Guerrero	7.8	Acapulco Salina Cruz	2.6 0.3
11-may-1962	17.2°, 99.6°	Guerrero	7.2	Acapulco	0.8
19-may-1962	17.1°, 99.6°	Guerrero	7.1	Acapulco	0.3
23-ago-1965	16.3°, 95.8°	Oaxaca	7.6	Acapulco	0.4
30-ene-1973	18.4°, 103.2°	Colima	7.5	Acapulco Manzanillo Salina Cruz, La Paz, Mazatlán	0.4 1.1 0.2 0.2 0.1
14-mar-1979	17.3°, 101.3°	Guerrero	7.4	Acapulco Manzanillo	1.3 0.4
25-oct-1981	17.8°, 102.3°	Guerrero	7.3	Acapulco	0.1
19-sep-1985	18.1°, 102.7°	Michoacán	8.1	L. Cárdenas Ixtapa-Zihuatanejo Playa Azul, Acapulco, Manzanillo	2.5 3.0 2.5 1.1 1.0
20-sep-1985	17.6°, 101.8°	Michoacán	7.6	Acapulco, Zihuatanejo	1.2 2.5

Al revisar un análisis a nivel entidad, el MSMH se ubica en una zona de baja susceptibilidad de verse afectado por un Tsunami (Fig. 16).



Figura.- 16 Modificado del mapa de peligro por Tsunami.
Fuente Atlas de Riesgos Estatal 2010. ERN – Protección Civil Oaxaca

Para el caso del MSMH, solo se tiene un registro de Tsunami en el año 1928. Existen referencias de otros estudios como el que realiza el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), con sede en Morelia, en el cual refiere “La historia muestra, que en 1787 hubo un terremoto en el litoral de Oaxaca, con magnitud estimada (porque no había instrumentación) de 8.4 grados, que provocó una ola que invadió las costas de esa entidad y de Guerrero; en la zona más cercana al epicentro, se inundaron hasta seis kilómetros tierra adentro, de acuerdo a fuentes documentales” (María Teresa Ramírez, Investigadora del Centro).³

³ http://www.econoticiashuatulco.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1888:tsunami-en-oaxaca-en-1787-inundo-6-km-tierra-adentro&catid=3:newsflash&Itemid=50

Adicionalmente se encontró un registro hemerográfico sobre el efecto del sismo de Chile (27-feb-2010) que provocó que una ola de al menos dos metros de altura llegara a las costas de Santa María Huatulco, ello ocasionó la volcadura de cinco lanchas, además de la evacuación de turistas de la zona de playas y la cancelación de la navegación marítima⁴. Sin embargo, no hay registros puntuales de los daños en los archivos municipales y del propio Instituto Estatal de Protección Civil.

Respecto al análisis de posibles zonas afectables por el fenómeno, destacan por su cercanía al mar y las curvas de nivel que las conforman las siguientes localidades, Tabla 24.

Tabla 24.- Vulnerabilidad y Riesgo por Tsunami

Localidad	Población en riesgo (estimada)	Viviendas en riesgo (estimadas)	Vulnerabilidad	Riesgo
Bajos del Arenal	266	66	Alta	Muy Alto
Bajos de Coyula	540	142	Alta	Muy Alto
El Zarzal	62	15	Alta	Muy Alto
Huatunalco (Barra de Huatunalco)	96	22	Alta	Muy Alto
Derramadero	182	43	Alta	Muy Alto
Boca Vieja (Barra Boca Vieja)	151	33	Alta	Muy Alto
San Agustín	250	64	Alta	Muy Alto
La Bocana de Copalita	92	19	Alta	Muy Alto
Puente Copalita	115	31	Alta	Alto
Bahía de Santa Cruz Huatulco	63	22	Muy Baja	Alto
Bahía Chahué	19	5	Muy Baja	Alto
El Arrocito	28	11	Muy Baja	Alto
Balcones de Tangolunda	10	5	Muy Baja	Alto
Tangolunda	24	4	Muy Baja	Alto
Residencial Conejos	30	11	Muy Baja	Alto

Es importante resaltar, que para esta estimación se consideraron los datos del Censo de Población y Vivienda, pero se sugiere se pueda realizar un análisis más detallado mediante un Censo de prestadores de servicios turísticos (restaurantes, bares, hoteles) que permita evaluar el nivel de pérdida estimado en función de la infraestructura expuesta. Adicionalmente realizar la estimación en diferentes temporadas de la población flotante de turistas y prestadores de servicios, para en su caso definir la ubicación de zonas de seguridad, refugio y albergues temporales con la capacidad adecuada, para prevenir víctimas en caso de ocurrir un Tsunami.

El monitoreo de las autoridades civiles y militares en caso de alerta de Tsunami, resulta fundamental para realizar evacuaciones de manera preventiva, ya que si bien es cierto que se trata de un fenómeno poco recurrente, y que en cierta medida es previsible con la tecnología actual. La falta de preparación adecuada y de un monitoreo eficaz puede llevar a consecuencias fatales y destructivas debido a las características propias del fenómeno.

5.1.4 Vulcanismo

Para el caso del Municipio de Santa María Huatulco la actividad volcánica es poco probable ya que se encuentra lejos de la Franja Volcánica Transmexicana encargada del principal vulcanismo activo en México.

Procesos tectónicos dieron origen a un terreno plutónico producto típico de eventos en una margen continental convergente y cuyo origen puede remontarse al Jurásico y su evolución se extendió

⁴ <http://www.milenio.com/cdb/doc/noticias2011/562a77fdb11ec7137554a9298b378e4c>

hasta el Cretácico o parte más temprana del Terciario. Estas inferencias son compatibles con los datos paleo magnéticos disponibles (Bohlen *et al.*, 1989) relacionados con la acreción del Complejo Xolapa.

Con estos datos podemos concluir que desde que terminaron los eventos intrusivos producto de actividades tectónicas y volcánicas del Cretácico, no se ha evidenciado rasgos de vulcanismo activo en el municipio de Santa María Huatulco.

El mapa muestra la actividad volcánica activa en México. La zona del municipio de Santa María Huatulco se encuentra lejos de sucesos volcánicos que puedan afectarlo (Fig. 17).

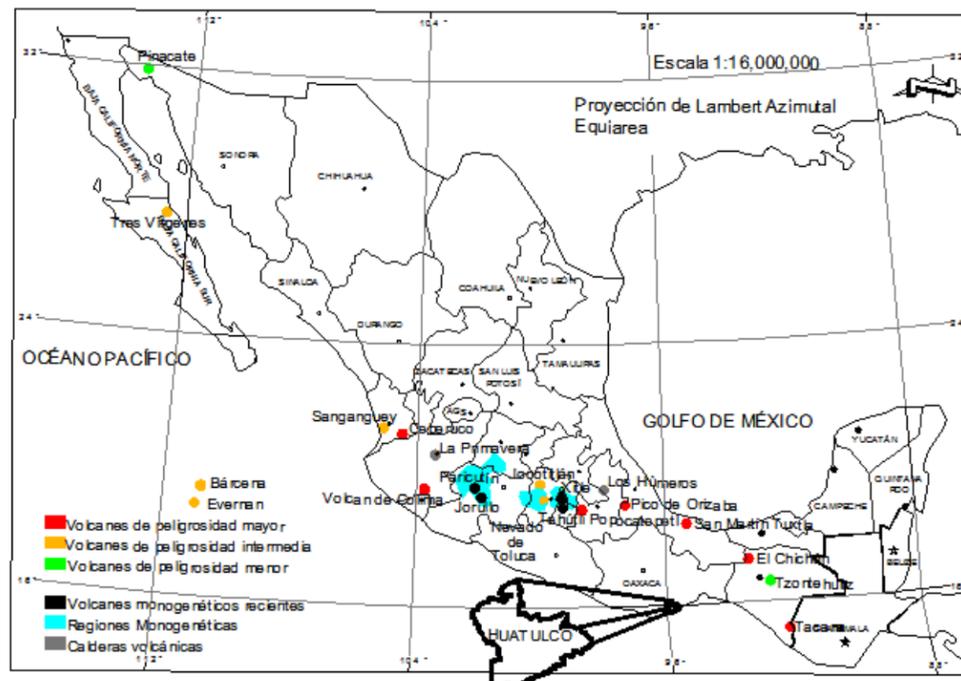


Figura.- 17.- Actividad volcánica activa en México

5.1.5 Deslizamientos

Otros fenómenos geológicos que son propios de la superficie terrestre son los deslizamientos del terreno natural. Estos procesos ocurren como movimientos de masas rocosas o sedimentos con poca cohesión que generan inestabilidad de laderas, derrumbes, deslizamientos o flujos, que pueden suceder de manera lenta o repentina en pendientes pronunciadas.

Estos fenómenos esencialmente ocurren por condiciones geológicas del terreno, como son origen, composición química y mineralógica, estructura y disposición espacial, condiciones de agua en el subsuelo, acción del intemperismo, sistemas de fracturamiento; los procesos de tipo geomorfológico, dentro de los que se mencionan los fenómenos tectónicos y volcánicos, la erosión y el grado de inclinación de las laderas. Los procesos de origen físico y químico como la meteorización, el grado de precipitación, la deforestación, la contracción y expansión de suelos son de gran importancia.

Los procesos de origen humano, también son factores que favorecen la ocurrencia de deslizamientos, algunos de ellos pueden ser; excavación en laderas o minas a cielo abierto, la aplicación de cargas en taludes o crestas, el vaciado-llenado rápido de embalses, las vibraciones artificiales por explosiones.

Los deslizamientos de masas más frecuentes en el Municipio de Santa María Huatulco se localizan principalmente en zonas donde los sedimentos aún no están bien consolidados, por lo general forman laderas que tienen un ángulo suave (Fig. 18). Estas laderas normalmente suelen endurecer en un tiempo relativamente corto y aparentan firmeza.

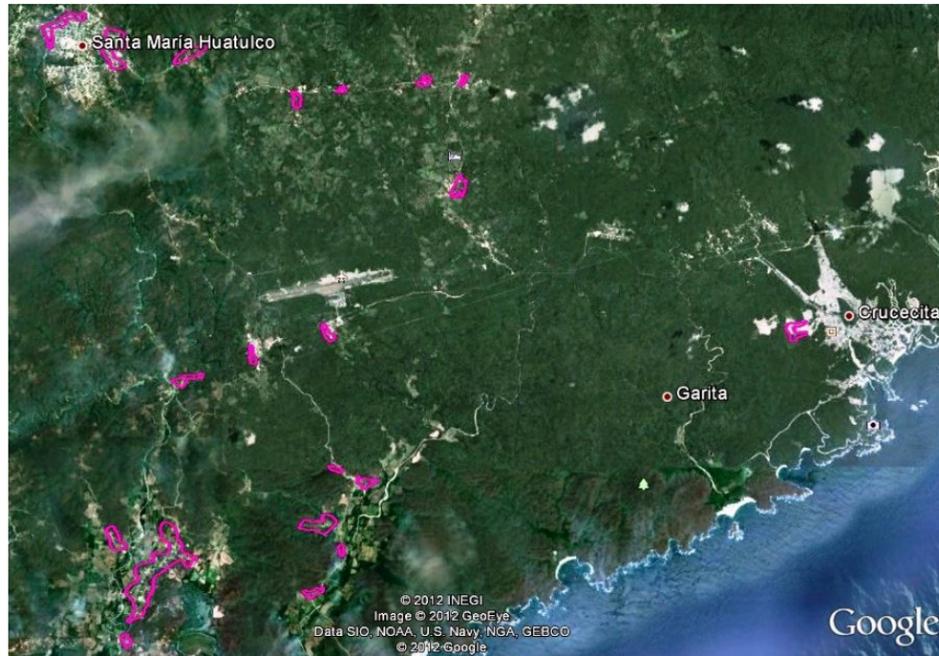


Figura.- 18 Deslizamientos en el Municipio de Santa María Huatulco

Las zonas con mayor vulnerabilidad de deslizamientos corresponden a las localidades de Piedra de Moros, Pueblo Viejo, El Limoncito, Las Pozas, Todos Santos, Hacienda Vieja, El Parajito, Barrio Techal Blanco, Fraccionamiento El Crucero, Las Amapolas, Bajos de Coyula, Boca Vieja, Arroyo González, San Agustín, Arroyo Cucho, Bajos del Arenal, El Zapote y Colonia H3, que por la morfología propia del terreno es probable que se de un fenómeno geológico de este orden. Los montículos arenosos aparentemente estables que se encuentran ubicados en las partes antes mencionadas son cuerpos poco consolidados de material frágil que al absorber y saturarse de agua se vuelven inestables.

Las propiedades megascópicas de éstos materiales son visibles y podemos concluir que la mayoría de los lugares donde se presentan los deslizamientos son arenas producto de la alteración del intrusivo Huatulco, este material se desliza suavemente a las partes más bajas del municipio por ejemplo en las zonas del Fraccionamiento 20 de noviembre, Bajos del Arenal, Pueblo Viejo, Piedra de Moros entre otros.

Zonas de Deslizamiento

La lluvia es la principal fuente de inestabilidad para detonar los deslizamientos de estas laderas, por lo que es importante se realicen las evaluaciones pertinentes para desarrollar obras de mitigación, pero además un monitoreo constante de estas zonas, sobre todo en temporada de lluvias, informar a la población sobre los síntomas para la detección temprana de un posible movimiento y sobre todo las medidas de prevención que deben acatar, son imprescindibles para evitar la pérdida de vidas humanas.

Tabla 28.- Deslizamientos en el Municipio de Santa María Huatulco

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Fracc. 20 de noviembre	Este fraccionamiento presenta arroyos muy cercanos que ante las crecidas por lluvias, existe la posibilidad de deslizamientos	791,778	1,743,813	Deslizamientos	Medio
Bajos del Arenal (Barrio Guadalupe)	La localidad presenta vulnerabilidad de un deslizamiento, sus pendientes sobrepasan los 30°, las casas se encuentran cerca de laderas inestables y de materias poco consolidado.	793,292	1,737,904	Deslizamientos y derrumbes	Alto
Laderas frágiles	En la orilla del camino se observa la posibilidad de inundación por los arroyos , que pueden provocar un deslizamiento	793,723	1,738,395	Deslizamientos e inundación	Alto

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Escuela en la comunidad (Piedra de Moros)	Se observa escuela aparentemente sin peligro de derrumbes o fracturamientos importantes, pero si una gran alteración por erosión del terreno. Arenas sueltas, en general sus pendientes son suaves de aproximadamente de 15 a 20°.	796,621	1,748,467	Deslizamiento	Bajo
Arroyo y escuela (Las Pozas)	El arroyo tiene una lineación de un posible fallamiento. Se observa la zona aparentemente estable con algunas alteraciones producto del corte de laderas y taludes por el hombre, la cual deja posibilidad de un derrumbe.	793,836	1,751,084	Deslizamientos	Medio
Piedra de Moro	Se observa escuela aparentemente sin peligro de derrumbes o fracturamientos importantes, pero si una gran alteración por erosión del terreno. Arenas sueltas, en general sus pendientes son suaves de aproximadamente de 15 a 20°.	796,621.00	1,748,467.00	Deslizamiento	Medio
Pueblo Viejo	La comunidad presenta laderas con pendientes consideradas de aproximadamente de 20 a 30° de pendientes en sus alrededores. Existe posibilidad de ocurrir algún tipo de deslizamiento de masas, esto por la cercanía de fallamiento en la región	796,789	1,751,318	Deslizamiento	Medio
Localidad (El Limoncito)	Laderas estables en la periferia de la localidad con asentamientos en terrenos con pendientes de 15° a 25° de pendientes	795,981	1,751,294	Deslizamiento	Medio
Arroyo (Todos Santos)	En este punto logramos obtener datos estructurales de un posible fallamiento normal con rumbo al NE35°/54° de inclinación y cae hacia N10°W. Cabe mencionar que es posible la foliación de la roca.	792,350	1,751,035	Deslizamientos baja escala.	Medio
Hacienda Vieja	Las localidades presentan peligro medio que se evidenció en el recorrido, pero hay que considerar que están dentro de zonas de un gran fallamiento y en una brecha de milonitización	789,816	1,751,738	Deslizamientos,	Medio
Ladera del Río Copalita	En esta zona se observa en las laderas del Río Copalita una gran vulnerabilidad de inundación, también la probabilidad de deslizamientos a la población cercana.	813,980	1,750,681	Inundaciones, Deslizamientos	Alta
El Parajito	Se observó casas en laderas peligrosas que pueden sufrir un derrumbe fácilmente. La inclinación es de 30 a 45°, también hay posibilidad de deslizamientos de arena.	806,759	1,748,059	Deslizamientos	Alto
Colonia (Techal Blanco)	Existe peligro en esta parte, por laderas erosionadas que cruzan calles de la colonia Techal Blanco. Pendientes de 25 a 30° se visualizan en este sitio' por lo que se hace mención de algún derrumbe a baja escala.	787,863	1,751,874	Deslizamientos	Medio

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Entronque entre la carretera Huatulco-Pochutla. (Fracci. El Crucero)	En el entronque se presentan casas en laderas con pendientes consideradas de unos 20°, pero al llegar al fraccionamiento se observa que no hay derrumbes ni deslaves, las laderas son estables y firmes concluyendo que existe poco peligro de deslizamientos	791,725	1,744,024	Deslizamiento	Bajo
Las Amapolas Puente de Coyula	En la rivera del arroyo que desemboca en el Río Coyula, observamos asentamientos en las orillas del arroyo. Con muchos problemas de derrumbes en toda la comunidad de las Amapolas. Es de resaltar que ahí se encuentra una Primaria, con muchas posibilidades de derrumbes e inundación.	789,902	1,743,506	Deslizamientos, e Inundación	Alto
Escuela: Ignacio M. Altamirano (Las Amapolas)	Se inunda y es muy posible que ocurra derrumbe. Estas laderas que la rodean tienen inclinaciones que superan los 45°	789,818	1,743,403	Deslizamientos, e Inundación	Alto
Rumbo a Bajos de Coyula	Laderas con posibilidad de deslizamientos, sus pendientes son suaves y de material poco consolidado.	789,702	1,739,834	Deslizamientos, e Inundación	Medio
Bajos de Coyula	Aquí existe peligros distintos uno de ellos son los deslizamientos pero también existe la posibilidad de inundación.	788,529	1,737,941	Deslizamientos, e Inundación	Medio
Escuela Primaria (Bajos de Coyula)	Escuela primaria que pueda estar en peligro por deslizamientos de laderas, también hay posibilidad de acarreo de sedimentos arenosos existentes en la zona.	788,983	1,738,631	Deslizamientos, e Inundación	Medio
Boca Vieja (El Charco)	Planicie donde puede llegar una posible inundación de Río Coyula	788,388	1,736,796	Deslizamientos, Erosión, e Inundación	Alto
Ladera del Río Copalita	Este punto podemos observar fracturamientos que podrían generar caídos en las riveras del río Copalita	814,416	1,751,392	Deslizamientos	Medio
Entronque de la carretera federal y la carretera hacia Bahía Conejos	En este punto se reconoció un lineamiento posiblemente por el emplazamiento del Intrusivo Huatulco Rumbo de N75°W	814,041	1,751,066	Deslizamientos	Bajo
Entronque rumbo Arroyo González	Entrando se observa el camino de arena con fragmentos de roca angulosa. Las laderas se observan con buena estabilidad y consolidación.	797,881	1,746,705	Deslizamientos con poca posibilidad	Bajo
Entronque a San Agustín	Observamos laderas estables con montículos de arena producto de la erosión de y meteorización del Intrusivo Huatulco. Toda esta región se caracteriza por tener sedimentos poco consolidados	792,292	1,744,592	Deslizamiento	Bajo
Arroyo Cucho	Casas en el borde de un arroyo, teniendo posibilidades de un deslizamiento e inundación.	793,865	1,741,378	Deslizamientos, e Inundación	Alto
Rumbo a Bajos del Arenal	Se observó la erosión del lugar por la lluvia, ocasionando inestabilidad en laderas	794,317	1,741,013	Deslizamientos, e Inundación	Alto
Bajos del Arenal	Casas con problemas de sufrir deslizamientos	794,106	1,739,309	Deslizamiento	Medio

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
El Zapote	La localidad es una de las zonas más estables en lo que se refiere a deslizamientos pero no deja de ser una zona con erosión y escurrimientos.	793,580	1,745,110	Deslizamientos	Medio
Colonia H3(Casas)	Casas ubicadas en sitios donde se pueden presentar deslizamientos	805,730	1,745,240	Deslizamientos	Alto
Colonia H3 (Tiradero)	Al parecer están realizando una construcción en laderas con posibilidad de deslizamientos.	805,549	1,745,19	Deslizamientos	Alto

Las imágenes que aquí se presentan fueron tomadas con el propósito de documentar las principales zonas donde se presentan deslizamientos en el Municipio de Santa María Huatulco.

Fotografía 5.- Deslizamiento Bajos del Arenal



Fotografía 6.- Deslizamiento cerca de escuela (El Faisán)



Fotografía 7.- Posible deslizamiento Escuela, Las Pozas



Fotografía 8.- Deslizamiento localidad (El Parajito)



Fotografía 9.- Posible deslizamiento (Las Amapolas)



Fotografía 10.- Ladera peligrosa (Bajos de Coyula)



Tabla 25.- Vulnerabilidad y riesgo de deslizamientos

Localidad	Población en riesgo (estimada)	Viviendas en riesgo (estimado)	Vulnerabilidad	Riesgo
Aguaje el Zapote	66	15	Alta	Alta
Bajos de Coyula	190	50	Alta	Alta
Bajos del Arenal	133	33	Alta	Muy Alto
Barrio Techal Blanco	90	20	Alta	Alta
Derramadero	182	43	Alta	Muy Alto
El Cocus (Tres Cruces)	17	6	Muy Alta	Alto
El Limoncito (San Francisco el Limoncito)	42	10	Alta	Alta
Fraccionamiento el Crucero	55	13	Alta	Alta
Hacienda Vieja	88	20	Alta	Alta
Las Pozas (San Antonio las Pozas)	114	25	Alta	Alta
Piedra de Moros	62	16	Alta	Alta
Pueblo Viejo	45	14	Alta	Alta
Puente de Coyula	203	42	Alta	Alta
Santa María Huatulco	738	182	Alta	Alta
Sector H Tres	848	206	Alta	Muy Alto
Todos Santos	88	19	Alta	Alta

5.1.6 Derrumbes

Derrumbes y movimientos complejos ocurren principalmente en la temporada de lluvias, ocasionando daños materiales en la infraestructura de Santa María Huatulco como son escuelas, casas, carreteras, caminos, infraestructura eléctrica y en ocasiones víctimas humanas entre otros.

Los caídos o derrumbes, son movimientos repentinos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes abruptas o acantiladas, por lo que el movimiento es de caída libre, rodando y rebotando y suelen presentarse mayormente en las carreteras, debido a los cortes que se realizan a los cerros durante su construcción, y que muchas veces no son estabilizados adecuadamente.

Este tipo de eventos pueden originarse por movimientos de bloques, terremotos, lluvias intensas y otros eventos geológicos que se presenten, pero el principal riesgo lo constituyen los asentamientos humanos sobre zonas frágiles como pueden ser terrenos muy fracturados o en las laderas de las montañas que presentan diferentes grados de inclinación, o bien cuando para edificar un inmueble, se realizan cortes al cerro para obtener superficies más adecuadas.

Para el caso del municipio de Santa María Huatulco existen diferentes zonas donde podemos encontrar derrumbes de gran consideración, estos son ocasionados principalmente por fallamientos laterales, normales, entre otros regidos principalmente por la Falla Chacalapa, que es de magnitudes regionales con zonas miloníticas inestable lo cual hace que las laderas que estén dentro de esa traza muestren derrumbes.

Zonas de Derrumbes

Se menciona que las comunidades que están más cerca de los fallamientos existentes de esta región, tendrán una vulnerabilidad mayor a tener derrumbes de gran consideración, por lo que presentaremos en la siguiente tabla datos puntuales de sitios que han tenido y puedan tener estos fenómenos geológicos.

Para el caso de las comunidades de Agua Hedionda, San José Cuajinicuil, Cuajinicuil el Alto, la comunidad de Cerro Chino, Benito Juárez, Puente de Coyula, La Erradura, Paso Limón, Colonia H3 y la comunidad de Parajito, son las que tienen mayor riesgo de sufrir derrumbes, debido al tipo de terrenos en que se encuentran asentadas estas poblaciones, esto quiere decir que los materiales son estructuras quebradizas y frágiles que conforman el suelo (Fig. 19).

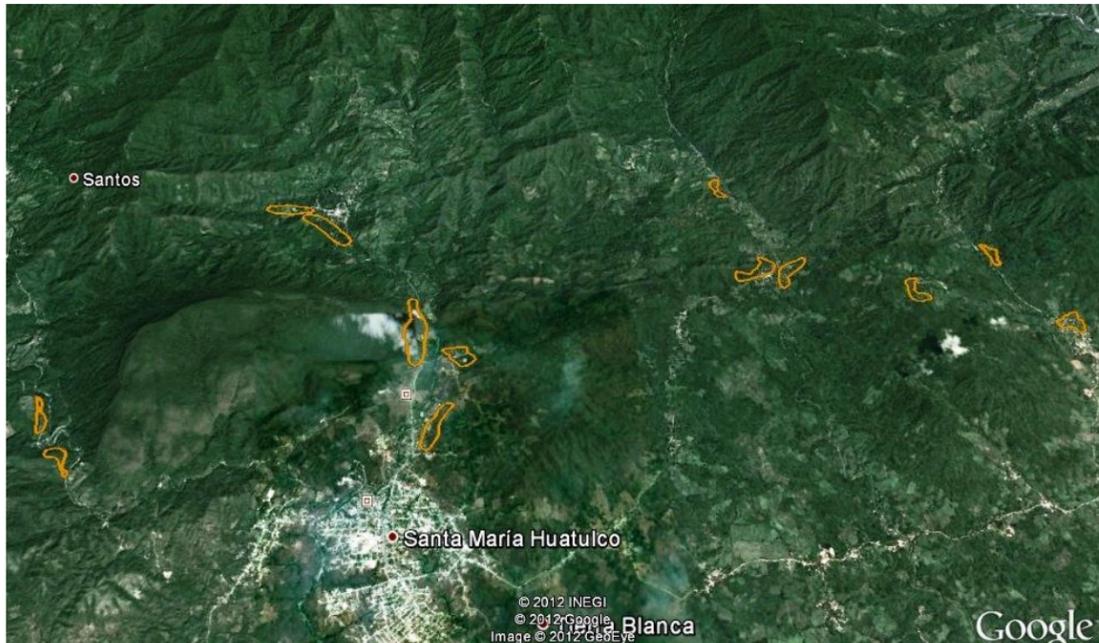


Figura.- 19 Derrumbes en el Municipio de Santa María Huatulco

Existe también en este lugar movimientos de bloques generados por la dinámica natural de la Falla Chacalapa con movimientos laterales o por las fallas conjugadas en las zonas del Jardín y Arroyo Xúchitl, entre otros con fallamientos normales o quizá por sismos generados relativamente cerca de la zona de Santa María Huatulco, que han dejado a su paso laderas inestables con posibilidad de derrumbes. Las lluvias son de gran importancia, principalmente las torrenciales que llevan gran volumen en sus corrientes y que se deslizan por laderas pronunciadas debilitando los macizos rocosos que la conforman, este es el caso del Cerro de Huatulco con pendientes que superan los 45° ó las laderas del cerro del Porvenir que superan pendientes de 47° y las del Cerro Chino que superan pendientes de hasta 60°.

Los movimientos repentinos que se generen en estos lugares por maquinaria pesada, por explosiones de gran magnitud o por movimientos de laderas generadas por el hombre en la orilla de la carretera, como la que nos lleva a la comunidad de Benito Juárez o la carretera que lleva a la comunidad del Apanguito son latentes para un derrumbe.

Existen caídos y derrumbes sobre carreteras que al ser levantados con maquinaria pesada y transportados han dejado frágil el talud con posibilidad de un nuevo derrumbe, es importante mencionar que los taludes donde se observan estos fenómenos, deben estar en equilibrio para evitar nuevos caídos.

Los terrenos brechados producto del movimiento de las fallas existentes en estas comunidades, generan por su naturaleza y fragilidad los derrumbes (Tabla 29).

Tabla 29.- Derrumbes en el Municipio de Santa María Huatulco

Ubicación	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Agua Hedionda	Nacimiento de agua azufrada con olor característico a huevo podrido, es posible que este manantial se aloje dentro la zona milonítica de la falla Chacalapa. La temperatura del agua es de aproximadamente unos 24°. El asiento del mineral en el arroyo es totalmente blanco.	791,814	1,754,882	Derrumbes	Medio
San José Cuajinicuil	Las laderas pueden ser aparentemente estables pero al observar con detalle se concluye inestabilidad. Tienen inclinaciones que superan los 25°, ya que son comunidades establecidas en mayores altitudes.	793,260	1,755,576	Probabilidad Media de Derrumbes	Alto

Ubicación	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Cuajinicuil Alto	Las laderas de esta localidades presentan pendientes de aproximadamente 40° a 60° tienen una vulnerabilidad de que existan derrumbes, por la alteración del terreno producida por los habitantes y el fallamiento existente	792,787	1,757,208	Probabilidad Alta de Derrumbes	Alto
Río Cuajinicuil	En el Río observamos evidencia de lineamientos producidos muy probable por el fallamiento.	793,383	1,755,766	Derrumbes	Medio
Escuela Cerro Chino	Por estar cerca de estas zonas y en laderas altas, siempre existe la posibilidad de un derrumbe, es el caso de esta comunidad.	795,375	1,754,686	Derrumbes	Alto
Manantial de agua potable (traza de la falla Chacalapa)	En este punto se llega a un manantial de agua potable, muy probablemente el acuífero se aloje en la zona milonítica de la falla.	787,760	1,755,515	Derrumbes fuertes por fallamiento	Bajo
Zona de derrumbes por fallas	Es evidente en el punto de estudio que encontramos gran molienda de roca producto del movimiento de fallas (Falla Chacalapa).	787,676	1,755,846	Derrumbes fuertes por fallamiento	Alto
Rumbo a Benito Juárez	Evidencias de derrumbes por fallamiento	787,590	1,756,330	Derrumbes fuertes por fallamiento	Alto
Zona de derrumbes en la comunidad el Jardín	Se observa derrumbes fuertes sobre la brecha hacia la el Zapote, producto de fallas geológicas	782,288	1,754,415	Derrumbes fuertes por fallamiento	Alto
Paso Ancho	Se observa laderas considerables con pendientes de 15 a 20° lo que nos indica un peligro medio de derrumbes	787,702	1,753,678	Derrumbes	Medio
Puente de Coyula	Laderas a la orilla de del río Coyula con gran posibilidad de deslizamientos y derrumbes. Las laderas tienen más de 45° de inclinación.	789,431	1,743,241	Derrumbes e Inundaciones	Alto
Puente de Coyula (Telesecundaria)	Telesecundaria en peligro de derrumbe ya que se encuentra en una ladera inestable con una pendiente de 45° de inclinación	789,280	1,743,076	Derrumbes e Inundaciones	Alto
La Erradura, Colonia el Zapote	El lugar esta asentado en la zona de cizalla de la falla Chacalapa. Las laderas se ven estables con poco ángulo de deslizamiento.	785,601	1,752,619	Derrumbes	Medio
Rumbo a Paso Limón	En este carretera se registraron lineamientos que nos indican la posibilidad de tener un fallamiento cerca de esta zona.(falla Chacalapa)	783,329	1,752,834	Derrumbes	Alto
Paso Limón	Nos encontramos exactamente dentro de la zona de fallamiento lateral correspondiente a la falla Chacalapa	783,064	1,752,677	Derrumbes	Alto
El Zapote	Falla lateral que produce derrumbes en toda esta zona, principalmente en la orilla de la carretera.	781,944	1,755,194	Derrumbes	Alto

Ubicación	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Colonia H tres (escuela)	Escuela ubicada en una ladera con posibilidades de deslizamientos.	805,898	1,745,117	Derrumbe	Alto
Colonia H tres (KINDER)	Zona con posibilidad de deslizamiento y derrumbes.	805,496	1,745,054	Derrumbe	Alto
El Parajito	Se observaron casas en laderas peligrosas que pueden sufrir un derrumbe fácilmente. La inclinación es de 30 a 45°, también hay posibilidad de deslizamientos de arena.	806,759	1,748,059	Derrumbes, Deslizamiento	Alto

Las siguientes imágenes muestran la posibilidad de tener derrumbes en distintas localidades del Municipio de Santa María Huatulco, principalmente en las zonas mencionadas.

Fotografía 11.- Derrumbe Puente de Coyula



Fotografía 12.- Derrumbe rumbo a la comunidad Benito Juárez



Fotografía 13.- Derrumbe Falla Chacalapa (Chacalmata)



Fotografía 14.- Derrumbe en la comunidad del Jardín



Tabla 26.- Vulnerabilidad y Riesgo por Derrumbes

Localidad	Población en riesgo (estimada)	Viviendas en riesgo (estimado)	Vulnerabilidad	Riesgo
Arroyo Xúchitl	49	12	Alta	Alto
Chacalmata	56	15	Alta	Alto
Cerro Chino	40	11	Alta	Alto
Cuajinicuil	106	30	Alta	Alto
Nacimiento	60	10	Alta	Alto
Paso Ancho	33	7	Alta	Medio
Xúchitl el Alto	18	5	Alta	Medio

5.1.7 Flujos

Los flujos, son movimientos del suelos y/o fragmentos de rocas ladera abajo, en donde las partículas, granos fragmentos tienen movimientos relativos sobre una superficie de falla. Los más importantes son los de lodo, las avalanchas de suelos y rocas, los lahares, que se originan en el talud de un volcán y los deslizamientos de varias capas de un terreno.

Los movimientos complejos de flujos son resultado de desplazamientos de laderas abajo, cambios en los movimientos iniciales que al ir desplazándose causan daño.

Algunos de estos fenómenos también son obra del ser humano, al construir carreteras o “volar” parte de las montañas para construir asentamientos humanos, actividades mineras mal planeadas, deforestación, extracción excesiva de aguas subterráneas o excavaciones en sitios de riesgo.

Entre algunos aspectos que una persona debe tomar en cuenta para poder identificar indicios de inestabilidad en los terrenos, están:

- Presencia de manantiales, filtraciones o suelos saturados en áreas que generalmente no están húmedas
- Desarrollo de grietas o abultamientos en el terreno, ya sea natural o artificial
- Movimiento de suelos que dejan al descubierto cimentaciones de estructuras
- Estructuras que se han movido o inclinado con el tiempo
- Inclinación y/o agrietamiento de pisos y cimentaciones de concreto
- Ruptura de tubos de agua y otras estructuras subterráneas
- Inclinación de postes telefónicos y/o eléctricos, árboles, muros de contención o cercas
- Carreteras que se hundan súbita o frecuentemente
- Incremento rápido del nivel de agua de un arroyo y presencia de agua turbia
- Descenso rápido de los niveles de agua a pesar de estar lloviendo
- Desajuste de puertas y ventanas y espacios visibles entre ellos

Los flujos de lodo, escombros, arena pueden contener además toneladas de basura, materiales y mobiliario que van arrastrando, lo que las hace todavía más peligrosas.

Zonas de Flujos

Estas zonas se caracterizan por tener sedimentos poco consolidados principalmente producto del intemperismo del Intrusivo Huatulco, el cual ha sufrido una serie de alteraciones naturales por viento, lluvia, sol, entre otros. Actualmente ha cambiado su entorno natural formando y modificando su estructura geológica natural. La lluvia es la principal fuente de erosión, acarrea grandes flujos de arena los cuales son depositados en zonas más bajas topográficamente formando montículos con poca cohesión y consolidación, éstos con el tiempo forman lugares y terrenos aparentemente estables ocupados para la urbanización.

Las laderas en ocasiones se observan estables, en general con ángulos de entre 10° a 30° de pendiente ocasionando un peligro en lugares donde los asentamientos humanos crecen y la urbanización se desarrolla sin orden y planeamiento.

Es el caso de las localidades del Arenoso, Arroyo González, Colonia Vicente Guerrero, La Jabalina, Laguna Seca, Bajos de Coyula y Bajos del Arenal, son las que presentan mayor efecto de estos fenómenos geológicos, por lo que se recomienda se tome precauciones haciendo una planeación urbana, tomando en cuenta los resultados del presente (Fig. 20).



Figura.- 20 Flujos en el Municipio de Santa María Huatulco

Las corrientes fluviales como son ríos, arroyos y zonas de inundación o lugares bajos topográficamente tienen relación con este tipo de sucesos ya que por ellos transitan gran cantidad de sedimentos. Las lluvias torrenciales que se dejan venir causan grandes daños en estos lugares afectando a los habitantes que viven cerca de estas corrientes y estructuras pluviales.

En las zonas de Bajos de Coyula y Bajos del Arenal cerca del límite costero existen llanuras de inundación alimentadas por los principales afluentes de estas localidades como son el Río Coyula y el afluente del Río Cuajinicuil. Es importante mencionar que las inundaciones pueden afectar con mayor magnitud en la temporada de lluvias y que por lo tanto los habitantes se ven más afectados en la agricultura y terrenos de sembradíos de papaya, cacahuate, plátano entre otros.

Cerca del municipio de Santa María Huatulco en la colonia Techal Blanco existe una erosión considerable que podría derivar en flujos de arena o deslizamientos fuertes. En general la cabecera Municipal está en una zona de erosión por viento y lluvia considerable.

En la siguiente tabla se observan las características generales de las localidades que sufren de esta actividad geológica, así como sus coordenadas e imágenes que ayudan a identificar la estructura del suelo.

Tabla 30.- Flujos en el Municipio de Santa María Huatulco

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Escuela y Kinder (comunidad el Faisán)	No se observaron laderas con posibilidad de Derrumbe, pero como es una zona fácilmente alterada puede sufrir deslaves.	801,421	1,747,312	Flujos de arena	Alto
Colonia Vicente Guerrero	En esta colonia observamos laderas con un ángulo de 20° de pendiente, aparentemente sin problema de derrumbes, pero sí de deslizamientos y flujos de arenas.	804,588	1,747,440	Flujos de arena, Erosión	Alto
El Faisán	La zona se caracteriza por tener grandes flujos de arena.	801,389	1,747,511	Erosión, Flujos de arena	Alto
Entronque hacia la Jabalina	El sitio presenta estabilidad en los taludes, las pendientes son de bajo grado 10 a 15°. Existe erosión por los arroyos que bajan al Río Copalita	809,478	1,748,243	Flujos de arena	Medio

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
La Jabalina	Esta comunidad es pequeña el recorrido indica por medio de la observación que es una zona estable de derrumbes, pero cabe la posibilidad de hundimientos por arenas que acarrear varios arroyos que desembocan en el Río Copalita.	809,526	1,749,390	Flujos de arena, Erosión,	Bajo
Laguna Seca	Existe gran cantidad de depósitos de arena consecuencia de erosión por corrientes fluviales.	807,634	1,748,544	Flujos de arena, Erosión	Medio
Playa Boca Vieja	Unión del Río Coyula con el Océano Pacífico, con gran posibilidad de formar un Abanico Aluvial de mayores dimensiones	788648	1736047	Flujos, Erosión, e Inundación	Medio

Fotografía 15.- Flujos de Arena en el Río Coyula



Fotografía 16.- Flujos de Arena Comunidad El Faisán



Fotografía 17.- Erosión producto del hombre El parajito



Fotografía 18.- Erosión en Colonia Techal Santa María Huatulco



Tabla 27.- Vulnerabilidad y Riesgo por Flujos

Localidad	Población en riesgo (estimada)	Viviendas en riesgo (estimadas)	Vulnerabilidad	Riesgo
Arroyo González	92	22	Alta	Alto
El Faisán	43	10	Alta	Muy Alto
Laguna Seca	25	6	Media	Muy alto
Río Tangolunda (La Jabalina)	50	10	Alta	Muy Alto
Sector U-Dos	80	20	Media	Alto

5.1.8 Hundimientos

Los hundimientos regionales o mayores se manifiestan por el descenso de la superficie de una extensión determinada del terreno natural. Este problema se encuentra asociado con la extracción de agua subterránea.

Los hundimientos locales son causados por el colapso de la superficie del terreno natural en zonas donde existen cavidades subterráneas. Cuando se presenta un derrumbe de este tipo, normalmente es súbito y devastador. Una de sus características más aparatosas es que se forman verdaderos cráteres o huecos verticales. Normalmente este tipo de problema se presenta cuando existen túneles de minas antiguas, poco profundas, que no están detectadas y localizadas plenamente.

Así mismo, con el paso del tiempo y el aumento de la población, las corrientes superficiales de agua se vuelven insuficientes, tanto para el riego agrícola como para el consumo humano, por lo que se recurre a extraer, cada vez en mayor cantidad, agua del subsuelo. Como consecuencia de esto, el terreno presenta gradualmente hundimientos y agrietamientos locales y regionales que llegan a afectar seriamente las edificaciones y la infraestructura.

El agrietamiento de la superficie del terreno es la manifestación de una serie de desplazamientos verticales y horizontales del subsuelo en un área amplia, que resultan del problema de hundimiento regional, por la extracción excesiva mediante bombeo profundo del agua subterránea.

Para el Municipio de Santa María Huatulco los hundimientos son casi nulos, ya que en la zona hay una vasta concentración de acuíferos evitando que haya hundimientos diferenciales del subsuelo.

En el cerro Huatulco se presentan cavidades naturales del terreno, esto debido a los escurrimientos que desgastan a la roca caliza de este lugar. Las cavidades observadas corresponden a Karts que son estructuras provocadas por la disolución del agua subterránea a la roca caliza, esto genera que se presenten ríos o arroyos subterráneos que llevan una considerable fuente de agua potable.

Las condiciones propias de este terreno son favorables para que existan acuíferos y descargas de agua muy cercanos, es el caso del manantial ubicado cerca del cerro Huatulco y del Río del mismo nombre (Fig. 21). Estas cavidades no representan riesgo de hundimientos debido a que se encuentran ubicadas lejos de las zonas urbanas o lejos de áreas que puedan ocasionar un desastre por éste fenómeno geológico.



Figura.- 21 Gruta en el Cerro Huatulco

Las características principales de estas oquedades corresponden a estructuras de unos 7 metros de diámetro en las cuales se observan la conexión de canales de agua que se encuentran ladera arriba, las corrientes descargan en tiempos de lluvias gran cantidad de agua la cual ha provocado que la roca caliza se disuelva formando estas estructuras.

5.1.9 Erosión

La alteración de la superficie de la Tierra por la acción de agentes externos, como las lluvias, el viento o las olas del mar son un medio de erosión que existe en Santa María Huatulco por lo que se

realizaron recorridos en los que la evidencia de ésta acción es notable, marcando las localidades con mayor grado de desgaste.

La erosión eólica es importante en esta zona, consiste en el lento desgaste de las rocas por el viento, en este caso las rocas metamorfoseadas preexistentes en el municipio suelen tener gran impacto de este fenómeno modelando nuevos tipos de suelo. Debido a la acción continua del viento y los materiales que transporta, su desgaste es evidente, los vientos se llevan gran cantidad de sedimentos dejando frágiles y desgastadas laderas.

La erosión fluvial es mayor cuanto mayor sea la fuerza del curso de agua. Las lluvias en el municipio son de gran volumen que al caer llevan gran cantidad de sedimentos (arenas) principalmente producto de la alteración de cuerpos intrusivos como son el Huatulco y el complejo Xolapa entre otros.

En todo el municipio de Santa María Huatulco existe erosión en mayor o menor magnitud por ejemplo en las partes más altas rumbo a las localidades de Xúchitl el Alto, las zonas cafetaleras, la localidad de Benito Juárez, el rumbo hacia Juquilita entre otros, se representa el fenómeno con menor grado ya que lo protege la vasta vegetación existente de las montañas. La protección de estos suelos es producto de que aún no ha existido un desequilibrio total, por ejemplo en deforestación, en cambio de uso de suelo por la agricultura, casa habitación, entre otros, que provoquen que el suelo quede vulnerable a lugares áridos y entre en contacto con los agentes del intemperismo y erosión (Fig. 22).

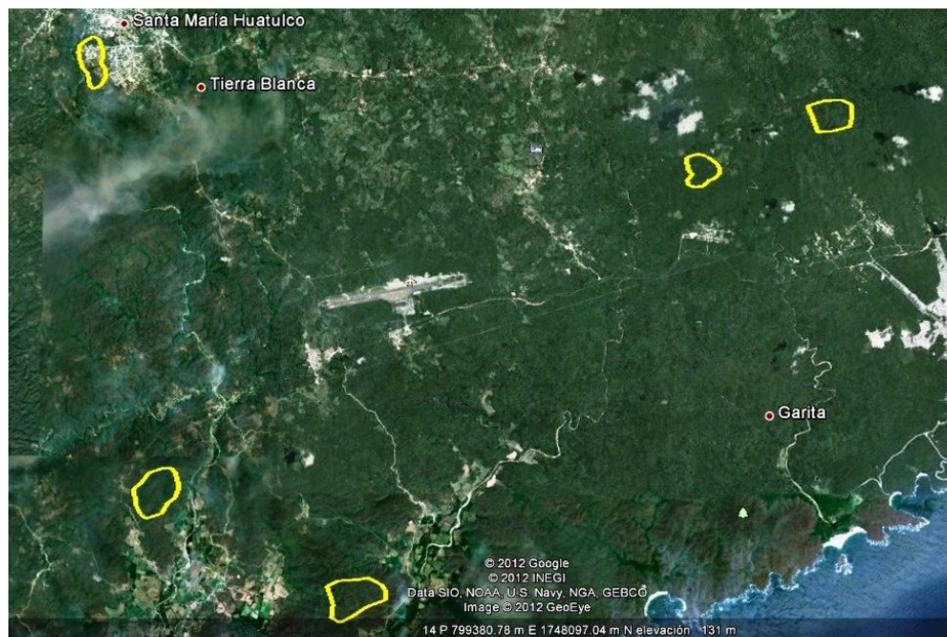


Figura.- 22.- Erosión en el Municipio de Santa María Huatulco

Las comunidades que se encuentran en zonas más bajas del municipio, representan mayor desgaste y erosión como son el caso de las comunidades de Piedra de Moros, Arroyo González, el Faisán, y el Arenoso. Los campos de sembradíos y la modificación del entorno natural provocada por el hombre en estos lugares, hace que estas poblaciones estén en constante vulnerabilidad de presentar fenómenos geológicos en terrenos circunvecinos a nuestra zona de estudio (Tabla 31).

Es importante mencionar que la modificación del entorno natural, el cambio de uso de suelo y la deforestación son relevantes para que los fenómenos crezcan significativamente, por otro lado si persisten en realizar éstas actividades puede encadenar fenómenos más complejos y los problemas crecerían significativamente.

Tabla 31.- Sitios de Erosión del Municipio de Santa María Huatulco

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Crucero - Piedra de Moros	Zona que presenta en la brecha erosión y flujos de arena y lodo.	798,266	1,746,451	Erosión	Medio

Comunidad	Observaciones	Coordenadas UTM Zona 14		Peligro	Grado de peligro
		X	Y		
Arroyo González	Presenta escurrimientos originados por la erosión de la lluvia, y algunos flujos de arena suaves.	797,367	1,747,352	Erosión	Medio
El Faisán	La zona se caracteriza por tener grandes flujos de arena.	801,389	1,747,511	Erosión, Flujos de arena	Medio
La Colonia Techal Blanco	En la entrada de Santa María Huatulco se observan laderas aparentemente estables, hay erosión por la lluvia y el viento.	788,070	1,751,681	Erosión	Medio
Arenoso	La corriente de los arroyos arrastra gran cantidad de sedimentos (arenas) que gran parte de ellas se asientan en esta zona, por lo que consideramos vulnerabilidad de flujos de arena.	804,050	1,748,392	Erosión	Alto

Fotografía 19.- Erosión en las laderas del Río Coyula



Fotografía 20.- Erosión por lluvia El parajito



Fotografía 21.- Erosión fuerte Las Amapolas



Fotografía 22.- Erosión por lluvia Bajos del Arenal



Tabla 28.- Vulnerabilidad y Riesgo por Erosión

Localidad	Población en riesgo (estimada)	Viviendas en riesgo (estimadas)	Vulnerabilidad	Riesgo
Guarumbo	112	25	Alta	Alto

5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen hidrometeorológico

En este capítulo se desarrollarán los fenómenos de origen hidrometeorológico que pueden afectar al Municipio de Santa María Huatulco.

5.2.1 Sistemas Tropicales

En términos climáticos los sistemas tropicales son aquellos fenómenos que se presentan en la región de los “trópicos”, lugar comprendido entre los ejes de los anticiclones semipermanentes, aproximadamente entre 30° N y 30° S tales como: ondas tropicales, disturbios tropicales, depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes. En el presente capítulo se desarrolla para el MSMH el tema de ciclones tropicales (depresión, tormenta y huracán) y ondas tropicales.

5.2.1.1 Ciclones tropicales (depresión, tormenta y huracán)

La probabilidad anual de que se presenten afectaciones por ciclones tropicales en Oaxaca es del 13 % (Fuentes y Vázquez, 1997), el siguiente mapa indica el grado de afectación de los ciclones tropicales en el país (Fig. 23); mostrando de manera clara que el municipio de Santa María Huatulco presenta una probabilidad alta de ser afectada por ciclones tropicales debido a que se encuentra cerca de la zona ciclogénica del Pacífico.

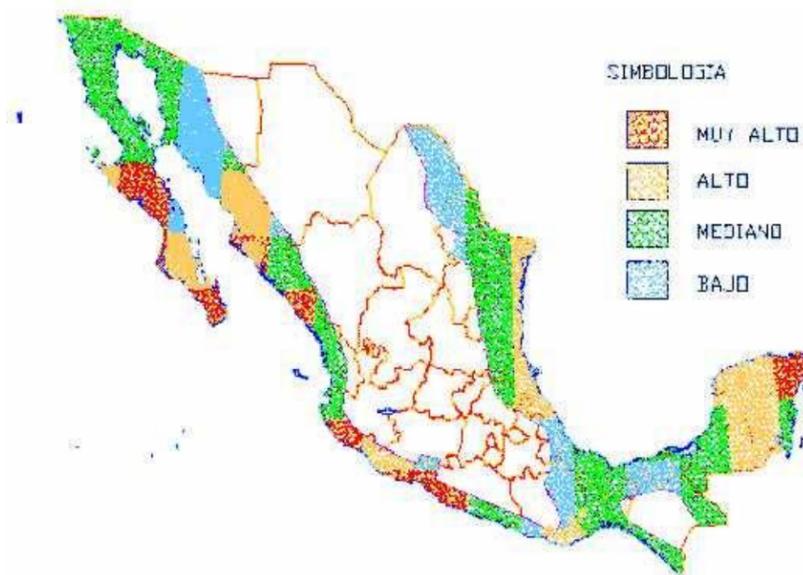


Figura.- 23 Probabilidad de afectación por ciclón tropical. CENAPRED. Consulta 2

Zonas ciclogénicas

A nivel nacional de 1810 a 2010 se han presentado una serie de peligros naturales y tecnológicos, de los cuales los más representativos se reflejan en la figura 24; siendo para el estado de Oaxaca los de carácter geológico los más frecuentes y los de carácter hidrometeorológico los más dañinos, causando pérdidas estimadas por evento superiores a los 21 millones de dólares (Jiménez, 2011).



Figura.- 24 Peligro naturales y tecnológicos relevantes durante 1810-2010

La temporada de ciclones inicia formalmente el 15 de mayo y termina el 30 de noviembre (Consulta 3), en el continente Americano existen cuatro zonas que presentan las condiciones favorables para la formación de un ciclón, una en el Pacífico (Golfo de Tehuantepec) y tres en el Atlántico (Sonda de Campeche, Caribe Oriental y Región Atlántico) (Consulta 4), dichos lugares son conocidos como zonas ciclogénicas o ciclogénicas (Fig. 25).

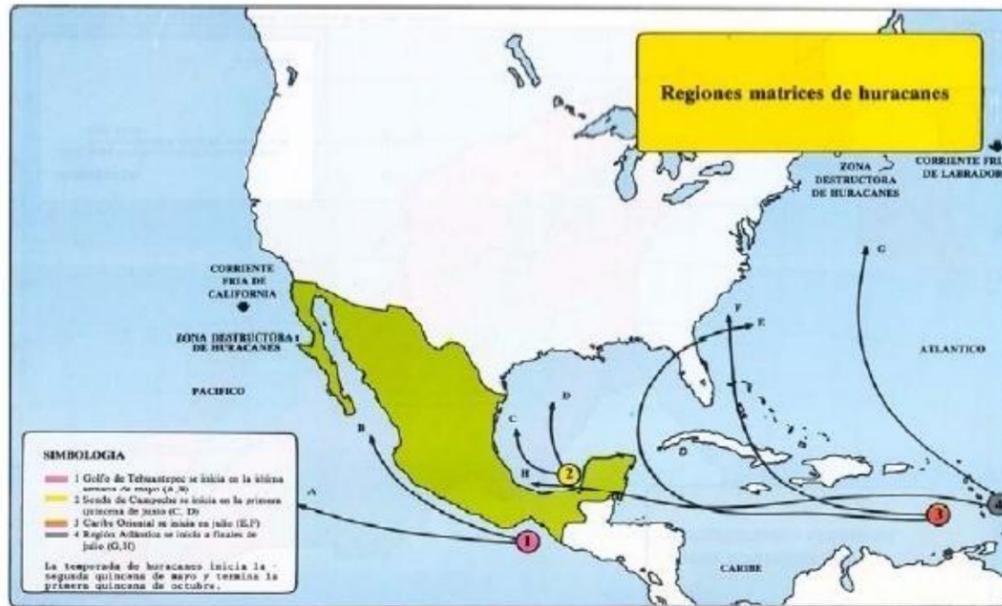


Figura.- 25.- Zonas ciclogénicas 1) Golfo de Tehuantepec 2) Sonda de Campeche 3) Caribe Oriental 4) Región Atlántico

El MSMH se ubica aproximadamente a 203 km de la zona ciclogénica del Golfo de Tehuantepec, dicha zona se activa generalmente durante la última semana de mayo, los ciclones generados en esta zona ciclogénica por lo general viajan hacia el Oeste alejándose del litoral oaxaqueño, mientras que los generados de julio en adelante describen una parábola paralela a la costa (Atlas, 2003); sin embargo las tres zonas ciclogénicas del Atlántico son consideradas de importancia para el MSMH debido a que algunas trayectorias de ciclones tropicales originados en estos puntos han pasado cerca del mismo causando con sus amplias bandas nubosas lluvias y vientos fuertes (Consulta 3), un claro ejemplo es el huracán Stan 2005 (Fig. 26).

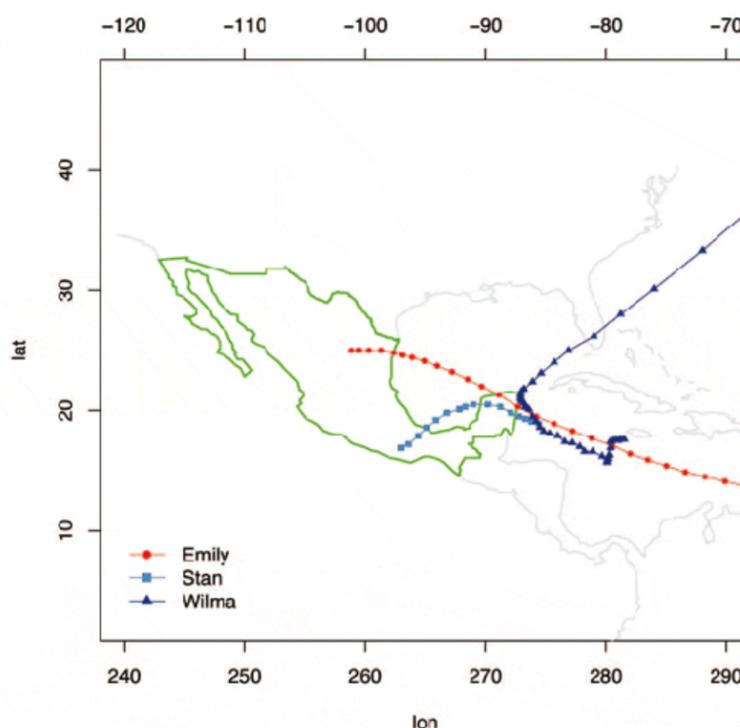


Figura.- 26 Huracanes que impactaron en México de 1970 a 2008. Stan 2005. Consulta 5

Zonas afectadas

Haciendo un recuento de los ciclones tropicales que han afectado el territorio oaxaqueño en condiciones de huracán se puede indicar que los de mayor relevancia por su grado de afectación son: Calvin, Pauline, Iris, Stan y Rick quienes afectaron principalmente la región del Istmo y Costa, sin embargo también se presentaron depresiones tropicales que afectaron la entidad, un claro

ejemplo son la D.T 11 de 1999 y la D.T. 8 y 9 de 2011. Entre los ciclones tropicales generados en el Pacífico que causaron afectaciones significativas para el MSMH por su cercanía o paso directo dentro del municipio se encuentran: Simone (1961), Cristina (1996), Olaf (1997), Pauline (1997), Rick (1997) y Rosa (2000); mientras que del lado del Atlántico se puede mencionar a la tormenta tropical S/N de 1923, Fifi (1974), Larry (2003) y Stan (2005). Al analizar la base de datos del Atlas Nacional de Riesgos que cuenta con registros de 1949 a 2008 en el Pacífico y de 1851 a 2008 en Atlántico (Consulta 6), en complemento con la información de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés) de los ciclones ocurridos hasta el 2012 (Consulta 7). Se obtiene la siguiente figura donde se observa la trayectoria de los ciclones tropicales que afectaron el MSMH (Fig. 27).

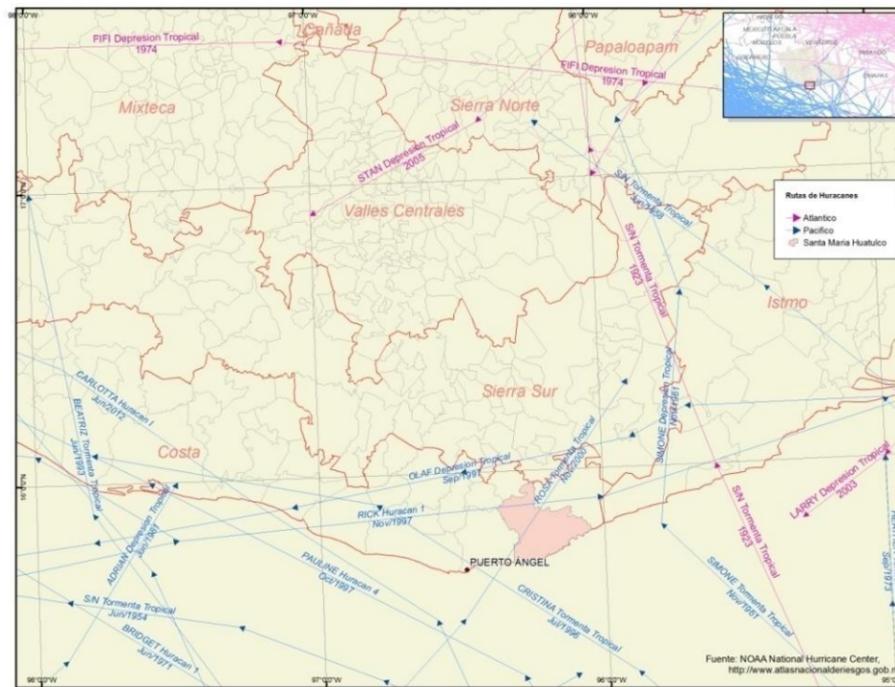


Figura.- 27 Trayectoria de los ciclones tropicales que afectaron al MSMH de 1851 a 2012. Elaboración propia con información de Atlas Nacional de Riegos y NOAA

Es importante recalcar que no es necesario que un ciclón tropical entre o pase cerca del MSMH en categoría de huracán para causar afectaciones en el municipio, una depresión o tormenta tropical es suficiente para causar efectos significativos en el mismo, en la siguiente tabla se muestra la categoría alcanzada por los ciclones anteriormente mencionados y la categoría en la que se encontraban cuando causaron afectaciones en el MSMH (Tabla 32).

Tabla 32.- Categoría de ciclones tropicales que afectaron al MSMH

Pacífico	Categoría alcanzada	Categoría en MSMH
Simone (1961)	Tormenta tropical	Tormenta y depresión
Cristina (1996)	Tormenta tropical	Tormenta tropical
Olaf (1997)	Tormenta tropical	Depresión tropical
Pauline (1997)	Huracán IV	Huracán IV
Rick (1997)	Huracán II	Huracán I
Rosa (2000)	Tormenta tropical	Tormenta tropical
Carlotta (2012)	Huracán II	Huracán I

Atlántico	Categoría alcanzada	Categoría en MSMH
Tormenta tropical (1923)	Tormenta tropical	Tormenta tropical
Fifi (1974)	Huracán II	Depresión tropical
Larry (2003)	Tormenta tropical	Depresión tropical
Stan (2005)	Huracán I	Depresión tropical
Ernesto (2012)	Huracán I	Tormenta tropical

Elaboración propia con información del Atlas Nacional de Riegos y NOAA

En base a lo observado cuando un ciclón presenta las trayectorias a continuación descritas afecta al MSMH de la siguiente manera: si pasa con una trayectoria alejada a más de 250 km de la costa del municipio, únicamente el factor oleaje se pone de manifiesto; si pasa con una trayectoria menor de 250 km, se acentúan los factores oleaje, viento y precipitación, en menos porción este último; si su trayectoria es cercana a la franja costera, el factor viento es el que se pone principalmente de manifiesto, después precipitación y oleaje; si la trayectoria es sobre tierra el factor oleaje y marea

de tormenta no se manifiesta, en este caso el viento en menor proporción y el factor lluvia se manifiesta en pleno; por último si impacta de frente sobre la costa los cuatro factores de afectación se ponen de manifiesto marea de tormenta, oleaje, precipitación y viento.

Para identificar mejor lo descrito anteriormente se traza la trayectoria de los ciclones tropicales Beatriz (1993), Bridget (1971), Heather (1973), Cristina (1996), Paulina (1997) y Carlotta (2012), de acuerdo a la distancia a la que se encuentre cada uno de los ciclones del MSMH, se identifica la porción afectada por dicho fenómeno, por tal razón Bridget (1971) al principio causó lluvias solo en la porción Suroeste del municipio sin embargo debido a su desplazamiento, distancia, trayectoria y evolución horas después ocasionó precipitaciones en todo el municipio, caso contrario el de Carlotta (2012) ciclón que por su cercanía y evolución causó lluvias en todo el municipio desde el principio (Fig. 28).

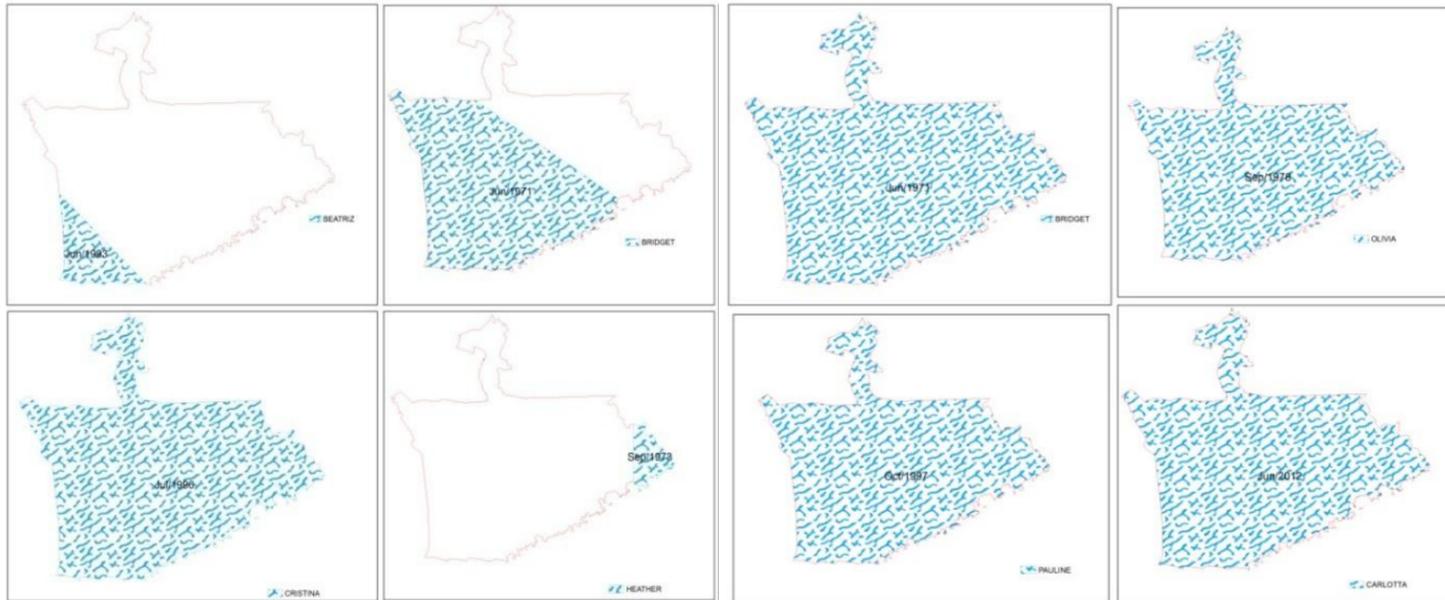


Figura.- 28 Zonas afectadas por la trayectoria de algunos ciclones tropicales

Para tener una idea clara de las afectaciones que causan los ciclones tropicales por lluvias en el MSMH se graficaron los datos diarios de precipitación del mes en el que ocurrió el huracán Stan (2005) en el Atlántico (EMA'S-OCPS, 2012); en la gráfica 12 se aprecia que los días 3, 4 y 5 de octubre la precipitación ocurrida fue de 53.9 mm, 51.2 mm y 64 mm respectivamente causando un acumulado de 169.1 mm.

Gráfica 12.- Precipitación causada por Stan en octubre de 2005



Elaboración propia con información de EMA'S-OCPS, 2012

5.2.1.2 Ondas tropicales

Una onda tropical u onda del Este es un área alargada de relativa baja presión orientada de Norte a Sur con longitud de entre 2000 a 4000 km, se mueve de Este a Oeste de 6 a 7 grados en un día (Atlas, 2003) a una velocidad media de 15 km/h a través de los trópicos (Fig. 29), causando áreas de nubosidad con lluvias intensas y vientos fuertes o bien de ligeros a moderados (0.1 a 40 km/h) que se observan por lo general detrás del eje de la onda (Consulta 8).

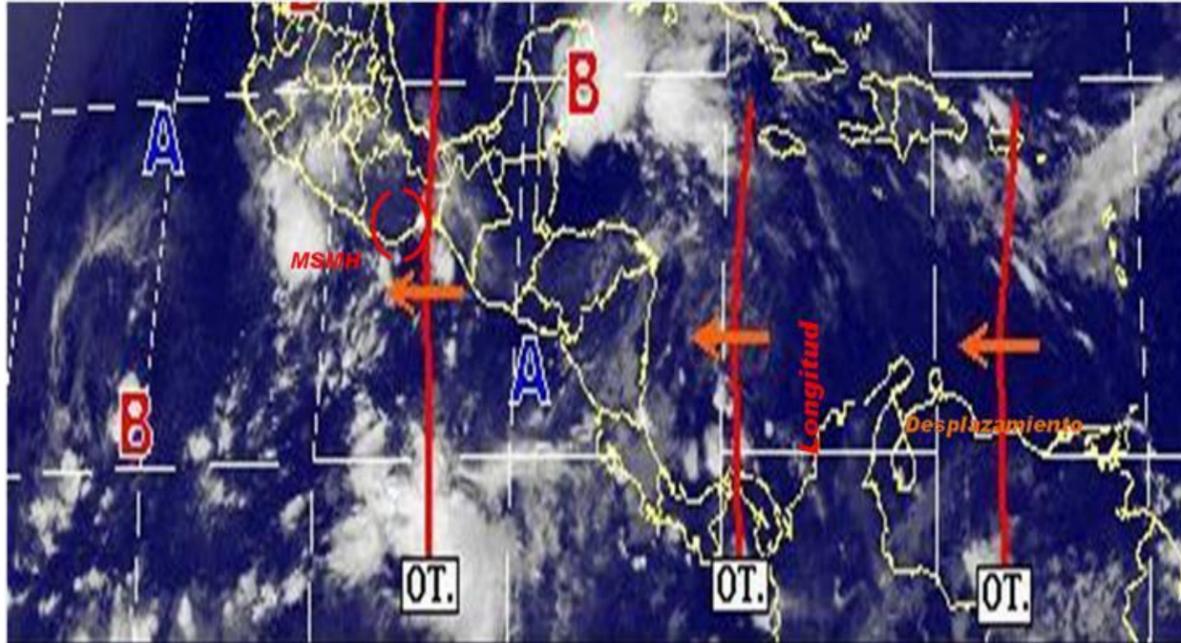
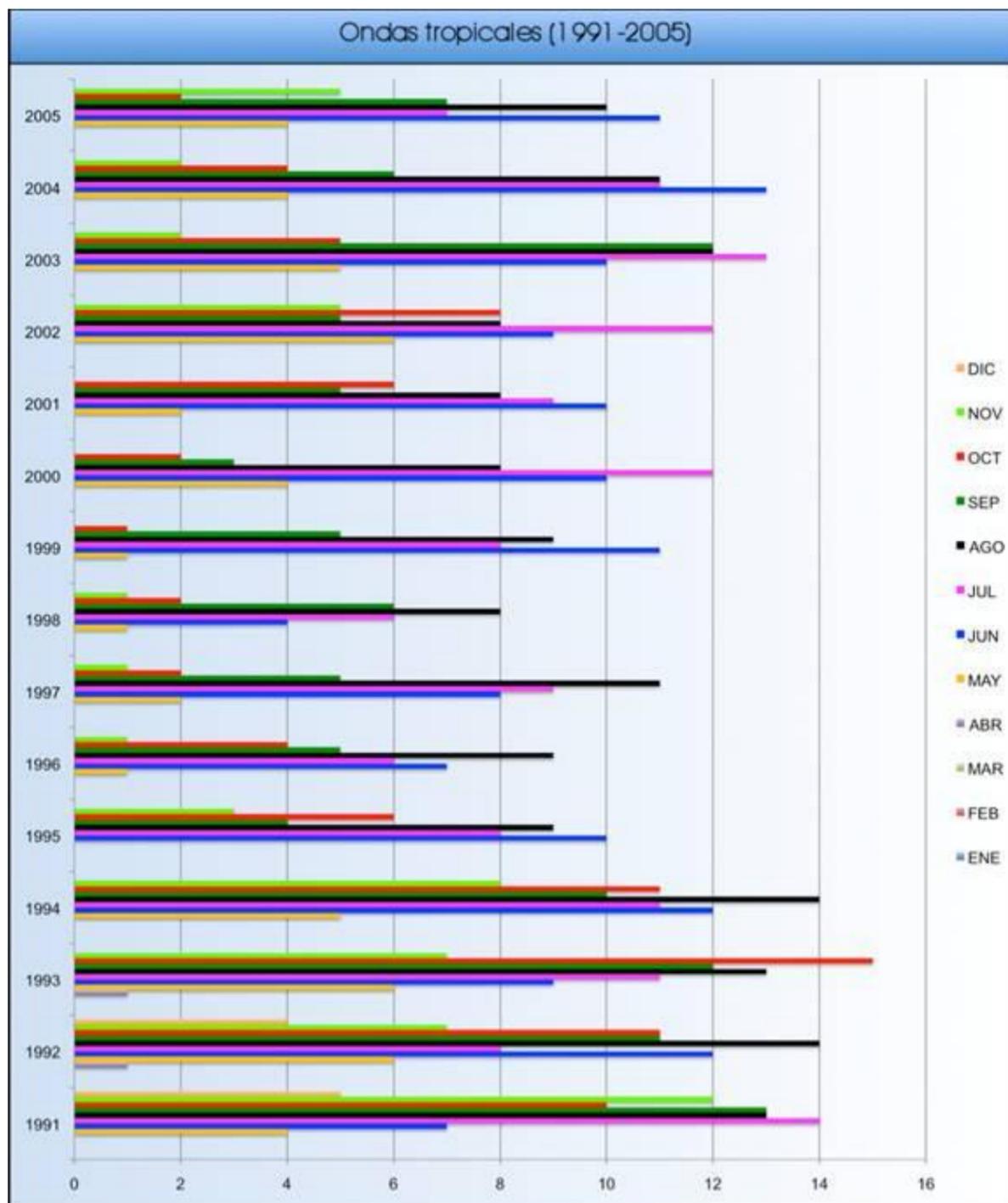


Figura.- 29 Desplazamiento y longitud de la onda tropical No. 8, junio 2004. CNA

Debido a que las ondas tropicales se originan en el Océano Atlántico y se desplazan hacia el Océano Pacífico en su recorrido pasan por el MSMH provocando fuertes precipitaciones y vientos.

Al hacer un análisis de los datos de Ondas tropicales (1991-2005) proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2012) y los registros de ondas tropicales de 2011 a la fecha 2012 del Instituto Estatal de Protección Civil Oaxaca (IEPC, 2012), se obtiene que el promedio anual de ondas que atraviesan el MSMH de 1991 a 2005 por año son 50 (Gráfica 13), de las cuales tres o cuatro causan afectaciones significativas en el mismo, en especial cuando las condiciones del Océano se encuentran en fase “Niña” ya que durante este periodo las ondas se originan muy fuerte pues la temperatura del Atlántico incrementa algunos grados con respecto a la normal de 27 °C; sin embargo durante los años 2011 y lo que va de 2012 el número de ondas tropicales disminuyó de manera significativa pues tan solo se presentaron 17 ondas en 2011 y van 14 ondas tropicales al 24 de septiembre de 2012; debido a que no se cuenta con los datos de 2005 a 2010 y a que 2011 y 2012 presentaron una disminución considerable en la cantidad de ondas tropicales, los datos de estos dos últimos años no se toman en cuenta para determinar la cantidad promedio de ondas tropicales que atraviesan el MSMH.

Gráfica 13.- Ondas tropicales que atravesaron el MSMH del 1991 a 2005



Elaboración propia con información del SMN

Por otra parte al hacer un análisis de las ondas tropicales que se han presentado en los últimos tres años se detecta que en el MSMH el 18 de junio de 2010 la onda tropical No. 6 causó afectaciones por lluvias en la carretera federal 200, tales como deslaves, caídas de árboles y hundimientos en la cinta asfáltica así como oleaje elevado en el litoral de dicho municipio (Consulta 9) en el 2011 las ondas tropicales 1, 3 y 4 ocurridas el 14, 18 y 27 de junio respectivamente causaron lluvias significativas en el municipio y oleaje elevado en la zona costera (Consulta 10), durante este mismo año la onda tropical No. 5 ocurrida el 14 de julio de acuerdo a los datos del Servicio Meteorológico Nacional ocasiona lluvias de 70 mm (intensas) dentro del municipio; en este mismo año pero para el mes de julio se presentó un tren de ondas tropicales comprendidas del 4 al 22 de dicho mes y de la onda No. 5 a la No. 11 siendo la No. 8 la que originó mayor inestabilidad atmosférica así como lluvias fuertes, visibilidad reducida en altamar, oleaje elevado y con ello el cierre del puerto de Santa María Huatulco (Consulta 11).

5.2.2. Tormentas eléctricas

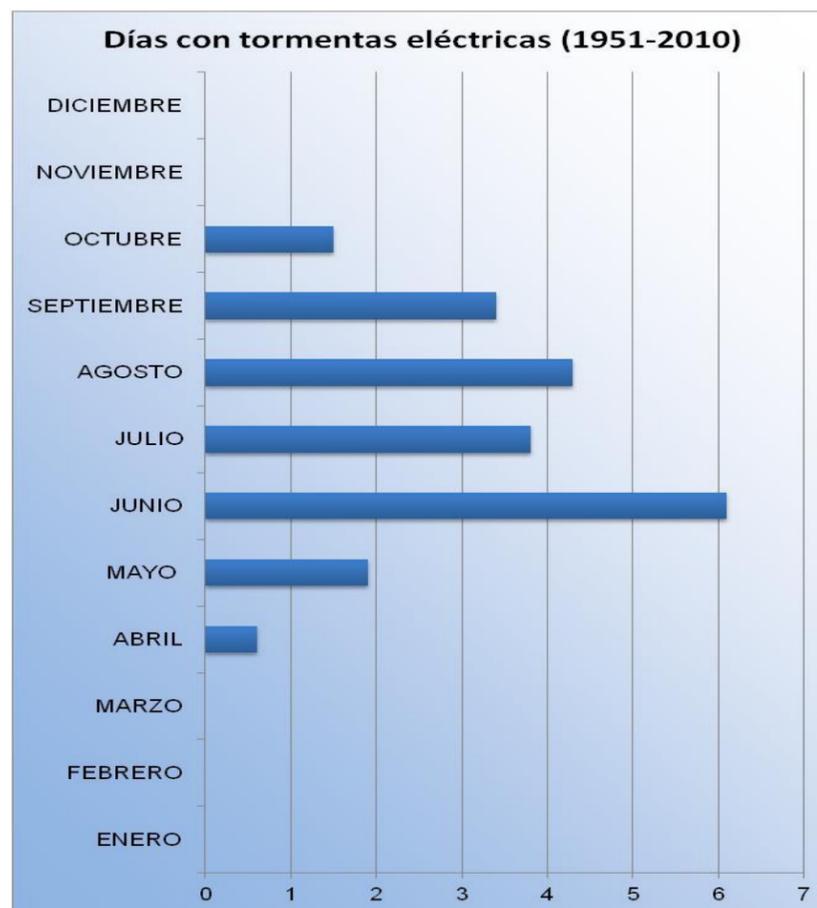
Una tormenta eléctrica, es un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos y sus efectos sonoros en la atmósfera terrestre denominados truenos, se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña, en el caso del MSMH el factor detonante es en su mayoría la brisa marina. El ciclo de duración de una tormenta es de sólo una o dos horas, puede alcanzar un diámetro de 24 km; un rayo alcanza una temperatura en el aire que se aproxima a los 30,000 grados centígrados en una fracción de segundo, el aire caliente provoca que éste se expanda rápidamente, produciendo una onda de choque que llega en forma de sonido (trueno).

Para averiguar la distancia a la que se encuentra la tormenta, se cuentan los segundos que hay entre el relámpago y el trueno. Cada tres segundos representa un kilómetro de distancia. Es decir, se cuentan los segundos y se dividen entre tres para calcular la distancia que nos separa de la tormenta (CENAPRED, 2010).

Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces nieve, granizo, o sin ninguna precipitación; al hacer el análisis de los datos de tormentas eléctricas (1951-2010) en el MSMH (Consulta 12), se detectó que en esta zona las tormentas eléctricas no precipitan en forma de granizo, sino que son acompañadas de vientos fuertes y lluvias fuertes a intensas, causando daños a casas particulares, árboles caídos en calles y bulevares, cortos de luz por rayos e incluso algunas muertes.

El MSMH presenta tormentas eléctricas en los meses de abril a octubre, el mes de junio es el más activo en cuanto a la cantidad de días del mes que presentan dicho fenómeno, esto coincide con el pico más alto de precipitación de la temporada de lluvias, por otra parte el mes de julio presenta una disminución significativa en la cantidad de días con tormenta eléctrica situación causada por el periodo canicular (Gráfica 14).

Gráfica 14.- Días con tormentas eléctricas en el MSMH de 1951 a 2010



Elaboración propia con información del SMN

5.2.3. Sequías

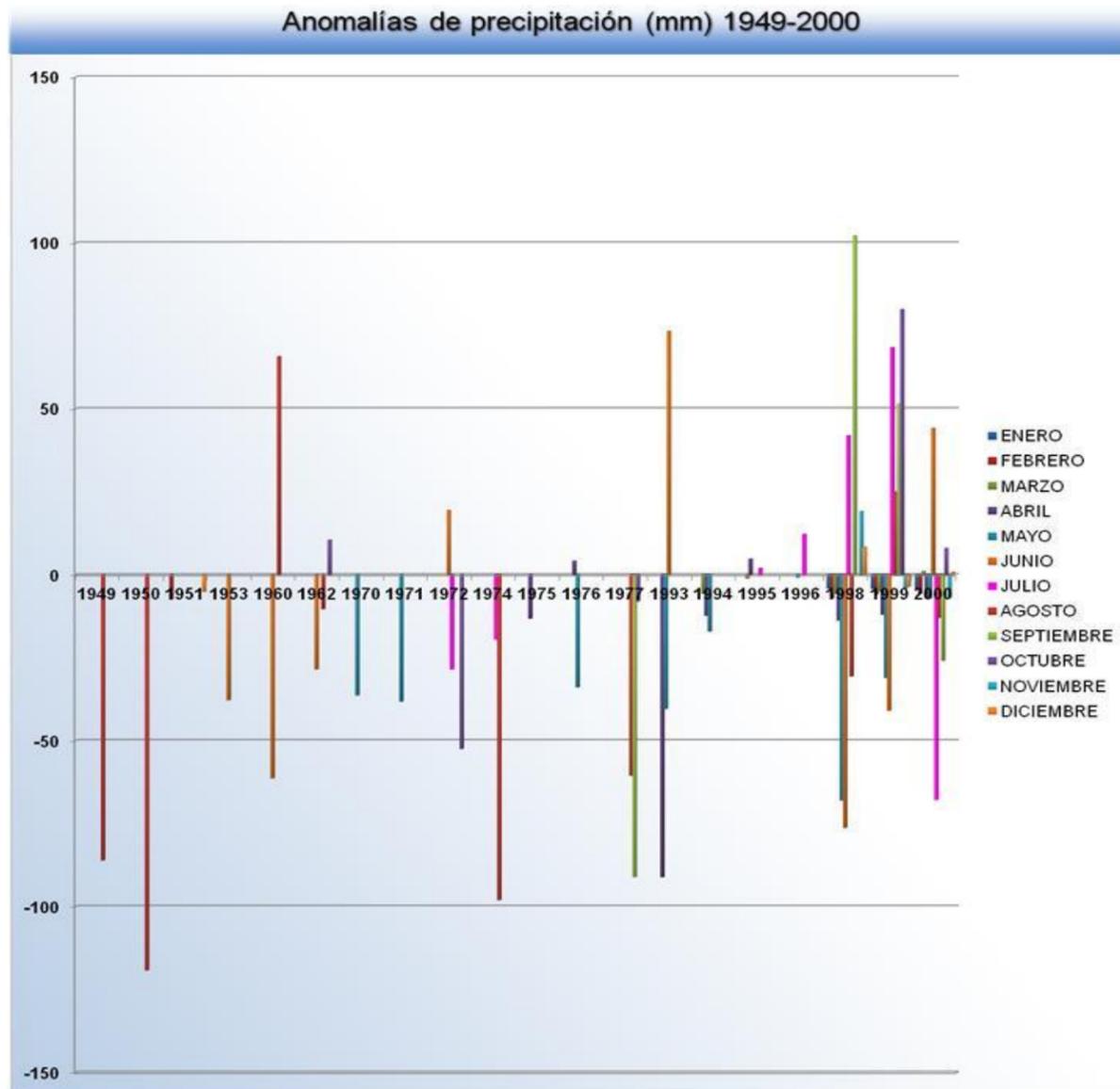
Se distinguen tres tipos de sequía:

- Sequía meteorológica: niveles de precipitación
- Sequía hidrológica: niveles de agua en los embalses
- Sequía agrícola: agua disponible para los cultivos

La sequía meteorológica se define normalmente comparando la precipitación de un lugar y momento concreto con la precipitación media de ese lugar para un periodo de tiempo muy largo. La sequía meteorológica tiene como consecuencia la desecación del suelo y eso casi siempre tiene un efecto directo sobre la producción de los cultivos (Consulta 13). Para determinar si el MSMH ha registrado sequía meteorológica se calculó la diferencia entre el valor promedio de precipitación mensual del municipio del año 1902 a 2010 y datos de precipitación registrada en cada uno de los meses de los años anteriormente mencionados (Consulta 14), esto permite identificar que durante el periodo 1949 a 2000 se registraron anomalías positivas y negativas de precipitación; estableciéndose así que el MSMH registro en agosto de 1950 un déficit o anomalía negativa de

precipitación de 119 mm, en agosto de 1994 una anomalía de 84 mm y en julio de 2000 una anomalía negativa de 67 mm (Gráfica 15).

Gráfica 15.- Anomalías de precipitación registradas de 1949 a 2000



Al identificar en la gráfica 16 los años con anomalías negativas significativas y realizar los mapas de dicha variable se observa que el mes de agosto de 1950 afectó de manera considerable al MSMH, causando en la porción Noreste un déficit de 125 a 150 mm mientras que el resto del municipio sufrió una deficiencia de agua precipitada de 155 mm durante dicho mes; en agosto de 1949 se observa un comportamiento similar al de agosto 1950 sin embargo el déficit de precipitación fue menor (Fig. 30).

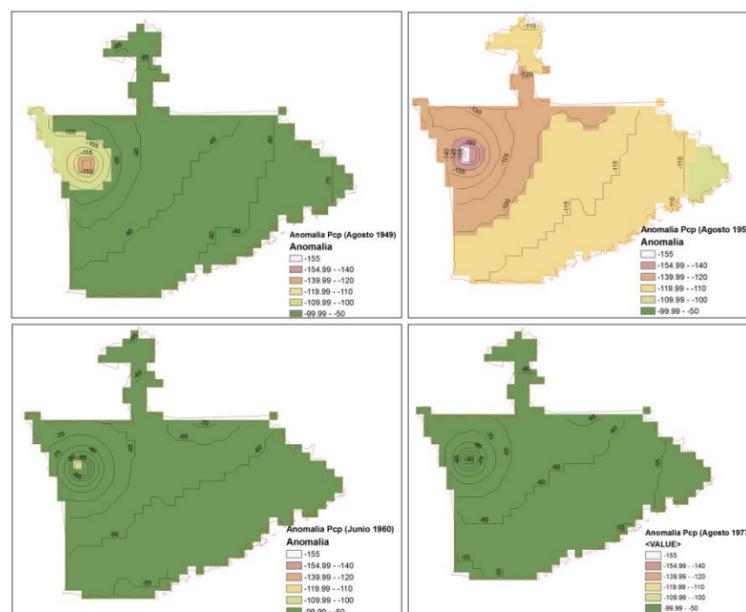


Figura.- 30 Anomalía negativa (Sequía) de precipitación de los años 1949, 1950, 1960 y 1977

En septiembre de 1977 y abril de 1993 el comportamiento de déficit de precipitación es similar, siendo la parte Noreste del municipio en la que se acentúan las anomalías negativas; por otra parte

en mayo de 1998 y junio de 2000 se registran anomalías de 50 a 100 mm en casi todo el municipio (Fig. 31).

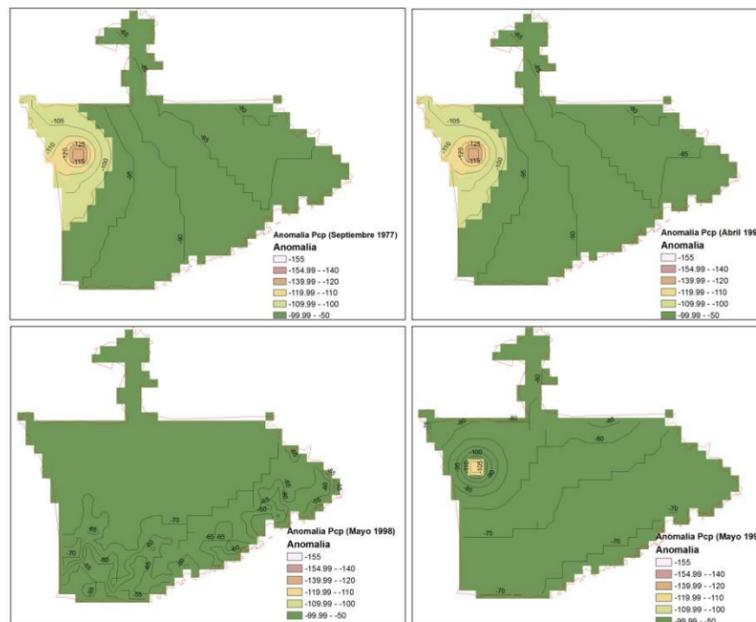


Figura.- 31 Anomalía negativa (Sequía) de precipitación de los años 1977, 1993, 1988 y 2000

El análisis de los mapas de anomalías de precipitación y los datos de los años de 1949 a 2000 y compararlos con la climatología del MSMH se define que dicho municipio ha presentado de manera mensual y esporádica condiciones de sequía meteorológica; por otra parte el índice de aridez de Hernández, 1995 indica que el municipio presenta aridez severa (Fig. 32); sin embargo la definición de aridez indica que es la falta de agua en el suelo y de humedad en el aire que se encuentra en contacto con él (Consulta 14), condición que no se cumple en el MSMH.

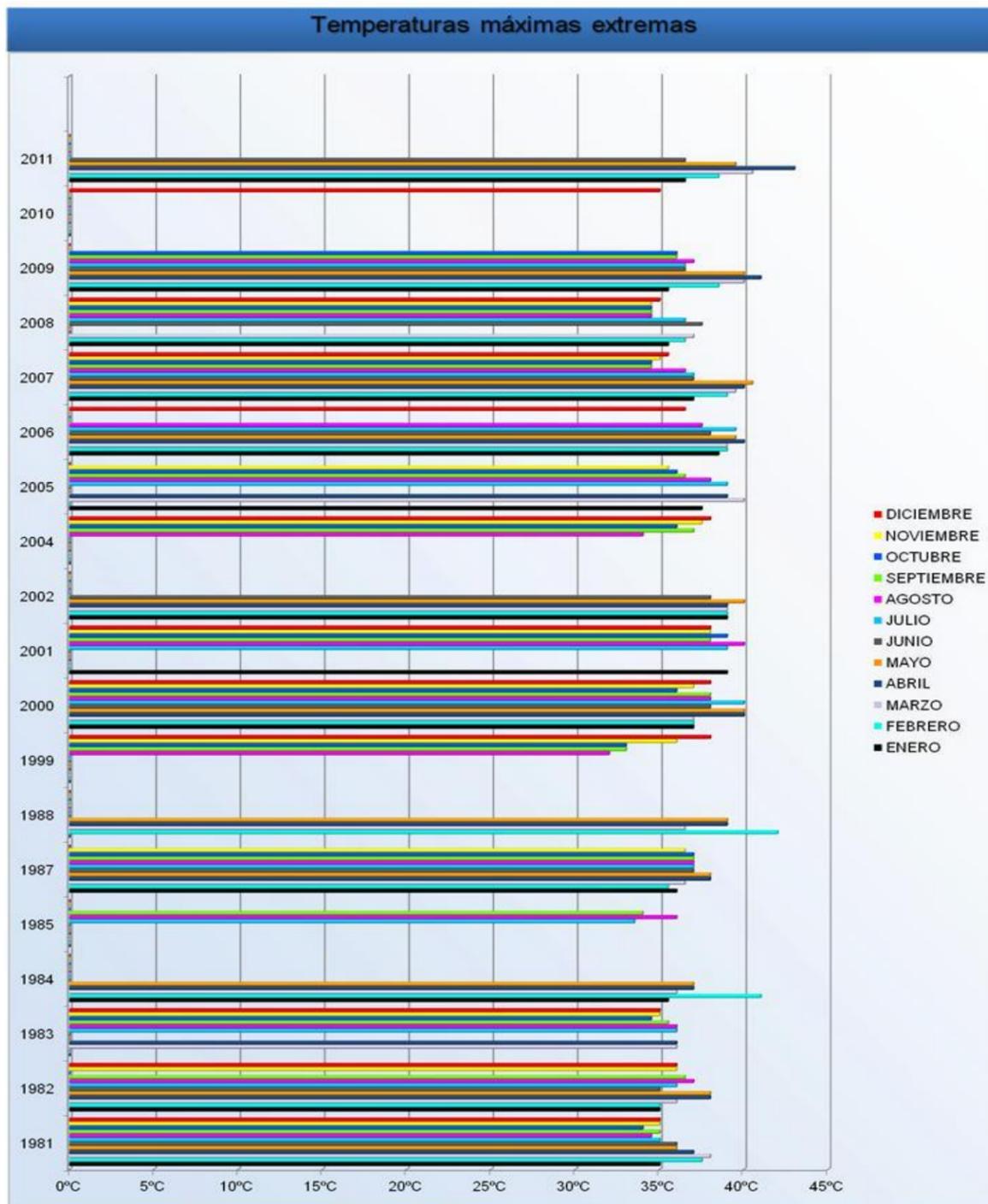


Figura.- 32 Índice de aridez. Hernández, 1995.

5.2.4. Temperaturas extremas

El MSMH en el periodo de tiempo comprendido entre 1981 y 2011 registró como temperatura máxima extrema 43 °C en abril de 2011, 42 °C en febrero de 1988, 41 °C en febrero de 1984 y abril de 2009, como dato frecuente se encuentran los 40 °C en los meses de marzo, abril, mayo, julio y agosto, siendo abril el mes el de mayor frecuencia (Gráfica 16). Los datos de temperatura máxima extrema son datos registrados de manera puntual en algunos días, no son datos que se registren de manera constante ni que determinen la temperatura media del MSMH.

Gráfica 16.- Temperatura máxima extrema en el MSMH de 1981 a 2011



Por otra parte es claro que no todo municipio presenta el mismo grado de afectación ante el peligro de registrar temperaturas máximas extremas, la porción Sur es la que presenta mayor peligro debido a que las temperaturas extremas máximas en dicha región oscilan entre los 41 °C y 43 °C; una diferencia de 6 °C con respecto a la porción Norte del MSMH, donde las temperaturas máximas extremas se encuentran entre los 33 °C y 36 °C (Fig. 33).

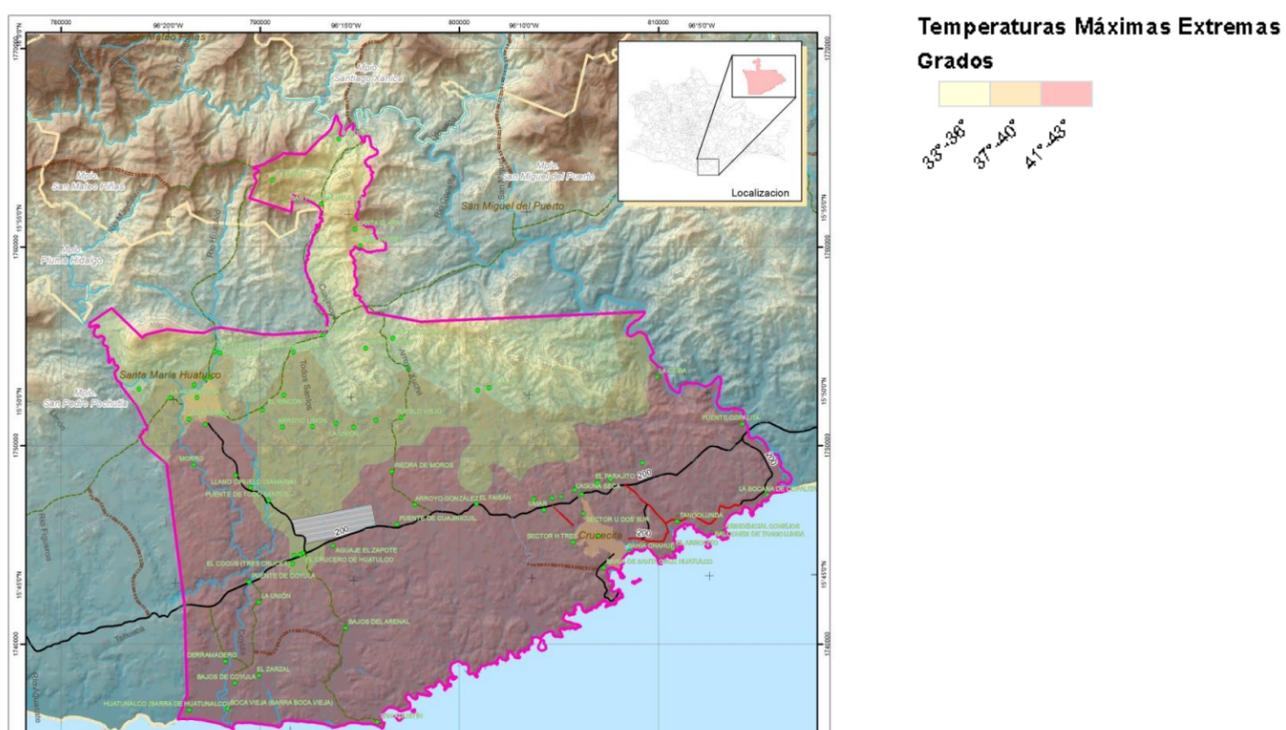
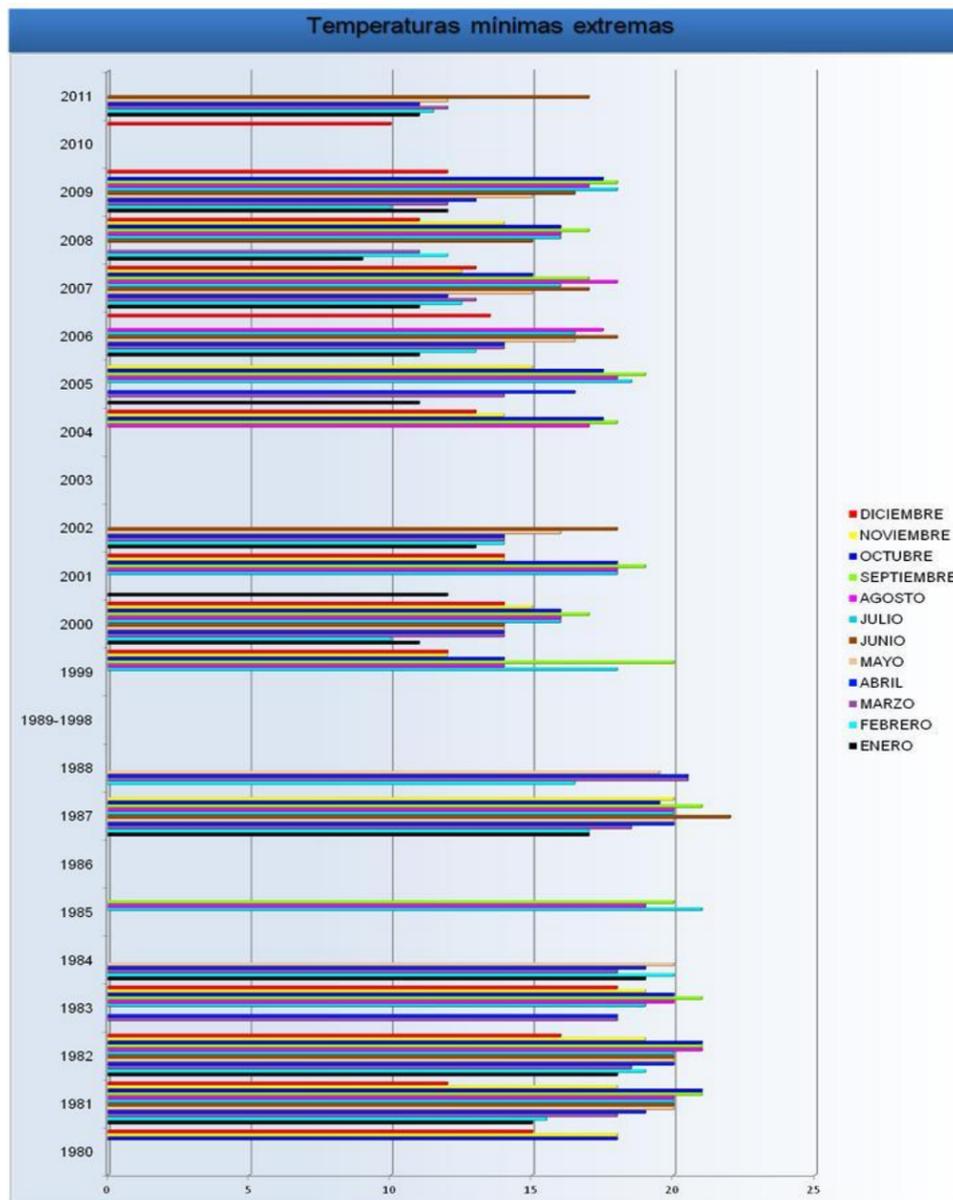


Figura.- 33 Zonas de peligro ante temperaturas máximas extremas

En lo que respecta a las temperaturas mínimas extremas los datos analizados son de 1980 a 2011, en este análisis se observa que la temperatura más baja registrada fue de 9 °C en enero de 2008, en febrero de 2000 y 2009 así como en diciembre de 2010 se registró una temperatura mínima de 10 °C, mientras que en marzo de 2008 y abril de 2011 se registraron 11 °C; esta condición se debe a que durante estos meses se establece la temporada invernal, con excepción del mes de abril (Gráfica 17).

Gráfica 17.- Temperatura mínima extrema en el MSMH de 1980 a 2011



5.2.4.1 Isotermas (Temperatura)

Para determinar el comportamiento de temperaturas, vientos y precipitación se utilizó la base de datos de la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) de la Universidad Autónoma de México (UNAM). Los datos fueron recolectados de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Secretaría de Marina (SEMAR) y Comisión Federal de Electricidad (CFE), formando un total de 300 estaciones de las cuales actualmente algunas de ellas se encuentran suspendidas sin embargo son consideradas en el análisis debido a la importancia de sus registros, los datos recopilados son del año 1902 al 2010 (Consulta 15).

La temperatura promedio en el MSMH es de 22 °C para la porción Norte y de 28 °C para la zona Sur, pues al aumentar la altura disminuye la temperatura; de enero a abril se observa un incremento de la temperatura, aproximadamente un grado centígrado por mes (Fig. 34).

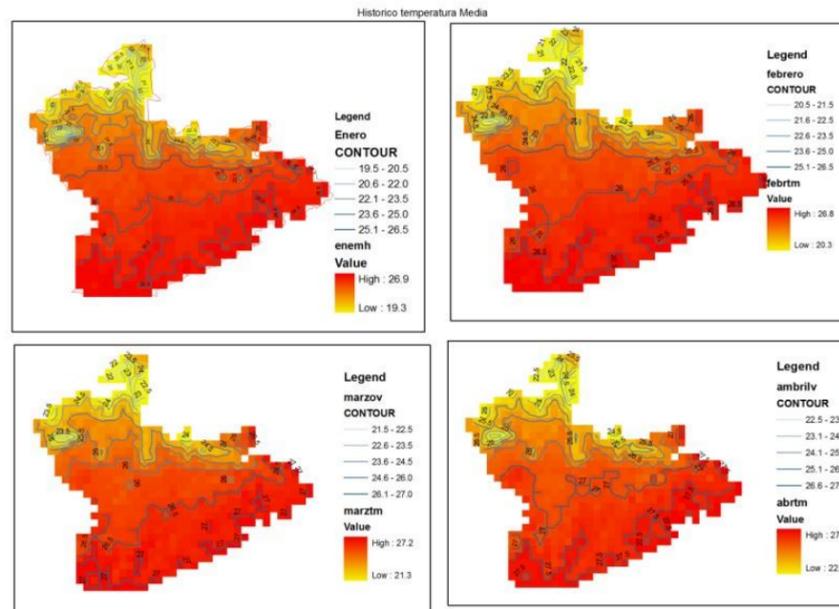


Figura.- 34 Temperatura media para enero, febrero, marzo y abril

Mayo es el mes en el cual se presentan las temperaturas promedio más altas del año, sin embargo al comparar los meses de junio, julio y agosto con el de mayo se observan diferencias de ± 1 °C (Fig. 35), por otra parte cuando en julio-agosto se presenta la Canícula la sensación térmica es de +3 °C.

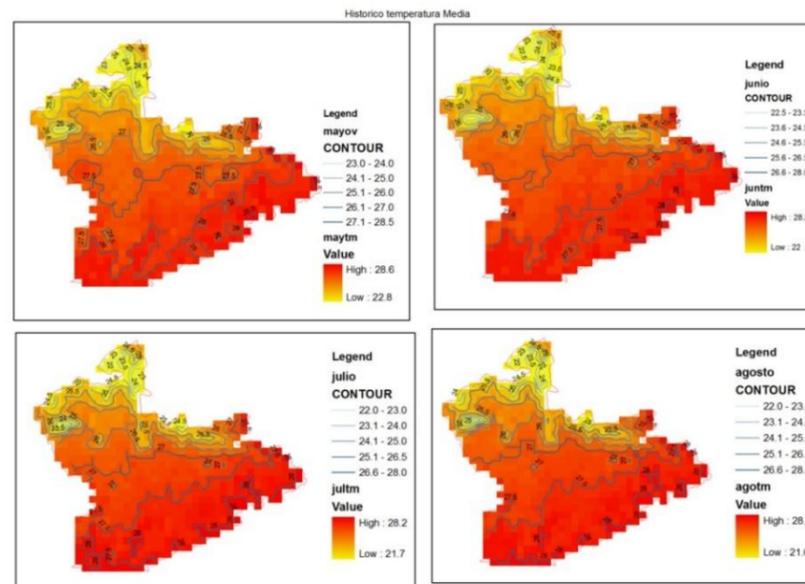


Figura.- 35 Temperatura media para mayo, junio, julio y agosto

En los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre el comportamiento de las temperaturas en el MSMH muestra una ligera disminución gradual de las mismas, debido a que durante este periodo de tiempo se establece la temporada invernal (Fig. 36).

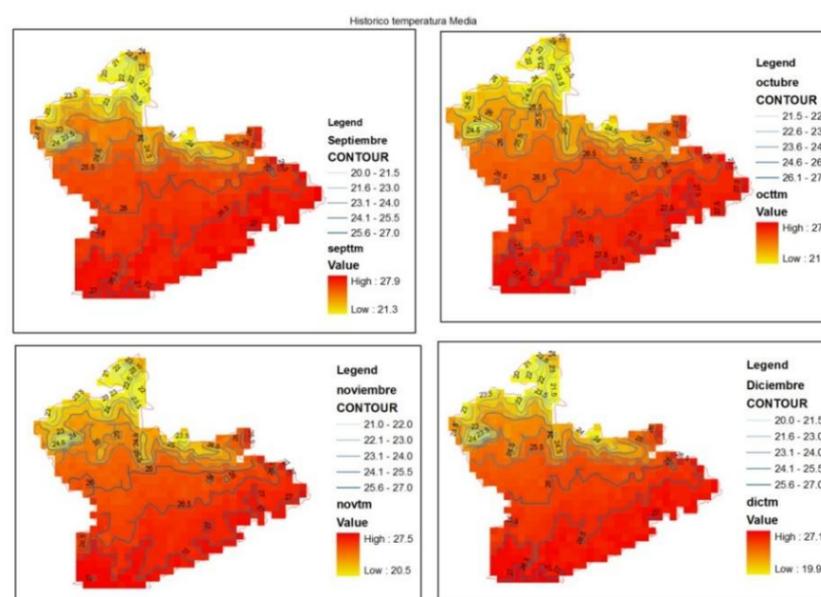


Figura.- 36 Temperatura media para septiembre, octubre, noviembre y diciembre

El comportamiento de la temperatura máxima y mínima en el MSMH se determina mediante el uso de la base de datos de UNIATMOS, a partir de la cual se realizan los mapas de isotermas para temperaturas máximas y mínimas.

Durante el primer semestre se observa que la temperatura máxima tiene una correlación directa con la altura, pues la parte Norte del municipio registra temperaturas que oscilan entre los 27 °C y 32.5 °C; mientras que la porción Sur registra temperaturas de 32.5 °C a 34 °C. La isoterma de 34 °C en los meses de enero y febrero se encuentra cerca de la zona costera, sin embargo de marzo a mayo se desplaza hacia el Norte causando que más de la mitad del MSMH registre dicha temperatura (Fig. 37).

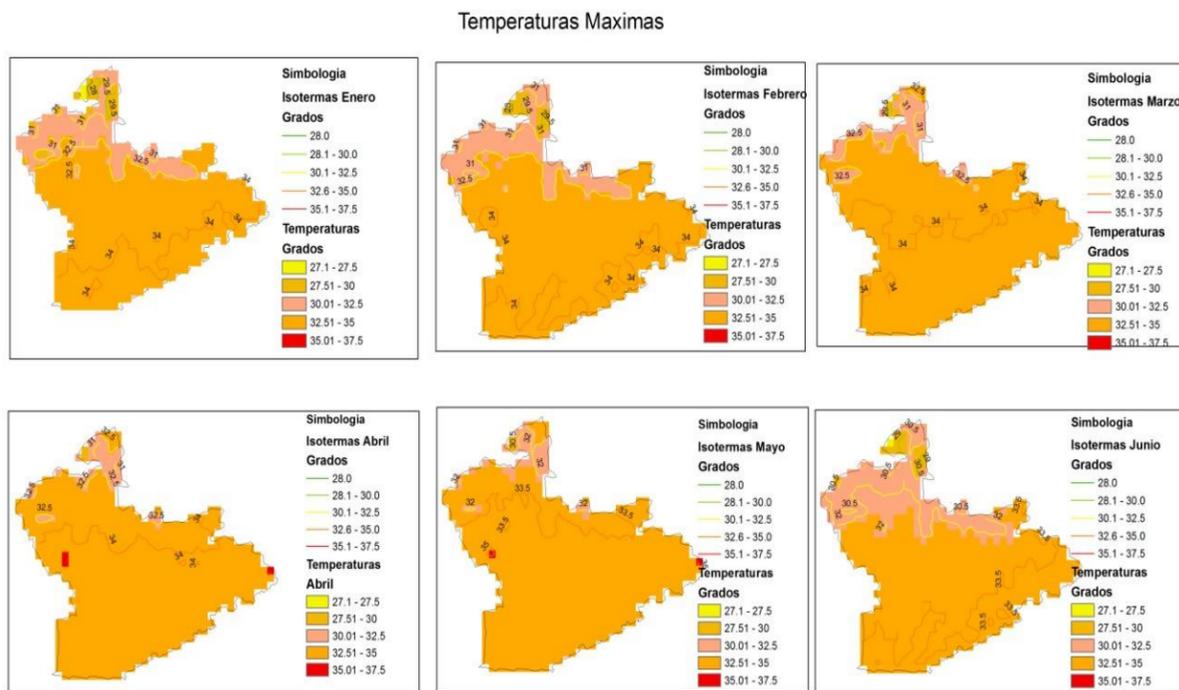


Figura.- 37 Temperatura máxima para el primer semestre. Elaboración propia con información de UNIATMOS.

En el segundo semestre la isoterma de 34.5 °C se acerca de manera gradual al litoral, permitiendo que durante este periodo de tiempo las temperaturas en casi todo el municipio sean calurosos; solo la porción Norte registra temperaturas cálidas que oscilan entre los 28 °C y 31 °C (Fig. 38).

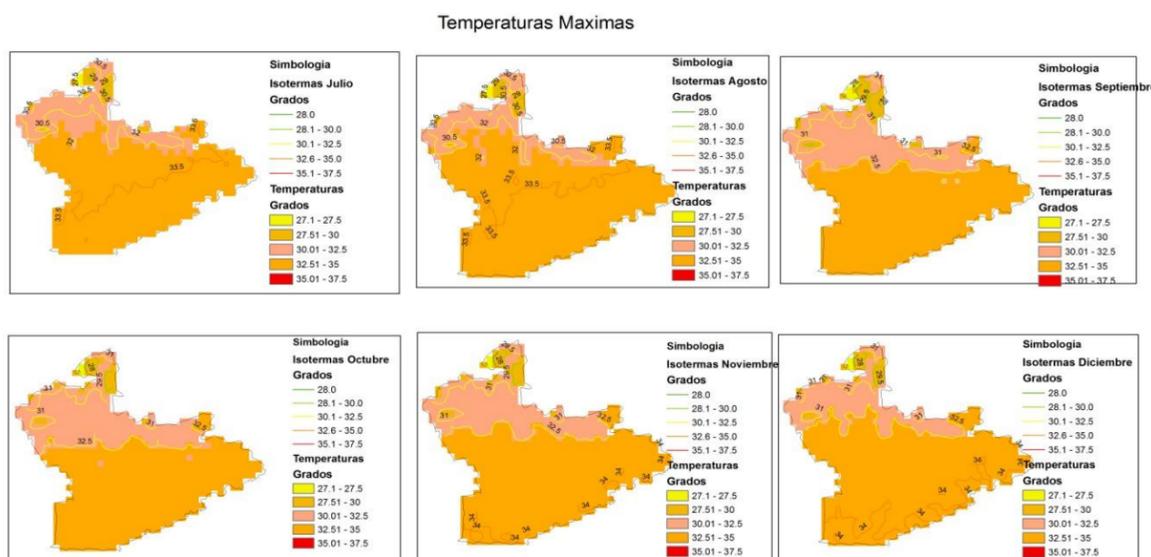


Figura.- 38 Temperatura máxima para el segundo semestre. Elaboración propia con información de UNIATMOS.

Por otra parte las temperaturas mínimas tienen un comportamiento similar a las máximas ya que la parte Sur registra temperaturas más altas que la Norte; presentando el Sur temperaturas templadas y la porción Norte del municipio temperaturas frescas. Las temperaturas mínimas suben de manera gradual a partir del mes de abril (Fig. 39) y comienzan a bajar a partir de noviembre (Fig. 40).

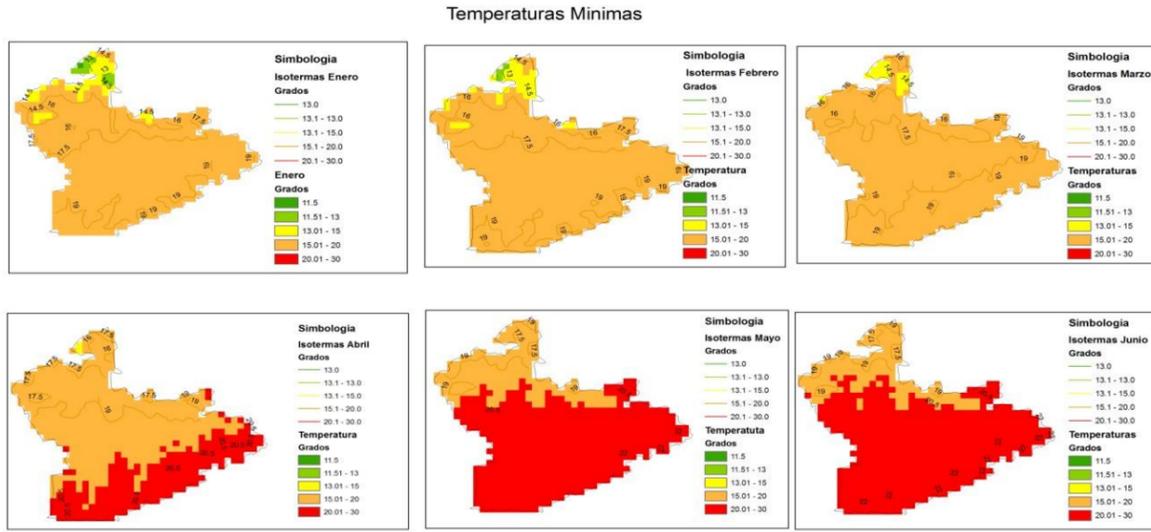


Figura.- 39 Temperatura mínima para el primer semestre.
Elaboración propia con información de UNIATMOS.

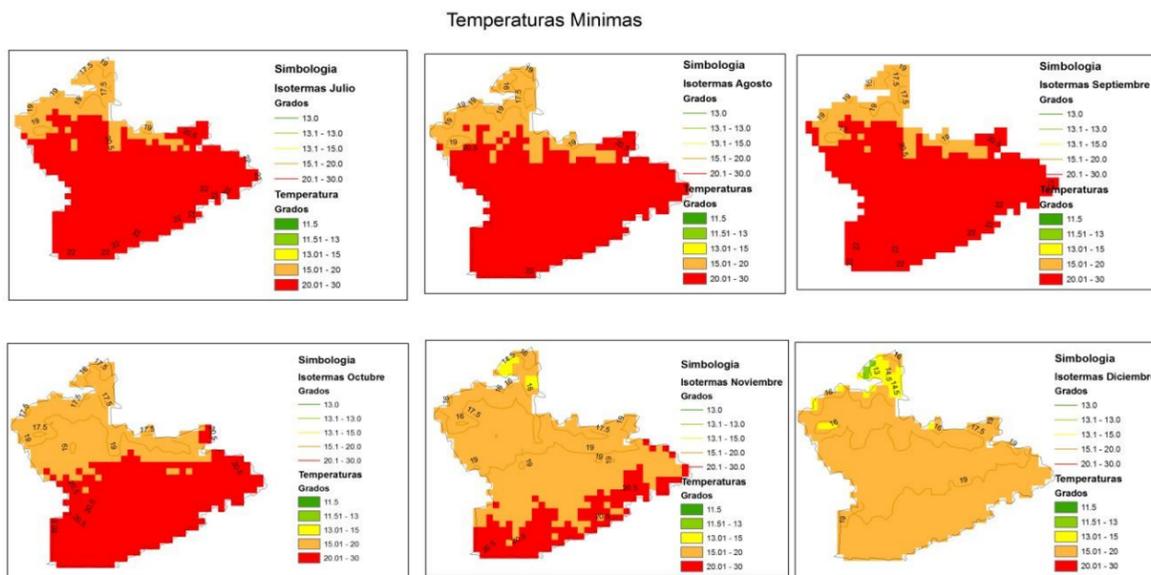


Figura.- 40 Temperatura mínima para el primer semestre.
Elaboración propia con información de UNIATMOS.

5.2.5. Vientos Fuertes

El viento en el MSMH tiene un comportamiento de calmas es decir de 0 a 6 m/s, sin embargo en la parte Norte del municipio los vientos son ligeramente más débiles que los de la parte Sur, siendo la diferencia de 0.8 m/s, esto se debe principalmente a que la zona costera presenta mayor diferencia de presiones debido a su interacción con el mar; sin embargo existen puntos de la zona Sur ligeramente más elevados que presentan vientos de intensidades que oscilan en los 0 a 5.3 m/s (Fig. 41).

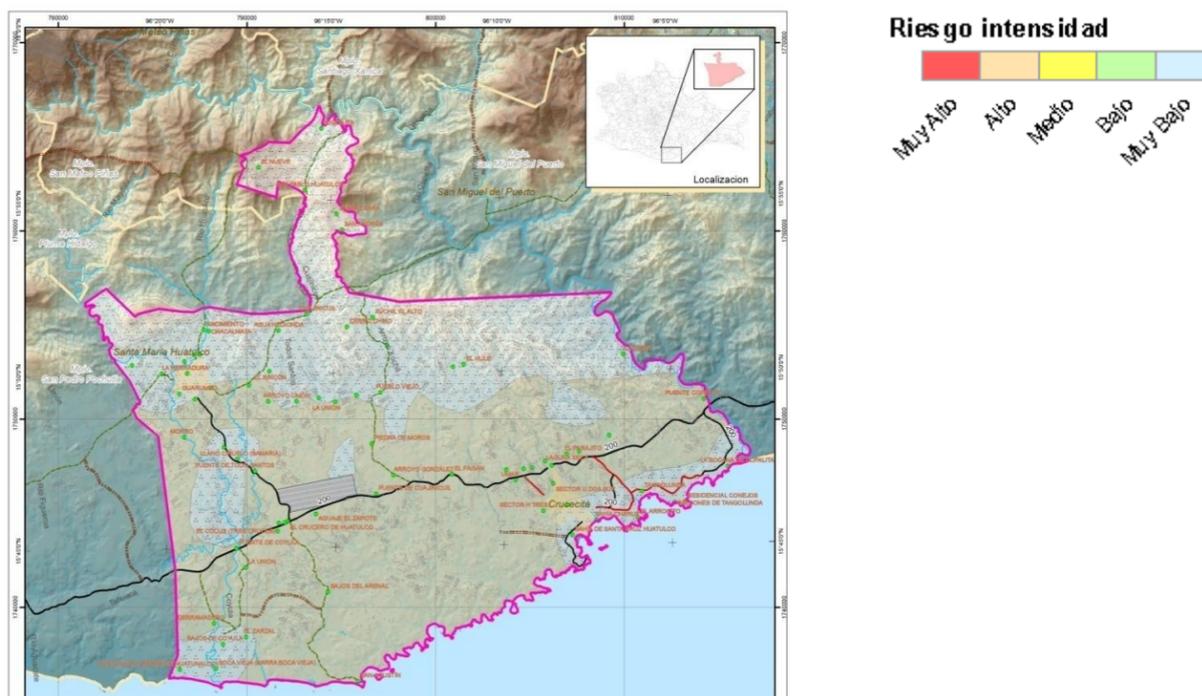


Figura.- 41 Comportamiento del viento en el MSMH

2.1.1.3 Isopletas (vientos)

Santa María Huatulco presenta vientos dominantes de la componente Sur- Sureste durante gran parte del año, siendo solo en el periodo invernal cuando estos cambian de dirección hacia el Norte. Para los meses de enero a abril la magnitud de los vientos es baja (0.1 a 20 km/h), sin embargo en el mes de marzo el viento aumenta de manera significativa pasando a ser vientos moderados (20.1 a 40 km/h) (Fig. 42).

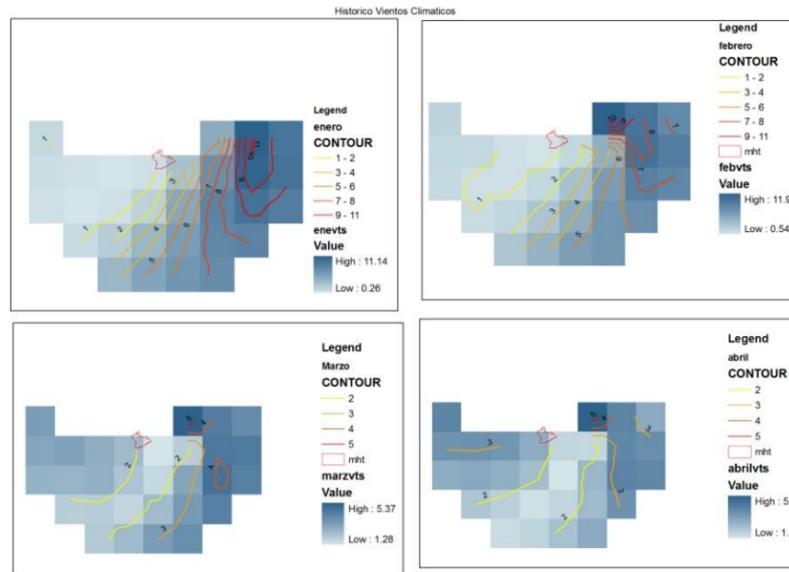


Figura.- 42 Magnitud de vientos para enero, febrero, marzo y abril

Durante el periodo mayo-agosto en el MSMH dominan los vientos de 20.1 a 40 km/h (moderada magnitud), los cuales de manera puntual se intensifican durante la presencia o cercanía de ciclones tropicales, dicha condición puede presentarse especialmente entre los meses de mayo y noviembre, por otra parte la dirección dominante de los vientos para este periodo continúa siendo del Sur-Sureste (Fig. 43).

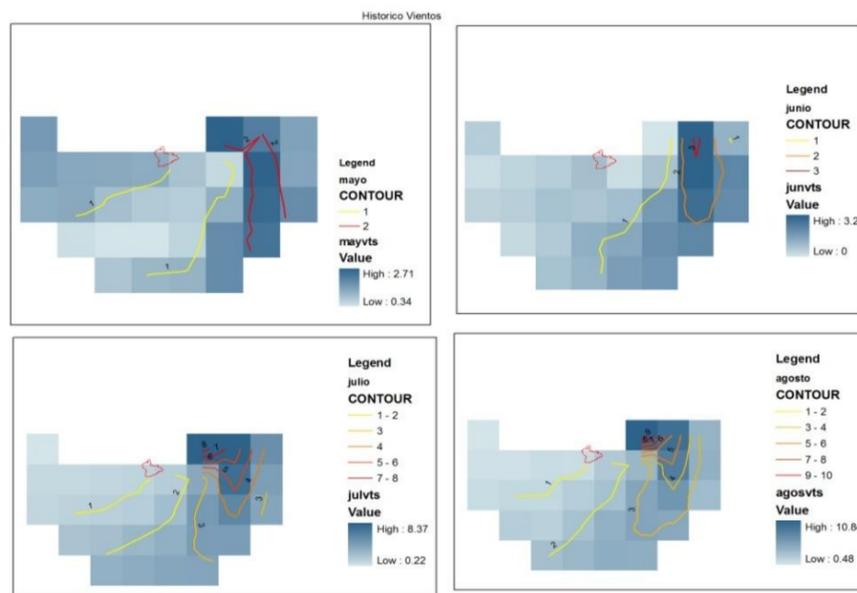


Figura.- 43 Magnitud de vientos para mayo, junio, julio y agosto

Los vientos en el último cuatrimestre (septiembre-diciembre) para el MSMH son ligeros (Fig. 44), sin embargo pueden llegar a presentarse de manera puntual de magnitudes superiores a los 63 km/h debido a la presencia o cercanía de ciclones tropicales en especial en el mes de octubre cuando de manera histórica los ciclones se encuentran más cerca del MSMH en comparación con otros meses.

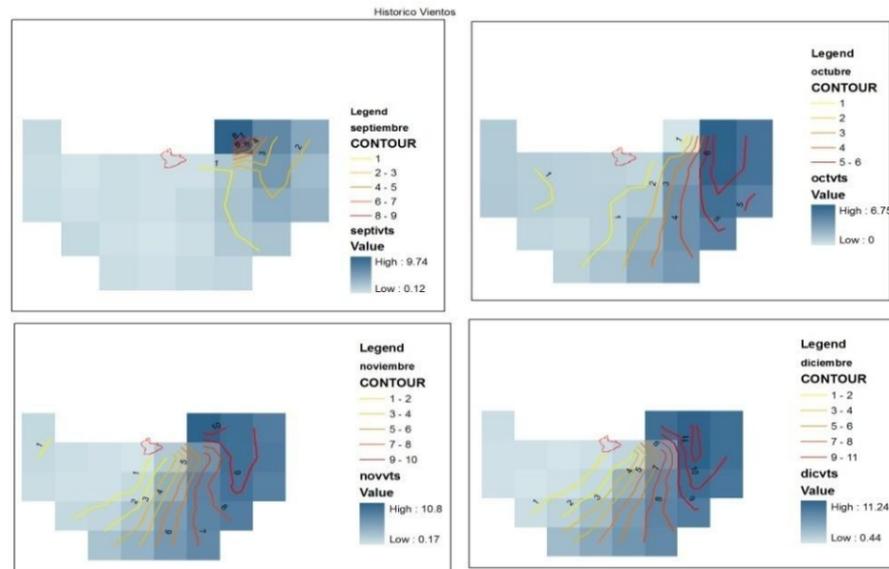


Figura.- 44 Magnitud de vientos para septiembre, octubre, noviembre y diciembre

5.2.6. Inundaciones

La temporada de lluvias en el MSMH comienza en mayo y finaliza en octubre, entre estos meses llueve aproximadamente el 90 % del total de la lluvia anual, presenta dos máximos de precipitación uno en junio y el otro en septiembre, con una ligera disminución de las lluvias en los meses de julio-agosto debido a la presencia del sistema conocido como Canícula (Fig. 45, 46 y 47).

Según los datos obtenidos de la Unidad Municipal de Protección Civil, las zonas que han resultado afectadas por inundaciones se circunscriben a Bajos de Coyula, Puente Copalita.

5.2.6.1 Isoyetas (Precipitación)

Durante enero, febrero y marzo se registran precipitaciones promedio de 4 mm en la parte Sur del municipio; mientras que en la parte Norte las lluvias promedio oscilan en los 20 mm, siendo el mes de abril cuando comienza a presentarse un incremento de precipitación en la parte Norte del MSMH (Fig. 45).

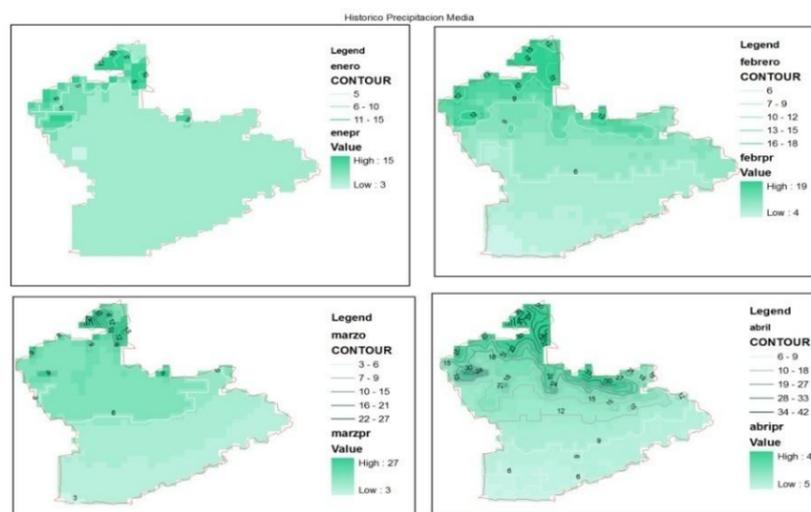


Figura.- 45 Precipitaciones para enero, febrero, marzo y abril

En el mes de mayo se marca de manera puntual de inicio de la temporada de lluvias, presentándose precipitaciones promedio de 53 a 72 mm en la parte Sur del MSMH, de 73 a 93 mm en la parte central y de 94 a 190 mm en la parte Norte; durante el mes de julio se presenta el primer pico máximo de precipitación alcanzándose lluvias de hasta 402 mm en la porción Norte del municipio; para julio y agosto disminuye de manera ligera la cantidad de lluvia precipitada (Fig. 46).

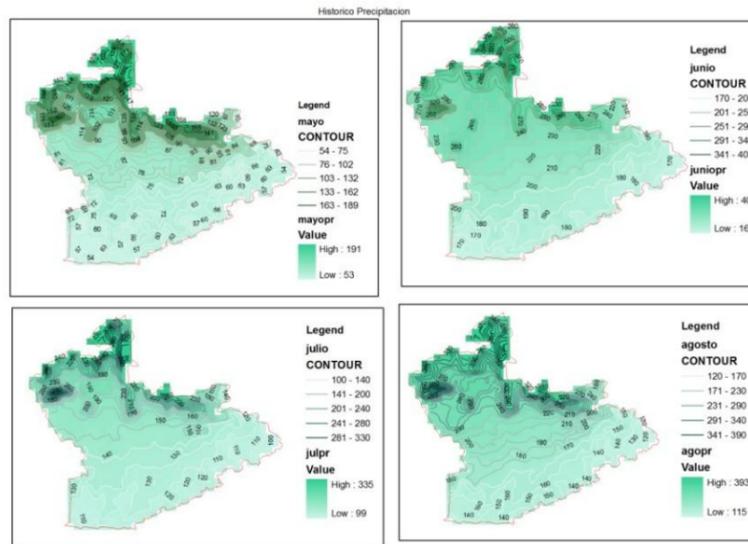


Figura.- 46 Precipitaciones para mayo, junio, julio y agosto

Septiembre refleja el segundo pico máximo de precipitación, el promedio de lluvia oscila entre los 128 a 405 mm, siendo la porción Sur del MSMH la que registra la menor cantidad de agua acumulada; en octubre disminuye la cantidad de lluvia promedio debido a que en este mes termina el temporal, sin embargo durante noviembre aún se presentan algunas lluvias significativas debido a la presencia de ciclones tropicales y entrada de aire marítimo tropical proveniente del Pacífico (Fig. 47).

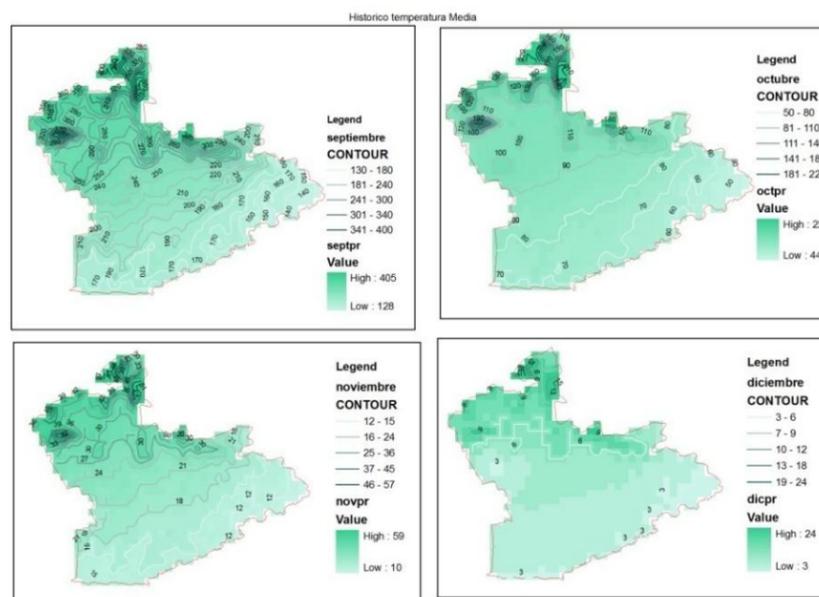
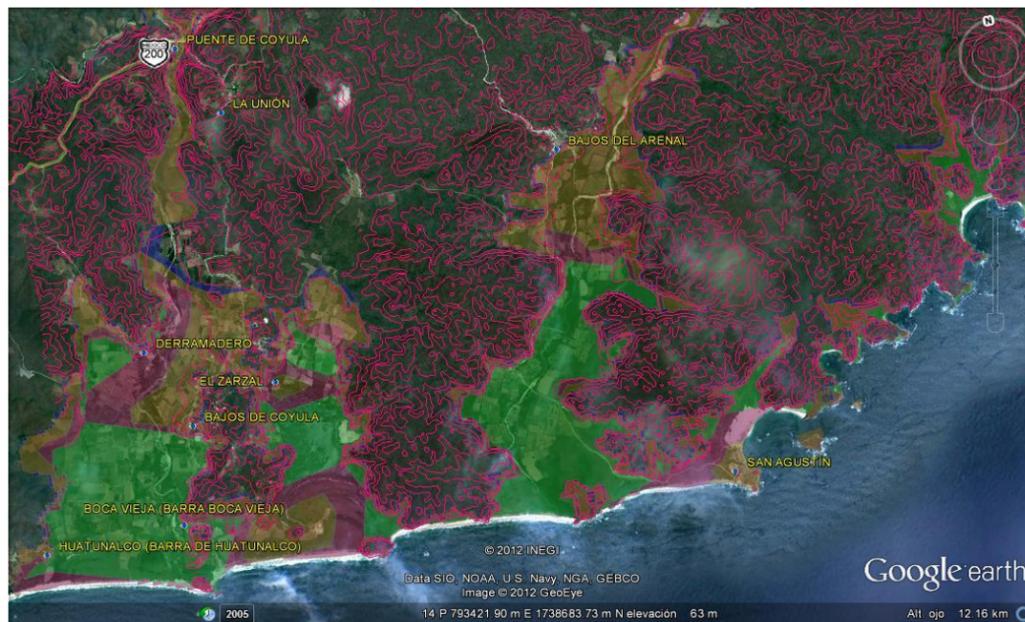


Figura.- 47 Precipitación para septiembre, octubre, noviembre y diciembre

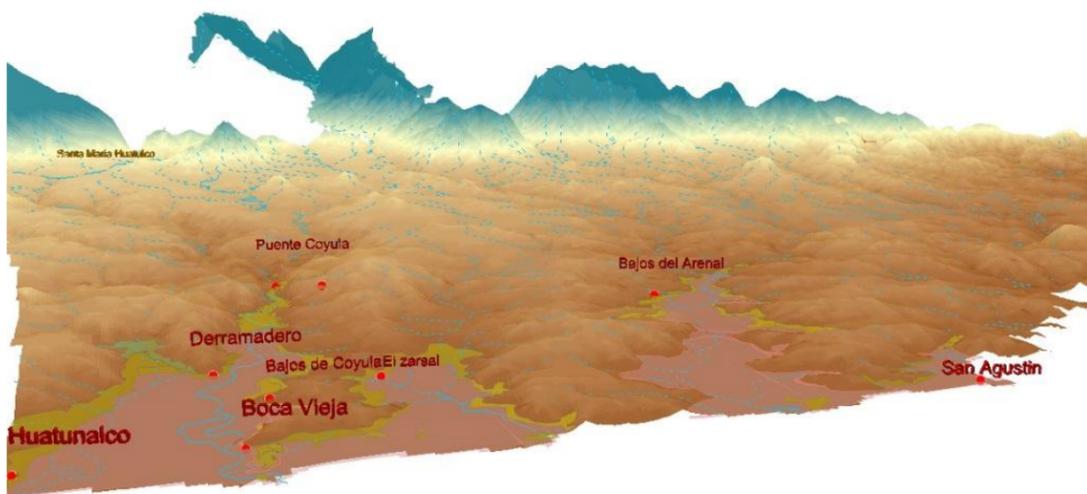
Vulnerabilidad por Inundación

Como se puede observar en el Mapa 13, las zonas de peligro por inundación del municipio se ubican principalmente en las zonas bajas cercanas al mar, donde confluyen factores de poca pendiente, inexistencia de barreras naturales o cauces definidos. Las viviendas ubicadas en estos lugares, generalmente invadiendo los cauces de ríos y arroyos o muy cercanos a ellos, generan el riesgo al edificar en zonas de inundación claramente definidas, según lo indican los datos estadísticos de años anteriores. Esto ante lluvias torrenciales que generalmente ocurren en las partes altas de las cuencas, descargando a través de los cauces de los arroyos; si a esto le aunamos la falta de saneamiento de las cuencas, acumulación de basura y muchas veces generación de bloqueos por descarga de materiales de desecho en los cauces de los ríos, todas estas condiciones confluyen generando inundaciones que afectan por supuesto a las viviendas ahí situadas.

Mapa 13.- Zonas de inundación

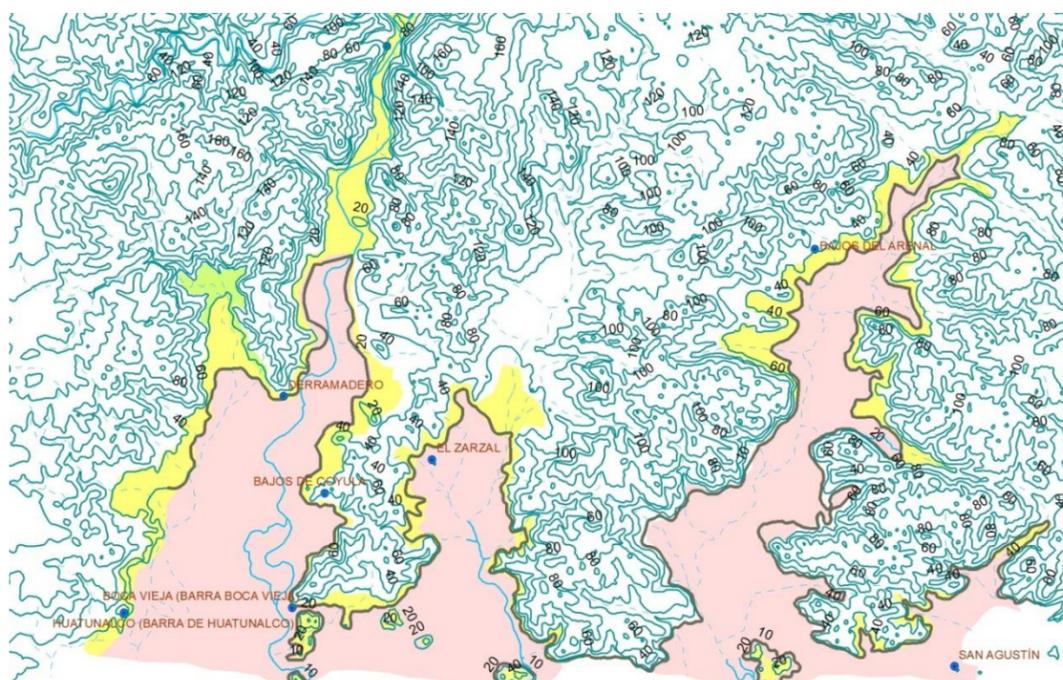


Mapa 14.- Modelo de elevación digital. Zonas de inundación

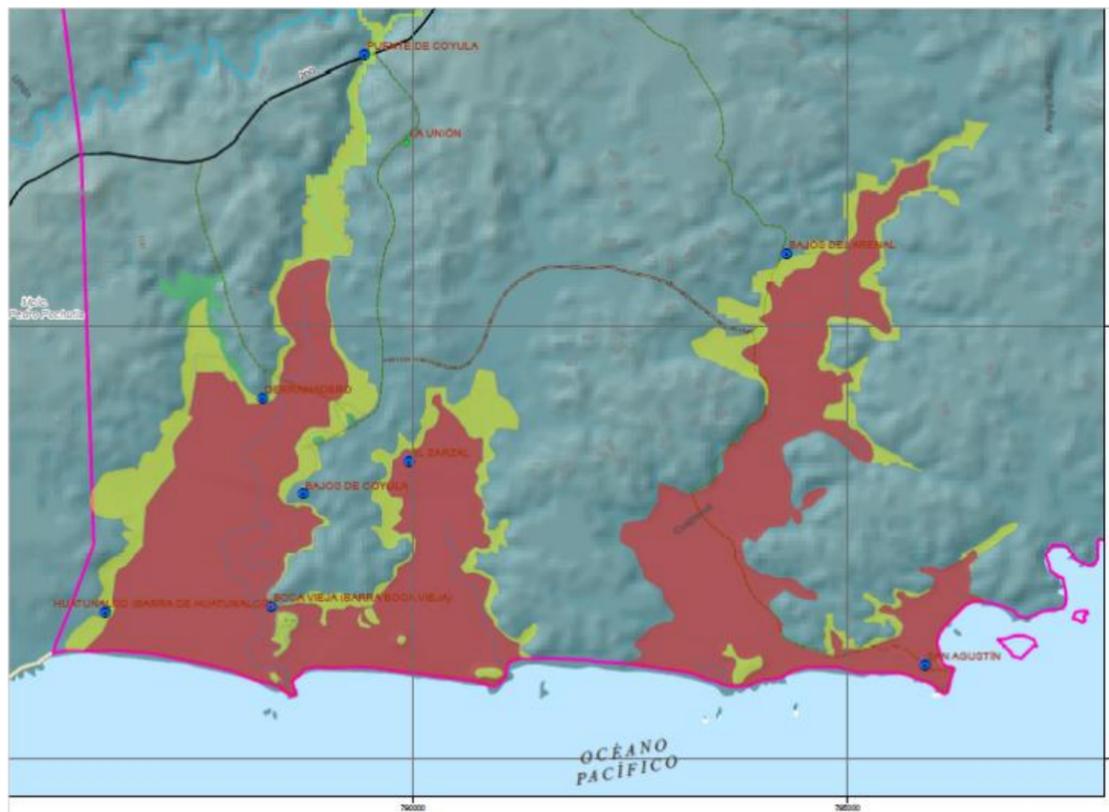


Al comparar la información topográfica con imagen de satélite para determinar las áreas susceptibles de inundación, se corrobora la verificación de campo, al igual que con los antecedentes de afectaciones en años anteriores proporcionadas por el propio MSMH

Mapa 15.- Curvas de nivel. Zonas de inundación



Mapa 16.- Mapa de peligro por inundación



Como se puede observar en el mapa anterior, las comunidades de Huatulco, Derramadero, El Zarzal, Bajos de Coyula, Boca Vieja, Bajos del Arenal, San Agustín, Puente de Coyula por su ubicación cercana al mar en las zonas más bajas del municipio y en los cauces de los ríos. Son susceptibles y han sido afectadas por inundaciones en años anteriores, por lo cual es importante regular los asentamientos humanos en estas zonas de alto riesgo. Mediante la aplicación estricta de la Normatividad vigente, tanto Federal, como estatal y municipal. Ya que cualquier obra de mitigación que se pudiera plantear resultaría insuficiente en virtud del tipo de suelo, cercanía de los ríos y pendiente del terreno.

Tabla 29.- Vulnerabilidad y Riesgo por Inundación

Localidad	Población en riesgo (estimada)	Viviendas en riesgo (estimadas)	Vulnerabilidad	Riesgo
Bajos del Arenal	266	66	Alta	Muy Alto
Bajos de Coyula	540	142	Alta	Muy Alto
El Zarzal	62	15	Alta	Muy Alto
Puente de Coyula	194	40	Alta	Muy Alto
Huatulco (Barra de Huatulco)	96	22	Alta	Muy Alto
Derramadero	182	43	Alta	Muy Alto
Boca Vieja (Barra Boca Vieja)	151	33	Alta	Muy Alto
San Agustín	250	64	Alta	Muy Alto
La Bocana de Copalita	92	19	Alta	Muy Alto
Puente Copalita	115	31	Alta	Alto

5.2.7. Masas de aire (heladas, nevadas y granizo)

5.2.7.1. Heladas

La helada es un fenómeno hidrometeorológico que se presenta cuando la temperatura desciende por debajo de los 0°C, si a las 18:00 horas se tiene un cielo despejado y una temperatura ambiente igual o menor a 3°C, existe una alta probabilidad de que se presente una helada en el transcurso de la noche, particularmente en invierno (Consulta 16).

Al realizar el análisis de las temperaturas mínimas promedio del MSMH, se observa que los meses con menor temperatura son: noviembre, diciembre, enero y febrero (temporada invernal), sin embargo ningún mes registran temperaturas ≤ 0 °C.

Otro factor que determina que en el MSMH no exista riesgo de heladas es la altura, la cual debe ser superior a los 2000 m, sin embargo como ya se mencionó en el capítulo II donde se describen las características de la zona de estudio, la altura a la que se encuentra el MSMH es de 220 msnm.

5.2.7.2. Nevadas

Las nevadas, también conocidas como tormentas de nieve, son una forma de precipitación sólida en forma de copos de nieve se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua (Consulta 17).

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son los que ocurren generalmente durante el invierno, como son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve; sin embargo debido a la situación geográfica del MSMH este fenómeno hidrometeorológico no se presenta pues ocurre solo en regiones altas como montañas o sierras.

5.2.7.3. Granizo

El granizo consiste en gotas de agua sobre enfriadas que se congelan y que por acción del viento pueden regresar a la nube y crecer en tamaño, debido a que más gotas súper frías se le adhieren. Se habla de tormenta de granizo o granizada cuando el granizo que cae es abundante, pudiendo causar graves daños en cosechas, bienes materiales (coches, tejados...) e incluso en seres vivos (Consulta 17).

De acuerdo a las normales climatológicas determinadas por el Servicio Meteorológico Nacional en el periodo de tiempo 1951 - 2010 el MSMH no ha presentado granizadas, debido a que las condiciones climatológicas, atmosféricas y oceanográficas del municipio no son propicias para que dicho fenómeno se manifieste.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Analizando los diferentes elementos que generan las condiciones de Riesgo para el municipio de Santa María Huatulco, como se describe en el presente documento, los fenómenos geológicos: sismos, deslizamientos y derrumbes, son los más probables de ocurrir. De ellos los sismos son los que pudieran causar mayores afectaciones debido a la ubicación cercana del municipio a la zona sismogénica de la Placa de Cocos y la Placa Continental. Afectando principalmente a las edificaciones con materiales ligeros como barro, paja, madera. Así como aquellas que aun siendo construidas con mampostería pero sin la debida asesoría, pueden resultar más vulnerables ante un sismo. Para ello es necesario implementar programas de reforzamiento de viviendas y edificaciones públicas que previo diagnóstico de un especialista determine su vulnerabilidad estructural. Por otro lado, la revisión y actualización del Reglamento de Construcción Municipal, y su aplicación favorece la construcción de edificaciones sismoresistentes. Así mismo, se sugiere implementar o actualizar el sistema catastral, que permita mediante aplicaciones geomáticas, la actualización del presente estudio, favoreciendo los análisis de vulnerabilidad física y por ende del nivel de riesgo, montos esperados de perdidas, tanto de la infraestructura pública como de las viviendas particulares.

Otro factor que incrementa la vulnerabilidad ante este tipo de fenómenos es la falta de concientización y la capacitación sobre las medidas a adoptar para prevenir, mitigar y prepararse para una emergencia.

Para ello la preparación y organización de las comunidades más vulnerables es fundamental, considerando aspectos como establecimiento de sistemas de comunicación de emergencias, planeación para emergencias comunitarias, simulacros, capacitación en formación de brigadas comunitarias, establecimiento de albergues temporales, fortalecimiento de cuerpos de emergencia locales.

Tabla 30 Clasificación del Riesgo por fenómenos de origen geológico:

FENÓMENO	NIVEL DE RIESGO
Fallas y Fracturas	Alto
Sismos	Muy Alto
Tsunamis o maremotos	Alto
Peligros Volcánicos	No Aplica
Deslizamientos	Alto
Derrumbes	Medio
Flujos	Alto
Hundimientos	Muy Bajo
Erosión	Bajo

Tabla 31 Clasificación del riesgo por fenómenos de origen hidrometeorológico:

FENÓMENO	NIVEL DE RIESGO
Sistemas Tropicales. Huracanes	Muy Alto
Ondas tropicales	Muy Alto
Masas de aire. Nevadas	No Aplica
Heladas y granizadas	No Aplica
Tormentas eléctricas	Bajo
Sequías	Bajo
Temperaturas máximas extremas	Medio
Vientos Fuertes	Medio
Inundaciones	Muy Alto

Para cada una de las comunidades enlistadas en zonas de riesgo alto y medio. (Véase *Tabla 28.- Deslizamientos en el Municipio de Santa María Huatulco*) así como los mapas de aceleración sísmica, se deberán diseñar planes de emergencia locales, que establezcan claramente cuáles son las actividades a realizar por las autoridades locales, representantes comunitarios y/o vecinales, para actuar de manera expedita ante la manifestación de un sismo. De igual manera se define la

coordinación con la cabecera municipal para el desplazamiento de los recursos disponibles (cuerpos de emergencia, suministros y apoyos, evacuación de las personas y ubicación en albergues temporales, evaluación de daños y análisis de necesidades). Así mismo, aunque menos vulnerables debido a la infraestructura existente, es necesario considerar el diseño e implementación de programas de atención al turismo.

Para el resto de los fenómenos geológicos que pueden afectar al municipio de Santa María Huatulco, en el apartado siguiente se detallan obras de mitigación que pueden ayudar a prevenir desastres, aunque también la preparación es necesaria.

En lo que respecta a los fenómenos hidrometeorológicos, los que mayor riesgo representan para el Municipio, son los huracanes e inundaciones, ello derivado de la ubicación en la costa del Océano Pacífico, donde se generan un considerable número de Tormentas y Ciclones Tropicales, de los cuales el mayor peligro es debido a los escurrimientos de aguas, afectando a aquellas comunidades ubicadas cerca de los márgenes de los ríos y arroyos (*Mapa 16.- Mapa de peligro por inundación*) de igual manera que en el caso del resto de los fenómenos es importante el establecimiento, práctica y evaluación de planes de emergencia locales.

A diferencia de los sismos, los huracanes e inundaciones son hasta cierto punto previsibles, lo cual permite a las autoridades y población en general adoptar las medidas de prevención, como pueden ser desalojo de población en zonas de riesgo, ubicación en albergues temporales, hasta que la emergencia haya sido superada. Sin embargo, existen procesos sociales que hacen que las personas no quieran abandonar sus hogares, poniéndose en mayor riesgo, y para ello también es necesario preparar cuerpos de rescate y atención prehospitalaria que puedan apoyar las labores de atención a la población afectada.

No obstante, el mayor problema es la construcción social del riesgo, y lo es debido a que se trata de un fenómeno social multifactorial, que para poder solucionarlo se requieren enfoques diversos, como son: lograr la concientización de las personas para no ubicarse en zonas de riesgo y hacer que las autoridades cuenten con los elementos necesarios para la prohibición de asentamientos irregulares; pero también el factor económico político, determina en muchas de las veces este tipo de asentamientos, la falta de espacios adecuados y al alcance de la población más vulnerable y el desconocimiento del peligro al que están expuestos.

Es importante que las autoridades municipales, hagan campañas de difusión y concientización con la población en general, de los riesgos a los que están expuestos, las medidas que pueden adoptar para la prevención de desastres, mitigación de sus efectos y preparación ante emergencias.

Una de las medidas más importantes es la prevención de riesgos, evitando, prohibiendo y/o desincentivando la edificación de viviendas en zonas de alto y muy alto riesgo, ya que es una costumbre que por falta de recursos económicos muchas veces, otras por desinformación llevan a las personas a ubicarse en zonas no aptas para la edificación de viviendas, y que al hacerlo en zonas de peligro, construyen lo que se ha denominado construcción social del riesgo. Dentro de las medidas que puede optar el municipio y que se encuentran enmarcadas por la Ley General de Protección Civil, están la inclusión en los reglamentos de construcción de zonas restringidas o zonas prohibidas por el nivel de exposición a los peligros. La adecuada difusión de cuáles son esas zonas, la notificación a aquellas personas que deseen o se instalen en zonas de alto peligro. Lo cual adicionalmente los deja fuera de cualquier apoyo que pudiera darse en caso de una contingencia, según las reglas vigentes del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN).

Lo cual se sugiere se haga extensivo a autoridades comunales, para que identifiquen y reconozcan cuales son los espacios no aptos para la edificación de viviendas, y que en ámbito de su competencia actúen en consecuencia a los resultados del presente estudio.

Recomendaciones para la estabilidad de fenómenos geológicos (Derrumbes, deslizamientos, Flujos, Erosión y Fallamientos).

1. Cambiar la geometría del talud
2. Drenaje del agua del subsuelo en el talud
3. Reforzar la masa del talud

1. Cambiar la geometría del talud.

Consiste en reducir la altura (h) o reducir el ángulo (α o β) del talud, siendo el método más económico de mejorar la estabilidad del talud. Sin embargo, no siempre es el método más efectivo, ya que al reducir estas variables no solamente se reduce la fuerza impelente (deslizante de empuje), sino que también reduce el esfuerzo normal y entonces la fuerza friccionante que se opone al movimiento.

Como regla, los taludes con inclinaciones fuertes pueden estabilizarse reduciendo la altura, mientras que taludes con gran altura y relativamente tendidos pueden estabilizarse reduciendo el ángulo del talud, siempre que la estabilidad no esté controlada por estructuras geológicas mayores. La ventaja de este método sobre otros es que sus efectos son permanentes.

Para desniveles altos deben eliminarse cargas. Para ello, se construyen bancos o bermas horizontales en dirección perpendicular al eje del corte, con un ángulo tal que evite la acumulación de agua.

Los objetivos de estas bermas son:

- Disminuir carga
- Evitar escurrimientos
- Evitar que los fragmentos caigan al suelo

El ancho de la berma depende de 3 condiciones:

- Profundidad del tajo o corte
- Tipo de roca
- Topografía por encima del punto más alto del tajo

2. Drenaje del agua del subsuelo en el talud.

La presencia de agua del subsuelo en la masa de roca en la cual se ha cortado el talud siempre es perjudicial para su estabilidad.

El método de estabilidad por medio del drenaje reducirá las presiones de agua actuantes en el plano de deslizamiento aumentando el esfuerzo normal efectivo y, por tanto, aumentando la resistencia.

Drenes de canal cuya finalidad es evitar que la grieta de tensión se inunde por agua de escurrimiento y produzca presiones hidrostáticas que puedan deslizar el talud. Estos drenes deberán tener un mantenimiento para evitar azolve, así como ser construidos con una pendiente suficiente para que desagüe rápidamente. Nota: Cuando se observen grietas de tensión en las partes superiores del talud es aconsejable se rellene con material poroso (grava) y luego sellar la parte superior de la misma con material impermeable (arcilla)

Drenes horizontales con el objetivo de eliminar el agua de la grieta de tensión rápidamente, al no poder evitar que el agua penetre en la misma.

Drenes de recolección del drenaje. Es la forma más efectiva de estabilizar un talud crítico. Tiene la ventaja de que estas galerías descubren un gran número de fracturas por donde escurre libremente por gravedad el agua contenida en aquellas.

3. Reforzar la masa del talud

Para reforzar la masa del talud, sea esta constituida de suelo o de roca, se cuenta cuando menos de tres tipos de métodos, estos son:

- Pernos de anclaje
- Contrafuertes
- Protección superficial

a. Pernos de anclaje

Este reforzamiento es económicamente factible en taludes pequeños. Esto porque las fuerzas que tienen que aplicarse en las anclas pueden llegar a subir hasta en 20% el peso total del material que es potencialmente inestable.

Una fuerza debida a las anclas es la que aumenta la resistencia por fricción y que es normal al plano de deslizamiento, y otra paralela a este plano que se resta de las fuerzas actuantes.

b. Contrafuertes

Son estructuras masivas de concreto o mampostería que se colocan en la base del talud y que proporcionan fuerzas resistentes adicionales.

c. Protección superficial

Se usan para protección los siguientes métodos:

- c.1. **Vegetación.**- se coloca vegetación tomando en consideración la ecología de la zona y la pendiente.
- c.2. **Zampeado.**- colocación de material de boleó o bloques de piedra en zonas potencialmente erosionables del talud.
- c.3. **Concreto lanzado (shot creet).**- el concreto impedirá la salida del agua, esto implica el diseño de un sistema de drenaje.

Medidas de Control					
Derrumbe	Deslizamiento	Flujos	Fallas	Caída de Rocas	Falla de Masa Rocosa
Corte de talud a pendiente apropiada.	Drenaje de aguas superficiales.	Trabajo de ladera.	Terraplenado a pendiente apropiada.	Remoción de origen	Remoción de origen
Drenaje subterráneo	Drenaje de aguas subterráneas poco profundas.	Trabajo de quebrada	Drenaje de aguas subterráneas		
	Drenaje de aguas subterráneas profundas.				
	Remoción de cabeza.				
	Terraplén de contrapeso.				

Medidas de Contención					
Derrumbe	Deslizamiento	Flujos	Fallas	Caída de Rocas	Falla de Masa Rocosa
Cribas proyectadas.	Pilotaje.		Muro de contención.	Proyección de mortero	Tendido de cuerdas de alambre.
Pernos de roca (inserción de varillas de acero).	Anclaje		Muro de suelo reforzado.	Revestimiento de hormigón.	Adhesión de roca.
Anclaje			Anclaje	Malla de prevención de caída de rocas tipo revestimiento	Perno de roca.
				Cribas proyectadas.	
				Perno de roca.	
				Valla de protección ante caída de rocas.	
				Malla de protección ante caída de rocas tipo bolsillo	
				Túnel falso	

Medidas de Protección					
Derrumbe	Deslizamiento	Flujos	Fallas	Caída de Rocas	Falla de Masa Rocosa
Muro de contención		Aseguramiento de sección transversal de flujo.			
		Túnel falso para flujo de escombros.			
		Dique de transferencia para control de erosión			

Con la finalidad de mitigar algunos de los riesgos detectados en el MSMH, se proponen una serie de obras, con las cuales se busca evitar que sucedan accidentes. Es importante mencionar que en caso de considerar el desarrollo de estas propuestas, dichos proyectos deberán ser elaborados por personal calificado, realizando para ello los estudios de mecánica de suelos donde apliquen, y realizar las obras bajo la debida supervisión de ingenieros civiles, ingenieros geotécnicos según corresponda.

Tabla 32.- Obras de Mitigación propuestas

DERRUMBES			
COMUNIDAD	OBSERVACIONES	PELIGRO	OBRA SUGERIDA
COLONIA H3 (ESCUELA)	Escuela ubicada en una ladera con posibilidades de derrumbes.	Derrumbe	Reforzar la masa del talud, contrafuertes y protección superficial
COLONIA H3 (KINDER)	Zona con posibilidad de derrumbes	Derrumbe	Reforzar la masa del talud, contrafuertes y protección superficial
SAN JOSÉ CUAJINICUIL	Las laderas pueden ser aparentemente estables pero al observar con detalle se concluye inestabilidad. Tienen inclinaciones que superan los 25°, ya que son comunidades establecidas en mayores altitudes.	Derrumbes	Cambiar la geometría del talud
CUAJINICUIL ALTO	Las laderas de estas localidades presentan pendientes de aproximadamente 40° a 60° tienen una vulnerabilidad de que existan derrumbes, por la alteración del terreno producida por los habitantes y el fallamiento existente	Derrumbes	Cambiar la geometría del talud
XÚCHITL EL ALTO	Sobre el arroyo que pasa por la localidad de Xúchitl el Alto existe la traza de lineamientos con orientación N15°W. Esto nos indica que la zona es inestable.	Derrumbes	Estabilidad de taludes
CERRO CHINO	Por estar cerca de estas zonas y en laderas altas, siempre existe la posibilidad de un derrumbe, es el caso de esta comunidad.	Derrumbes	Contrafuertes y concreto lanzado
ARROYO XÚCHITL	En esta localidad existen laderas frágiles que pueden derrumbarse, la presencia de fallas y lineamientos cercanos, pueden ser indicadores de movimiento de masas	Derrumbes	Reforzamiento de la masa del talud
EL PARAJITO	Se observaron casas en laderas peligrosas que pueden sufrir un derrumbe fácilmente. La inclinación es de 30 a 45°, también hay posibilidad de deslizamientos de arena.	Derrumbes	Drenes de canal, y contrafuertes

DERRUMBES			
COMUNIDAD	OBSERVACIONES	PELIGRO	OBRA SUGERIDA
(TRAZA DE LA FALLA CHACALAPA)	En este punto se llega a un manantial de agua potable, muy probablemente el acuífero se aloje en la zona milonítica de la falla.	Derrumbes	Sistema de enmallado de acero y muros de contención
ZONA DE DERRUMBES	Es evidente en el punto de estudio que encontramos gran molienda de roca producto del movimiento de fallas (Falla Chacalapa)	Derrumbes	Contrafuertes y concreto lanzado
ERRADURA	En los recorridos por la comunidad observamos laderas con un poco de derrumbes, consecuente del mismo material de la falla	Derrumbes	Pernos de anclaje y contrafuertes
PUENTE DE COYULA	Laderas a la orilla de del Río Coyula con gran posibilidad de deslizamientos, y derrumbes. Las laderas tienen más de 45° de inclinación.	Derrumbes	Muros de contención y reforzamiento de la masa del talud
PUENTE DE COYULA (TELESECUNDARIA)	Telesecundaria en peligro de Derrumbe ya que se encuentra en una ladera inestable con una pendiente de 45° de inclinación	Derrumbes	Muros de contención y reforzamiento de la masa del talud

DESLIZAMIENTOS			
COMUNIDAD	OBSERVACIONES	PELIGRO	OBRA SUGERIDA
COLONIA H3 (CASAS)	Casas ubicadas en sitios donde se pueden presentar deslizamientos	Deslizamientos	Drenes de recolección del drenaje, y drenes de canal.
COLONIA H3 (TIRADERO)	Al parecer están realizando una construcción en laderas con posibilidad de deslizamientos.	Deslizamientos	Reforzamiento de la masa del talud, y protección superficial con vegetación.
PUEBLO VIEJO	La comunidad presenta laderas con pendientes consideradas de aproximadamente de 20 a 30° de pendientes en sus alrededores. Existe posibilidad de ocurrir algún tipo de deslizamiento de masas, esto por la cercanía de fallamiento en la región.	Deslizamientos	Estabilidad de laderas
PIEDRA DE MOROS	Se observa escuela aparentemente sin peligro de derrumbes o fracturamientos importantes, pero sí una gran alteración por erosión del terreno. Arenas sueltas, en general sus pendientes son suaves de aproximadamente de 15 a 20°.	Deslizamientos	Estabilidad de laderas
LAS POZAS	El arroyo tiene una lineación de un posible fallamiento. Se observa la zona aparentemente estable con algunas alteraciones producto del corte de laderas y taludes por el hombre, la cual deja posibilidad de un derrumbe.	Deslizamientos	Reforzamiento de la masa del talud, y protección superficial con vegetación.
ARROYO TODOS SANTOS	En este punto logramos obtener datos estructurales de un posible fallamiento normal con rumbo al NE35°/54° de inclinación y cae hacia N10°W. Cabe mencionar que es posible que se esté midiendo la foliación de la roca.	Deslizamientos	Reforzamiento de la masa del talud, y protección superficial con vegetación.

DESLIZAMIENTOS			
COMUNIDAD	OBSERVACIONES	PELIGRO	OBRA SUGERIDA
LADERA DEL RÍO COPALITA	En esta zona se observa en las laderas del Río Copalita una gran vulnerabilidad de inundación, también la probabilidad de deslizamientos a la población cercana.	Deslizamientos	Drenes de recolección del drenaje
TECHAL BLANCO	Existe peligro en esta parte, por laderas erosionadas que cruzan calles de la colonia Techal Blanco. Pendientes de 25 a 30° se visualizan en este sitio, por lo que se hace mención de algún derrumbe a baja escala.	Deslizamientos	Protección superficial con vegetación y zampeado
PASO ANCHO	Se observa laderas considerables con pendientes de 15 a 20° lo que nos indica un peligro medio de derrumbes	Deslizamientos	Estabilidad de laderas
FRACCIONAMIENTO EL CRUCERO	En el entronque se presentan casas en laderas con pendientes consideradas de unos 20°, pero al llegar al fraccionamiento se observa que no hay derrumbes ni deslaves, las laderas son estables y firmes concluyendo que existe poco peligro de deslizamientos	Deslizamientos	Estabilidad de laderas y protección superficial con vegetación.
PUENTE DE COYULA	En la rivera del arroyo que desemboca en el Río Coyula, observamos asentamientos en las orillas del arroyo. Con muchos problemas de derrumbes en toda la comunidad de las Amapolas. Es de resaltar que ahí se encuentra una Primaria, con muchas posibilidades de derrumbes e inundación.	Deslizamientos	Drenes de recolección del drenaje, y drenes de canal.
PUENTE DE COYULA	Si se inunda y es muy posible que ocurran derrumbes. Estas laderas que la rodean tienen inclinaciones que superan los 45°	Deslizamientos	Drenes de recolección del drenaje, y drenes de canal.
BAJOS DE COYULA	Laderas con poca posibilidad de derrumbes aunque existe otra de deslizamientos de masas, sus pendientes son suaves pero de material poco consolidado.	Deslizamientos	Reforzamiento de la masa del talud, y protección superficial con vegetación.
BAJOS DE COYULA	Aquí existen peligros distintos uno de ellos son los deslizamientos pero también existe la posibilidad de inundación.	Deslizamientos	Reforzamiento de la masa del talud, y protección superficial con vegetación.
BAJOS DE COYULA	Escuela primaria que pueda estar en peligro por deslizamientos de laderas, también hay posibilidad de acarreo de sedimentos arenosos existentes en la zona.	Deslizamientos	Drenes de recolección del drenaje, y drenes de canal.
BOCA VIEJA (EL CHARCO)	Planicie donde puede llegar una posible inundación del Río Coyula	Deslizamientos	Drenes de recolección del drenaje, y drenes de canal.
PLAYA BOCA VIEJA	Unión del Río Coyula con el Océano Pacífico, con gran posibilidad de formar un abanico aluvial de mayores dimensiones	Deslizamientos	Drenes de recolección del drenaje, y drenes de canal.
FRACCIONAMIENTO 20 DE NOVIEMBRE	Este fraccionamiento presenta arroyos muy cercanos que al crecer la corriente existe la posibilidad de deslizamientos	Deslizamientos	Drenes de recolección del drenaje, y drenes de canal.

FLUJOS			
COMUNIDAD	OBSERVACIONES	PELIGRO	OBRA SUGERIDA
COMUNIDAD EL FAISÁN	No se observaron laderas con posibilidad de derrumbe, pero como es una zona fácilmente alterada puede sufrir deslaves.	Flujos de arena	Protección superficial con vegetación y zampeado
ARROYO GONZÁLEZ	Presenta escurrimientos originados por la erosión de la lluvia, y algunos flujos de arena suaves	Flujos de arena	Protección superficial con vegetación y zampeado
LA JABALINA	El sitio presenta una estabilidad en los taludes, las pendientes son de bajo grado 10 a 15°. Existe erosión por los arroyos que bajan al Río Copalita	Flujos de arena	Protección superficial con vegetación y zampeado
LAGUNA SECA	Existe gran cantidad de depósitos de arena consecuencia de corriente fluvial	Flujos de arena, Deslizamientos y Erosión	Reforzamiento de la masa del talud, y protección superficial con vegetación.
PLAYA BOCA VIEJA	Unión del Río Coyula con el océano Pacífico, con gran posibilidad de formar un Abanico Aluvial de mayores dimensiones	Flujos e Inundación	Drenajes del agua del subsuelo en el talud
BAJOS DEL ARENAL	La localidad presenta vulnerabilidad de un deslizamiento, sus pendientes sobrepasan los 30°, las casas se encuentran cerca de laderas inestables y de material poco consolidado.	Flujos de arena	Drenajes del agua del subsuelo en el talud
COLONIA H3 (FLUJOS)	Flujos de arena por la erosión de la lluvia.	Flujos	
LADERAS FRÁGILES	En la orilla del camino se observa la posibilidad de inundación por los arroyos, que pueden provocar un deslizamiento	Flujos	Contrafuertes y protección superficial con vegetación y zampeado

EROSIÓN			
COMUNIDAD	OBSERVACIONES	PELIGRO	OBRA SUGERIDA
(PIEDRA DE MOROS)	Se observa escuela aparentemente sin peligro de derrumbes o fracturamientos importantes, pero sí una gran alteración por erosión del terreno. Arenas sueltas, en general sus pendientes son suaves de aproximadamente de 15 a 20°.	Erosión, alteración humana	Contrafuertes y protección superficial con vegetación y zampeado
PIEDRA DE MOROS	Zona que presenta en la brecha erosión y flujos de arena y lodo.	Erosión, Flujos de arena	Protección superficial con vegetación y zampeado
ARROYO GONZÁLEZ	Presenta escurrimientos originados por la erosión de la lluvia, y algunos flujos de arena suaves	Erosión, Flujos de arena	Protección superficial con vegetación y zampeado
ARENOSO	La corriente de los arroyos arrastra gran cantidad de sedimentos (arenas) que gran parte de ellas se asientan en esta zona, por lo que consideramos vulnerabilidad de flujos de arena.	Erosión, Flujos de arena Deslizamientos	Protección superficial con vegetación y zampeado

FALLAS			
COMUNIDAD	OBSERVACIONES	PELIGRO	OBRA SUGERIDA
FALLA EN CERRO CHINO	Zona de cizalla de fallamiento lateral, la traza de la Falla Chacalapa	Zona de Falla	Estabilidad del fallamiento, pernos de anclaje, contrafuertes
FALLA XÚCHITL EL ALTO	Sobre el arroyo que pasa por la localidad de Xúchitl el Alto existe la traza de lineamientos con orientación N15°W. Esto nos indica que la zona es inestable.	Zona de Falla	Reforzamiento de la masa del talud, Estabilidad del fallamiento, pernos de anclaje, contrafuertes
FALLA EL JARDIN	Existencia de fallas en esta zona, evidenciada en las fotos	Fallas	Reforzamiento de la masa del talud, Estabilidad del fallamiento, pernos de anclaje, contrafuertes
FALLA CHACALAPA	En este punto se llaga a un manantial de agua potable, muy probablemente el acuífero se aloje en la zona milonítica de la falla.	Derrumbes fuertes por fallamientos	Enmallado. Reforzamiento de la masa del talud, Estabilidad del fallamiento, pernos de anclaje, contrafuertes

RECOMENDACIONES GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN COMUNIDADES EN RIESGO.

- Impedir el asentamiento de viviendas y cualquier tipo de construcciones sobre el cauce de los arroyos y drenajes naturales, por pequeños que estos sean, ya que en lluvias extraordinarias estos actúan como concentradores de agua. Así como en las zonas delimitadas de peligro geológico.
- En caso de existir viviendas con daños estructurales que se encuentran en zonas de alto y muy alto peligro deben de ser desalojadas y derribadas. Los predios en los que se encuentran deben de ser evaluados en función de la conveniencia o no de reforzar su estabilidad mediante la construcción de muros de contención. Estas acciones se tienen que realizar mediante la supervisión de un Ingeniero Civil.
- En caso de que se logre estabilizar los predios afectados mediante muros de contención, estos deben de cimentarse sobre la roca firme que se encuentra debajo de la capa de suelo y contar con salidas que permitan el flujo de agua.
- Para la construcción de viviendas deberán sujetarse a la autorización del área encargada, y ésta puede fundamentar su argumentación en los resultados de este estudio. El cual también puede servir de base para analizar, actualizar o crear el reglamento de construcción y obras municipales.
- Elaborar un programa de revisión del sistema de drenaje de aguas negras y de conducción de agua potable. Reparar las fugas y darle mantenimiento permanente, evitando los drenajes superficiales. Para la conducción de agua es necesario utilizar tubería de material flexible, resistente a esfuerzos cortantes y de tensión.
- En las partes altas de las poblaciones en riesgos por deslizamiento de laderas, realizar obras de captación y conducción de agua de lluvia, de tal manera de evitar que ésta se infiltre en el suelo. Estas obras deben de estar planeadas de acuerdo a un proyecto previo que contemple condiciones del terreno como la pendiente, características del suelo y rocas, canales de conducción y sitios de almacenamiento del agua, entre otros.
- Entubar y controlar las salidas de los manantiales y nacimientos de agua que existan dentro de la población, mediante la construcción de obras adecuadas de almacenamiento. El dejar que escurran libremente aumenta de forma considerable el contenido de agua en el suelo y su consecuente reblandecimiento y pérdida de cohesión.
- Cuando las viviendas son construidas con sus muros pegados a los cortes realizados en el talud. Esto provoca humedad y que el agua contenida en el suelo no tenga salida. Es necesario realizar cortes para separar los muros de las viviendas del talud y construir canales que capten el agua contenida en el suelo y desvíen el agua de lluvia.
- Detener la tala irracional del bosque, especialmente en las zonas altas y diseñar un programa de reforestación que permita recuperar las áreas deforestadas.
- Elaborar un programa de desarrollo urbano que regule el crecimiento de la población así como las características constructivas de las viviendas y obras en general. En este sentido el mapa de

peligros que aquí se presenta puede servir de base para ubicar zonas en las que no es recomendable construir.

- En todo caso cuando se requiera una construcción en zonas de medio a bajo peligro es necesario realizar estudios geotécnicos como sondeos de mecánica de suelos y otros que permitan determinar las características físicas del suelo.

RECOMENDACIONES PARA LA PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS

Si bien es cierto que adoptar medidas de prevención y de mitigación, reducen en gran medida los peligros y los riesgos, la realidad es que los fenómenos naturales, cada día se exacerban mas, provocando manifestaciones denominadas atípicas, que se siguen volviendo cada vez más recurrentes, lo cual nos obliga a prepararnos para hacer frente a situaciones de emergencia que requieran de la actuación coordinada de los diferentes organismos encargados de velar por la seguridad de los habitantes y visitantes del MSMH. Como se pudo constatar la Dirección de Protección Civil Municipal, cuenta con un Plan de Contingencias, donde se definen claramente las funciones de cada uno de los organismos tanto municipales, estatales, federales y de la sociedad civil que interactúan en caso de una emergencia. La adecuada coordinación de todas aquellas instituciones involucradas en la atención de emergencias y desastres, debe ser una prioridad dentro de las acciones que la Unidad Municipal de Protección Civil implemente, para que basándose en el presente estudio, establezcan planes de emergencia por localidad y para cada uno de los fenómenos a los que están expuestas, según lo descrito en el presente estudio. Lo anterior en virtud de que los servicios de emergencia se concentran en la zona turística y en muchos casos las comunidades en riesgo se ubican fuera de esta zona. Por ello de manera adicional se plantea la necesidad de elaborar y ejecutar diversos programas de capacitación y formación en materia de protección Civil y atención de emergencias, los cuales pueden consistir en lo siguiente:

- Actualización de Planes de Emergencia
- Programa de Seguridad y Emergencia Escolar
- Programa Interno de Protección Civil en empresas, oficinas y demás establecimientos que aglomeren a grandes cantidades de personas.
- Programa de capacitación a prestadores de servicios turísticos: turismo tradicional, de aventura y ecológico.
- Programa comunitario de fortalecimiento de capacidades locales para la prevención y atención de emergencias.
- Programa de formación de cuerpos de paramédicos, rescate y bomberos.
- Capacitación a cuerpos de seguridad y Protección Civil.
- Diseño, implementación y mejora continua de Planes de Emergencia comunitarios y municipales.
- Diseño de escenarios y simulacros de orden comunitario y municipal.
- Diseño e implementación de un sistema de comando de emergencias.
- Formación de Instructores.
- Programa de hermanamiento de ciudades, para la actualización de los equipos de rescate y bomberos.

SUGERENCIAS PARA OBTENER FINANCIAMIENTO PARA LAS OBRAS Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

En la actualidad existen instituciones que apoyan a los estados y municipios con riesgos de desastre por fenómenos naturales, a las cuales se puede acceder mediante diversos instrumentos, entre ellas podemos mencionar, el Programa de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos, de la SEDESOL, el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), el Programa Municipio Seguro Resistente a Desastres, que maneja la Coordinación General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y dentro del Gobierno del Estado, la Secretaría de las Infraestructuras.

Cada una de ellas establece sus propias reglas de operación y mecanismos de financiamiento, de los cuales comento algunos.

SEDESOL

Respecto al procedimiento para el financiamiento de obras de mitigación, según las reglas de operación vigentes (27-dic-2011), del Programa de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos, de la SEDESOL, en el apartado 3.5.1 Tipos de apoyo, establece entre otros

Obras y acciones para la reducción y mitigación de riesgos	Obras de prevención y mitigación.- son todas aquellas acciones cuyo propósito es contribuir a reducir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ubicados en zonas de riesgo ante amenazas naturales.
	Cursos, talleres y estrategias de difusión de educación y sensibilización para la prevención de desastres dirigidos a autoridades locales y la población.

Respecto a los montos a los que se puede tener acceso, en el apartado 3.5.2, establece:

Objeto del subsidio	Monto total máximo	Porcentaje de aportación máxima federal	Porcentaje de aportación mínima local
b) Obras y acciones para la reducción y mitigación de riesgos. Estabilización de taludes y laderas. Estabilización de rocas. Tratamiento de grietas u oquedades. Pavimentación de rutas de evacuación en zonas de riesgo. Presas de gavión. Bordos. Construcción, ampliación de drenaje pluvial y sanitario. Obras de protección costera. Pozos de absorción	\$5,000,000.00 (Cinco millones de pesos 00/100 M.N.) por proyecto.	40	60
Cursos, talleres y estrategias de difusión, de educación y sensibilización para la prevención de desastres.	\$100,000.00 (cien mil pesos 00/100 M.N.) por evento	50	50

Además en las mismas reglas de operación establece que podrán aplicarse porcentajes de participación Federal distintos a los señalados en el cuadro anterior, previa autorización del Comité de Prevención de riesgos, en los siguientes casos:

1. Hasta el 60% del monto total presentado en las propuestas, de obras de mitigación de riesgos, cuando éstas:
 - a. Sean derivadas de un atlas de peligros o riesgos.
 - b. Cuando el atlas de Riesgos ya aprobado, se haya incorporado al Plan o Programa de Desarrollo Urbano Municipal, en donde se identifique en las tablas de uso de suelo, la restricción de autorizar asentamientos humanos en las zonas de riesgo, señalándolas como no urbanizables.
 - c. La propuesta se acompañe de un dictamen y autorización de una instancia federal facultada.

FOPREDEN

Respecto al Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), según lo establece en el ANEXO I "DESCRIPCIÓN DE LOS FENÓMENOS NATURALES PERTURBADORES Y LAS ACCIONES PREVENTIVAS POR EL FOPREDEN"

APARTADO II.- Acciones preventivas

2. Acciones orientadas a prevenir y reducir Riesgos, mitigar las pérdidas y daños que se puedan derivar del impacto de los Fenómenos Naturales Perturbadores, así como evitar los procesos de Construcción Social de los Riesgos.

- a) Obras:
 - a) Obras de carácter preventivo que reduzcan la Vulnerabilidad física o protejan núcleos de población en Riesgo, y
 - b) Creación y fortalecimiento de centros de prevención de desastres o de capacitación especializada.
- b) Inversión:

IV.- Equipamiento para la prevención, preparación y respuesta ante emergencias y desastres.

3 Acciones para fortalecer las capacidades preventivas y de autoprotección de la población ante situaciones de Riesgo:

c) Programas de capacitación, profesionalización y certificación de Integrantes del Sistema Nacional de Protección Civil orientados a la formación de capacidades y habilidades locales o regionales, la toma de conciencia, sensibilización y educación sobre el Riesgo;

g) Desarrollo de talleres comunitarios que favorezcan la participación ciudadana en acciones de prevención y Mitigación.

MUNICIPIO SEGURO: RESISTENTE A DESASTRES

Si bien este programa no financia de manera directa obras o acciones en los municipios, la adhesión al mismo, permite al Municipio obtener una certificación, la cual le abre los accesos a otras fuentes de financiamiento.

Objetivo General: reducir el riesgo de desastre en cada municipio del país vinculando los esfuerzos de la sociedad, la iniciativa privada y el gobierno local, mediante compromisos fundados en la buena fe de los participantes, y que se formalizan suscribiendo de forma libre, voluntaria y desinteresada una Carta Compromiso de Adhesión al Programa, cuya vigencia dura el tiempo que decida cada socio estratégico.

RUTA CRÍTICA

Con base a lo anterior, proponemos la siguiente ruta crítica:

1. Respecto a las propuestas de las obras, el municipio deberá realizar la cotización de las mismas, priorizando aquellas donde el nivel de Riesgo sea alto. Para ello se deben realizar los estudios técnicos que determinen el tipo de obra, características y el análisis de viabilidad financiera y técnica para su realización, mediante la asesoría de ingenieros civiles, ingenieros geo técnicos entre otros.
2. En lo que se refiere a Capacitación y Fortalecimiento de Capacidades Locales, se propone realizar un diagnostico de necesidades de capacitación de cada una de los organismos y sectores en el municipio de Santa María Huatulco, para estructurar los programas específicos que se requieran.
3. Una vez establecidos los montos, tanto de obras como de procesos de capacitación, se priorizan las obras respecto al presupuesto municipal.
4. En el caso de obras, realizar la solicitud a las instancias correspondientes, como pueden ser SEDESOL, Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), CONAGUA, Secretaría de las Infraestructuras. Según las reglas de operación y/o lineamientos establecidos por cada una de ellas. Para lo cual pueden sustentar la petición basados en las recomendaciones del presente documento.
5. Para los procesos de capacitación existen programas de financiamiento por parte de la SEDESOL, CONAFOR, PNUD. Que de igual manera habrá que sujetarse a las reglas de operación vigentes.

En general, cada una de estas instancias lo que solicita como antecedente para el análisis y aprobación de los proyectos es la elaboración de un Atlas de Riesgos Municipal.

TABLAS DE CONTENIDO

Mapas

Mapa 1.- Mapa Base	20
Mapa 2.- Regiones Fisiográficas.....	23
Mapa 3.- Medio Natural Fisiografía.....	24
Mapa 4.- Provincias Geológicas.....	25
Mapa 5.- Medio físico Edafología.....	28
Mapa 6.- Regiones Hidrológicas del estado de Oaxaca	29
Mapa 7.- Medio Físico Hidrología	30
Mapa 8.- Medio físico climatología.....	31
Mapa 9.- Medio físico uso de suelo y vegetación	33
Mapa 10.- Área natural protegida.....	35
Mapa 11.- La Crucecita. Habitantes por manzana.....	38
Mapa 12.- Santa María Huatulco. Habitantes por manzana	39
Mapa 13.- Zonas de inundación.....	100
Mapa 14.- Modelo de elevación digital. Zonas de inundación	100
Mapa 15.- Curvas de nivel. Zonas de inundación.....	100
Mapa 16.- Mapa de peligro por inundación.....	101

Figuras

Figura.- 1.- Regionalización sísmica de la República Mexicana. Fuente CENAPRED, 2001	17
Figura.- 2.- Fallas en el Municipio de Santa María Huatulco	54
Figura.- 3.- Tectónica de la República Mexicana.....	57
Figura.- 4 Zonificación Sísmica en México (modificado de CFE, 1981)	58
Figura.- 5.- Mapa de zonificación de aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 10 años	60
Figura.- 6.- Curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo para 10 años en el MSMH	60
Figura.- 7- Espectro de peligro uniforme asociado a 10 años de periodo de retorno, para el MSMH	61
Figura.- 8- Mapa de zonificación de aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 100 años.....	61
Figura.- 9 Curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo para 100 años en el MSMH.....	62
Figura.- 10 Espectro de peligro uniforme asociado a 100 años de periodo de retorno, para el MSMH.....	62
Figura.- 11 Mapa de zonificación de aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 500 años	63
Figura.- 12 Curva de tasa de excedencia de la aceleración máxima del suelo para 500 años en el MSMH.....	63
Figura.- 13 Espectro de peligro uniforme asociado a 100 años de periodo de retorno, para el MSMH.....	63
Figura.- 14.- Distribuciones de aceleraciones según la geología de Santa María Huatulco	64
Figura.- 15 Zonas de origen y arribo de tsunamis locales (en rojo) y lejanos (en azul) Modificada de CENAPRED, 2001	65
Figura.- 16 Modificado del mapa de peligro por Tsunami.....	66
Figura.- 17.- Actividad volcánica activa en México	68
Figura.- 18 Deslizamientos en el Municipio de Santa María Huatulco	69
Figura.- 19 Derrumbes en el Municipio de Santa María Huatulco	74
Figura.- 20 Flujos en el Municipio de Santa María Huatulco	78
Figura.- 21 Gruta en el Cerro Huatulco	80
Figura.- 22.- Erosión en el Municipio de Santa María Huatulco	81
Figura.- 23 Probabilidad de afectación por ciclón tropical.	83
Figura.- 24 Peligro naturales y tecnológicos relevantes durante 1810-2010.....	83
Figura.- 25 .- Zonas ciclogénicas 1) Golfo de Tehuantepec 2) Sonda de Campeche.....	84
Figura.- 26 Huracanes que impactaron en México de 1970 a 2008. Stan 2005.	84
Figura.- 27 Trayectoria de los ciclones tropicales que afectaron al MSMH de 1851 a 2012.	85
Figura.- 28 Zonas afectadas por la trayectoria de algunos ciclones tropicales.....	86
Figura.- 29 Desplazamiento y longitud de la onda tropical No. 8, junio 2004. CNA	87
Figura.- 30 Anomalía negativa (Sequía) de precipitación de los años 1949, 1950, 1960 y 1977	90
Figura.- 31 Anomalía negativa (Sequía) de precipitación de los años 1977, 1993, 1988 y 2000	91
Figura.- 32 Índice de aridez. Hernández, 1995.....	91
Figura.- 33 Zonas de peligro ante temperaturas máximas extremas	92
Figura.- 34 Temperatura media para enero, febrero, marzo y abril.....	94
Figura.- 35 Temperatura media para mayo, junio, julio y agosto.....	94
Figura.- 36 Temperatura media para septiembre, octubre, noviembre y diciembre.....	94
Figura.- 37 Temperatura máxima para el primer semestre.	95
Figura.- 38 Temperatura máxima para el segundo semestre.....	95
Figura.- 39 Temperatura mínima para el primer semestre.	96
Figura.- 40 Temperatura mínima para el primer semestre.	96
Figura.- 41 Comportamiento del viento en el MSMH.....	96
Figura.- 42 Magnitud de vientos para enero, febrero, marzo y abril.....	97
Figura.- 43 Magnitud de vientos para mayo, junio, julio y agosto.....	97
Figura.- 44 Magnitud de vientos para septiembre, octubre, noviembre y diciembre	98
Figura.- 45 Precipitaciones para enero, febrero, marzo y abril.....	98
Figura.- 46 Precipitaciones para mayo, junio, julio y agosto.....	99
Figura.- 47 Precipitación para septiembre, octubre, noviembre y diciembre.....	99

Fotografías

Fotografía 1.- Falla rumbo al Cerro Chino	55
Fotografía 2.- Plano de Falla	55
Fotografía 3.- Plano de falla en la comunidad el Jardín	56
Fotografía 4.- Zona de Cizalla - falla Chacalapa.....	56
Fotografía 5.- Deslizamiento Bajos del Arenal.....	72
Fotografía 6.- Deslizamiento cerca de escuela (El Faisán)	72
Fotografía 7.- Posible deslizamiento Escuela, Las Pozas	72
Fotografía 8.- Deslizamiento localidad (El Parajito)	72
Fotografía 9.- Posible deslizamiento (Las Amapolas).....	72
Fotografía 10.- Ladera peligrosa (Bajos de Coyula)	72
Fotografía 11.- Derrumbe Puente de Coyula	76
Fotografía 12.- Derrumbe rumbo a la comunidad Benito Juárez.....	76
Fotografía 13.- Derrumbe Falla Chacalapa (Chacalmata).....	76
Fotografía 14.- Derrumbe en la comunidad del Jardín	76
Fotografía 15.- Flujos de Arena en el Río Coyula	79
Fotografía 16.- Flujos de Arena Comunidad El Faisán	79
Fotografía 17.- Erosión producto del hombre El parajito	79
Fotografía 18.- Erosión en Colonia Techal Santa María Huatulco	79
Fotografía 19.- Erosión en las laderas del Río Coyula	82
Fotografía 20.- Erosión por lluvia El parajito	82
Fotografía 21.- Erosión fuerte Las Amapolas	82
Fotografía 22.- Erosión por lluvia Bajos del Arenal.....	82

Tablas

Tabla 1.- Daños generados por el impacto del Huracán Paulina en el estado de Oaxaca	16
Tabla 2.- Sismos importantes en el estado de Oaxaca. Extracto	17
Tabla 3 Fenómenos de origen geológico:.....	20
Tabla 4 Fenómenos de origen hidrometeorológico:.....	20
Tabla 5.- Distribución por tipo de vegetación.....	34
Tabla 6.- Distribución de la población en Santa Ma. Huatulco, 2010	37
Tabla 7.- Sta. María Huatulco: Población por rangos de edad	40
Tabla 8.- Sta. Ma. Huatulco: Grupos quinquenales de edad 2010	41
Tabla 9.- Sta. Ma. Huatulco: Población Indígena 2010	42
Tabla 10.- Santa María Huatulco: Porcentaje de población con carencias por pobreza 2010.....	44
Tabla 11.- Santa María Huatulco: Niveles de marginación 2010.....	44
Tabla 12.- Sta. Ma. Huatulco. Indicadores de Educación y Escolaridad 2010	46
Tabla 13.- Santa María Huatulco: Población Derechohabiente y personal médico	47
Tabla 14.- Santa María Huatulco: Hogares y vivienda 2010	47
Tabla 15.- Población con alguna discapacidad, según localidad y porcentajes respecto a la población total de la localidad y distribución respecto al total de la población reportada en el municipio	48
Tabla 16.- Establecimientos de Salud por localidad y tipo de establecimiento	49
Tabla 17.- Sta. Ma. Huatulco: Establecimientos y cuartos de hospedaje 2005.....	50
Tabla 18.- Santa María Huatulco: Establecimientos de preparación de alimentos y bebidas con categoría turística 2005	50
Tabla 19.- Sta. Ma. Huatulco: Infraestructura para actividades terciarias 2010	51
Tabla 20.- Sta. Ma. Huatulco: Inversión Pública	51
Tabla 21.- Propiedades sociales por género y superficie	51
Tabla 22.- Vulnerabilidad y Riesgo por Fallas	56
Tabla 23.- Tsunamis de origen local observados o registrados en México	65
Tabla 24.- Vulnerabilidad y Riesgo por Tsunami	67
Tabla 25.- Vulnerabilidad y riesgo de deslizamientos.....	73
Tabla 26.- Vulnerabilidad y Riesgo por Derrumbes	76
Tabla 27.- Vulnerabilidad y Riesgo por Flujos	79
Tabla 28.- Vulnerabilidad y Riesgo por Erosión.....	82
Tabla 29.- Vulnerabilidad y Riesgo por Inundación	101
Tabla 30 Clasificación del Riesgo por fenómenos de origen geológico:	103
Tabla 31 Clasificación del riesgo por fenómenos de origen hidrometeorológico:	103
Tabla 32.- Obras de Mitigación propuestas	107