



# Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Empalme

2011



Febrero 2012

Número de obra: 126025PP077362

Número de expediente: PP11/26025/AE/1/0138

Empalme, Sonora

M.Arq. José E. Carrillo Atondo

Vasco de Gama #23

Col. Los Arcos. Hermosillo, Sonora

Tel. (662)-2604842

[jecarrilloatondo@hotmail.com](mailto:jecarrilloatondo@hotmail.com)





## ÍNDICE

### **CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción**

1.1. Introducción	4
1.2. Antecedentes	5
1.3. Objetivo	8
1.4. Alcances	8
1.5. Metodología General	9
1.6. Contenido del Atlas de Riesgo	9

### **CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio**

2.1. Determinación de la Zona de Estudio	10
--	----

### **CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural**

3.1. Fisiografía	12
3.2. Geología	12
3.3. Geomorfología	14
3.4. Edafología	15
3.5. Hidrología	15
3.6. Climatología	17
3.7. Uso de suelo y vegetación	19
3.8. Áreas naturales protegidas	20
3.9. Problemática ambiental	21

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

4.1. Elementos demográficos	23
4.2. Características sociales	25
4.3. Principales actividades económicas en la zona	30
4.4. Características de la población económicamente activa	31
4.5. Estructura urbana	31



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

5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico	34
5.1.1. Fallas y Fracturas	34
5.1.2. Sismos	34
5.1.3. Tsunamis o maremotos	41
5.1.4. Vulcanismo	44
5.1.5. Deslizamientos	48
5.1.6. Derrumbes	50
5.1.7. Flujos	52
5.1.8. Hundimientos	52
5.1.9. Erosión	53
5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	59
5.2.1. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)	59
5.2.2. Tormentas eléctricas	65
5.2.3. Sequías	66
5.2.4. Temperaturas máximas extremas	68
5.2.5. Vientos Fuertes	69
5.2.6. Inundaciones	72
5.2.7. Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)	83
5.3. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante otros fenómenos	98



## CAPÍTULO I

### Antecedentes e Introducción

#### 1.1. Introducción

El crecimiento acelerado de las ciudades mexicanas durante la segunda mitad del siglo XX rebasó la capacidad de los gobiernos para planear y controlar el desarrollo urbano, resultando en la extensión de la mancha urbana sobre zonas no aptas para el desarrollo, lo que aunado a la precariedad de las construcciones, incrementó significativamente la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante la presencia de fenómenos perturbadores de origen natural, lo cuales además, han cambiado sus patrones de ocurrencia e incrementado su intensidad y frecuencia, debido a los cambios climáticos globales.

En especial México es un país que se considera con propensión a la manifestación de amenazas de origen natural por su sismicidad, por la presencia de volcanes y la incidencia de huracanes, tanto en el Pacífico como en el Golfo. Lo anterior, sumado a la desvinculación de la planeación territorial y las políticas para la prevención del riesgo, al aumento de fenómenos relacionados con el cambio climático, la problemática en el manejo de las cuencas hidrológicas, el deterioro ambiental, la marginación y la insuficiente cultura de prevención y mitigación, ha resultado en diversos eventos desastrosos que han impactado a los asentamientos humanos del país, poniendo en riesgo las vidas de las personas, su patrimonio, la planta productiva y los sistemas de infraestructura, con pérdidas humanas y económicas.

Es por eso que el Gobierno Federal ha impulsado una política de prevención para disminuir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y, a través del Eje 3 del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, establece la importancia de prevenir y atender los riesgos naturales, con lo que se pretende sensibilizar a las autoridades y a la población de la existencia de riesgos y la necesidad de incorporar en los planes de desarrollo urbano y en el marco normativo de los municipios, criterios para la prevención de desastres; además de hacer de la prevención una política de desarrollo sustentable, dirigida a mitigar la exposición de la población frente a amenazas de origen natural.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 establece que “para enfrentar los efectos del cambio climático será necesario desarrollar capacidades preventivas y de respuesta ante los impactos adversos previsibles. Éstas incluyen la generación de información y conocimiento sobre la vulnerabilidad de distintas regiones y sectores del país, así como de los impactos potenciales, el desarrollo de estrategias específicas y el trabajo coordinado de las distintas instancias del gobierno y la sociedad” (p. 261).

Así, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), responsable de las políticas sociales del gobierno federal, así como de normar la ordenación del territorio y el desarrollo urbano, ha incluido en sus principios de política urbana especificados en la Guía Metodológica para la Elaboración de Programas de Desarrollo Urbano, el Desarrollo Sustentable y la Atención a Riesgos, en el entendido que “ las condiciones del medio natural representan tanto una oportunidad como una condicionante al desarrollo urbano, así como una fuente de riesgos, la cual se ha incrementado en el contexto del cambio climático”. Por tal motivo, la SEDESOL está comprometida con un desarrollo urbano equilibrado y seguro que garantice la sustentabilidad de las ciudades y regiones del país.

En el apartado de Estrategias del documento: **Objetivos Estratégicos de Desarrollo Social 2007-2012** de esta dependencia, se establece como 3.4 “Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil”, dictando como políticas y líneas lo siguiente:

*“Esta estrategia pretende sensibilizar al gobierno y a la población de la existencia de riesgos y de la necesidad de incorporar criterios para la prevención de desastres...Se orienta a hacer de la prevención de desastres y la gestión del riesgo una política de desarrollo sustentable a través de la promoción de un mayor financiamiento entre los sectores público y privado, y a fortalecer prácticas de cooperación entre la federación, los estados y la sociedad civil, que permitan atender con mayor oportunidad a la población afectada por fenómenos naturales.”*  
(P. 30).

Para materializar esta política se ha establecido el Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos que está dirigido a mitigar los efectos de los fenómenos perturbadores de origen natural, a aumentar la resiliencia en los gobiernos locales y la sociedad, a fin de evitar retrocesos en las estrategias para elevar la calidad de vida de la población y contribuir al cumplimiento de los objetivos institucionales para disminuir la pobreza.

De acuerdo a las Reglas de Operación de este programa, su importancia “radica en crear y mantener una vinculación directa entre la SEDESOL y las autoridades locales para concientizarlas sobre la necesidad de trabajar en la reducción



de riesgos, a través de acciones y obras para desincentivar la ocupación de suelo en zonas de riesgo, promover la cultura de prevención de desastres, así como incrementar la inversión en reducción y mitigación de riesgos” (p.2).

En este contexto, el Municipio de Empalme, con la participación y financiamiento de SEDESOL a través del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, se ha dado a la tarea de elaborar el presente **Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Empalme**, el cual se considera un instrumento técnico que permite identificar la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante la presencia de peligros de origen natural y ubicar las zonas de riesgo, con lo cual se pueden planear y programar las obras preventivas de protección y mitigación, actualizar los programas de desarrollo urbano con criterios claros para evitar el crecimiento sobre zonas no aptas y contar con la información confiable para dar rápida y efectiva respuesta a la población civil en situaciones de emergencia.

Por definición un atlas de riesgo es fundamentalmente un conjunto de mapas y metodologías para la ubicación espacial y temporal del peligro, donde además se pueda localizar geográficamente la vulnerabilidad física y social, así como conocer el riesgo existente en un lugar de interés para la población que lo habita.

## 1.2. Antecedentes

La ciudad de Empalme se fundó en 1905, cuando se hizo necesario sacar hacia el sur de la Ciudad y Puerto de Guaymas las vías del antiguo Ferrocarril de Sonora y la reubicación y expansión de los talleres de mantenimiento de ferrocarriles.

Esta ciudad asentada junto al estero el Rancho y frente a las playas del Cochórit, inició como un campamento ferrocarrilero planeado y trazado por la compañía extranjera que en ese entonces tenía la concesión del ferrocarril, la que utilizó para ello los criterios del urbanismo anglosajón imperantes en la época, con un trazo preciso y ordenado, lo que con el tiempo le ganó el nombre de la “Ciudad Jardín”.

Posteriormente, el crecimiento de la ciudad desbordó el área fundacional, dando paso a nuevos asentamientos creados sin planeación y control a través de invasiones de terrenos, ya sea sobre los que fueron propiedad del ferrocarril, en suelo ejidal o predios particulares, los cuales con el tiempo se fueron regularizando en su tenencia, pero no en su ordenamiento físico, dando origen a problemáticas de usos de suelo, vialidad e infraestructura, así como de vulnerabilidad ante fenómenos naturales.

En este proceso se ocuparon las zonas bajas ubicadas al noroeste de la mancha urbana, junto al estero El Rancho, con lo que se comenzaron a percibir los primeros daños y población afectada por las inundaciones recurrentes en la ciudad y principalmente en este sector, a causa de fuertes precipitaciones, generalmente asociadas a huracanes y tormentas tropicales, pero también al aumento de la marea. Esta última con afectaciones en ciertos sectores incluso en condiciones normales de marea alta, afectaciones que se incrementan ante la presencia de fenómenos de marea de tormenta.

Entre las obras de protección hidráulica realizadas para disminuir el riesgo por inundaciones en Empalme se tiene el canal de Guadalupe y el denominado Primer Bordo, los cuales fueron elaborados por la compañía del ferrocarril para dar salida a los escurrimientos pluviales que en aquel entonces afectaban la ciudad y las instalaciones ferroviarias.

Con el crecimiento de la ciudad estas medidas se vieron rebasadas, por lo que fue necesario la creación de un segundo y un tercer bordo de protección para canalizar las aguas de los arroyos que cruzan la ciudad. Los eventos de septiembre de 2009 hicieron que estas obras de protección colapsaran al rebasar su capacidad, por lo que en los últimos años se han realizado acciones de reforzamiento y ampliación de los mismos.

Entre los eventos que se recuerdan por su impacto y daños se pueden considerar:

**3 al 5 de octubre de 1911:** Un ciclón azotó la Región provocando grandísimos daños, tales como derrumbe de casas, encallamientos de barcos e inundaciones. Este evento es especialmente recordado en la Localidad de Ortiz, poblado rural ubicado en el Valle de Guaymas, en donde fue necesario evacuar a la población, muriendo heroicamente en acto el Sr. Ricardo Pérez Ibarra, a quien la población le dedicó un monumento en su honor en la plaza central del poblado.

**16 de octubre de 1948:** La Región de Guaymas y Empalme fueron abatidos por un intenso aguacero que se prolongó por 28 horas sin interrupción, alcanzando el pluviómetro 326 milímetros, uno de los registro más altos que



se hayan presentado, lo que ocasionó el desbordamiento de arroyos y la inundación de diferentes sectores de la ciudad de Empalme.

**4 al 7 de octubre de 1957:** Una fuerte tormenta, cola de un ciclón, golpea la región; se presenta una terrible inundación en Empalme, el Valle y la ciudad de Guaymas, se declara el estado de emergencia, estimándose pérdidas de alrededor de los 50 millones de pesos. En el Valle todas las siembras fueron arrasadas y en Empalme se registraron más de 100 casas derrumbadas. A continuación se presenta una reseña emitida por la página dossierpolitico.com sobre los hechos ocurridos en estas fechas.

*Era octubre de 1957 cuando se presentó el primer ciclón en la franja de Empalme, causando serios destrozos en la zona rural y urbana. Fue una tormenta de pronóstico reservado que dio el espectáculo de que la ciudad se inundara a plena luz del día, casi 12 horas después de que habían terminado el viento y la lluvia.*

*Empalme fue construido por una empresa norteamericana, en una llanura inclinada de oriente a poniente, la que previó las avenidas que se habrían de presentar por la topografía del terreno. Por ello, levantó un bordo de protección al oriente de la ciudad que desviara las aguas al sur, rumbo a las playas del Cochórit, protección que fue efectiva por más de 50 años.*

*Cuando la empresa Sud Pacífico de México renunció a la concesión y puso el movimiento de personas y mercancías, por el noroeste, en manos del gobierno federal, se dejó de dar el servicio de mantenimiento a este bordo protector, que fue deteriorándose, hasta el grado de poner en peligro a la población y sus bienes, con una posible avenida, lo que sucedió en aquel octubre de 1957.*

*Este desbordamiento se agravó más con la circunstancia de que la vía del ferrocarril con su elevada terracería, al poniente, y la carretera internacional al sur, crearon un enorme vaso en donde se acumularon las aguas que bajaban impetuosas de la sierra. Fue necesario romper ambas vías de comunicación para que el embalse se desahagara rumbo al mar. (Martínez, 2007)*

**01 de octubre de 1976:** El ciclón “Liza”, recordado como uno de los destructivos del Mar de Cortés, sorprendió a la flota camaronera causando daños en más de 60 barcos. Lo más doloroso de este evento fue el naufragio del “Doroteo Arango”, en donde murieron estudiantes que practicaban a bordo. Nuevamente las colonias más bajas de Empalme fueron azotadas por la inundación.

**23 de septiembre de 1992:** Graves daños en casas, postes y anuncios causaron los remanentes del ciclón “Lester”.

**26 de septiembre de 1993:** Una fuerte lluvia (100.7 mm.) produjo graves problemas en la región; la carretera al norte quedó cortada pues el agua se llevó un puente, incomunicando a las ciudades de Guaymas y Empalme.

**29 y 30 de Septiembre y 1° de Octubre 2001** Un huracán de nombre Julieta, provocó lluvias en la zona rural y urbana de Empalme. Los daños fueron cuantiosos al desaparecer y dañar viviendas y caminos. El noroeste de Empalme, en especial la colonia Bellavista, se inunda completamente y es de las zonas más afectadas.

**3 al 5 de Septiembre 2007** Bajo el nombre de “Henriette”, un enorme huracán tocó tierra, primero en Baja California Sur y después en el municipio de Empalme, con vientos de 120 kilómetros por hora y ráfagas de 150 kilómetros por hora, con clasificación uno en la escala Saffir Simpson. Entró con su pared frontal directamente al corazón del municipio. Dos horas de angustia vivieron los empalmenses a merced del monstruo de viento y agua, colocando a la ciudad en el ojo de su furia. Se internó en el valle se Guaymas, donde perdió fuerza, se convierte en tormenta tropical y finalmente desaparece en la sierra sonorenses dejando atrás dolor y destrucción y las secuelas de inundaciones en el campo y la ciudad. La Presa Ignacio Alatorre (Punta de Agua) ubicada en el extremo norte del Valle de Guaymas y el bordo de Ortiz se desbordan, generando mayores daños en el área rural por inundaciones con material de arrastre, llegando estos escurrimientos hasta la ciudad de Empalme, donde se presentan daños a viviendas e

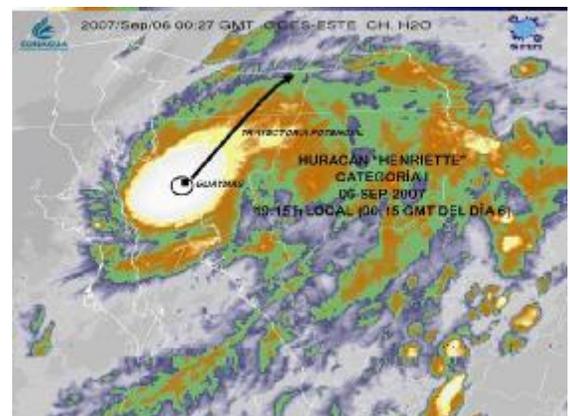


Figura 1. Imagen de satélite que muestra el huracán Henritte impactando el Municipio de Empalme 2007



inundaciones, con un saldo de 2 personas muertas.

**4 de Septiembre de 2009:** Registro del fenómeno meteorológico más intenso que haya conocido la región, el cual tuvo impacto directo en los municipios de Guaymas y Empalme. De acuerdo a información de diferentes medios impresos locales y estatales, esta tormenta tropical, denominada “Jimena”, dejó una precipitación record, una lluvia acumulada de 711.1 milímetros en Guaymas y 365 milímetros en Empalme. Tuvo fuerte impacto en las vías de comunicación: se derrumbaron puentes y se afectaron las vías del ferrocarril, ambas ciudades quedaron incomunicadas. Se tiene registro de grandes zonas inundadas, pérdidas materiales y miles de damnificados.

Figura 2. Imágenes de los daños causados por la tormenta tropical “Jimena” en el año 2009.



Es evidente que los fenómenos hidrometeorológicos son los de mayor recurrencia y los que mayores afectaciones han dejado en el ciudad y su zona rural, sin embargo no se debe dejar de lado los de origen geológico, ya que de acuerdo a reseñas del cronista Carlos Lucero Aja, la región presenta antecedentes históricos, como el sismo ocurrido el 3 de mayo de 1887 en el territorio sonorenses, con 8.1 grados en la escala Richter y con epicentro en Batepito, sembró pánico, destrucción y muerte por la sierra de Sonora y se hizo sentir a grandes distancias (2010). Es importante mencionar que para la fecha no se había fundado Empalme, pero la ciudad vecina de Guaymas reportó en ese evento daños en varios edificios por cuarteaduras, afectando también a otras poblaciones de la región.

Desde ese antecedente remoto hasta la actualidad, la Región de Guaymas-Empalme ha registrado actividad sísmica. De acuerdo a información de *earthquake* track en Empalme el último año se han presentado 8 sismos, todos ellos por encima de los 5 grados de la escala de Richter, con epicentros entre 90 y 390 km de la ciudad de Empalme, siendo el más fuerte el del día 26 de Julio de 2011 con 6.0 grados en la escala de Richter con epicentro frente a la costa de los Mochis, Sinaloa, a 390.2 km. de Empalme. El evento más cercano es del 26 de Abril con magnitud de 5.3 y epicentro ubicado en el Mar de Cortés a 90.2 km de Empalme frente a las costas de este Municipio.

Esta actividad sísmica se debe a las fallas geológicas que se encuentran a los



Figura 3. Mapa ubicación del temblor por E. Fay Bennett, en 1977



largo del mar de Cortés, lo que implica que se debe prestar atención a este agente perturbador que puede llegar a ser tan destructivo, como impredecible.

La vulnerabilidad que presenta Empalme ante la presencia de peligros, al igual que muchos de los Centros de Población del país, hace que sea necesaria la identificación de los riesgos que se ciernen sobre los asentamientos humanos, por lo que los Atlas de Riesgo son el instrumento técnico para cumplir tal fin.

Las bases legales para la elaboración de Atlas de riesgo son:

- Ley General de Protección Civil (LGPC). En su artículo 12, fracción XVI, establece que es atribución de la Secretaría de Gobernación desarrollar y actualizar el Atlas Nacional de Riesgos. Esta función la realiza a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENEPRED)
- Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora. En su artículo 13, fracción IV, establece que corresponde a la **Unidad Estatal de Protección Civil** “Diseñar y elaborar bases de datos sobre los agentes destructivos y riesgos que puedan afectar a la Entidad; elaborar el Atlas correspondiente y establecer sistemas de intercambio de información ágiles y confiables con las dependencias federales, estatales y municipales, para anticipar la presencia, intensidad y control del impacto de los agentes destructivos.”
- Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora. En su artículo 6, fracción IV, establece que corresponde a los **Municipios** “Identificar y diagnosticar los riesgos a los que está expuesto el territorio del municipio y elaborar el Atlas Municipal de Riesgos.”

Los antecedentes de los Atlas de Riesgos en México se remontan a 1991, cuando la Secretaría de Gobernación publicó una primera versión general del “Atlas Nacional de Riesgos”. Posteriormente publicó el “Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en la República Mexicana” elaborado por el CENAPRED en 2001. Actualmente se puede consultar en línea el Atlas Nacional de Riesgos (ANR) en la página <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx>

En Sonora la Unidad Estatal de Protección Civil cuenta con un Atlas Estatal de Riesgo, en el cual también se contiene información de riesgos para los principales centros de población del Estado, incluyendo Empalme, que se puede consultar en la página <http://www.ars.gob.mx/municipioshtml/EMPALME/empalme.html> de donde se ha obtenido información valiosa, pero que el presente documento trata de actualizar, detallar y complementar.

### 1.3. Objetivo

El objetivo general de este instrumento técnico es contar con la información documental y cartográfica, ordenada, sistematizada y estandarizada, sobre la problemática relacionada con peligros de origen natural en el Municipio de Empalme, Sonora, identificando la vulnerabilidad y el riesgo en los asentamientos humanos y los puntos de atención prioritaria, como herramienta para determinar los programas y las obras preventivas de protección y mitigación necesarias ante la presencia de fenómenos perturbadores; como elemento de apoyo para la atención de emergencias y el auxilio a la población con el fin de minimizar la pérdida de vidas humanas, sus bienes y la planta productiva; así como preservar los servicios públicos y el medio ambiente y como base para promover y realizar acciones orientadas al restablecimiento y vuelta a la normalidad del sistema afectado en la etapa de recuperación y reconstrucción posterior a una emergencia o desastre natural.

### 1.4. Alcances

La cobertura de este documento es el territorio que ocupa el Municipio de Empalme, con una superficie continental de 708.53 km<sup>2</sup>, que incluye la zona urbana de la cabecera municipal del mismo nombre y la zona rural en donde se localizan un total de 78 localidades rurales, 13 de ellas con más de 100 habitantes, siendo las principales: el poblado Morelos (la Atravesada), la Palma, Mi Patria es Primero, San Fernando de Guaymas, Cruz de Piedra y Estación Maytorena.

El presente Atlas es de cobertura municipal, por lo que incluye las localidades rurales, pero se hace énfasis en la zona urbana correspondiente a la cabecera municipal, por ser la que concentra la mayor población y la que presenta la mayor problemática. Se abordan principalmente los Agentes Perturbadores de origen Geológico e Hidrometeorológico, es decir los de origen natural, pero también se considera importante analizar algunos peligros Antropogénicos, por la relevancia que implican al ser Empalme una ciudad ligada a la actividad ferroviaria y a la industria y por la posibilidad de que éstos se llegasen a combinar con fenómenos naturales incrementando el riesgo y la magnitud de un posible desastre.



## 1.5. Metodología General

Para la elaboración de este Atlas de Riesgos se tomaron en cuenta los lineamientos establecidos por CENPRED en la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas de Riesgos Estatales y Municipales” (2004) y otras publicaciones complementarias. La estructura del documento y la metodología utilizada es la que se establece en las “Bases para la Estandarización en la Elaboración del Atlas de Riesgos y Catálogos de Datos Geográficos para Representar el Riesgo” (2011) emitido por SEDESOL.

Para la elaboración de este documento se realizó investigación documental, entrevistas a actores relevantes y expertos, y trabajo de campo, como recorridos, levantamientos y encuestas. Con esta información y la base cartográfica se realizó un intenso trabajo de gabinete para diseñar, integrar y armar el sistema de información geográfica que permitió el mapeo para la representación gráfica de los peligros, vulnerabilidad y riesgos, atendiendo a los siguientes pasos:

- Identificación de los fenómenos naturales que pueden afectar la zona en estudio;
- Determinación del peligro asociado a los fenómenos identificados;
- Identificación de los sistemas expuestos y su vulnerabilidad;
- Evaluación de los diferentes niveles de riesgo asociado a cada tipo de fenómeno;
- Integración sistemática de la información sobre los fenómenos naturales, peligro, vulnerabilidad y riesgo, considerando los recursos técnicos y humanos.

## 1.6. Contenido del Atlas de Riesgo

Este documento está compuesto por 5 capítulos, un anexo y un apartado de cartografía:

- **CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción.**- Se incluye una breve explicación de la problemática relacionada con los peligros naturales, antecedentes de eventos desastrosos, la fundamentación jurídica, objetivo, alcances metodológica y contenido del documento.
- **CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio.**- Se define el polígono que conforma el Municipio de Empalme con su localización y una descripción general de sus rasgos. A una escala mayor se define la zona urbana de Empalme y los polígonos susceptibles de inundación,
- **CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural.**- Se analizan los diferentes elementos que conforman el medio físico del Municipio de Empalme.
- **CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.**- Se hace una breve caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos del área de estudio, con los indicadores básicos que revelan las condiciones generales que guarda el municipio de Empalme.
- **CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural.**- Este apartado contiene la información substancial que da forma y esencia a este documento, que incluye el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores de origen natural, se identifican las zonas de riesgo y se proponen las obras y acciones necesarias para disminuir el riesgo.
- **ANEXO.**- Se incluye información complementaria del documento, como: glosario de términos, bibliografía, cartografía empleada, metadatos, fichas de campo, memoria fotográfica y nombre de la consultoría y personas que elaboran el Atlas.
- **CARTOGRAFIA.**- Plano y mapas de apoyo de cada uno de los capítulos que componen el documento, en formato impreso, digital vectorial (sistema de información geográfica) y visualizadores para programas libres (imágenes y KML/KMZ).



## CAPÍTULO II

### Determinación de la zona de estudio

#### 2.1. Determinación de la Zona de Estudio

Para efectos de este documento de han definido tres escalas de trabajo, con tres diferentes áreas de estudio:

##### 1 NIVEL MUNICIPAL

La zona de estudio definida corresponde al territorio que ocupa el municipio de Empalme, uno de los 72 que componen el estado de Sonora, con los límites administrativos y políticos históricamente aceptados. (Ver Plano Base Municipio de Empalme en Anexo Cartográfico).

El municipio de Empalme se encuentra en la Región Sur del Estado de Sonora entre los paralelos 27°51' y 28°10' de latitud norte; los meridianos 110°30' y 110°52' de longitud oeste y a una altitud de entre 0 y 300 m.s.n.m. Se localiza sobre la franja costera del Mar de Cortés en el litoral conformado por la Bahía de Empalme y el Estero el Rancho. Tierra adentro se extiende hacia el Valle de Guaymas, en lo que es la cuenca del Río Mátape.

Ocupa una superficie de 708.53 Km<sup>2</sup> que representa un enclave rodeado por el municipio de Guaymas, de tal forma que colinda solo con este municipio y cuenta con litoral al sur hacia el Mar de Cortés. Al norte del Municipio de Empalme se ubica el Valle agrícola de Guaymas y al este el territorio de la etnia Yaqui.

En cuanto a infraestructura carretera, la federal no.15 es la ruta más importante de la región, la cual pasa al sur del municipio de Empalme. Esta carretera en su trazo original (ahora identificada como 15U), atraviesa el estero El Rancho por medio del Puente Douglas y se interna en la ciudad de Guaymas, cruzándola para perfilarse al norte hacia la ciudad de Hermosillo, capital del Estado y de ahí continuar en esta dirección hasta la ciudad fronteriza de Nogales. Al sur, esta misma carretera comunica a los municipios ubicados en esta porción del estado y a los valles del Yaqui y Mayo, importantes zonas de producción agropecuaria, pasando por Ciudad Obregón, Cajeme y por Navojoa y prolongándose hasta Sinaloa y Guadalajara, Jalisco.

La necesidad de separar el tráfico local y el de largo itinerario, llevó a la construcción de un libramiento carretero, cuyo trazo se ubica al norte de la ciudad de Empalme, el cual se desprende de la carretera no. 15 en el entronque ubicado al oriente de la mancha urbana y se reintegra a la misma al norte de la ciudad de Guaymas, a la altura de el Valiente.

Por su parte, la zona rural ubicada al norte de la ciudad de Empalme se encuentra ocupada por ejidos y campos agrícolas, los cuales se distribuyen en el valle en función de los escurrimientos pluviales y la ubicación de los pozos profundos que permiten el desarrollo de las actividades, principalmente agropecuarias, conformando un sistema de localidades rurales, que en total suman 160 y de las cuales 12 cuentan con más de 100 habitantes.

Esta zona rural se estructura a su vez, con una red de carreteras vecinales, de las cuales destaca como eje principal la carretera estatal 88, la cual va de norte a sur articulando el sistema de localidades asentadas en el Valle, tanto del municipio de Empalme como el de Guaymas. Esta carretera se ha prolongado hasta el poblado la Misa, y recientemente hasta la presa Ignacio Alatorre (Punta de Agua), cabe destacar que actualmente se encuentra en construcción el tramo faltante de este eje, el cual permitirá entroncar con la carretera Hermosillo – Yécora, permitiendo la unión de la región con Hermosillo, vía la Colorada, así como con las regiones de la sierra de Sonora y a Chihuahua, vía Yécora.

Entre los rasgos naturales destacados en el municipio, se tiene en la esquina norponiente del territorio dos elevaciones cerriles, las cuales sobresalen en el paisaje plano característico de la zona costera de Empalme y del valle. Los cerros Piedra Volada y Batamotal, cuya dirección preferente es norte sur, llegan con sus extremos a la zona urbana, en donde también se ubica el cerro de la Cruz. Igualmente, al oriente de la ciudad, en la zona rural que incluye las localidades de San Fernando de Guaymas y Cruz de Piedra, se ubican otras elevaciones, de las que destacan los llamados Cerros Cruz de Piedra y Boca Abierta.

Los rasgos litorales más importantes de la zona de estudios son el Estero y la Playa el Cochórit, los cuales reciben los escurrimientos intermitentes que cruzan la ciudad para descargar en el mar, entre los que destacan el arroyo San Marcial, El Toro y los Arroyos Los Cuates, en el área de Empalme; y el San José proveniente del territorio de Guaymas.



## 2 NIVEL CENTRO DE POBLACION:

La cabecera del municipio de Empalme es el Centro de Población de mismo nombre, se ubica en la esquina suroeste de su territorio y forma parte de la Zona Metropolitana Guaymas-Empalme. Ambas ciudades mantienen una unión física y funcional, por lo que se les considera una conurbación intermunicipal, dentro de la cual también se incluye el centro de población de San Carlos, perteneciente a Guaymas y otras localidades menores, los cuales en conjunto funcionan como una sola unidad demográfica y territorial conocida como la Zona Conurbada Guaymas-Empalme-San Carlos.

Esta relación física-funcional entre ambas ciudades se mantiene desde sus orígenes, ya que el Municipio de Empalme se formó a partir del territorio del Municipio de Guaymas, del que se separa en 1937 por decreto del Congreso del Estado, sólo para ser reintegrado en 1943 y posteriormente decretado de forma definitiva en 1950 como municipio independiente.

Actualmente, la interdependencia y relación funcional entre ambos municipios sigue siendo intensa por su cercanía, por su complementariedad económica y urbana y por compartir los terrenos productivos del valle. También en materia de fenómenos naturales tienen un pasado y presente común, pues comparten una región perteneciente a la misma cuenca hidrológica y a la zona costera del Mar de Cortés, comparten características climáticas y han sido afectados a lo largo de su historia por peligros naturales comunes, lo que les ha llevado a hacer frente a eventos de riesgo de forma simultánea.

La ciudad de Empalme se funda en 1905 como parte del Municipio de Guaymas, con el propósito primigenio de albergar el campamento ferrocarrilero que habría de hacer la unión de las vías del Antiguo Ferrocarril de Sonora, con la línea hacia el sur del país para comunicar el Puerto de Guaymas con Guadalajara. En los siguientes años este asentamiento se convierte en sede de los talleres de ferrocarril y la estación de pasajeros, los cuales permanecieron en servicio hasta 1995, cuando se concesiona la operación a una empresa privada que suspende los talleres generales y se limita a prestar únicamente servicios de transporte de carga.

Debido al origen ferrocarrilero de esta ciudad, las vías del tren tienen un importante papel en la zona urbana. Éstas pasan al sur de la ciudad, paralelas a la carretera internacional, para después cruzar el estero por el llamado "Puente Douglas" que permite el acceso del ferrocarril a la zona portuaria de la ciudad de Guaymas.

Precisamente antes de cruzar dicho puente se ubica la unión o junta, el "*empalme*" de vías que le da nombre a la ciudad. Esta ruta, que se dirige hacia el norte, cruza la ciudad y pasa entre las elevaciones cerriles de La Cruz y Puerto Grande para seguir su camino a lo largo del Valle de Guaymas, en donde se ubican varias estaciones construidas a la par que el ferrocarril, para dar apoyo a su funcionamiento y de las que se derivaron poblados que actualmente persisten, como es el caso de Maytoarena, primera estación ubicada al norte de la cabecera municipal.

La ciudad presenta una forma alargada en el sentido oriente-poniente, con una traza principalmente ortogonal apenas interrumpida al norte por las elevaciones cerriles y por las diagonales que forman la vías del tren en su salida al norte, las líneas de alta tensión a cuyos lados corre el Bulevar de las Américas y los bordos de protección pluvial. (Ver Plano Base Ciudad de Empalme en Anexo Cartográfico).

## 3 NIVEL SECTOR PONIENTE.

A fin de poder tener mayor detalle en las zonas más susceptibles a inundaciones se ha delimitado el sector oriente de la ciudad de Empalme, formado por las siguientes colonias:

- Bellavista
- Bellavista Norte
- Ignacio Chávez
- Moderna
- Moderna Norte
- Pitic
- Pesquiera
- Ronaldo Camacho
- Ampliación Ronaldo Camacho
- Juárez

Muchas de estas colonias fueron asentamientos de trabajadores chinos y pescadores, como la colonia Bellavista y Pesqueira, algunas de las más antiguas de la ciudad; otras nacieron como invasiones con construcciones de cartón que fueron regularizadas con el paso del tiempo (Pitic 1950, Ronaldo Camacho 1982), éstas son colonia populosas que presentan riesgo, principalmente de inundación, por lo que se consideró conveniente detallar esta zona.



## CAPÍTULO III.

### Caracterización de los elementos del medio natural

#### 3.1. Fisiografía

El municipio de Empalme se encuentra contenido dentro de la provincia fisiográfica denominada Llanuras Sonorenses y de forma específica dentro de la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses. De acuerdo al mapa fisiográfico del estado de Sonora del INEGI, esta región se compone por extensas áreas planas separadas entre sí por sierras bajas, las cuales están cubiertas en la mayor parte o en toda su extensión de amplios abanicos aluviales que descienden con pendientes suaves desde las sierras colindantes.

Las regiones geomorfológicas del territorio de Empalme se encuentran representadas por el valle de origen aluvial que abarca la mayor parte del municipio; por las prominencias topográficas que contienen dicho valle en sus extremos este y oeste y por una serie de sierras poco elevadas, ubicadas sobre terrenos bajos al sur-este del territorio, las cuales se encuentran acompañadas de lomeríos y cerros que dividen la llanura aluvial característica de este municipio.

Sin duda, el principal rasgo morfológico de este territorio es el Valle de Guaymas – Empalme, denominado así por algunos autores por formar parte de ambos municipios. Este valle consiste en una llanura aluvial formada por materiales recientes como sedimentos clásticos, los cuales fueron acarreados en grandes volúmenes, producto de la erosión de las faldas de la Sierra Madre Occidental y de las lluvias torrenciales del Pleistoceno y Reciente.

Este valle inicia en la parte norte del municipio de Guaymas, a la altura de la presa Ignacio R. Alatorre y mantiene una orientación N-S con pendiente hacia el mar siguiendo longitudinalmente los márgenes del río Mátape. El drenaje de este Valle está controlado por rasgos tectónicos estructurales y tiene como colector principal al Río Mátape, el cual, por efecto de levantamientos del área, ha perdido su capacidad de labrado hacia la porción Sur del Valle, equivalente al territorio del municipio de Empalme, donde el cauce pierde definición.

Entre los límites de este rasgo morfológico se tiene al oeste la Sierra Libre y sus prolongaciones meridionales representadas por las sierras de Santa Úrsula y La Ventana. De éstas, sobresale el relieve de las prominencias topográficas formadas por rocas ígneas de la Ventana y Libre, las cuales alcanzan altitudes de hasta 1,000 m.s.n.m. Hacia el oriente, el límite lo establece la Sierra del Bacatete, formada por rocas ígneas extrusivas Terciarias; mientras que al Sur, en la zona cercana a la línea de costa del Golfo de California, se encuentra la Sierra San Francisquito y los Cerros Cruz de Piedra y Boca Abierta, elevaciones de poca altitud formadas por rocas graníticas, basálticas y tobas arenosas respectivamente. En esta porción del territorio, el valle se divide gracias a la Sierra de San Francisco, en el Valle de Empalme al oeste y en el Valle de Cruz Piedra al este.

La costa de este municipio se conforma por playas bajas, esteros, cabos y bahías, los cuales en conjunto conforman el litoral del municipio. En este se encuentran el Estero El Rancho, la Bahía y Playa de Empalme, las Playas El Cochórit hasta Playas del Sol en Punta Calaveras y por último, el estero El Bachoco y parte de la Bahía de Guásimas, en donde inicia el territorio de la tribu Yaqui, que forma parte del Municipio de Guaymas.

#### 3.2. Geología

La secuencia estratigráfica de las rocas que afloran en el área de estudio, forman una columna cuyas edades abarcan desde el Mesozoico hasta el Reciente. Esta columna está formada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. De éstas, las sedimentarias pertenecen al Cuaternario y ocupan la mayor superficie, mientras que las rocas ígneas son el complemento de esta superficie.

Las unidades de roca del **MESOZOICO** que afloran dentro del área de estudio, corresponden a la parte final de esta era, es decir al período Cretácico. Dentro de este periodo, las rocas intrusivas corresponden probablemente a la parte inferior, mientras que las extrusivas a la parte superior. Dentro del territorio, las rocas de **Granito** son consideradas las de mayor antigüedad, ya que su edad se remonta probablemente a principios del período Cretácico. Los actuales afloramientos expuestos representan el remanente de erosión de colosales masas que intrusionaron a sedimentos paleozoicos. Estas enormes masas fueron primeramente afalladas y después sujetas a un intenso tectonismo que produjo la formación de bloques. La erosión de épocas posteriores redujo su expresión morfológica a formas menores, y más tarde, las rocas



extrusivas cubrieron la mayor parte de ellas. Es por esto, que los afloramientos actuales se encuentran muy dispersos y cubriendo superficies reducidas.

Actualmente, tienen su mayor expresión de afloramientos al Norte de la Ciudad de Empalme, donde se encuentra formando la estribación oriental de la Sierra de la Ventana. Hacia el Norte existen otros afloramientos de pequeñas dimensiones, pero éstos quedan fuera del municipio. En la porción Sur-Central del valle, en la sierra denominada San Francisquito, el granito forma pequeñas estructuras alargadas en dirección Norte-Sur, cubiertos parcialmente por lavas basálticas.

Dentro de la zona estudiada, las rocas correspondientes al período **TERCIARIO** están representadas por rocas ígneas y sedimentarias. Respecto a las primeras, éstas son de tipo extrusivo, ya que este período es característico, en la provincia de la Sierra Madre Occidental, de una fuerte actividad volcánica que formó importantes sierras y cordilleras. Estas grandes estructuras están formadas de lavas ácidas y básicas con sus correspondientes emisiones de piroclásticos que ocupan extensas superficies. Las rocas sedimentarias de este periodo, corresponden a conglomerados continentales producto de la erosión de las extrusivas anteriores.

Entre los derrames volcánicos, las rocas del grupo de las **Andesitas, Riolitas y Alternancia de Tobas y Derrames Basáltico-Andesíticos**, son las que cubren la mayor superficie del Valle de Guaymas-Empalme, distribuyéndose de la siguiente manera: en la porción occidental se encuentran formando la parte alta de la Sierra de La Ventana y la Sierra Santa Úrsula, dentro del territorio; así como las sierras de La Pasión, La Perinola, cerro el Vigía y otras ubicadas fuera de los límites municipales de Empalme.

En la porción Oriental de este Valle, estas rocas forman la mayor parte de la Sierra del Bacatete y en la porción sur de esta elevación, se encuentran cubiertas parcialmente por derrames basálticos y tobas pumíticas, quedando expuestas únicamente en las partes más altas. Otros afloramientos de muy reducidas dimensiones se encuentran expuestos en el extremo sur del municipio; uno de ellos forma el Cerro Boca Abierta y otros dos se ubican al Sur del cerro basáltico de Cruz de Piedra.

Las rocas pertenecientes a este grupo muestran un sistema de fallas y fracturas, cuyo rumbo preferencial es Norte-Sur. Los planos de pseudoestratificación o inclinación de los derrames están inclinados hacia el valle de la Sierra del Bacatete, en tanto en la porción Occidental en las Sierras de Santa Úrsula y La Ventana buzcan hacia el Valle de San José.

Dentro del área de estudio, las **Lavas Basálticas** representan la última manifestación volcánica del Terciario. La edad de estas erosiones, de acuerdo a la posición estratigráfica que guardan con respecto a los depósitos marinos del Mioceno que le sobreyacen, puede situarse en el Oligoceno. La mayor área de afloramientos de Derrames Basálticos está situada al Sur de la Sierra del Bacatete, donde cubren en forma de delgadas mesetas, las lavas Terciarias andesíticas y tobáceas. En la Sierra de San Francisquito, cubren discordantemente a rocas graníticas en delgadas capas inclinadas hacia el Occidente. En esta misma zona, hacia la línea de costa, forman el Cerro Cruz de Piedra.

Los afloramientos de estos derrames basálticos que quedan expuestos en el paisaje actual, corresponden a los vestigios de una serie de coladas que en el Mioceno cubrían probablemente la mayor parte de los Valles de Guaymas y Cruz de Piedra. Al ocurrir en la época del Mioceno la inmersión del área debido al asentamiento de grandes bloques, se formó la depresión estructural que fue ocupada por depósitos marinos y después continentales que cubren con grandes espesores al Basalto Terciario. El Basalto se presenta en todos los afloramientos de color negro, vesicular y muy fracturado buzando preferentemente hacia los Valles de Guaymas-Empalme y Cruz de Piedra.

En el período **CUATERNARIO** la unidad conformada por **Boleos, Gravas, Arenas, Limos y Arcillas** constituye, desde el punto de vista geohidrológico, la unidad geológica más importante del área, ya que en ella se aloja el principal sistema acuífero de la cuenca.

Los sedimentos correspondientes a este período, se encuentran formando la mayor superficie de afloramientos de la zona de estudio. Consisten en sedimentos clásicos no consolidados, como boleos, gravas, arenas, arcillas y limos, derivados de las formaciones geológicas preexistentes que han sido erosionadas, transportadas y depositadas por corrientes fluviales en las antiguas depresiones que actualmente constituyen las calles de Guaymas y San José. Forman por tanto la planicie aluvial y fluvial de la cuenca, pudiéndose distinguir en ella diversas estructuras secundarias, como conos aluviales, llanuras de inundación, dunas, barras, etc.

El depósito de estos materiales se inició en el Pleistoceno y continúa en el Reciente, habiéndose acumulado en este tiempo espesores promedio de 160 metros. La distribución de estos materiales en el subsuelo, consiste de arenas,



gravas, arcillas y horizontes de caliche en capas interdigitadas, la mayoría de las cuales, no muestran continuidad horizontal, a causa de los diversos medios ambientales de depósito que han prevalecido del Pleistoceno al Reciente. No obstante, dentro de esta errática distribución espacial, es posible distinguir en el Valle de Guaymas-Empalme, una capa de arcilla café continental, cuya continuidad se detectó en la porción Sur del valle, dentro de los límites del municipio. (CONAGUA, 2009)

Entre los aspectos a considerar en este análisis también está la presencia de estructuras geológicas y la sismicidad que tiene la zona por las características que presenta. De acuerdo a la cartografía de fenómenos geológicas del Atlas de Riesgos del Estado de Sonora, dentro del territorio municipal no se registran fallas o fracturas, sin embargo si se identifican varias fallas geológicas distribuidas en las masas montañosas que colindan con el municipio, como es el caso de la Sierra Libre, La Ventana, Santa Úrsula y la Sierra El Bacatete. Estas fallas son en su mayoría de origen distensivo y se clasifican en diferentes tipos: Falla Normal, Fractura, Fractura Inferida, entre otras. A su vez, el municipio de Empalme se encuentra geográficamente cerca del área de desprendimiento de la Península de Baja California con respecto al macizo continental en dirección Noroeste, la cual sigue una serie de fallas y fracturas, siendo la principal la de San Andrés.

Por otra parte, respecto a la sismicidad de la zona, CENAPRED ubica en Atlas Nacional de Riesgos al municipio de Empalme en un área clasificada como Media, la cual presenta rangos de intensidad que varían entre III y IV grados en la escala de Mercalli (1993). Esto hace que no se descarte la posibilidad de que se presenten estos fenómenos debido a la cercanía que se tiene con la falla de Desgarre del Golfo de California, la cual podría generar movimientos telúricos en la zona a causa del movimiento divergente y de transcurrencia entre la placa oceánica del Pacífico y la Continental de Norteamérica (Wintergerst, 2010).

### 3.3. Geomorfología

Este análisis se basa en la interpretación de la cartografía temática disponible, referente a la geomorfología del municipio de Empalme, la cual consiste en el Mapa Digital México V5 y Cartas Topográficas escala 1:50,000 del INEGI, Imágenes Satelitales a diferentes escalas y cartografías temáticas proporcionadas por la Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado de Sonora (SIDUR).

El rasgo geomorfológico más importante del área de estudio está representado por el Valle de Guaymas – Empalme, el cual tiene una elevación promedio dentro del municipio de 50 m.s.n.m. y está formado por amplias superficies planas con suave pendiente hacia el mar. Tiene las características de una llanura abierta, la cual, a medida que se aproxima a la costa, va adquiriendo mayor extensión hasta terminar en un páramo o desierto hostil a la vida por su clima y constitución geológica.

Limitando al oeste el área de estudio, sobresale el relieve de prominencias topográficas como el de la Sierra Santa Úrsula de una altura de 500 m.s.n.m. en su parte más alta; así como La Ventana, la cual destaca, aún cuando se encuentra fuera del territorio municipal, por alcanzar una altitud de hasta 1,000 m.s.n.m. Como extensiones de la sierra Santa Úrsula, al oeste del municipio, se tienen algunas elevaciones que representan barreras naturales para el crecimiento de la ciudad, algunas de las cuales ya han sido absorbidas por la mancha urbana, como es el caso del Cerro Batamoral y La Cruz (elevaciones menores a los 100 m.s.n.m.). Entre esta última elevación y el cerro Piedra Volada, ubicado más al norte, se forma un pequeño cañón por el que pasa el cauce del arroyo los Cuates y las vías del ferrocarril. Cruzando al norte el libramiento de la carretera federal 15 también se encuentra el cerro Puerto Grande con una elevación similar a los anteriores y a la altura de la localidad de Maytorena, las elevaciones de la Mesa Prieta y La Bandera, esta última de una altitud de 300 m.s.n.m.

Hacia el Oriente, sobresale la Sierra del Bacatete, aunque ésta se encuentra fuera del territorio del municipio, representa el límite Este del Valle de Guaymas-Empalme. Dentro del área de estudio, en la porción centro-este se tienen elevaciones de hasta 100 m.s.n.m., conformadas por La Sierrita y la Sierra San Francisquito, a éstas se le suma el cerro Cruz de Piedra en la franja costera, el cual llega a alcanzar en su parte más alta los 150 m.s.n.m. Colindantes a estas elevaciones se tienen otras de menor altura, como es el caso del Cerro Boca Abierta y más al sur, el Cerro Chiltepín, Cerro Prieto, Las Calaveras, La Bandera, El Bachoco y El Tordillo, los cuales no superan los 50 m.s.n.m. Todas éstas elevaciones rompen con la planicie característica de este valle y a su vez, generan la división entre el Valle de Guaymas-Empalme y el Valle de Cruz de Piedra en la porción sureste del municipio.

La zona costera de Empalme está conformada por una serie de playas bajas producto del depósito de sedimentos no consolidados, los cuales en algunas áreas permiten la formación de dunas de arena. En general no cuentan con



elevaciones importantes, salvo aquellas ubicadas en la porción Este del litoral, en la zona costera de la Bahía de Guásimas y del Estero el Bachoco, en donde se ubican las elevaciones antes mencionadas como Punta Calaveras, La Bandera, El Bachoco y El Tordillo.

### 3.4. Edafología

El análisis de las características del suelo del municipio de Empalme se realiza en base a la interpretación de la cartografía temática proporcionada por la SIDUR, con apoyo en la Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica del INEGI.

Dentro del municipio de Empalme se identifican siete tipos diferentes de suelo, así como una zona clasificada como urbana, correspondiente al área en donde se encuentra la ciudad de Empalme. El tipo de suelo predominante dentro del territorio es el **Vertisol**, el cual abarca el 60.31% de la superficie del municipio. Este tipo de suelo se extiende desde el límite norte, hasta unos 10 km. antes del litoral, a la altura de la localidad de San Fernando de Guaymas, en lo que corresponde al Valle de Empalme. Este suelo tiene como primer tipo de unidad al Vertisol, así como un subtipo crómico, de igual forma se caracteriza por tener una clase textural que va de media a fina y una fase química entre salina y fuertemente salina. En las partes de la sierra Santa Úrsula con este suelo, la fase física es del tipo pedregosa, a diferencia de en el resto del territorio.

En predominancia le sigue el suelo **Litosol**, el cual abarca el 14.68% del municipio. Este tipo de suelo se extiende sobre las elevaciones ubicadas dentro del área de estudio, entre las que se encuentra el cerro Boca Abierta, Cruz de Piedra, Sierra San Francisquito y Sierra Santa Úrsula, los tres últimos con unidades menos predominantes de Regosol éutrico.

El tercer tipo de suelo predominante en el municipio de Empalme es el **Solonchak**, el cual abarca el 12.92% de la superficie del territorio. Este tipo de suelo se encuentra en toda la franja costera del municipio, exceptuando la del estero El Rancho; presenta una subunidad de suelo denominada órtico, una clase textural media y una fase química fuertemente sódica. En la porción sureste del municipio, este tipo de suelo se extiende desde la costa hacia el norte, hasta la sierra San Francisquito; igualmente dentro del Valle de Empalme se identifican manchones de este tipo de suelo, los cuales se encuentran enclavados dentro del suelo Vertisol. Uno de estos manchones se ubica al oriente de la carretera estatal 88 y aproximadamente a kilómetro y medio al norte de la localidad de San Fernando de Guaymas.

Otro tipo de suelo también identificado dentro del municipio es el **Yermosol**, el cual abarca el 9.58% del territorio municipal. Este suelo se presenta en dos áreas definidas del municipio, una de éstas se encuentra contenida entre la carretera al Cochórit y el Cerro Cruz de Piedra, la segunda área con este tipo de suelo se encuentra al este del municipio, a la altura de la Sierra San Francisquito. Ambas porciones del territorio cuentan con una subunidad de suelo cálcico, así como una clase textural media y una fase química fuertemente salina.

Los tres tipos de suelo restantes son los que se encuentran en menor proporción en el territorio, el primero de éstos es el suelo **Xerosol**, el cual abarca el 0.99% del municipio y se extiende sobre la franja costera este del estero El Rancho. Le sigue el suelo tipo **Fluvisol**, el cual abarca el 0.45% del territorio y se encuentra en el cauce del río que desciende al este del cerro Las Bolas y Cerro Prieto (Cerro Bola) proveniente de la Sierra Santa Úrsula. Por último, el suelo **Regosol** representa el 0.09% del municipio y se encuentra en una superficie poco significativa localizada en el límite norte del municipio, en las faldas de la Sierra Santa Úrsula a la altura de Santa María de Guaymas.

### 3.5. Hidrología

El área de estudio se ubica dentro de la región hidrológica RH-9, denominada Sonora Sur, correspondiente a la vertiente del Pacífico y a la cuenca del Río Mátape. Esta cuenca tiene como principal escurrimiento al río Mátape, cuyo cauce o "cajón principal" abarca la parte centro-oeste del municipio. Este río se origina a una altitud de 1,200 msnm cerca del poblado que lleva el mismo nombre, presenta un rumbo general al sur y al pasar por la presa Punta de Agua (Ignacio Alatorre) ubicada en el municipio de Guaymas, cambia de nombre a San Marcial. El período de escurrimiento de este río es de Julio a Septiembre, durante el resto del año prácticamente no reporta escurrimientos, salvo aquellos provocados por lluvias temporales en invierno. Se estima que los escurrimientos generados en época de lluvias en verano aportan en promedio 81.6% del total anual.

La porción del valle de Empalme, como se mencionó anteriormente, ha sufrido un levantamiento debido al acarreo de material de arrastre, lo que ha generado que este río haya perdido su capacidad de labrado, dificultando la identificación



de un cauce definido, a lo que se le suma la conformación de las zonas agrícolas y sistemas de captación y control del agua, como bordos y repesos, los que han contribuido a romper la continuidad de dicho escurrimiento.

De acuerdo al análisis de imágenes satelitales, al recorrido de campo y a entrevista con la población residente en el área, se identificó como cauce principal del río San Marcial el escurrimiento que corre en dirección suroeste, a partir de la presa Punta de Agua hasta la localidad de Ortiz, área en donde se encuentra el bordo que lleva el mismo nombre. Posterior a esta barrera para controlar las venidas de agua, el cauce del río San Marcial continúa hacia el sur paralelo a la sierra La Ventana – Santa Úrsula, hasta el bordo Maytoarena, para después continuar su trayecto en esta dirección, formando un delta hasta desembocar en el mar. A medida que la llanura abierta que conforma este cauce, se aproxima a la costa, ésta va adquiriendo mayor extensión, hasta desembocar en el área del estero Cóchore, playas Cochorit y playas del Sol, después de cruzar la carretera federal 15 y su libramiento y de pasar por el sector oriente de la ciudad de Empalme.

Cabe destacar, que el río Mátape o San Marcial es el escurrimiento más importante de la región por su aporte hídrico, aspecto que ha sido aprovechado por los campos agropecuarios ubicados en el valle. Para tal fin se tiene en esta cuenca una serie de infraestructura hidráulica que sirve como puntos de captación del agua, así como para brindar protección a dichas zonas productivas, a las localidades rurales y a la estructura urbana de la ciudad de Empalme. Debido a esto, este río presenta una disminución de su fuerza y caudal conforme se aproxima a la costa, lo que reduce el riesgo de afectaciones en el área urbana ante eventuales crecidas del río.

Dentro de la cuenca del río Mátape también se identifican otras corrientes superficiales de tipo intermitente, muchas de las cuales se infiltran antes de llegar al mar, debido a los suelos de origen aluvial y eólico con alto contenido de arenas característico del territorio. Entre los más importantes está el arroyo los Cuates, ubicado en la porción oeste del municipio, el cual mantiene una dirección paralela a la Sierra Santa Úrsula y La Ventana, cruza el libramiento de la carretera federal 15 y pasa entre los cerros Piedra Volada y La Cruz para desembocar en el Estero El Rancho. Este escurrimiento pertenece a la subcuenca hídrica conocida como “Río Mátape-Empalme”, la cual abarca el 23.03% de la superficie del municipio.

Otro arroyo importante es el Guaymas, el cual corre de Norte a Sur pasando por la parte central del valle, en la subcuenca también denominada Guaymas, la cual abarca la mayor superficie del municipio, equivalente al 59.71%. También en el municipio se ubica la subcuenca del arroyo Chicuro, la cual abarca la porción noreste, equivalente al 9.89% del total del territorio, esta cuenca contiene escurrimientos originados principalmente en la Sierra el Bacatete, los cuales desembocan en la Bahía de las Guásimas en el Golfo de California.

Un escurrimiento que también se debe tener en cuenta, a pesar de que se localiza fuera del territorio municipal, es el del arroyo San José, el cual es el principal colector de una serie de escurrimientos generados en el Valle de San José de Guaymas que conforman una gran subcuenca que prácticamente no cuenta con obras hidráulicas ni para aprovechamiento agrícola, ni para control de avenidas. Debido a esto, los aportes de este arroyo son muy grandes en épocas de lluvias intensas, los cuales al desembocar en el estero El Rancho, generan inundaciones en la ciudad de Empalme, principalmente en las zonas costeras, con daños que varían dependiendo de la intensidad de las precipitaciones.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), dentro del área de estudio se identifica la zona de explotación de agua subterránea del acuífero del Valle de Guaymas, la cual se extiende desde la presa Ignacio Alatorre, abarcando parcialmente al municipio de Guaymas, hasta la zona costera de Empalme y tiene como principal escurrimiento al río Mátape o San Marcial. Cabe destacar que este acuífero representa la principal fuente de abastecimiento de la zona productiva agropecuaria del municipio de Empalme y Guaymas, a través del Distrito de Riego 084.

Entre las principales problemáticas que presenta este acuífero es el desequilibrio entre las extracciones de volúmenes de agua y la recarga de los acuíferos, lo que ha generado una sobreexplotación y un déficit importante. Las recargas de este manto provienen de retornos de riego (40%), de alimentación subterránea en la parte norte (30%), del acuífero interior (20%) y por infiltración vertical de lluvia (10%), principalmente en la parte alta del valle.

Debido a la sobreexplotación de este acuífero se decretó una veda indefinida para el alumbramiento de aguas del subsuelo el 28 de noviembre de 1956, con una veda adicional para el distrito de riego 084 Valle de Guaymas en 1967, así como una ampliación del área protegida por Decreto Presidencial el 11 de septiembre de 1978. En la actualidad, aún cuando se han disminuido las extracciones en el acuífero, se presenta un descenso en los niveles estáticos.



Figura 4. Condiciones de los Acuíferos de la UTB Guaymas Empalme

ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		Cifras en Millones de Metros cúbicos anuales				
VALLE DE GUAYMAS	100.0	0.0	104.295400	117.4	0.000000	-4.295400

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

Fuente: CONAGUA (2009), Actualizaciones de la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Valle de Guaymas,

Figura 5. Aprovechamiento de los acuíferos por municipio

Municipio	No. De Aprovechamientos	Volumen (Mm <sup>3</sup> )
Empalme	221	69,600,154.40
Guaymas	549	52,862,110.60

Fuente: Programa de gestión del agua para la cuenca del río Mátape

Figura 6. Aprovechamientos por uso y por municipio.

	Agrícola		Pecuario		Público Urbano			
	No.	Vol. (Mm <sup>3</sup> )	No.	Vol. (Mm <sup>3</sup> )	No.	Vol. (Mm <sup>3</sup> )		
Empalme	106	68,693,000.00	9	267,001.00	98	524,513.40		
Guaymas	151	44,540,903.00	84	526,274.35	239	5,139,770.25		
<b>Total</b>	<b>257</b>	<b>113,233,903.00</b>	<b>93</b>	<b>793,275.35</b>	<b>337</b>	<b>5,664,283.65</b>		
	Industrial		Múltiple		Doméstico		Servicios	
	No.	Vol. (Mm <sup>3</sup> )	No.	Vol. (Mm <sup>3</sup> )	No.	Vol. (Mm <sup>3</sup> )	No.	Vol. (Mm <sup>3</sup> )
Empalme	1	6,570.00	7	190,070.00				
Guaymas			70	2,650,107.10	3	876.00	2	4,180.00
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>6,570.00</b>	<b>77</b>	<b>2,840,177.10</b>	<b>3</b>	<b>876.00</b>	<b>2</b>	<b>4,180.00</b>

Fuente: Programa de Gestión del agua para la cuenca del río Mátape (Flores, 2008),

La situación del abatimiento de los niveles freáticos y la intrusión salina de algunos acuíferos han puesto en peligro el desarrollo sustentable de la región, amenazando la economía de un importante sector de la población.

Figura 7. Calidad del agua en los acuíferos con intrusión salina

Acuíferos con intrusión salina	Calidad del agua (Sólidos Totales Disueltos)	Subregión	Extracciones (hm <sup>3</sup> )	Condición Geohidrológica
Valle de Guaymas	400 - 3,000	Yaqui – Mátape	19	Sobreexplotado

Fuente: Actualización del Diagnóstico Región Hidrológico-Administrativa II, Noroeste (2006).

Estos niveles de salinidad rebasan la norma para el agua potable (500 mg/l de STD), con niveles por encima de 1,000 mg/l, sólo se pueden cultivar especies de manejo especial. Esto resulta preocupante para los acuíferos del Valle de Guaymas-Empalme, pues es en éstos donde la intrusión salina avanza con rapidez afectando la fuente principal de abastecimiento.

Otro componente de la cuenca del río Mátape y de la Región Hídrica 9 es el sistema Empalme, el cual se caracteriza por cuerpos costeros muy someros y de muy bajo hidrodinamismo. Éste está integrado por tres zonas: la Bahía de Empalme, el estero El Rancho y el estero Cóchorit, con una extensión total de 2,493 ha. La Bahía de Empalme, también conocida como La Laguna, se comunica con la Bahía Interior y la Bahía Guaymas en su porción suroeste y tiene una profundidad promedio de 3.6 m. El estero El rancho es una prolongación de la bahía que se extiende hacia el norte y excepto por algunos canales angostos, casi gran parte del estero queda expuesto durante las mareas más bajas del año. La comunicación entre estos dos cuerpos de agua ha disminuido por la presencia del puente Douglas, construcción que permite la comunicación terrestre entre Guaymas y Empalme (carretera internacional No. 15) y la vía del Ferrocarril del Pacífico (CONAGUA, 2009).

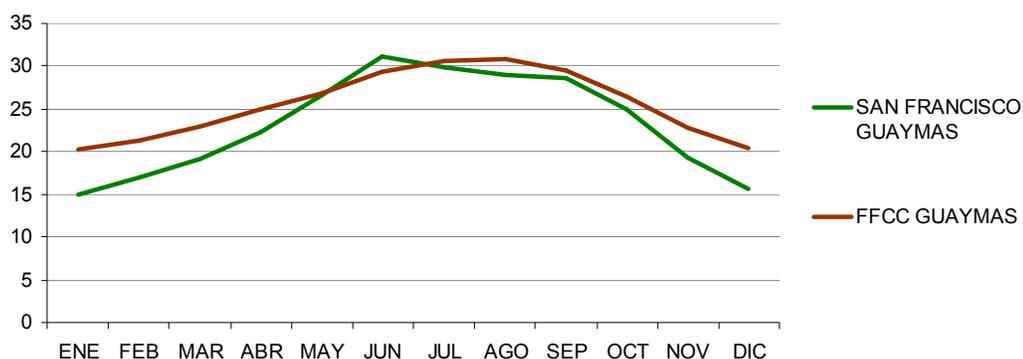
### 3.6. Climatología

El clima que caracteriza al cien por ciento del territorio del municipio de Empalme corresponde al tipo BW(h')w, el cual es un clima muy árido con lluvias de verano del 5 al 10.2% anual. Cabe destacar que de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de CONAGUA, en el municipio de Empalme no se cuenta con ninguna estación meteorológica en operación, las más cercanas corresponden a dos ubicadas en el municipio de Guaymas; una de éstas es la estación (FFCC) de Guaymas en la localidad de El Renacimiento y la segunda es la Estación San Francisco, localizada a menos de un kilómetro de la localidad de Santa María de Guaymas, en el Valle.



A partir de estas dos estaciones se estimó una temperatura media anual del municipio que varía entre los 23.2° y 25.5°. Las temperaturas medias más altas se observan en la estación FFCC Guaymas, mientras que las más bajas en el Valle de Guaymas. Los meses más calurosos son Junio, Julio y Agosto, con temperaturas medias que van de los 29° a los 31.1° en el Valle de Guaymas; y de los 29.4° a los 30.8 en la zona más cercana a la costa. Los meses más fríos son Diciembre y Enero con temperaturas que van de los 14.9° a los 15.7° en la zona del valle; y de los 20.2° a los 20.5° en zonas más próximas a la costa.

Figura 8. Temperatura Media Normal



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000

Figura 9. Temperaturas medias mensuales por estación meteorológica

Estaciones Meteorológicas	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
SAN FRANCISCO, GUAYMAS	14.9	17.0	19.2	22.2	26.6	31.1	29.9	29.0	28.6	24.9	19.4	15.7	23.2
FFCC, GUAYMAS	20.2	21.3	23.0	25.0	26.8	29.4	30.7	30.8	29.6	26.4	22.8	20.5	25.5

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971- 2000

Respecto a las temperaturas extremas, la temperatura mínima normal se haya en el valle de Guaymas con 3.4° en el mes de Enero, mientras que la máxima normal se haya en la porción próxima a la costa con 37.3° en el mes de Agosto. No obstante, las temperaturas han llegado a bajar hasta -6° en la zona del valle (Estación San Francisco 02/01/1991) y subir hasta 48.0° también en esta porción del territorio (Estación San Francisco 03/06/1994 y 18/07/1988).

Figura 10. Temperaturas extremas normales por estación meteorológica (°C)

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	MÍNIMAS		MAXIMAS		
	DICIEMBRE	ENERO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
SAN FRANCISCO GUAYMAS	4.2	3.4	42.3	39.9	38.2
FFCC GUAYMAS	12.8	12.8	36.8	37.2	37.3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971- 2000

Si bien se tiene registro de precipitación en la mayoría de los meses del año, los registros más altos, tanto en el valle como en la costa, se dan en época de verano durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre. El registro de la precipitación normal anual más alta se tiene en la región del valle con 638.3, mientras que en El Renacimiento se tiene una cifra de 253.4. En invierno también se registran precipitaciones pero mucho más moderadas que en los meses de verano.

Figura 11. Precipitación Normal Mensual (mm)

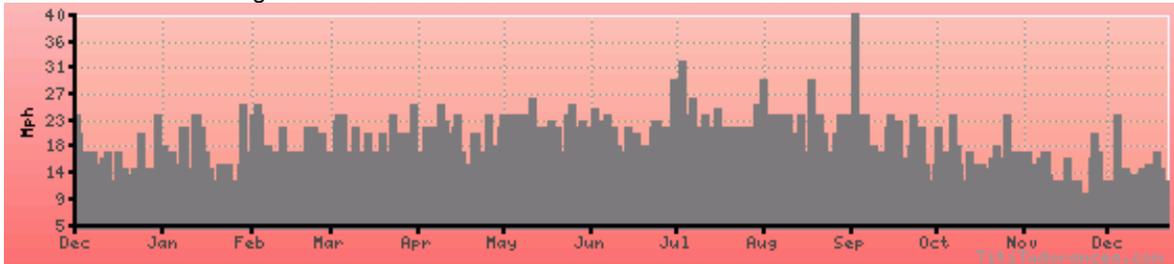
ESTACIÓN METEOROLÓGICA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
SAN FRANCISCO GUAYMAS	22.8	26.6	10.1	1.3	3.8	34	170.6	175.2	92.7	24.1	26.9	50.2	638.3
FFCC GUAYMAS	16.0	7.0	9.5	3.9	0.0	3.3	62.2	59.9	30.3	23.4	16.5	21.4	253.4

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971- 2000

En el municipio de Empalme, los fenómenos ciclónicos tropicales coinciden con la temporada de verano, y de acuerdo a CNA, se presentan a partir de finales del mes de Agosto hasta principios de Octubre, siendo Septiembre el mes que tiene la mayor incidencia.

Por otra parte, los vientos dominantes que se registran en el municipio de Empalme presentan una dirección suroeste y los registros de los vientos de mayor intensidad se tienen en los meses de Julio a Septiembre.

Figura 12. Máxima Velocidad del Viento desde Diciembre 1 de 2010



Fuente: [http://www.tititudorancea.com/z/tiempo\\_pronostico\\_temperatura\\_guaymas\\_mexico.htm](http://www.tititudorancea.com/z/tiempo_pronostico_temperatura_guaymas_mexico.htm)

La estación meteorológica de San Francisco reporta que en los meses de Noviembre a Febrero, así como en Mayo y Junio, se presentan los días con niebla, destacando este último mes por concentrar el mayor número de días al año con esta condición.

De acuerdo a esta misma estación meteorológica no se tiene registro de días con granizo ni tormentas eléctricas. Para la estación ubicada en el Valle de Guaymas no se tiene información disponible al respecto.

### 3.7. Uso de suelo y vegetación

En el municipio de Empalme se identifican algunas actividades que por su impacto y características resaltan en el territorio, tal es el caso de la **Zona Urbana**, correspondiente al área que abarca la ciudad de Empalme, la cual se ubica al suroeste del municipio. Esta zona abarca el 2.07% del territorio y se caracteriza por el predominio de elementos construidos sobre los naturales y por la concentración de actividades para el desarrollo de la población.

Dentro del municipio el uso de suelo predominante es la **Agricultura de Riego**, la cual abarca el 25.48% del total del territorio y se extiende formando un polígono alargado sobre la parte centro y norte del área de estudio, en el Valle de Empalme. Esta zona se clasifica como Zona Agrícola de Riego ya que utiliza agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos, la cual se apoya en el Distrito de Riego 084 que extrae agua principalmente del acuífero del valle de Guaymas. Al oeste del municipio se identifica también una porción desagregada de esta zona agrícola, la cual posee las características antes mencionadas y se ubica entre el límite noreste del municipio y la elevación conocida como La Sierrita. Cabe destacar que en este municipio no se cuenta con agricultura de temporal, dadas las características de los escurrimientos y del suelo, que dificultan la captación superficial de los arroyos y facilitan su infiltración al suelo.



Figura 13. Campos Agrícolas Valle de Empalme.

Intercaladas con las zonas productivas del Valle de Empalme, también se identifican manchones de **Agricultura de Riego Suspendida**, equivalentes al 1.64% del territorio; así como de **Pastizal Inducido**, específicamente en los alrededores de Juan Rodríguez (El cerrito) y Antonio Rosales, los cuales son producto del desmonte de cualquier tipo de vegetación, de incendios o bien representan áreas agrícolas abandonadas. Esta última clasificación representa el 2.68% del municipio.

Dentro de la clasificación uso de suelo y vegetación, también se identifica como cubierta vegetal predominante al **Mezquital**, el cual se extiende sobre el 24.01% de la superficie municipal. Este tipo de vegetación es visible en las áreas



desocupadas del valle de Empalme, a excepción de la porción centro-sur. En predominancia le sigue la cubierta vegetal denominada **Matorral Sarcocaulé**, la cual abarca el 17.42% del territorio y se extiende sobre todas las elevaciones del municipio, como es el caso de la Sierra Santa Úrsula, los Cerros Cruz y Piedra Volada al oeste y el cerro Cruz de Piedra, Boca Abierta, Sierra San Francisquito, La Sierrita y otros de elevaciones menores ubicadas al sureste del área de estudio.

Figura 14. Tipos predominantes de cubierta vegetal. De izquierda a derecha: Pastizal Inducido, Mezquital y Matorral Sarcocaulé



Otra cubierta vegetal también predominante en el municipio es la **Halófila**, la cual se encuentra en el 15.83% del territorio. Este tipo de vegetación es identificable a partir de los límites de la zona agrícola de riego hasta el litoral del municipio y presenta manchones intercalados y dispersos de Mezquital y **Matorral Desértico Micrófilo**. Este último tipo de vegetación representa el 9.83% del municipio y también se encuentra en la zona contenida entre el entronque de la carretera F15 y su libramiento y la mancha urbana consolidada de la ciudad de Empalme; así como en la parte este del municipio, en los alrededores de la sierra San Francisquito.

Las dos clasificaciones restantes son menos significativas en el territorio, la primera corresponde a los sectores con **Vegetación de Dunas Costeras**, equivalentes al 0.54% del municipio y que se encuentra concentrada en la Barra del Morro Inglés y en la península de la Bahía Las Guásimas. La segunda clasificación corresponde a **Áreas sin Vegetación Aparente**, equivalentes al 0.50% del territorio, ubicadas en porciones intercaladas de la planicie costera del área de estudio.

Existen, de forma puntual en el territorio, otros usos de suelo relacionados con los sistemas productivos, como es el caso de la producción acuícola identificada en la zona costera del estero El Bachoco; o bien, se desarrollan de forma extensiva en algunas áreas, como es el caso de la ganadería o en toda su extensión, como es el caso de la explotación forestal y la caza de aves y algunos mamíferos, actividades que se desarrollan de manera informal en el municipio y que dificultan la identificación de una zona precisa de incidencia.

Figura 15. De izq. a der.: Vegetación Halófila, Matorral desértico Micrófilo y Vegetación de Dunas Costeras.



### 3.8. Áreas naturales protegidas

De acuerdo a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en el municipio de Empalme no se tiene registro de ninguna área protegida decretada, ni tampoco se cuenta con áreas naturales protegidas con certificación. Sin embargo, dentro de la ciudad de Empalme se identifica un parque natural de sahuaros en la Colonia, denominada por esta



Figura 16. Sahuaral de Empalme



razón, El Sahuaral, pero éste no cuenta con ningún decreto que la catalogue como área protegida, ni con programas de conservación y manejo ambiental.

### 3.9. Problemática ambiental

Uno de los principales problemas ambientales que se percibe en este territorio, es la contaminación del litoral, el cual no es sólo una problemática que suscribe únicamente al municipio de Empalme, ya que tanto las causas como los efectos de esta contaminación superan la jurisdicción municipal y tienen alcances a nivel regional.

Esta contaminación tiene su mayor expresión en el sistema de Bahías de Guaymas y Empalme, el cual, además de ser el principal punto receptor de las mayores descargas contaminantes, presenta una circulación restringida por su topografía y por las características de viento y marea, lo que facilita la concentración y la poca dispersión de las sustancias contaminantes vertidas al agua. Esta situación podría representar una amenaza a la salud pública y traer repercusiones socioeconómicas para ambos municipios.

De acuerdo al CIAD, en este sistema se identifican cinco grupos de contaminantes que ponen en riesgo el equilibrio ecológico de las especies y de los ecosistemas presentes en esta región. El primero consiste en la materia orgánica en descomposición proveniente de la materia fecal urbana, de la sanguaza, aguas de cola y desperdicios de pescado y marisco generados por las plantas procesadoras de productos marinos. Además de esto, es posible identificar microorganismos patógenos como salmonelas y coliformes, originados en la materia fecal vertida al mar por el desagüe municipal y que proliferan gracias a las altas concentraciones de materia orgánica en descomposición. Otros contaminantes son las grasas y aceites provenientes de los derrames de hidrocarburos ocurridos por las operaciones portuarias, como por el achique de sentinas por parte de las embarcaciones; así como la presencia de sustancias tóxicas como detergentes, ácidos, sales y metales pesados, los cuales son conducidos también por el desagüe municipal y por otras industrias que vierten sin ninguna regulación sus desechos al mar. También se tiene la presencia de desechos sólidos como artículos de plástico, madera, botellas y botes metálicos arrojados por la población y por tripulantes de embarcaciones.

Figura 17. Contaminación del agua en el sistema costero del municipio de Empalme y Guaymas.



Este panorama evidencia la seriedad del problema de contaminación en esta región, el cual, además de amenazar a la población, impacta el desarrollo de la fauna marina que habitan en el área. Entre las especies más afectadas por estos contaminantes están las de lento o nulo movimiento, como almejas, ostiones, callos de hacha; y en segundo lugar, los bentónicos con desplazamiento limitado como jaibas, camarones, caracoles, pulpos, los cuales al detectar condiciones adversas a su desarrollo se desplazan a otras áreas, desapareciendo temporal o definitivamente de su hábitat original. También los organismos pelágicos están expuestos a los efectos negativos del deterioro ambiental. Sin bien en su estado adulto se distribuyen en lugares alejados de la costa, la mayoría de estas especies utilizan la zona costera o entran a lagunas y esteros a reproducirse y desarrollarse.

A todo esto se debe sumar el tema de la sobreexplotación pesquera. De acuerdo a datos del CIAD sobre el Distrito de Desarrollo Rural 147 (Guaymas y Empalme), tan sólo la flota de camarón se encuentra excedida en alrededor del 30%. Esta situación ocasiona una mortalidad muy elevada de peces, así como un impacto muy fuerte en los organismos del fondo marino, en su mayoría peces juveniles, al ser capturados y devueltos al mar sin vida. A pesar de esto, hoy en día se siguen identificando prácticas de pesca que atentan contra el desarrollo sustentable de esta importante actividad económica, sin las medidas para evitar el deterioro del medio ambiente, provocando el posible agotamiento del recurso a causa de una sobreexplotación y un mal manejo de los recursos.



Por otra parte, no se debe pasar por alto la seriedad de una de las problemáticas características de las regiones costeras del estado de Sonora, la cual consiste en la salinización de los mantos acuíferos por su sobreexplotación. En el municipio de Empalme, esta situación es muy relevante debido al giro principalmente agrícola que tienen las localidades rurales del municipio, las cuales se apoyan totalmente en la extracción de agua subterránea para el riego de cultivos. A través de diferentes estudios el CIAD define la presencia de dos frentes de intrusión salina, uno en el Valle de Boca Abierta y otro en la Falla Santa Úrsula, confirmando también el deterioro de la calidad del agua subterránea y suelos por la presencia excesiva de sales. A través de este análisis se determinó que la intrusión de agua de mar al acuífero se ubica de 15 a 20 km. continente adentro, inutilizando el agua subterránea y los suelos destinados a la agricultura.

Este déficit del recurso hídrico presente en el municipio se agrava al contemplar el fenómeno de la sequía, el cual cada vez es más intenso y prolongado. Entre las afectaciones derivadas de esta problemática, esta el desequilibrio ecológico por la deshidratación y muerte de la flora y fauna, aridez y desertificación de suelos; el deterioro de la producción agrícola por la pérdida de cultivos y menores ingresos, lo que genera a su vez el empobrecimiento de campesinos y escasez de alimentos; la disminución del hato ganadero por la pérdida de animales por hambre y aparición de epizootias; y muchas más.

Por último, de acuerdo al CIAD, en el municipio de Empalme se identifican otras actividades que impactan negativamente en el medio ambiente, y a pesar de que éstas aún no son evaluadas y no se tienen datos del verdadero impacto que generan, son problemas que amenazan el equilibrio natural. Este es el caso de la erosión del suelo provocada por los métodos intensivos de labranza en la agricultura, por el sobrepastoreo en la ganadería y por la falta de prácticas de conservación de las tierras; así como la contaminación ambiental por la quema de vegetación durante el proceso de preparación de la tierra de cultivo. A esto se suma el uso de plaguicidas en la agricultura y la acumulación de basura en diferentes áreas rurales del municipio. Además se tiene un desarrollo informal de prácticas forestales y cinegéticas que ponen en peligro especies de flora y fauna (2010).

Dentro de la ciudad de Empalme también se identifican algunos focos de contaminación ambiental, como lo son los tiraderos de basura clandestinos, así como otros desechos que son arrojados en la vía pública. Este tipo de contaminación tiene su impacto en el sistema costero, ya que en temporadas de lluvias todos éstos son arrastrados por el agua y llevados a los esteros y playas en donde desembocan estos escurrimientos.





## CAPÍTULO IV.

### Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

#### 4.1. Elementos demográficos

De acuerdo al Censo 2010, el municipio de Empalme alcanzó un total de 54,131 habitantes, los cuales representan el 2.03% del total del estado de Sonora (2'662,480). Esta población se encontraba distribuida ese año en 78 localidades, entre las que destaca la ciudad de Empalme, por ser la única localidad urbana y por concentrar al 78.54% de la población del municipio, con 42,516 habitantes.

En importancia por su tamaño poblacional, le siguen otras localidades como José María Morelos y Pavón (La Atravesada), Santa María de Guaymas, Mi Patria es Primero, La Palma, Antonio Rosales, Cruz de Piedra, Maytoarena, San Fernando de Guaymas, Úrsulo Galván, Juan Rodríguez, Junelancahui (El Mezquite) y el Ejido Empalme, todas con una población mayor a 100 habitantes, que en conjunto sumaron 11,089 habitantes (20.49% del municipio). Las 65 localidades restantes concentraron 526 habitantes, equivalentes al 0.97% de la población total.

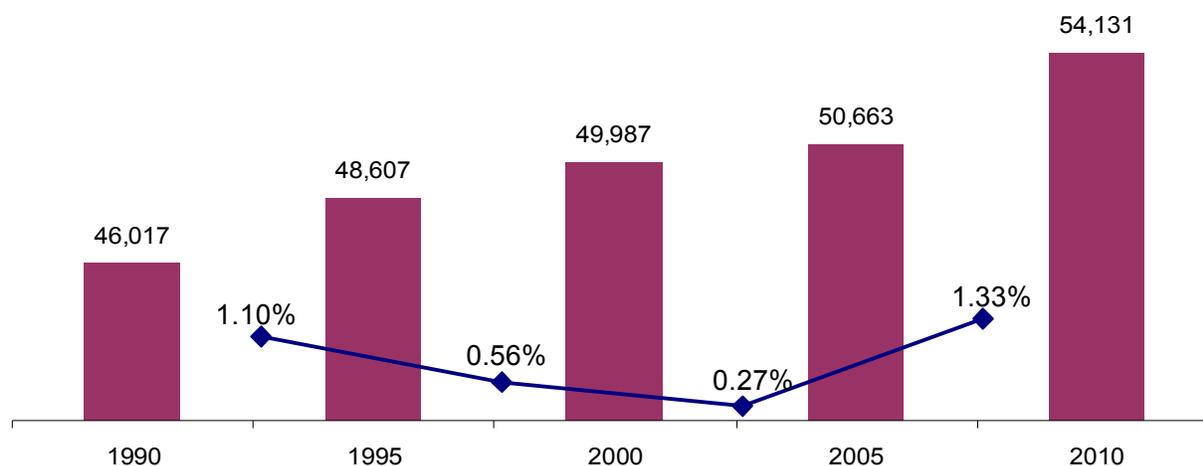
Figura 18. Población de las principales localidades del municipio de Empalme al 2010

	Nombre de la localidad	Población total	% del Municipio
	<b>TOTAL DEL MUNICIPIO</b>	<b>54,131</b>	<b>100.00%</b>
1	EMPALME	42,516	78.54%
2	JOSÉ MARÍA MORELOS Y PAVÓN (LA ATRAVESADA)	2,098	3.88%
3	SANTA MARÍA DE GUAYMAS	1,469	2.71%
4	MI PATRIA ES PRIMERO	1,455	2.69%
5	LA PALMA	1,160	2.14%
6	ANTONIO ROSALES	1,006	1.86%
7	CRUZ DE PIEDRA	916	1.69%
8	MAYTORENA	780	1.44%
9	SAN FERNANDO DE GUAYMAS	692	1.28%
10	ÚRSULO GALVÁN	595	1.10%
11	JUAN RODRÍGUEZ	461	0.85%
12	JUNELANCAHUI (EL MEZQUITE)	354	0.65%
13	EMPALME EL ÁGUILA	103	0.19%
	<b>OTRAS LOCALIDADES (65)</b>	<b>526</b>	<b>0.97%</b>

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

En los últimos 20 años la población del municipio de Empalme reflejó un crecimiento absoluto del 17.63%, manteniendo en todos los periodos tasas de crecimiento positivas, entre las que destaca la del periodo 2005-2010 por ser la más alta registrada en estos años: 1.33.

Figura 19. Población de las principales localidades del municipio de Empalme al 2010



Fuente: INEGI, Fuente: Elaboración Propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010.



De acuerdo a registros del ayuntamiento, el municipio de Empalme cuenta con una superficie continental de 708.53 km<sup>2</sup>, lo que equivale a una densidad de población para el 2010 de 76.40 habitantes por kilómetro cuadrado. En la cabecera municipal, ciudad que concentra la mayor parte de la población del municipio, la densidad es de 3,159 habitantes por kilómetro cuadrado.

De acuerdo a INEGI y específicamente al programa IRIS-SINCE 2010, dentro de la ciudad de Empalme la mayor concentración de población se tiene en la periferia este de la ciudad, la cual se conforma por nuevos conjuntos habitacionales de vivienda en serie, comúnmente conocidos como “fraccionamientos”. Este tipo de desarrollos habitacionales tienen como característica la concentración de un mayor número de viviendas, ya que el objetivo principal de los desarrolladores inmobiliarios de estos proyectos es el mayor aprovechamiento del suelo con la generación de la mayor superficie de área vendible posible. Dentro de este sector, el AGEB que concentró a la mayor población (8.80%) fue el compuesto por las colonias Villa Dorada y 29 de septiembre, los cuales registraron ese año una población de 3,741 y una densidad de 7,690 hab./km<sup>2</sup>, aproximadamente, cifra dos veces superior al promedio de la ciudad. Al norte, dentro de este mismo sector, las colonias que también comparten esta característica y que reflejaron una importante concentración de población fueron Inf. Guadalupe y 7 de enero, en conjunto sumaron el 4.42% de la población, registrando 1,879 habitantes y una densidad de 5,500 hab./km<sup>2</sup> aproximadamente.

Otra área de la ciudad en donde se presenta una importante concentración de población es la colonia Moderna, específicamente a partir de la avenida 5 de Mayo hasta el bulevar las Américas, área cuyos AGEB's reflejaron en conjunto una población de 3,362 y una densidad aproximada de 4,500 hab/km<sup>2</sup>. Dentro de este mismo sector, pero más al norte esta concentración de población es consistente, abarcando el área de las colonias Moderna Sección Norte y Ronaldo Camacho Durán, las cuales concentraron 3,916 habitantes (9.21% de la población de la ciudad), manteniendo una densidad de 3,450 hab./km<sup>2</sup> aproximadamente.

En contraste, la menor concentración de población en la ciudad de Empalme también se identificó en la periferia este, específicamente en los AGEB's conformados por el parque industrial, los cuales en conjunto sumaron 18 habitantes y reflejaron una densidad de 29.13 hab/km<sup>2</sup>, lo cual se explica debido al uso de suelo predominante de este sector.

Respecto a la estructura de la población residente en el municipio, se puede decir que ésta es predominantemente joven, al 2010 del total de habitantes registrados en el municipio se identificó que el 29.03% tiene entre 0 y 14 años (1,5715 hab.), el 63.43% tiene de 15 a 64 años (34,333 hab.) y el 7.13% tiene 65 años o más (3,862 hab.).

Dentro del municipio destacan algunas localidades por tener una proporción mayor de población de 65 años o más, como es el caso de Maytoarena, en la cual el 11.28% de los habitantes están en este rango de edad. Por el contrario destacaron otras por obtener una mayor proporción de población infantil, como es el caso de la localidad de Juan Rodríguez en donde el 38.83% de sus habitantes son menores de 15 años.

Figura 20. Pirámide de Población del Municipio de Empalme 2010

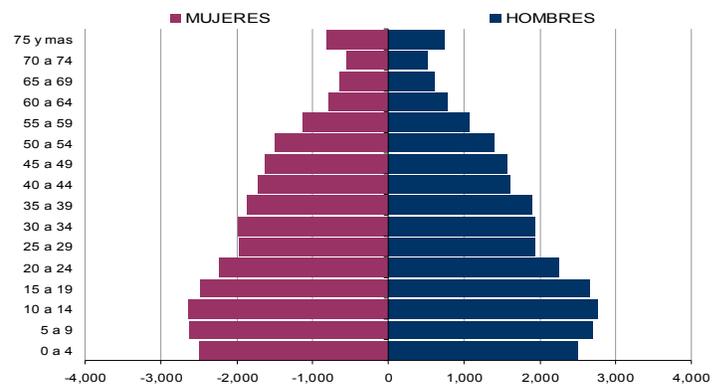


Figura 21. Población por grandes grupos de edad al 2010

LOCALIDADES	0 a 14 años		15 a 64 años		65 años y más	
<b>TOTAL DEL MUNICIPIO</b>	15,715	<b>29.03%</b>	34,333	<b>63.43%</b>	3,862	<b>7.13%</b>
EMPALME	12,052	28.35%	27,236	64.06%	3,030	7.13%
LA ATRAVEZADA	627	29.89%	1,313	62.58%	151	7.20%
SANTA MARÍA DE GUAYMAS	497	33.83%	873	59.43%	99	6.74%
MI PATRIA ES PRIMERO	474	32.58%	883	60.69%	98	6.74%
LA PALMA	347	29.91%	719	61.98%	87	7.50%
ANTONIO ROSALES	343	34.10%	615	61.13%	48	4.77%
CRUZ DE PIEDRA	284	31.00%	571	62.34%	61	6.66%
MAYTORENA	216	27.69%	473	60.64%	88	11.28%
SAN FERNANDO DE GUAYMAS	212	30.64%	420	60.69%	60	8.67%
ÚRSULO GALVÁN	178	29.92%	372	62.52%	45	7.56%
JUAN RODRÍGUEZ	179	38.83%	262	56.83%	20	4.34%
JUNELANCAHUI	110	31.07%	220	62.15%	24	6.78%
EMPALME EL ÁGUILA	29	28.16%	71	68.93%	3	2.91%

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010



Dentro de la ciudad de Empalme, la mayor concentración de población joven se da hacia las periferias de la ciudad, correspondientes a las áreas de más reciente creación, principalmente en los fraccionamientos Villa Dorada y 29 de Septiembre. Por el contrario, la zona que concentra la mayor proporción de adultos mayores (de 65 años y más) es la correspondiente a la zona centro (colonia La Moderna), también área fundacional de la ciudad, al mismo tiempo que concentra también la menor proporción de población infantil (0 a 14 años).

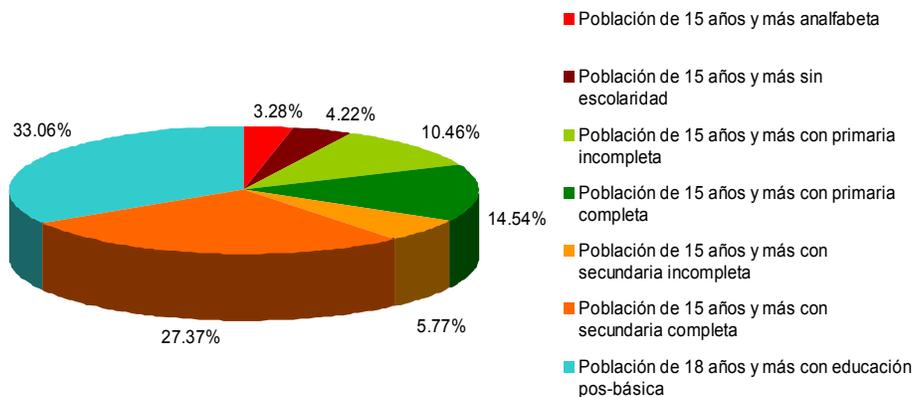
En cuanto a la mortalidad, al 2009 el INEGI reportó para este municipio un total de 342 defunciones, que al considerar, en base a la tasa de crecimiento del último periodo, una población estimada al 2009 de 53,413, se traduce en una tasa de mortalidad de 6.40, la cual es contemplada como baja.

## 4.2. Características sociales

De acuerdo al censo del 2010, se tiene que del total de población de 15 años y más registrada en el municipio, el 3.28% no sabe leer ni escribir (1,253 hab.) y el 4.22% no cuenta con ningún grado de escolaridad aprobado (1,611 hab.). A su vez, se identificó que el 10.46% de la población en este rango de edad tiene como máxima escolaridad hasta el quinto grado aprobado de primaria (3,995 hab.), mientras que el 14.54% cuenta con los 6 grados aprobados de este nivel como máxima escolaridad (5,552 hab.). Respecto al nivel secundaria, en el municipio, el 5.77% de la población de 15 años o más tiene hasta segundo grado de secundaria como máxima escolaridad (2,205 hab.), mientras que el 27.37% tiene la secundaria completa como nivel máximo de estudios (10,453 hab.).

En este mismo año se identificó que 12,627 habitantes, equivalentes al 33.06% de la población en este rango de edad, alcanzó como nivel máximo de estudios algún grado aprobado en preparatoria o bachillerato; normal básica, estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada; estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada; normal de licenciatura; licenciatura o profesional; maestría o doctorado. Estos datos arrojaron a nivel municipal un grado promedio de escolaridad de 8.92, lo cual fue el resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad, entre las personas de este mismo grupo de edad.

Figura 22. Escolaridad de la población del municipio de Empalme al 2010



Cabe destacar que la cabecera municipal fue la localidad que alcanzó los porcentajes más bajos de analfabetismo y de población con ningún grado de escolaridad en todo el municipio. Mientras que las localidades rurales como Juan Rodríguez, San Fernando de Guaymas y Mi Patria es Primero, destacaron por obtener los porcentajes más elevados en este tema. A su vez, la ciudad de Empalme destaca nuevamente por

obtener el mayor grado promedio de escolaridad del municipio, igual a 9.37; así como el porcentaje más alto de población con algún grado de educación pos-básica como máximo nivel de estudios alcanzado.

Dentro de la ciudad de Empalme la población de 15 años y más analfabeta se concentró principalmente en dos sectores específicos de la ciudad. Uno corresponde al de la Ladrillera y Jordán, con 63 habitantes analfabetas, equivalentes al 3.85% registrado en la zona. El otro sector se conforma por las colonias Ronaldo Camacho, su ampliación y Pesqueira, con 154 personas analfabetas, equivalentes al 5.41% del total registrado en sus AGEBS. Por el contrario, los que reflejaron los niveles más bajos de analfabetismo fueron las colonias centrales, como la colonia Moderna; así como en la parte centro-este, en las colonias Libertad, Villa Dorada, 29 de Septiembre y otras ubicadas en el área, las que alcanzaron tasas de analfabetismo que van del 0 al 1.6%. Así mismo estas colonias coinciden con las que obtuvieron los mayores porcentajes de población con educación posbásica y reflejaron los niveles más altos de escolaridad alcanzada.

Respecto a la población con discapacidad, en el 2010 se registró en el municipio a un total de 2,987 habitantes con alguna limitante en la actividad, es decir, con alguna dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana, las cuales fueron equivalentes al 5.52% del total de habitantes del municipio. Las localidades que presentaron la mayor proporción de población con alguna limitante fueron: Antonio Rosales con 97 habitantes (9.64%), La Atravesada



con 175 habitantes (8.34%) y La Palma con 96 habitantes (8.28%). En la ciudad de Empalme se registró a una población de 2,178 equivalente al 5.12% del total registrado ese año.

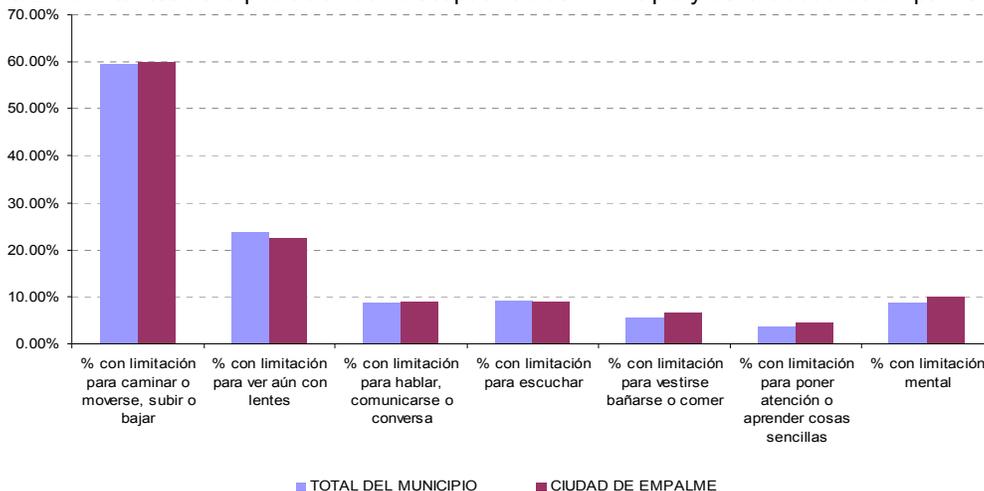
Figura 23. Población con discapacidad en el Municipio de Empalme y en sus principales localidades.

MUNICIPIO Y LOCALIDADES	Población con limitantes en la actividad		Con limitación para caminar o moverse, subir o bajar		Con limitación para ver aún con lentes		Con Limitación para hablar, comunicarse o conversar		Con limitación para escuchar		Con limitación para vestirse bañarse o comer		Con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas.		Con limitación mental	
	Total	(%)	total	(%)	total	(%)	total	(%)	total	(%)	total	(%)	total	(%)	total	(%)
TOTAL DEL MUNICIPIO	2,987	5.52	1,776	59.46	711	23.80	262	8.77	270	9.04	171	5.72	111	3.72	263	8.80
CIUDAD DE EMPALME	2,178	5.12	1,305	59.92	493	22.64	193	8.86	193	8.86	142	6.52	102	4.68	217	9.96
JOSÉ MA MORELOS Y P.	175	8.34	110	62.86	40	22.86	14	8.00	9	5.14	1	0.57	1	0.57	5	2.86
SANTA MA DE GUAYMAS	79	5.38	50	63.29	16	20.25	10	12.66	13	16.46	1	1.27	1	1.27	5	6.33
MI PATRIA ES PRIMERO	90	6.19	59	65.56	23	25.56	18	20.00	12	13.33	13	14.44	0	0.00	9	10.00
LA PALMA	96	8.28	50	52.08	30	31.25	8	8.33	9	9.38	1	1.04	1	1.04	7	7.29
ANTONIO ROSALES	97	9.64	52	53.61	37	38.14	3	3.09	9	9.28	0	0.00	1	1.03	3	3.09
CRUZ DE PIEDRA	72	7.86	36	50.00	23	31.94	2	2.78	6	8.33	1	1.39	1	1.39	3	4.17
MAYTORENA	25	3.21	10	40.00	5	20.00	3	12.00	2	8.00	3	12.00	0	0.00	3	12.00
SAN FDO DE GUAYMAS	52	7.51	27	51.92	14	26.92	3	5.77	4	7.69	2	3.85	0	0.00	3	5.77
ÚRSULO GALVÁN	17	2.86	9	52.94	2	11.76	1	5.88	0	0.00	1	5.88	0	0.00	4	23.53
JUAN RODRÍGUEZ	34	7.38	23	67.65	10	29.41	1	2.94	3	8.82	0	0.00	0	0.00	1	2.94
JUNELANCAHUI	26	7.34	18	69.23	7	26.92	4	15.38	3	11.54	3	11.54	2	7.69	1	3.85
EMPALME EL ÁGUILA	2	1.94	1	50.00	0	0.00	1	50.00	1	50.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

Fuente: Elaboración con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI

En la siguiente gráfica se muestra las limitaciones con predominio a nivel municipal y en la ciudad de Empalme de la población con discapacidad, de acuerdo a datos del Censo de Población y Vivienda 2010

Figura 24. Limitantes de la población con discapacidad del municipio y de la ciudad de Empalme al 2010



Fuente: Elaboración con datos del Censo General de Población y Vivienda 2010 del INEGI

En la ciudad de Empalme existen tres sectores en donde se da la mayor proporción de población con alguna discapacidad, uno de estas zonas es la colonia La Ladrillera y Jordán, en donde se registran un total de 78 personas con alguna limitante, equivalentes a entre el 7 y 8% del total registrado en este sector. La otra zona corresponde a las colonias que se ubican en la periferia noreste de la ciudad entre las que se encuentran: Jacaranda y Linda Vista en donde se registran 21 y 7 habitantes respectivamente con alguna limitante, que representan entre el 21% y 12% de la población total, esto de acuerdo a la información más reciente en el tema, correspondiente a SINCE 2010 del INEGI.

Por otra parte, de acuerdo al Censo 2010, del total de habitantes registrados en el municipio, el 21.47% no cuenta con derechohabencia a servicios médicos en ninguna institución pública o privada. La localidad que presentó el porcentaje más bajo en este aspecto fue la ciudad de Empalme, en la cual el 19.51% de los habitantes no tiene acceso a ningún servicio de salud. Por el contrario, Úrsulo Galván fue la que destacó a nivel municipal por concentrar la mayor proporción de habitantes sin derechohabencia a servicios médicos, equivalente al 46.72% de la población registrada en esta localidad, seguida de Antonio Rosales con un 39.56% de habitantes en esta situación.



Figura 25. Población sin derechohabencia a servicios de salud en el municipio de Empalme.

LOCALIDADES	Población Total	Sin derechohabencia		Con derechohabencia	
		Total	%	Total	%
TOTAL DEL MUNICIPIO	54,131	11,620	21.47%	42,169	77.90%
EMPALME	42,516	8,296	19.51%	33,919	79.78%
JOSÉ MARÍA MORELOS Y PAVÓN (LA ATRAVEZADA)	2,098	533	25.41%	1,554	74.07%
SANTA MARÍA DE GUAYMAS	1,469	363	24.71%	1,106	75.29%
MI PATRIA ES PRIMERO	1,455	367	25.22%	1,086	74.64%
LA PALMA	1,160	270	23.28%	884	76.21%
ANTONIO ROSALES	1,006	398	39.56%	608	60.44%
CRUZ DE PIEDRA	916	216	23.58%	700	76.42%
MAYTORENA	780	237	30.38%	540	69.23%
SAN FERNANDO DE GUAYMAS	692	205	29.62%	481	69.51%
ÚRSULO GALVÁN	595	278	46.72%	316	53.11%
JUAN RODRÍGUEZ	461	130	28.20%	328	71.15%
JUNELANCAHUI (EL MEZQUITE)	354	76	21.47%	278	78.53%
EMPALME EL ÁGUILA	103	23	22.33%	80	77.67%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.

Dentro de la ciudad de Empalme, la mayor proporción de la población sin acceso a servicios médicos privados o públicos se concentró principalmente en la colonia La Ladrillera, en la cual el 34.38% de la población no es derechohabiente a servicios de salud (200 habitantes). Igualmente destacaron las colonias ubicadas al oeste de la avenida del Ferrocarril y al margen del estero El Rancho, entre las que se encuentran las colonias Ronaldo Camacho Durán y su ampliación, Pitic, Pesqueira, Buena Vista, entre otras. En este sector, se registra un total de 1,478 habitantes que no son derechohabientes a ningún servicio de salud. Nuevamente los mayores porcentajes de habitantes que si cuenta con servicio médico, ya sea privado o público, se registró en la parte central de la ciudad, correspondiente a la colonia La Moderna, así como en la periferia este en donde se ubican los fraccionamientos de más reciente creación.

Respecto a las viviendas existentes, en el 2010 se registraron un total de 17,187 en todo el municipio, de las cuales el 0.42% (73) eran de uso colectivo y el 99.58% (17,114) eran de uso particular. De estas últimas, el 83.54% estaban habitadas, el 12.83% deshabitadas y el 3.63% se clasificaron como de uso temporal. El promedio de ocupantes por vivienda en el municipio fue de 3.76, resultado de dividir a las 53,777 personas que habitaban en una vivienda, entre el número de viviendas particulares habitadas.

En este mismo censo se reportó a nivel municipio, un promedio de habitantes por vivienda de 3.76, así como un promedio de 1 ocupante por cuarto en las viviendas particulares habitadas. La ciudad de Empalme fue la que reflejó los promedios más bajos de ocupación por vivienda y por cuarto, equivalentes al 3.71 y 0.95 respectivamente; mientras que localidades como Juan Rodríguez y Antonio Rosales fueron las que obtuvieron los promedios más altos del municipio.

Figura 26. Total de viviendas y su promedio de ocupantes en el municipio de Empalme en el 2010

Nombre de la localidad	Total de viviendas	Total		Total de Viviendas Particulares						Viviendas Particulares Habitadas		
		COLECTIVAS	PARTICULARES	HABITADAS		DESHABITADAS		USO TEMPORAL		Ocupantes	Promedio de ocupantes	Promedio de ocupante por cuarto
				Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)			
TOTAL DEL MUNICIPIO	17,187	73	17,114	14,297	83.54	2,196	12.83	621	3.63	53,777	3.76	1
EMPALME	13,561	64	13,497	11,389	84.38	1,781	13.20	327	2.42	42,251	3.71	0.95
JOSÉ MARÍA MORELOS Y PAVÓN	651	2	649	552	85.05	84	12.94	13	2.00	2,092	3.79	1.08
SANTA MARÍA DE GUAYMAS	364	0	364	326	89.56	23	6.32	15	4.12	1,469	4.51	1.4
MI PATRIA ES PRIMERO	393	1	392	335	85.46	39	9.95	18	4.59	1,431	4.27	1.26
LA PALMA	311	2	309	288	93.20	13	4.21	8	2.59	1,154	4.01	1.2
ANTONIO ROSALES	277	0	277	247	89.17	26	9.39	4	1.44	1,006	4.07	1.42
CRUZ DE PIEDRA	249	0	249	233	93.57	7	2.81	9	3.61	916	3.93	1.37
MAYTORENA	233	1	232	196	84.48	32	13.79	4	1.72	777	3.96	1.11
SAN FERNANDO DE GUAYMAS	231	0	231	193	83.55	31	13.42	7	3.03	692	3.59	1.24
ÚRSULO GALVÁN	175	0	175	149	85.14	23	13.14	3	1.71	595	3.99	1.36
JUAN RODRÍGUEZ	123	0	123	115	93.50	5	4.07	3	2.44	461	4.01	1.75
JUNELANCAHUI (EL MEZQUITE)	106	0	106	92	86.79	11	10.38	3	2.83	354	3.85	1.33
EMPALME EL ÁGUILA	46	0	46	30	65.22	7	15.22	9	19.57	103	3.43	1.2

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.



Respecto a las condiciones de la vivienda, en el 2010 se detectó que del total registrado en el municipio, el 98.13% contaba con el servicio de energía eléctrica, el 96.31% contaba con agua entubada dentro de la vivienda y el 84.33% disponía de drenaje; sin embargo sólo el 82.26% contaba con todos los servicios básicos simultáneamente. La mayor cobertura de estos servicios se detectó en la cabecera municipal, mientras que aún existen localidades rurales que presentan un déficit en cuanto al acceso a estos servicios, específicamente de drenaje.

Figura 27. Características de las viviendas en el Municipio de Empalme.

Nombre de la localidad	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS																											
	Viviendas particulares habitadas		con piso de tierra		Con luz eléctrica		Con agua		con drenaje		con todos los servicios básicos		Con computadora		Con teléfono celular		Con línea de teléfono fijo		Con Internet		con automóvil		Con lavadora		Con refrigerador		Con TV	
	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%
TOTAL DEL MUNICIPIO	14,297	884	6.18	14,029	98.13	13,769	96.31	12,057	84.33	11,761	82.26	4,407	30.82	10,616	74.25	6,008	42.02	3,175	22.21	7,737	54.12	10,005	69.98	13,295	92.99	13,723	95.99	
EMPALME	11,389	485	4.26	11,227	98.58	11,000	96.58	10,812	94.93	10,546	92.60	4,065	35.69	8,491	74.55	5,450	47.85	3,069	26.95	6,228	54.68	8,252	72.46	10,676	93.74	10,974	96.36	
JOSÉ MARÍA MORELOS Y PAVÓN	552	34	6.16	548	99.28	540	97.83	320	57.97	317	57.43	116	21.01	370	67.03	267	48.37	75	13.59	325	58.88	405	73.37	530	96.01	542	98.19	
SANTA MARÍA DE GUAYMAS	326	16	4.91	323	99.08	320	98.16	133	40.80	133	40.80	35	10.74	253	77.61	13	3.99	2	0.61	175	53.68	195	59.82	302	92.64	312	95.71	
MI PATRIA ES PRIMERO	335	26	7.76	330	98.51	332	99.10	196	58.51	194	57.91	50	14.93	274	81.79	44	13.13	10	2.99	173	51.64	213	63.58	309	92.24	326	97.31	
LA PALMA	288	30	10.42	284	98.61	281	97.57	122	42.36	121	42.01	35	12.15	222	77.08	31	10.76	5	1.74	131	45.49	199	69.10	277	96.18	279	96.88	
ANTONIO ROSALES	247	54	21.86	235	95.14	242	97.98	39	15.79	38	15.38	19	7.69	184	74.49	31	12.55	0	0.00	117	47.37	123	49.80	220	89.07	235	95.14	
CRUZ DE PIEDRA	233	44	18.88	216	92.70	223	95.71	74	31.76	74	31.76	24	10.30	200	85.84	5	2.15	1	0.43	137	58.80	147	63.09	199	85.41	218	93.56	
MAYTORENA	196	13	6.63	193	98.47	196	100.00	186	94.90	185	94.39	10	5.10	133	67.86	77	39.29	3	1.53	102	52.04	127	64.80	186	94.90	185	94.39	
SAN FERNANDO DE GUAYMAS	193	38	19.69	177	91.71	181	93.78	50	25.91	49	25.39	32	16.58	138	71.50	48	24.87	6	3.11	102	52.85	120	62.18	164	84.97	177	91.71	
ÚRSULO GALVÁN	149	24	16.11	137	91.95	146	97.99	9	6.04	8	5.37	2	1.34	99	66.44	2	1.34	0	0.00	54	36.24	60	40.27	122	81.88	134	89.93	
JUAN RODRÍGUEZ	115	50	43.48	111	96.52	113	98.26	23	20.00	23	20.00	4	3.48	77	66.96	8	6.96	0	0.00	60	52.17	49	42.61	100	86.96	103	89.57	
JUNELANCAHUI (EL MEZQUITE)	92	8	8.70	91	98.91	91	98.91	38	41.30	37	40.22	6	6.52	58	63.04	23	25.00	1	1.09	50	54.35	53	57.61	84	91.30	88	95.65	
EMPALME EL ÁGUILA	30	8	26.67	27	90.00	28	93.33	1	3.33	1	3.33	0	0.00	22	73.33	0	0.00	0	0.00	11	36.67	14	46.67	23	76.67	28	93.33	

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI

Dentro de la ciudad de Empalme destacan algunas colonias por tener la menor cobertura de servicios básicos, como es agua entubada, energía eléctrica y drenaje, así como por registrar el mayor número de viviendas con piso de tierra, los promedios más altos de ocupantes por cuarto y la mayor concentración de viviendas sin bienes. Estas colonias se ubican principalmente en la periferia norte y este de la ciudad, como es el caso de las colonias Ampliación Ronaldo Camacho Durán, Juárez y La Ladrillera. Otras colonias como: Ronaldo Camacho Durán, Pitic, Pesqueira, Jordán, Ampliación



Jordán y Sahuaral muestran también una importante proporción de viviendas en estas condiciones, pero en menor cantidad que las antes mencionadas.

De todas las colonias de la ciudad, la que presenta las condiciones más críticas en acceso a servicios básicos es la colonia **Ampliación Ronaldo Camacho**, en la que sólo el 59.53% de las viviendas particulares habitadas tiene agua entubada, energía eléctrica y drenaje de forma simultánea (128viviendas). En este AGEB, el 33.49% de las viviendas no cuenta con drenaje (72 viviendas); el 27.44% tenía piso de tierra (59 viviendas). Así mismo, esta colonia presenta una proporción importante de viviendas sin ningún bien (5 viviendas, 2.33%) y sin excusado (22 viviendas, 10.23%); así como una tipología predominante clasificada como precaria, la cual consiste en viviendas autoconstruidas con materiales como cartón, láminas, plásticos y otros, los cuales son remplazados en etapas posteriores por materiales de mejor calidad. Esta colonia también presenta uno de los promedios más altos de ocupantes por cuarto, equivalente a 1.38.

Otra colonia que también destaca en estos aspectos es la **Pesqueira**, en la cual el 70.25% de las viviendas registradas cuenta con todos los servicios básicos de forma simultánea (193 viviendas). En esta colonia, el 24.52% carecen de drenaje (89 viviendas), el 7.99% no tiene agua (29 viviendas), el 16.25% tienen piso de tierra (59 viviendas) y el 4.13% no cuentan con ningún bien (15 viviendas). El promedio de ocupante por cuarto en esta colonia es de 1.4.

La colonia **La Ladrillera** también destaca por tener una considerable proporción de viviendas sin acceso a los servicios básicos, en este sector aproximadamente entre el 67.72% de las viviendas registradas cuenta con acceso a todos los servicios básicos (193 viviendas). El porcentaje de viviendas con piso de tierra en esta colonia es del 9.82% y el promedio de ocupantes por cuarto es de 1.05. Esta colonia también se caracteriza por concentrar viviendas precarias.

Estas colonias de la Ciudad de Empalme son la que presentan mayor vulnerabilidad ante la presencia de fenómenos naturales, por lo que se han visto afectadas, principalmente por inundaciones.

En cuanto al tema de Marginación y Pobreza, según datos de CONAPO, se tiene que al 2005 el municipio alcanzó un grado de marginación Muy Bajo, reflejo de haber obtenido un índice de -1.4370. La mayoría de las localidades más importantes del municipio alcanzaron un grado de marginación Bajo, a excepción de Antonio Rosales y Úrsulo Galván con un grado Medio y Juan Rodríguez con un grado Alto de marginación.

Figura 28. Índice y Grado de Marginación de las principales localidades del municipio de Empalme.

LOCALIDADES	Población Total	% de pobl. de 15 años y más analfabeta	% pobl. de 15 años y más sin primaria completa	% de viviendas particulares sin drenaje ni excusado.	% de viviendas particulares sin energía eléctrica.	% de viviendas particulares sin agua entubada en el ámbito de la vivienda.	% de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento.	% de viviendas particulares con piso de tierra.	% de viviendas particulares sin refrigerador.	Índice de marginación 2005.	Grado de marginación 2005.
Empalme	40,630	2.72	14.54	1.79	1.52	3.56	27.94	5.75	5.46	-1.564379	Muy bajo
José María Morelos y Pavón	1,878	5.51	25.45	2.09	1.25	0.63	34.66	12.73	6.26	-1.348655	Bajo
Junelancahui (El Mezquite)	313	5.61	33.85	1.28	1.28	0.00	30.77	17.95	7.69	-1.257096	Bajo
La Palma	1,041	9.86	32.75	5.10	1.57	0.00	34.51	11.11	3.92	-1.24083	Bajo
Maytoarena	744	7.41	39.46	1.63	2.72	0.55	28.80	14.13	4.89	-1.224645	Bajo
San Fernando de Guaymas	596	9.07	24.80	1.94	5.81	1.97	29.03	26.80	14.19	-1.189031	Bajo
Mi Patria es Primero	1,171	8.92	31.97	5.36	2.14	0.72	35.36	17.63	7.50	-1.185865	Bajo
Cruz de Piedra	827	5.77	32.85	4.08	4.08	1.54	45.92	22.56	9.18	-1.099998	Bajo
Santa María de Guaymas	1,249	7.02	37.19	1.44	2.53	0.72	44.40	25.63	9.03	-1.059776	Bajo
Empalme el Águila	95	7.69	28.13	0.00	4.55	0.00	36.36	45.45	13.64	-1.038686	Bajo
Antonio Rosales	757	7.98	32.79	2.29	1.71	2.87	47.70	45.98	12.00	-0.921984	Medio
Úrsulo Galván	542	10.77	43.89	12.40	6.98	6.25	37.98	39.06	16.28	-0.775084	Medio
Juan Rodríguez González	248	18.49	43.26	15.69	5.88	0.00	72.55	49.02	17.65	-0.418728	Alto

Fuente: CONAPO

Por su parte, CONEVAL reportó ese mismo año, que el 10.80% de la población de este municipio se encuentra en un grado de pobreza alimentaria (5,490 hab.), es decir que el total de sus ingresos son insuficientes para obtener una canasta básica alimentaria; el 18.70% (9,466 hab.), se encuentra en un grado de pobreza de capacidades, ya que el total de sus ingresos son insuficientes para adquirir una canasta básica alimentaria y además realizar gastos de salud y educación; y el 48.3% de la población del municipio (24,471 hab.) se encuentra en un grado de pobreza de patrimonio ya que sus ingresos no son suficientes para comprar la canasta básica alimentaria, hacer gastos en salud y educación y además pagar vestido, vivienda y transporte.



Dentro de la ciudad de Empalme no se cuenta con las cifras disponibles por AGEB's referentes a los indicadores de pobreza y marginación, sin embargo tras el análisis de la escolaridad de la población, acceso a servicios de salud, condiciones de la vivienda e ingresos económicos de los habitantes, fue posible identificar sectores de la ciudad que destacan por encontrarse en las condiciones menos óptimas en estos aspectos. Las colonias que sobresalieron en estos temas se ubican principalmente en la periferia norte y corresponden a las colonias La Ladrillera, Juárez, Ronaldo Camacho Durán y su Ampliación. Otras colonias, como las ubicadas en la periferia oeste de la ciudad destacaron en menor medida, como es el caso de la colonia Bella Vista, Bella Vista Norte y Pitic.

Cabe destacar también que algunas de estas colonias son también clasificadas por la SEDESOL como Zonas de Atención Prioritarias (ZAP), lo que significa que son consideradas áreas cuya población registra índice de pobreza, marginación, indicativos de la existencia de marcadas insuficiencias y rezagos en el ejercicio de los derechos para el desarrollo social. Tal es el caso de las colonias antes mencionadas, a excepción de la parte norte y este de la colonia Juárez y de la colonia La Ladrillera. A su vez, SEDESOL suma a estos sectores de la ciudad de Empalme, a parte de la colonia El Sahuaral y la parte este del fraccionamiento Villa Dorada.

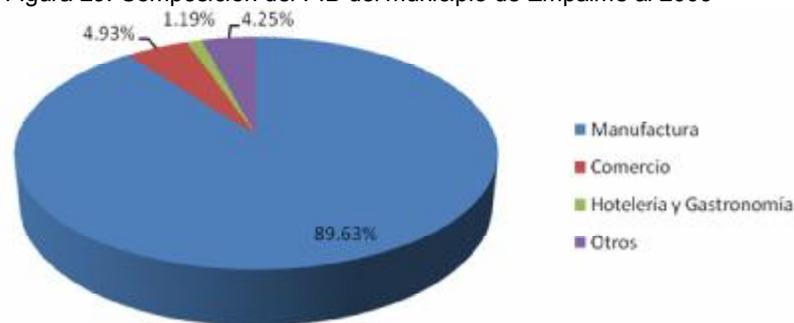
Estas colonias, exceptuando al fraccionamiento Villa Dorada, son también clasificadas por SEDESOL como "Polígonos Habitat", es decir son zonas urbanas marginadas en las que se presenta una concentración de hogares en situación de pobreza (<http://sppe-svr.sedesol.gob.mx/zap/>).

### 4.3. Principales actividades económicas

De acuerdo al Censo Económico 2009 del INEGI, el municipio de Empalme reportó un Producto Interno Bruto de 4 mil 706 millones 546 mil pesos, los cuales fueron equivalentes al 1.59% del PIBE de ese mismo año. El sector más destacado por su producción fue el de las Industrias Manufactureras, el cual representó casi el 90% de la Producción Bruta Total del municipio, aspecto que evidencia la poca diversificación económica. Cabe hacer notar, que a pesar de la importancia del sector manufacturero para Empalme, éste aporta apenas el 2.66% del Producto Bruto Total de dicha actividad en Sonora.

Los sectores productivos que le siguen en importancia son el del comercio por mayoreo y menudeo con el 4.93% y el de servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas con el 1.19%. El resto de los sectores productivos aportaron en conjunto el 4.25% del PIB municipal.

Figura 29. Composición del PIB del municipio de Empalme al 2009



Fuente: Elaboración con datos del Censo Económico 2009 del INEGI

A pesar de la importancia de las actividades agrícolas y pecuarias para las localidades rurales del municipio, especialmente para las del valle de Empalme, estas actividades no reflejaron participación alguna en el PIB. En la agricultura los cultivos que registraron las mayores áreas de la superficie sembrada anual fueron: Sandía 20.14%, Calabacita 19.67%, Melón 12.00%, Trigo Grano 11.34%.

Por otra parte, en la ganadería se trabajó en la cría de ganado caprino, porcino, ovino y bovino para la venta de carne y de ganado en pie, así como en la producción huevo, leche y otros derivados como queso.

De acuerdo a las cifras del censo, la producción reportada por el sector primario en el 2009 fue generada en su totalidad por la pesca, desarrollada en 5 localidades costeras del municipio, la cual fue equivalente al 0.32% de la Producción Bruta Total del municipio.



Dentro de la industria manufacturera, destaca la fabricación de equipo de transporte con el 54.45% de la producción de este sector; así como la industria del plástico y del hule con el 16.61%. Todas estas actividades se concentran en 2 parques industriales localizados en la cabecera municipal, los cuales contienen alrededor de 26 empresas con cerca de 9,500 puestos de trabajo. La población empleada en este sector no corresponde únicamente a la que reside en la cabecera municipal, ya que también cuenta con mano de obra proveniente de las localidades rurales del valle, las que se desplazan diariamente a la ciudad por medio del transporte de la empresa, público o propio.

#### 4.4. Características de la población económicamente activa

Al 2010 se registró en el municipio una Población Económicamente Activa (PEA) de 21,548, equivalentes al 52.01% de la población de 12 años o más. De esta población, el 65.83% eran hombres (14,185 personas) y el 34.17% mujeres (7,363 personas). A su vez, de la PEA, el 94.11% (20,279) se encontraba ocupada y el 5.89% (1,269) se encontraba desocupada y en busca de trabajo. Resaltan a nivel municipal las localidades rurales de Antonio Rosales, Úrsulo Galván y Juan Rodríguez, por haber obtenido porcentajes elevados de PEA respecto al total de la población de 12 años o más, la cual a su vez se encontraba ocupada en su totalidad, principalmente en los campos agrícolas ubicados en los alrededores de las localidades. Cabe señalar que estas comunidades también sobresalen a nivel municipal por reflejar índices elevados de inasistencia escolar y niveles bajos de escolaridad.

En la ciudad de Empalme, la población que recibe los salarios más bajos por su trabajo se concentra principalmente en la colonia Ampliación Ronaldo Camacho Durán, en donde el 11.95% de los habitantes recibe menos de 1 salario mínimo, en esta misma colonia, la población que gana entre 1 y 2 salarios es equivalente al 48.11% de la población ocupada. Otra colonia que concentra una importante proporción de habitantes con los ingresos más bajos es La Ladrillera, en ésta el 9.55% de la población ocupada recibe menos de un salario mínimo y el 50% gana entre 1 y 2 salarios mínimos. Por el contrario, la mayor proporción de habitantes que gana más de 5 salarios está en la parte central de La Moderna.

#### 4.5. Estructura urbana

Como se mencionó anteriormente, la ciudad de Empalme mantiene una relación físico – funcional con la ciudad de Guaymas, lo que le permite conformar una zona metropolitana intermunicipal de la que también participa la localidad de San Carlos Nuevo Guaymas y otros asentamientos rurales de menor tamaño. Esta relación funcional y de complementariedad entre ambas ciudades permanece vigente desde sus orígenes y se ha fortalecido en las últimas fechas, hasta llegar a consolidarse como una de las unidades territoriales, demográficas y económicas más relevantes del estado. Esta particularidad ha generado que la estructura, tanto municipal como urbana de Empalme, esté fuertemente asociada a esta relación de interdependencia que persiste entre ambos municipios y centros urbanos.

De forma general, el municipio de Empalme se estructura a través de un sistema de ejes carreteros que permiten el movimiento de población y mercancías a su interior, así como la comunicación con el resto de la zona conurbada, municipios colindantes y con el resto del estado. El eje estructural jerárquico lo representa la carretera federal no. 15 y su libramiento, el cual, a través de cuatro carriles pavimentados, permite una comunicación al oeste con la ciudad de Guaymas al cruzar el puente Douglas y hacia el este con la parte sur del estado y del país.

De este eje principal se deriva uno de tipo regional representado por la carretera estatal no. 88, el cual cruza de norte a sur el valle de Empalme, superando los límites municipales hasta el poblado de la Misa y la Presa Punta de Agua, al norte del municipio de Guaymas. Actualmente el tramo final de esta carretera se encuentra en construcción, el cual entroncará con la carretera Hermosillo – Yécora permitiendo la conexión entre la región y la capital del estado, vía la Colorada; así como con la sierra de Sonora y el estado de Chihuahua, vía Yécora. De este eje N-S se derivan una serie de ramales perpendiculares de terracería y algunos pavimentados, que comunican a las localidades rurales y campos agropecuarios asentados en el valle, zona en donde se da la mayor concentración de este tipo de actividades.

La ciudad de Empalme, cabecera del municipio y única localidad urbana del territorio, se ubica en la porción suroeste, contenida entre el eje carretero federal no. 15 y su libramiento y limitada al poniente por el estero el Rancho y la Bahía de Empalme. Cuenta con una superficie de 13.458 km<sup>2</sup> y concentra al 78.54% de la población del municipio, equivalente a 42,516 habitantes, lo que se traduce a una densidad de 3,159 habitantes por kilómetro cuadrado.

Esta ciudad se encuentra estructurada por el paso de la carretera no. 15, por las vías del ferrocarril y por varios ejes viales primarios, entre los que se encuentra el bulevar del Ferrocarril, bulevar de Las Américas, 16 de Septiembre y San Ricardo en el sentido Norte-Sur; así como las calles Héroes de Nacozari, Independencia y 16 de septiembre, en el



sentido Este-Oeste. La ciudad cuenta con un centro urbano que corresponde también al área fundacional de la ciudad, en donde se concentran las oficinas administrativas más importantes y la mayor parte de la oferta comercial y de servicios de la ciudad y del municipio.

En general la traza de la ciudad es ortogonal y, a pesar de contar con áreas baldías al interior de la mancha urbana consolidada, actualmente presenta una tendencia de crecimiento expansivo principalmente hacia la periferia Este, a través de la creación de nuevos conjuntos habitacionales que van aumentando los límites de la ciudad. Una de las barreras más importantes identificadas en la ciudad es el de la carretera No. 15 y las vías del ferrocarril, las cuales representan obstáculos que condicionan no sólo el crecimiento de la ciudad, sino que restringen el flujo de población y el escurrimiento del agua pluvial en épocas de lluvia.

La ciudad concentra la mayor oferta de equipamientos del municipio y de forma exclusiva es sede de aquellos de carácter regional, como es el caso de los referentes al Gobierno y a la Administración Pública. Entre los equipamientos disponibles se tienen los educativos y culturales, recreativos y deportivos, comerciales, de salud y asistencia social y de comunicaciones y transportes; los cuales se distribuyen en la ciudad de forma más o menos equitativa, con una visible mayor concentración en la parte centro, correspondiente a las áreas de mayor antigüedad, y con una menor proporción en las periferias, áreas de relativa nueva creación. Los equipamientos regionales como unidades de hospitalización, instalaciones educativas de nivel medio superior y superior y campos deportivos de relevancia, se encuentran principalmente sobre las vialidades primarias.

Por otra parte, los parques industriales que concentran las actividades manufactureras se ubican en dos áreas periféricas de la ciudad, una al sur de la mancha urbana sobre la carretera federal no. 15 y la zona costera de la Bahía de Empalme; y la segunda en la periferia Este en el vértice que forma la carretera no 15 y su libramiento. Ambos parques industriales cuentan en la actualidad con áreas vacantes para el asentamiento de nuevas unidades de producción y representan las zonas que concentran la mayor parte de los puestos de trabajo de toda la ciudad.

Dentro de Empalme es posible identificar también áreas de asentamientos irregulares y de vivienda precaria, tal es el caso de las viviendas que se ubican sobre la calle Micaela Ávila, al pie del cerro de la Cruz en la colonia La Ladrillera y otras como la colonia Pesqueira y Bella Vista, localizadas sobre la franja costera del Estero El Rancho.

Es importante resaltar, que de acuerdo al Atlas de Riesgo del Estado de Sonora, la mayor parte de la ciudad de Empalme se clasifica como zona inundable, con una mayor incidencia en las zonas cercanas a la costa del estero El Rancho y de la Bahía de Guaymas. Las zona más alta de la ciudad corresponde a la parte norte del bulevar Las Américas y a las faldas de los cerros de La Cruz y Batamoral. Debido a esta condición que presenta la ciudad, una importante cantidad de equipamientos quedan expuestos ante este tipo de fenómenos, los cuales han registrado daños en las últimas lluvias intensas presentadas en la región, tomando como récord histórico las generadas por la tormenta tropical "Jimena" en septiembre de 2009. De acuerdo a notas periodísticas de la fecha, las precipitaciones generadas por este fenómeno meteorológico, inundaron al menos 30 colonias de las ciudades de Guaymas y Empalme, registrándose niveles de agua superiores a los 2 metros en la colonia Bella Vista de ésta última ciudad.

La afectación de estas lluvias históricas no sólo se concentró en la zona urbana, también tuvo repercusiones en las zonas rurales del municipio, en donde el agua alcanzó los techos de algunas viviendas. De acuerdo a notas periodísticas, el 40% de la población del municipio de Empalme se encontraba afectada por las inundaciones. De acuerdo a estas mismas publicaciones, en la zona rural del municipio 25 niños fueron rescatados cuando se trataban de resguardar de la inundación en el techo de la Telesecundaria El Sahuaral.

A su vez, este fenómeno meteorológico también afectó a la infraestructura carretera, comunicó a las ciudades de Empalme y Guaymas al anegar y dañar el Puente Douglas, a su vez, el libramiento de la carretera F15 se vio interrumpido por los arroyos que habían superado el nivel de la carretera evitando la circulación vehicular. Otros tramos de la infraestructura carretera regional sufrieron dañados permanentes, algunos de los cuales aún se encuentran afectados a 2 años del suceso, como es el caso de la carretera que va a la localidad de Triunfo de Santa Rosa, en el municipio de Guaymas, la cual es prácticamente intransitable, por lo que la población recurre a circular por los laterales sin pavimentar (Univisión Noticias, 2009)

Las reservas para la expansión de la mancha urbana se tienen contempladas en las áreas disponibles al norte y este del actual límite urbano, hasta el libramiento carretero; así como la porción sur ubicada a partir de la carretera no.15 hasta la franja costera del Cochórit. En estas áreas se plantea la incorporación de nuevos desarrollos habitacionales e industriales, así como la conformación de nuevos subcentros urbanos de apoyo. Sin embargo, se debe considerar que en estas zonas también se identifican algunas áreas propensas a inundaciones, por lo que se deben tomar las medidas necesarias para reducir la vulnerabilidad ante estos fenómenos que pongen en riesgo el desarrollo de la ciudad.



## CAPÍTULO V.

### Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

#### 5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico

En este apartado se hace referencia a los riesgos geológicos generados de procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre, su dinámica y los sistemas con los que se relacionan en la superficie del planeta, tanto de origen natural como en el que interviene el ser humano. En este documento, para su análisis se dividen en: fallas y fracturas, sismos, tsunamis o maremotos, vulcanismo, deslizamientos, derrumbes, flujos, hundimientos y erosión.

##### 5.1.1. Fallas y Fracturas

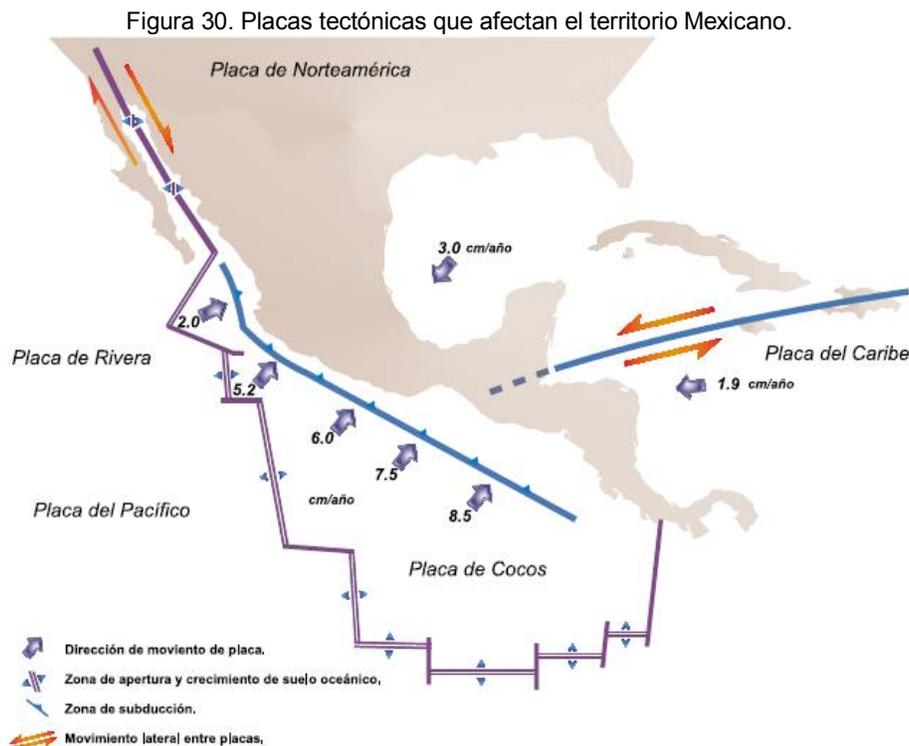
Las fallas y fracturas que se localizan en el municipio de Empalme, se encuentran sobre la parte sur de la Sierra Santa Úrsula y son de origen distensivo. La más grande es una fractura de 10.74 km. que tiene un rumbo NE-1-SW y que finaliza a poco más de 800 metros al norte del libramiento de la carretera F15. Esta falla, pasa por un costado de la localidad conocida como La Piedrera, la que en el 2010 registró a una población de 13 habitantes.

Otra falla con las mismas características y orientación se ubica más al norte y tiene una longitud de 7.44 km. Por último, se tienen tres fracturas de secciones menores: 4.04, 3.58 y 1.53 km. con rumbo NE-SW.

Estas fracturas actualmente no representan peligro para la población, ya que no se registra ningún asentamiento sobre las mismas. Además se encuentran a aproximadamente 2.5km al norte de la localidad más poblada, la ciudad de Empalme.

##### 5.1.2. Sismos

De acuerdo a CENAPRED, el territorio nacional está asociado al Cinturón Circumpacífico, por lo que se encuentra afectado por la movilidad de cuatro placas tectónicas: la de Norteamérica, Cocos, Rivera y del Pacífico. En la siguiente figura se muestra la configuración de estas placas; las flechas indican las direcciones y velocidades promedio de desplazamiento relativo entre ellas. (2001)

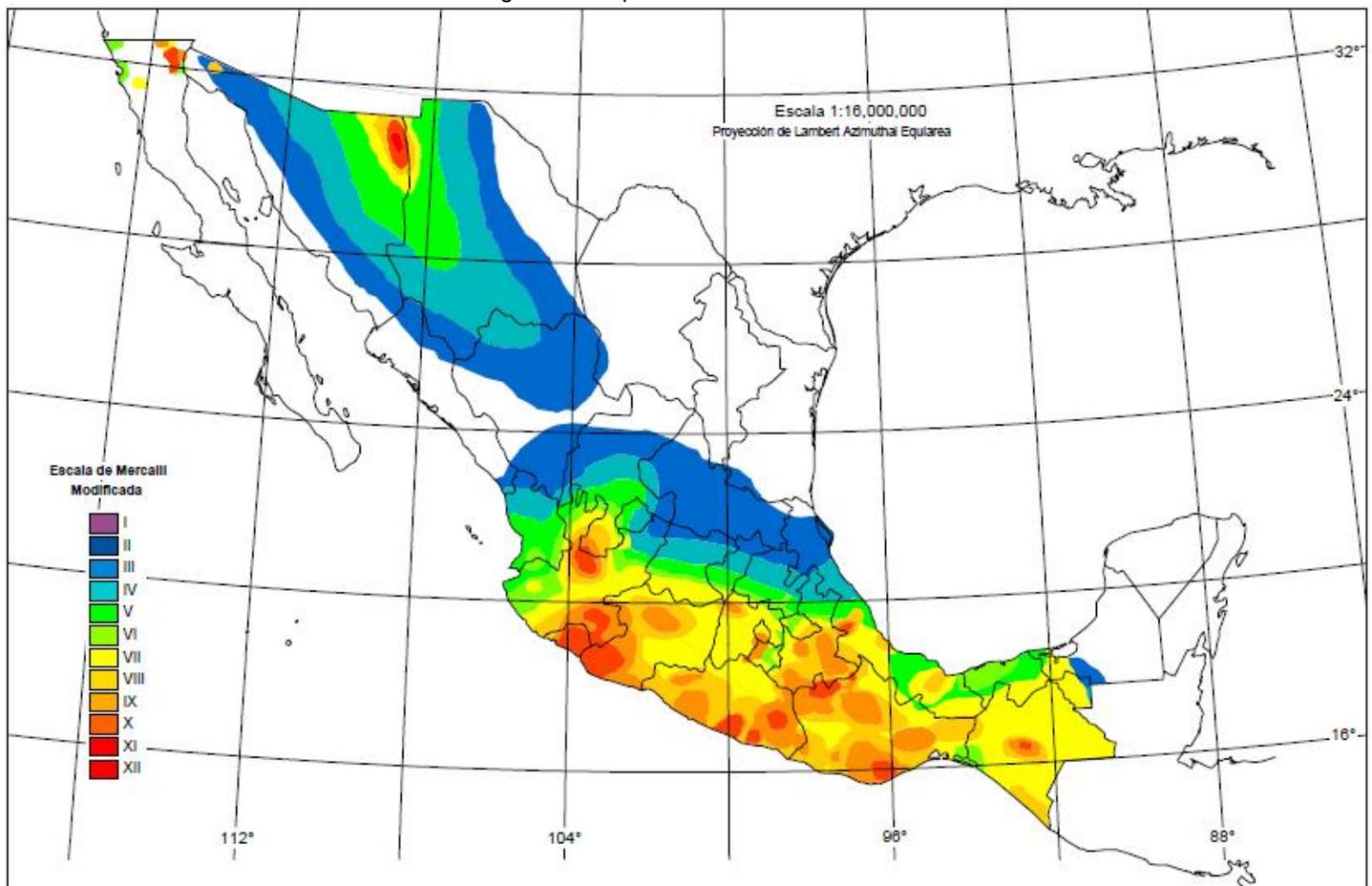


Fuente: CENAPRED (2001), Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México.

Debido a esto, México cuenta con varias zonas de alto riesgo sísmico, asociadas al choque entre las placas tectónicas de Norteamérica, del Pacífico y Riviera de Cocos; éstas repercuten en las costas del Pacífico, Eje Volcánico Transversal, península de Baja California y costas de Sonora y Sinaloa.

La intensidad de un sismo, en un lugar determinado, se evalúa mediante la escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en el terreno. En el siguiente mapa de CENAPRED se muestran las intensidades máximas obtenidas de 49 mapas de isosistas de temblores importantes ocurridos entre 1845 y 1985. Aunque no se cubren todos los temblores grandes ocurridos en ese lapso, la distribución de los eventos considerados en este mapa es representativa de la sismicidad de México.

Figura 31. Mapa Global de Intensidades.



Fuente: CENAPRED (2001), Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México.

En el mapa anterior, el municipio de Empalme se ubica en una zona que no presentan una escala de intensidad de sismos, sin embargo se encuentra próximo a la franja que representa la escala II de Mercalli Modificada, lo que significa que los sismos en esa zona son sentidos sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de edificios.

Para conocer el grado de peligro sísmico del municipio, se recurrió a la Regionalización Sísmica de CFE, la que, empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, establece 4 zonas.

La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.



A partir de esta regionalización se identifica que el municipio de Empalme se encuentra en la región sísmica B, lo que implica que es una zona de peligro medio – bajo. A partir de esta condición se deben establecer los requisitos que deben cumplir las construcciones tanto de edificaciones y otras obras civiles, con el fin de que resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo.

Figura 32. Regionalización Sísmica de México (Modificado a partir de Manual CFE)



El municipio de Empalme, se encuentra geográficamente cerca del área de desprendimiento de la Península de Baja California con respecto al macizo continental en dirección Noroeste, la cual sigue una serie de fallas y fracturas, siendo la principal la de San Andrés; esa serie de fallas se ubican paralelas al Golfo de California y en consecuencia cerca a las costas de Empalme, por lo que es una zona de intensa actividad sísmica, con rangos de intensidad que varían entre III y VI grados en la escala de Mercalli. (Atlas Nacional de Riesgos, 1993).

Según el Servicio Sismológico Nacional a lo largo del Mar de Cortés y en la sierra de Sonora se tiene registrado 141 movimientos sísmicos en el periodo que comprende de 25 Junio de 2009 al 18 de Enero del 2012, que van desde el rango de 3.0 al 6.9 en la escala de Richter, de los cuales 43 tuvieron epicentro dentro de los 80 km. alrededor de la región Guaymas - Empalme. El periodo de retorno ( $T_r$ ) para aceleraciones de 0.15g o mayores para Empalme, de acuerdo a CENAPRED es de 3,793 años.

Al ser el municipio de Empalme un territorio reducido y por la consistencia en sus características físicas, el comportamiento ante sismos es muy uniforme en toda su superficie, por lo que las aceleraciones máximas, expresadas en Gal ( $m/seg^2$ ) para los distintos periodos de retorno son:

- $T_r=10$  años                    34 Gal
- $T_r=100$  años                    81 Gal
- $T_r=500$  años                    135 Gal

Se presenta a continuación el historial de los sismos de mayor intensidad que han afectado a Empalme:



Figura 33. Historial de sismos de mayor intensidad que han afectado Empalme

MAGNITUD	PERIODO	FECHA	HORA	UBICACIÓN	EPICENTRO	DISTANCIA (Kms)	PROFUNDIDAD FOCAL (Kms)
7.0	+ de 23 años	18 de Junio de 1988	22:49	Golfo de California	26.856, -110.996	125.2	10
6.9	+de 2 años	3 de Agosto de 2009	17:59	Golfo de California	29.039, -112.903	236.2	10
6.6	6 años	4 de enero 2006	08:32	Golfo de California	28.164, -112.117	129.2	14
6.6	+ de 16 años	28 de Agosto de 1995	10:46	Golfo de California	26.092, -110.284	215.2	12
6.7	+ de 1 año	21 de Octubre de 2010	17:53	Guamuchil, Sin	24.69, -109.159	400.2	10
6.4	+ de 37 años	31 de Mayo de 1974	14:04	Guaymas, Golfo de California	27.226, -111.238	92.2	33
6.4	9 años	12 de Marzo de 2002	23:41	Loreto, Golfo de California	26.556, -110.587	158.2	10
6.5	+ de 36 años	8 de Julio de 1975	09:37	Santa Isabel, Golfo de California	26.556, -110.587	297.2	33
7.2	2 años	4 de Abril de 2010	22:40	Guadalupe Victoria BC	32.297, -115.278	646.2	4
6.2	28 años	10 de Febrero de 1984	16:51	Santa Rosalia Golfo de California	28.271, -112.144	134.2	10
6.0	5 años	13 de Marzo de 2007	02:59	Loreto, Golfo de California	26.261, -110.537	192.2	26
6.2	+ de 2 años	3 de Agosto de 2009	18:40	Santa Isabel, Golfo de California	29.31, -113.728	321.2	10
5.9	+ de 5 años	30 de Julio de 2006	01:20	Loreto, Golfo de California	26.864, -111.209	128.2	10
5.9	+ de 7 años	24 de Septiembre de 2004	14:43	Santa Isabel, Golfo de California	28.565, -112.725	198.2	10
5.9	5 años	25 de Febrero de 2007	15:00	Loreto, Golfo de California	26.146, -110.421	206.2	10
6.2	+ de 16 años	30 de Junio de 1995	11:58	La Paz, Golfo de California	24.688, -110.228	370.2	10
5.6	12 años	24 de Marzo de 2000	04:23	Guaymas, Golfo de California	27.551, -111.303	66.2	10
5.6	33 años	23 de Marzo de 1979	17:21	Yaqui, Golfo de California	26.74, -110.806	136.2	15
6.1	+ de 4 años	1 de Septiembre de 2007	19:14	La Paz, Golfo de California	24.902, -109.689	359.2	9
6.0	+ de 2 años	3 Julio de 2009	11:00	Golfo de California	25.131, -109.754	333.2	10
5.7	19 años	5 de Marzo de 1993	08:20	Santa Isabel, Golfo de California	28.71, -113.122	240.2	10
5.5	+ de 3 años	7 de Agosto de 2008	02:18	Loreto, Golfo de California	26.64, -111.0	148.2	10
5.4	33 años	26 de Noviembre de 1978	07:44	Guaymas, Golfo de California	27.989, -111.511	68.2	15
5.5	+ de 15 años	1 de Octubre de 1996	19:09	Loreto, Golfo de California	26.475, -110.862	166.2	10
6.0	7 Meses	26 de Julio de 2011	17:44	Los Mochis, Sin	25.101, -109.525	344.2	12
5.3	10 Meses	26 de Abril de 2011	21:10	Guaymas, Golfo de California	27.463, -111.533	90.2	11
5.6	30 años	7 de Febrero de 1982	19:18	Santa Isabel, Golfo de California	29.035, -113.053	24.2	10
6.1	22 años	16 de Maro de 1990	15:52	Guamuchil, Sin	24.897, -109.035	385.2	10
5.2	+ de 19 años	3 de Octubre de 1992	07:37	Golfo de California	27.51, -111.364	74.2	10
5.3	33 años	22 de Febrero de 1979	22:53	Golfo de California	27.696, -112.374	156.2	15
5.6	34 años	21 de Noviembre de 1977	02:50	Santa Isabel, Golfo de California	29.269, -112.97	255.2	33
5.6	8 años	12 de Noviembre de 2003	04:54	Santa Isabel, Golfo de California	28.967, -113.219	260.2	10
5.2	6 años	4 de enero 2006	01:05	Santa Rosalia Golfo de California	27.959, -112.143	130.2	10
5.2	+ de 5 años	28 de Mayo de 2006	14:02	Loreto, Golfo de California	26.779, -111.089	135.2	10
5.5	+ de 2 años	3 de Agosto de 2009	17:55	Santa Isabel, Golfo de California	28.904, -112.997	237.2	10
5.6	7 años	22 de Febrero de 2005	19:15	Golfo de California	25.669, -109.97	269.2	10
5.3	+ de 22 años	22 de Octubre de 1989	02:10	Huatabampo, Sin	26.304, -110.377	190.2	10
5	+ de 25 años	5 de Septiembre de 1986	14:22	Guaymas, Golfo de California	28.124, -111.396	59.2	10
5	5 años	6 de Diciembre de 2006	14:09	Golfo de California	27.593, -111.295	62.2	10
5.1	+ de 5 años	28 de Mayo de 2006	14:18	Loreto, Golfo de California	26.698, -111.227	147.2	10
5.3	11 años	18 de Enero 2001	01:40	Golfo de California	26.074, -110.315	216.2	10
5.2	+ de 19 años	25 de Mayo de 1992	20:40	Golfo de California	26.214, -110.493	197.2	10
5.2	+ de 15 años	3 de Septiembre de 1996	17:01	Golfo de California	26.192, -110.524	199.2	10
4.8	+ de 24 años	15 de Octubre de 1987	05:11	Guaymas, Golfo de California	27.906, -111.311	49.2	10
4.8	35 años	24 de Enero de 1977	07:45	Guaymas, Golfo de California	27.947, -111.403	57.2	33
4.8	+ de 19 años	11 de Octubre de 1992	14:50	Golfo de California	27.621, -111.453	73.2	10
4.8	+ de 21 años	11 de Junio de 1990	04:52	Golfo de California	27.394, -111.26	77.2	10
5.2	+ de 27 años	25 de Octubre de 1984	08:18	Golfo de California	26.182, -110.276	205.2	10



5.1	+ de 19 años	25 de Mayo de 1992	19:01	Golfo de California	26.31, -110.435	188.2	10
5.1	2 años	13 de Diciembre de 2009	16:59	Golfo de California	26.291, -110.559	188.2	10
4.7	12 años	26 de Diciembre de 1999	01:36	Golfo de California	27.516, -111.3	69.2	10
4.9	+ de 29 años	11 de Julio de 1982	18:02	Golfo de California	27.6, -112.242	146.2	10
4.9	+ de 3 años	31 de Octubre de 2008	13:34	Golfo de California	26.646, -110.927	147.2	10
4.7	+ de 20 años	17 de Julio de 1991	05:12	Golfo de California	27.808, -111.66	84.2	10
4.7	9 Meses	24 de Mayo de 2011	19:01	Golfo de California	27.585, -111.563	84.2	10
5.1	+ de 22 años	22 de Octubre de 1989	01:42	Golfo de California	26.28, -110.328	194.2	10
4.9	+ de 29 años	8 de Julio de 1982	15:41	Santa Rosalia Golfo de California	27.475, -112.237	150.2	10
5.2	5 años	25 de Febrero de 2007	15:03	Golfo de California	26.029, -110.613	216.2	10
4.7	35 años	29 de Enero de 1977	08:59	Golfo de California	27.272, -111.525	104.2	33
4.7	13 años	29 de Enero de 1999	18:42	Golfo de California	28.139, -111.894	107.2	10
4.8	+ de 28 años	28 de Agosto de 1983	13:10	Golfo de California	28.101, -112.199	136.2	10
5.1	+ de 27 años	25 de Octubre de 1984	08:15	Golfo de California	26.22, -110.291	201.2	10
4.6	10 Meses	20 de Abril de 2011	08:21	Golfo de California	7.424, -111.367	81.2	10
4.9	6 años	4 de Enero de 2006	09:17	Golfo de California	28.003, -112.468	162.2	10
5.2	5 años	25 de Febrero de 2007	01:18	Golfo de California	26.002, -110.461	221.2	10
4.7	+ de 36 años	20 de Abril de 1976	09:59	Golfo de California	8.374, -111.956	120.2	33
4.7	1 año	12 de Enero de 2011	02:38	Golfo de California	27.01, -111.414	121.2	10
5.2	5 años	23 Febrero de 2007	07:30	Golfo de California	25.988, -110.495	222.2	10
4.7	9 años	24 de Febrero de 1993	04:27	Golfo de California	8.355, -111.991	123.2	10
4.7	5 Meses	10 de Septiembre de 2011	22:07	Golfo de California	28.082, -112.144	131.2	10
4.5	34 años	14 de Marzo de 1978	01:17	Golfo de California	27.376, -111.216	76.2	15
5.2	5 años	23 de Febrero de 2007	07:12	Golfo de California	25.955, -110.522	226.2	10
5.8	2 años	5 de Agosto de 2009	09:13	Golfo de California	29.615, -113.789	343.2	10
4.9	+ de 33 años	24 de Agosto de 1978	15:37	Golfo de California	26.427, -110.36	177.2	33
4.4	35 años	22 de Marzo de 1977	08:07	Golfo de California	27.377, -111.107	71.2	33
4.4	28 años	5 de Junio de 1983	14:12	Golfo de California	27.567, -111.461	77.2	10
4.4	26 años	4 de Mayo de 1986	00:19	Yaqui, Golfo de California	27.363, -110.309	83.2	10
4.6	31 años	31 de Enero de 1981	21:58	Golfo de California	26.821, -110.973	128.2	15
4.6	6 años	4 de Enero de 2006	03:45	Golfo de California	27.953, -112.135	129.2	10
4.4	+ de 5 años	16 de Junio de 2006	08:46	Golfo de California	7.506, -111.597	92.2	5
4.7	+ de 28 años	29 de Agosto de 1983	06:25	Golfo de California	28.311, -112.287	149.2	10
4.5	1 año	11 de Enero de 2011	16:15	Golfo de California	27.149, -111.546	116.2	10
4.3	4 años	13 de Enero de 2008	11:12	Golfo de California	27.703, -111.514	74.2	10
4.4	26 años	27 de Marzo de 1986	09:19	Hermosillo, Son.	28.758, -111.293	99.2	10
4.3	+ de 11 años	30 de Agosto de 2000	12:29	Golfo de California	27.362, -111.203	77.2	10
4.2	13 años	19 de Febrero de 1999	05:06	Golfo de California	7.794, -111.153	38.2	10
4.2	+ de 35 años	9 d Agosto de 1976	07:30	Golfo de California	27.943, -111.35	52.2	33
4.4	+ de 10 años	15 de Junio de 2001	19:51	Golfo de California	27.127, -111.317	105.2	10
4.6	+ de 5 años	28 de Mayo de 2006	14:00	Golfo de California	26.752, -111.206	140.2	10
4.4	+ de 2 años	25 de Octubre de 2009	10:55	Golfo de California	27.741, -111.89	108.2	10
4.3	35 años	27 de Abril de 1977	00:21	Golfo de California	27.687, -111.696	92.2	33
4.4	+ de 23 años	2 de Octubre de 1988	16:09	Yaqui, Golfo de California	27.203, -110.083	111.2	10
4.3	+ de 37 años	1 junio de 1974	18:17	Golfo de California	27.225, -111.289	94.2	33
4.3	+ de 37 años	27 de Julio 1974	11:44	Golfo de California	27.232, -111.311	95.2	33
4.3	16 años	20 de Febrero de 1996	14:40	Golfo de California	27.552, -111.678	96.2	10
4.3	+ de 7 años	21 de Agosto de 2004	07:58	Golfo de California	27.385, -111.55	97.2	10
4.3	2 Meses	10 de Diciembre de 2011	08:56	Golfo de California	27.234, -111.422	101.2	10
4.4	33 años	17 de Febrero de 1979	09:40	Golfo de California	28.287, -111.953	117.2	15
5.2	35 años	11 de Diciembre de 1976	23:08	Golfo de California	25.892, -110.279	237.2	33
4.4	1 año	12 de Enero de 2011	02:09	Golfo de California	27.052, -111.433	118.2	10
4.4	1 año	11 de Enero de 2011	16:38	Golfo de California	27.103, -111.553	120.2	10
4	29 años	3 de Enero de 1983	02:23	La Bandera, Son.	28.296, -111.111	46.2	10
4.6	20 años	26 de Noviembre de 1991	13:31	Golfo de California	26.63, -110.912	149.2	10
4.7	+ de 33 años	21 Julio de 1978	10:18	Santa Rosalia Golfo de California	27.584, -112.416	163.2	33
4.1	+ de 10 años	16 de Junio de 2001	14:25	Golfo de California	27.275, -111.113	82.2	10
4.8	9 años	12 de Marzo de 2003	23:46	Golfo de California	26.403, -110.41	178.2	10
4	3 años	20 de Abril de 2009	17:12	Golfo de California	27.501, -111.216	65.2	10
4.3	3 años	23 de Diciembre de 2008	00:06	Golfo de California	27.857, -111.947	111.2	10
5.2	2 Meses	4 de Diciembre 2011	15:35	Loreto, Golfo de California	26.006, -111.81	239.2	10
4.1	11 años	29 de Marzo 2001	11:22	Golfo de California	27.52, -111.568	89.2	10
4.1	+ de 21 años	6 de Septiembre 1990	05:24	Golfo de California	27.197, -110.56	89.2	10
4.3	8 años	11 de Enero de 2004	13:36	Golfo de California	27.068, -111.404	115.2	10
4.5	6 años	4 de Enero de 2006	08:30	Golfo de California	28.001, -112.255	141.2	10
4.1	15 años	10 de Mayo de 1997	16:58	Golfo de California	27.891, -111.768	93.2	10
4.4	6 años	4 de Enero de 2006	10:27	Golfo de California	28.157, -112.125	130.2	10
4.4	+ de 33 años	28 de Octubre de 1978	10:17	Golfo de California	28.367, -112.064	130.2	15
3.9	+ de 18 años	17 de Agosto de 1993	14:40	Golfo de California	28.046, -111.51	68.2	10

Fuente: [earthquaketrack.com](http://earthquaketrack.com)



Dentro del territorio se identifican algunas localidades rurales y áreas urbanas que son consideradas vulnerables en caso de sismos. La primera situación que se evalúa en este aspecto, son las características y seguridad estructural de las viviendas, lo que determina la vulnerabilidad física. Dentro de la zona urbana es en donde se identifican los mayores sectores con alta vulnerabilidad física, éstos representan principalmente a las colonias más marginadas de la mancha urbana, entre las que se encuentran: Ronaldo Camacho y su Ampliación, Pesqueira, Pitic, Bella Vista y Bella Vista Norte.

En esta última colonia, durante el recorrido de campo, se identificaron varias construcciones con cuarteaduras que evidencian la carencia de criterios estructurales en su construcción, algunas de estas edificaciones se encuentran abandonadas y otras todavía habitadas. A su vez, este sector refleja una precariedad importante en las viviendas, las cuales han ido creciendo paulatinamente.

Figura 34. Construcciones con alta vulnerabilidad física ante sismos en la colonia Bella Vista Norte y Bella Vista.



Los casos más preocupantes son los de viviendas habitadas, generadas por la autoconstrucción y que cuentan con más de una planta. Éstas en su mayoría, carecen de criterios estructurales que garanticen la estabilidad de la edificación, lo que resultaría muy perjudicial en caso de presentarse un sismo. Algunas de estas viviendas ya cuentan con cuarteaduras importantes, lo que aumenta su vulnerabilidad física en caso de un temblor.

Figura 35. Construcciones de dos o más niveles con alta vulnerabilidad física ante sismos en la colonia Bella Vista Norte y Bella Vista.





Figura 36. Vivienda estructuralmente en riesgo en la colonia Bella Vista.



Además de las zonas con vivienda precaria, se considera una vulnerabilidad similar de la población que se asienta al pie de los cerros, la que pudiera resultar afectada por un derrumbe de rocas en caso de presentarse un sismo. (Para identificar esta zona de riesgo consultar el tema 5.1.5 Deslizamientos y 5.1.6 Derrumbes.)

### Licuación de arenas

Debido a las características de ciertas áreas costeras se ubican zonas propensas a presentar licuación de arenas, ya que son depósitos de arenas no consolidados y con niveles freáticos superficiales. Los sectores que presentan estas condiciones abarcan principalmente la península conocidas como el Morro Inglés, las dunas del estero el Cochorit, las zonas cercanas al puente Douglas y la zona de deltas de los arroyos que descargan en el Estero el Rancho.

Éstas son zonas de riesgo en caso de presentarse un sismo fuerte o ante un fenómeno hidrometeorológico o por erosión marina, sobre todo si se siguen modificando sus condiciones con la pérdida de manglar, la alteración de dunas y los impactos a la dinámica hidráulica del estero.

En general, la vulnerabilidad ante fenómenos sísmicos es de media a alta en diversas zonas de la ciudad, acentuándose en los sectores periféricos de ésta, áreas en donde se ubican las construcciones precarias; así como en los asentamientos rurales, en donde las viviendas también presentan características que pueden ser clasificadas como precarias, incapaces de resistir sismos intensos.

### RECOMENDACIONES:

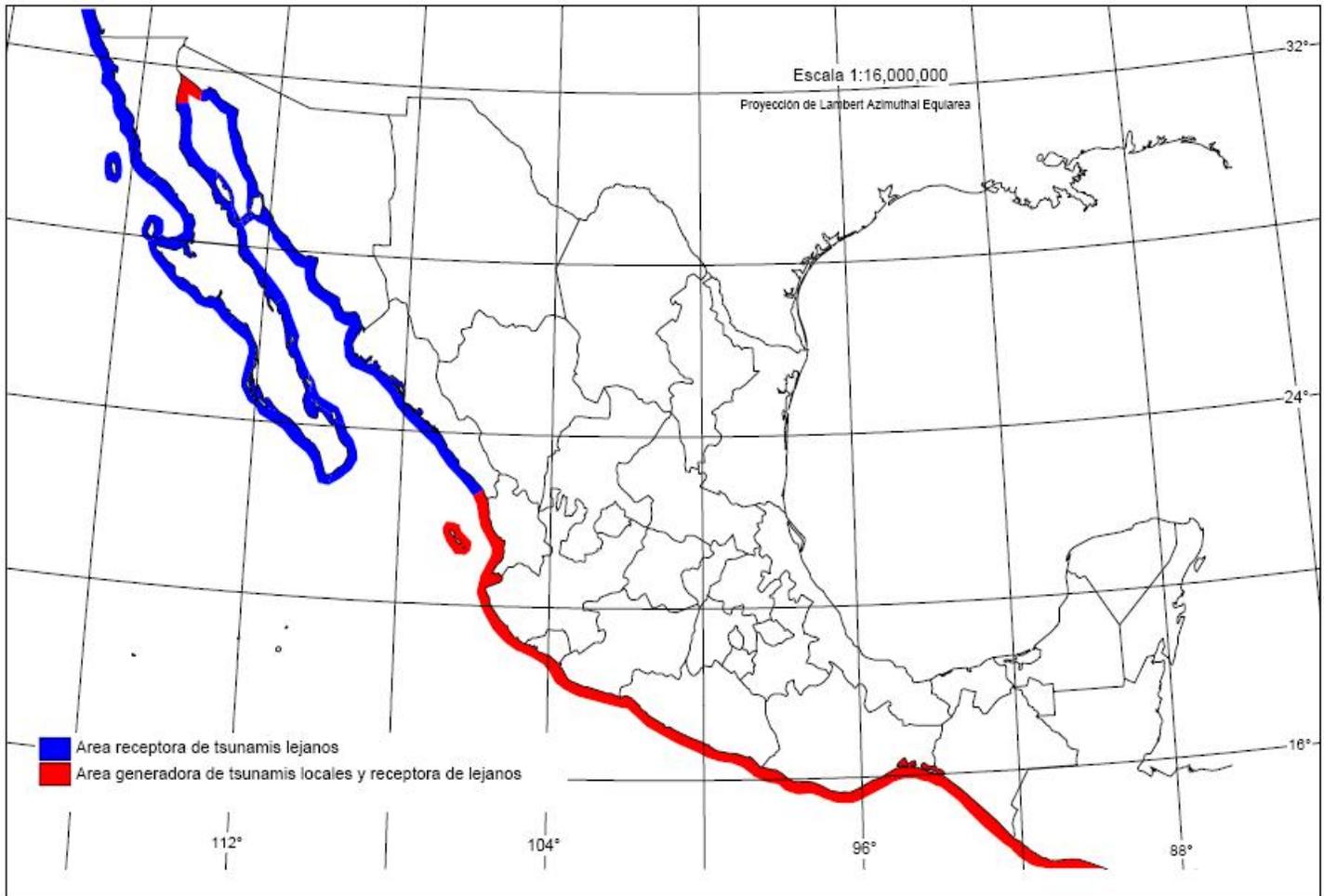
- Establecer campaña de revisiones a edificios públicos, dictaminándolos para determinar su capacidad de resistencia ante sismos.
- Establecer programas de mejoramiento de vivienda precaria para disminuir la vulnerabilidad física ante la presencia de sismos.
- Elaborar Reglamento de Construcción para el municipio de Empalme que incluya Normas de Diseño para edificación resistentes a sismos.
- Profundizar estudios para incluir en la actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Empalme las zonas propensas a Licuación de Arenas.
- Realizar campañas informativas sobre el fenómeno, dimensionándolo de acuerdo a su magnitud para no crear un temor innecesario, por lo que se recomienda que se difunda junto con otros fenómenos perturbadores, como medida para disminuir la vulnerabilidad social y fomentar la cultura de la prevención.
- Contar con un sistema de alerta temprana para este tipo de fenómenos.

### 5.1.3. Tsunamis o maremotos

La gran mayoría de los tsunamis tienen su origen en el contorno costero del Pacífico, es decir, en zonas de subducción. Se generan cuando se presenta un movimiento vertical del fondo marino ocasionado por un sismo de gran magnitud cuya profundidad sea menor que 60 km.

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; y Lejanos, cuando se originan a más de 1,000 km. CENAPRED (2001a) identifica las zonas que, con periodos de retorno muy variables, pueden estar sujetas a la influencia de olas de gran tamaño, ya sea como zonas generadoras de tsunamis locales y/o como receptora de tsunamis lejanos.

Figura 37. Peligro por Tsunami



Fuente: CENAPRED. Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

De acuerdo a este gráfico las costas de Sonora se encuentran en una zona receptora de tsunamis lejanos, en la que se considera una altura máxima probable de olas de 3 m, menor al resto de la costa occidental que es de hasta de 10 m.

Por otra parte, de acuerdo al Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, de 1732 a 1996 se han presentado en las costas de México un total de 48 tsunamis, de los cuales 33 han sido de origen local y 15 de origen lejano. De estos últimos, tres han impactado en las costas de la región. En la siguiente tabla se muestra la fecha del evento, así como la altura de las olas que impactaron en las diferentes costas.



Figura 38. Tsunamis de origen lejano, posteriores a 1950 en México

Fecha (GMT)	Epicentro del sismo (°N,°W)	Zona del sismo	Magnitud del sismo	Lugar de registro del tsunami	Altura max. de olas (m)
9-mar-1957	51.3°N, 175°W	I. Aleutianas	8.3	Ensenada, B.C. La Paz, B.C. <b>Guaymas, Son.</b> Mazatlán, Sin. Salina Cruz, Oax. Manzanillo, Col. Acapulco, Gro.	1.0 0.2 <b>&lt;0.1</b> 0.2 0.4 0.6 0.6
22-may-1960	39.5°S, 74.5°W	Chile	8.5	Ensenada, B.C. La Paz, B.C. <b>Guaymas, Son.</b> Topolobampo, Son. Mazatlán, Sin. Acapulco, Gro. Salina Cruz, Oax.	2.5 1.5 <b>0.6</b> 0.2 1.1 1.9 1.6
28-mar-1964	1.1°N, 147.6°W	Alaska	8.4	Ensenada, B.C. La Paz, B.C. <b>Guaymas, Son.</b> Mazatlán, Sin. Salina Cruz, Oax. Manzanillo, Col. Acapulco, Gro.	2.4 0.5 <b>0.1</b> 0.5 0.8 1.2 1.1

Fuente: CENAPRED. Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

Según el fascículo de Tsunamis de CENAPRED 2001, los maremotos de energía inicial extraordinaria pueden atravesar distancias enormes del Océano Pacífico hasta costas muy alejadas; como fue el caso de los originados en aguas de Chile en Mayo de 1960 y de Alaska en Marzo de 1964, que arribaron a los litorales de México, inclusive a las costas de Guaymas causando daños menores. Esta situación es de consideración, al contemplar que toda la costa del Pacífico Mexicano, así como del Golfo de California, y por consiguiente de Sonora, está expuesta al arribo de tsunamis de origen lejano.

Sin embargo, se estima que el riesgo de daños es menor, ya que ninguno de los tsunamis de origen lejano registrados u observado en las costas de México, tanto en fechas recientes como en remotas, ha tenido más de 2.5 metros de altura máxima de olas. A su vez, no se tiene registro del impacto de fenómenos de este tipo en las costas de Empalme, por lo que la probabilidad de ocurrencia es considerada como baja.

En base a la información obtenida, y principalmente en relación a la altura de olas esperadas en caso de un tsunami, se han identificado en el municipio dos zonas expuestas a este fenómeno:

1. Bahía Exterior - El Cochórit
2. Bahía de Empalme – Estero El Rancho

**1. Bahía Exterior – El Cochorit.** Esta zona es la que se encuentra más expuesta ante el arribo de tsunamis lejanos. En el área se identifica una localidad pesquera conocida como El Cochorit, la cual se asienta en la costa a una altura inferior a los 3 m.s.n.m., por lo que se encuentra en el área de impacto en caso de la ocurrencia de un tsunami de origen lejano. Actualmente en esta localidad se registra una población de 20 habitantes. En cuanto a la vulnerabilidad física de este asentamiento, se puede decir que es alta, ya que las viviendas ahí localizadas son en general precarias, como sucede en la mayoría de las comunidades pesqueras de la región.



Figura 39. Imágenes de la localidad pesquera de El Cochórit



**2. Bahía de Empalme – Estero El Rancho.** Se considera que esta zona presenta menos probabilidad de ser afectada por un tsunami, ya que se encuentra protegida por la Barra del Morro Inglés y por la Isla Pájaros, elementos naturales que sirven como barreras en caso de la llegada de un fenómeno de este tipo.

La zona identificada como de riesgo, por ubicarse por debajo de los 3 m.s.n.m., abarca parcialmente la zona oeste de la ciudad de Empalme. Entre las colonias que pueden verse afectadas en caso de la ocurrencia de un fenómeno de este tipo están: La Moderna, Pesqueira, Pitic, Bella Vista, Bella Vista Norte, parte de la colonia Ortiz Rubio, así como el parque Industrial Bella Vista y los Talleres de Ferromex. Se estima que la población asentada en este sector y que resultaría afectada asciende a un total de 11,026 habitantes.

De las colonias antes mencionadas, las que presentan la vulnerabilidad física más alta son las que se encuentran asentadas en la periferia oeste de la ciudad, sobre el límite del estero El Rancho, tal es el caso de las colonias Pesqueira, Pitic, Bella Vista y Bella Vista Norte. Se estima que la población que conforma esta zona en particular es igual a poco más de 2,900 habitantes.

Figura 40. Imágenes de la colonia de Bella Vista en la ciudad de Empalme.



Más hacia el sur de la ciudad de Empalme, se identifica una localidad pesquera conocida como Venecia, la cual a pesar de que en el 2010 causó baja por no registrar ningún habitante, aún cuenta con infraestructura y embarcaciones empleadas para la pesca local, las que en general son precarias, haciendo que su vulnerabilidad física sea alta.

Figura. 41. Imágenes de la localidad pesquera de Venecia



Respecto a la vulnerabilidad social, esta es considerada como media, ya que la población no tiene conciencia del peligro que representaría un fenómeno como este, ni tiene conocimiento de que hacer o cómo protegerse en caso de presentarse un tsunami.

A partir de este análisis es posible identificar que la vulnerabilidad del municipio ante este tipo de fenómenos es media, lo que aunado al riesgo bajo de ocurrencia nos genera un peligro BAJO ante tsunamis o maremotos.

#### RECOMENDACIONES:

Si bien es cierto que el riesgo por tsunami es bajo en el municipio de Empalme, el registro de fenómenos de este tipo en la región hace que se deban considerar medidas de prevención y mitigación en caso de la eventual llegada de un tsunami a las costas del municipio, por lo que se sugieren las siguientes acciones para reducir la vulnerabilidad y los efectos de su impacto.

- Reglamentar sobre las construcciones ubicadas en la primera duna y en cotas menores a los 3 metros sobre el nivel medio del mar.
- Realizar campañas informativas sobre el fenómeno, dimensionándolo de acuerdo a su magnitud para no crear un temor innecesario, por lo que se recomienda que se difunda junto con otros fenómenos perturbadores, como medida para disminuir la vulnerabilidad social y fomentar la cultura de la prevención.
- Contar con un sistema de alerta temprana para este tipo de fenómenos, que sea efectivo y eficiente.
- Tener en consideración las recomendaciones planteadas para la prevención de inundaciones, que ayudarán en caso de presentarse un fenómeno de este tipo.

#### 5.1.4. Vulcanismo

El Municipio de Empalme, al igual que otros municipios ubicados en Baja California y en los estados costeros pertenecientes a la vertiente del Pacífico, es parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, zona que se caracteriza por concentrar algunas de las áreas de subducción más importantes del mundo, causantes de una intensa actividad sísmica y volcánica en las regiones que abarca.

En la región de Guaymas - Empalme se encuentran estructuras geológicas de origen volcánico y afloramientos de rocas ígneas, evidencia de actividad volcánica que se remonta a eventos del cenozoico-cuaternario. Se ha mencionado la existencia en el territorio del Volcán Ochitahuca, presuntamente ubicado entre San Carlos Nuevo Guaymas y la calle 4 o carretera estatal 16 (Lucero Aja, Carlos 2010), como el generador de estas muestras de vulcanismo en la región, sin embargo, no hay evidencia física de la existencia de tal volcán en esa zona, por lo que otros autores se inclinan a pensar que son resultado de la actividad de un volcán submarino.



En México gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción formada por las placas de Rivera y Cocos con la gran placa Norteamericana, y tiene su expresión volcánica en la Faja Volcánica Mexicana (FVM). Esta Faja es una elevación volcánica con orientación Este-Oeste, que se extiende por más de 1,200 km y su ancho varía de 20 a 150 km.

La FVM, ubicada sobre el paralelo 19°, alberga a los principales volcanes activos del país. Su vulcanismo es extremadamente variado, desde actividad efusiva cuyos productos más importantes son los derrames de lava, hasta erupciones altamente explosivas con predominio de depósitos piroclásticos tanto de flujo como de caída.

Por su ubicación en el Pacífico Norte Mexicano, Empalme no se encuentra en el área de influencia de la Faja Volcánica Mexicana, pero si hay volcanes en su entorno mesoregional, es decir en el área del Golfo de California, ubicados específicamente en la Península de Baja California, en las Islas del Golfo y uno en Sonora. Por su proximidad se destacan tres:

- **El Pinacate** ubicado al norte de Sonora (31.772°N, 113.498°W), es clasificado como campo volcánico, con 1,200 m.s.n.m. de altitud. Su última erupción fue alrededor de 11,000 años, por lo que se considera de peligrosidad menor.
- **Isla Tortuga** ubicado en el Golfo de California, entre Santa Rosalía y Guaymas (27.44°N, 111.978°W), es clasificado como Volcán en escudo, con 210 m.s.n.m. de altitud, que corresponde a la era geológica del holoceno. Se desconoce la fecha de su última erupción, aunque ha presentado actividad fumarólica en el tiempo histórico, aunque esta información está clasificada como “insuficiente”. La probabilidad de que un volcán de este tipo se reactive de manera abrupta e inicie su actividad con erupciones intensas sin una evolución previa es virtualmente nula.
- **El Volcán Tres Vírgenes** ubicado en Baja California, al Norte de Santa Rosalía (27.44°N 112.59°W), es clasificado como estratovolcán, con una altura de 1,940 m.s.n.m. La última fecha de erupción se tiene registrada en el año de 1746, aunque existen versiones divergentes al respecto. Sin embargo CENAPRED lo ha catalogado como activo, de alta peligrosidad y de categoría 1.

De acuerdo a CENAPRED, de los tres anteriores, solo el Volcán o conjunto volcánico de Tres Vírgenes, puede representar un peligro. Se clasifica como **Categoría 1**, es decir se encuentra entre los volcanes que se consideran de peligro alto, que han producido erupciones con un Índice de Explosividad Volcánica (VEI por sus siglas en inglés) igual o mayor a 3 con un tiempo medio de recurrencia de 500 años o menos, o que hayan producido al menos una erupción con VEI 3 o mayor en los últimos 500 años.

En realidad, Tres Vírgenes es un complejo de volcanes, ubicado en el municipio de Mulegé en Baja California Sur. Este complejo se compone por tres volcanes alineados de noreste a suroeste, el más antiguo es el conocido como el Viejo, el Azufre se ubica en el medio y el Virgen, ubicado en el extremo suroeste, es el más reciente. Este último es el más sobresaliente de los tres, por lo que le da el nombre al complejo conocido como “Las Tres Vírgenes”.

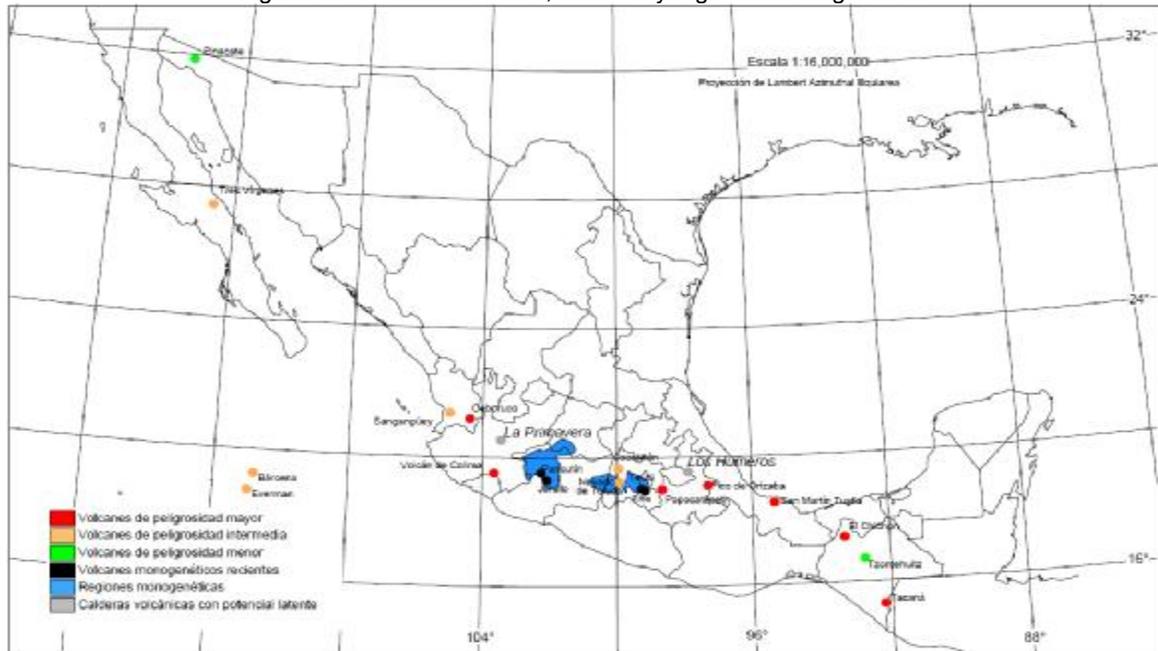
Figura 42. Complejo Volcánico Tres Vírgenes en Baja California Sur.



El último volcán de este complejo que ha hecho erupción es El Virgen, evento del que se tiene referencia en un mapa dibujado por un misionero Jesuita (Ferdinand Konscak) y que data dicha actividad en el año 1746. Sin embargo la información radiométrica no concuerda con esta fecha, ya que contempla como la última erupción hace 6,515 años.

En otros medios y entre la población local se ha circulado la versión de que la fecha más reciente de erupción es el 6 de julio de 2001, sin que haya una versión oficial que confirme este dato. También se presentó un evento que se difundió en julio de 2011 sobre presencia de fumarolas en el volcán, versión que después fue desmentida al comprobarse que era el humo de un incendio forestal provocado por un rayo.

Figura 43. Vulcanismo activo, calderas y regiones monogenéticas

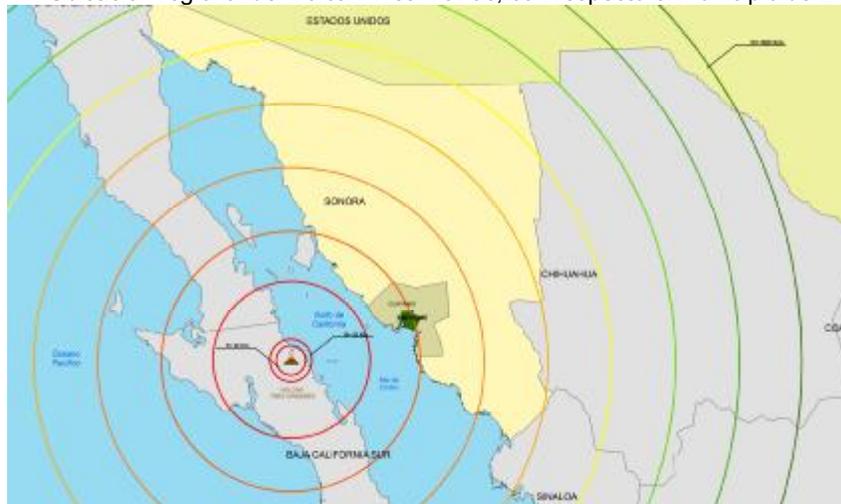


Fuente: CENAPRED. Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

Independientemente de las versiones sobre su última erupción, CENAPRED lo considera activo y peligroso, por lo es relevante analizar los posibles efectos sobre el área de estudio.

Los Volcanes del complejo Tres Vírgenes se encuentran relativamente cerca de las costas de Sonora, a aproximadamente unos 185 kilómetros de la cabecera municipal de Empalme, separados entre sí por el Golfo de California o Mar de Cortés, así como por las elevaciones de la cordillera del Cerro de Santa María y La Reforma, de una altura de 1,200 m.s.n.m.

Figura 44. Ubicación regional del Volcán Tres Marías, con respecto el municipio de Empalme.





En consideración a lo anterior y a lo establecido en las Guías Básicas para la elaboración de Atlas estatales y Municipales de Riesgos y específicamente de Peligros Geológicos, se realizó la siguiente evaluación de los peligros volcánicos que el complejo volcánico Las Tres Vírgenes, representa para el municipio de Empalme.

Figura 45. Evaluación de los peligros volcánicos Las Tres Vírgenes

Peligros	Distancias hasta las que se han experimentado efectos		Probabilidad de afectación en el área de estudio	Explicación
	Promedio (Kms)	Máxima (Kms)		
Caída de ceniza (tefra)	20-30	>800	Probable	Se encuentra fuera del área promedio de afectación, pero dentro de la máxima. Depende mucho de las condiciones atmosféricas, principalmente los vientos.
Proyectiles Balísticos	2	15	Nula	Excede por mucho la distancia máxima
Flujos piroclásticos y derrumbes o avalanchas	10	100	Nula	Excede la distancia máxima, la topografía y el mar de Cortés son barreras naturales.
Lahares	10	300	Nula	Excede la distancia promedio, aunque dentro de la máxima, sin embargo la topografía y el mar de Cortés son barreras naturales que nulifican la probabilidad de afectación
Flujos de lava	3-4	>100	Nula	Excede la distancia máxima, la topografía y el mar de Cortés son barreras naturales.
Lluvia ácida y gases	20-30	>2000	Probable	Se encuentra fuera del área promedio de afectación, pero dentro de la máxima. Depende mucho de las condiciones atmosféricas, principalmente los vientos.
Ondas de choque	10-15	>800	Poco probable	Se encuentra fuera del área promedio de afectación, pero dentro de la máxima. Las elevaciones cercanas pueden amortiguar el efecto, pero el mar de Cortés no representa ninguna barrera. Sus efectos disminuyen con la distancia, depende de las condiciones de presión atmosférica.
Rayos	10	>100	Nula	Excede la distancia máxima.

Las cenizas volcánicas pueden afectar áreas muy extensas y por lo tanto a un gran número de personas. Pueden alcanzar distancias de hasta 800 kilómetros del volcán que las originó, por lo tanto constituye el peligro volcánico de mayor alcance derivado de una erupción y el que pudiera afectar a la totalidad del municipio de Empalme en caso de que se presentara una erupción en el Volcán de Las Tres Vírgenes.

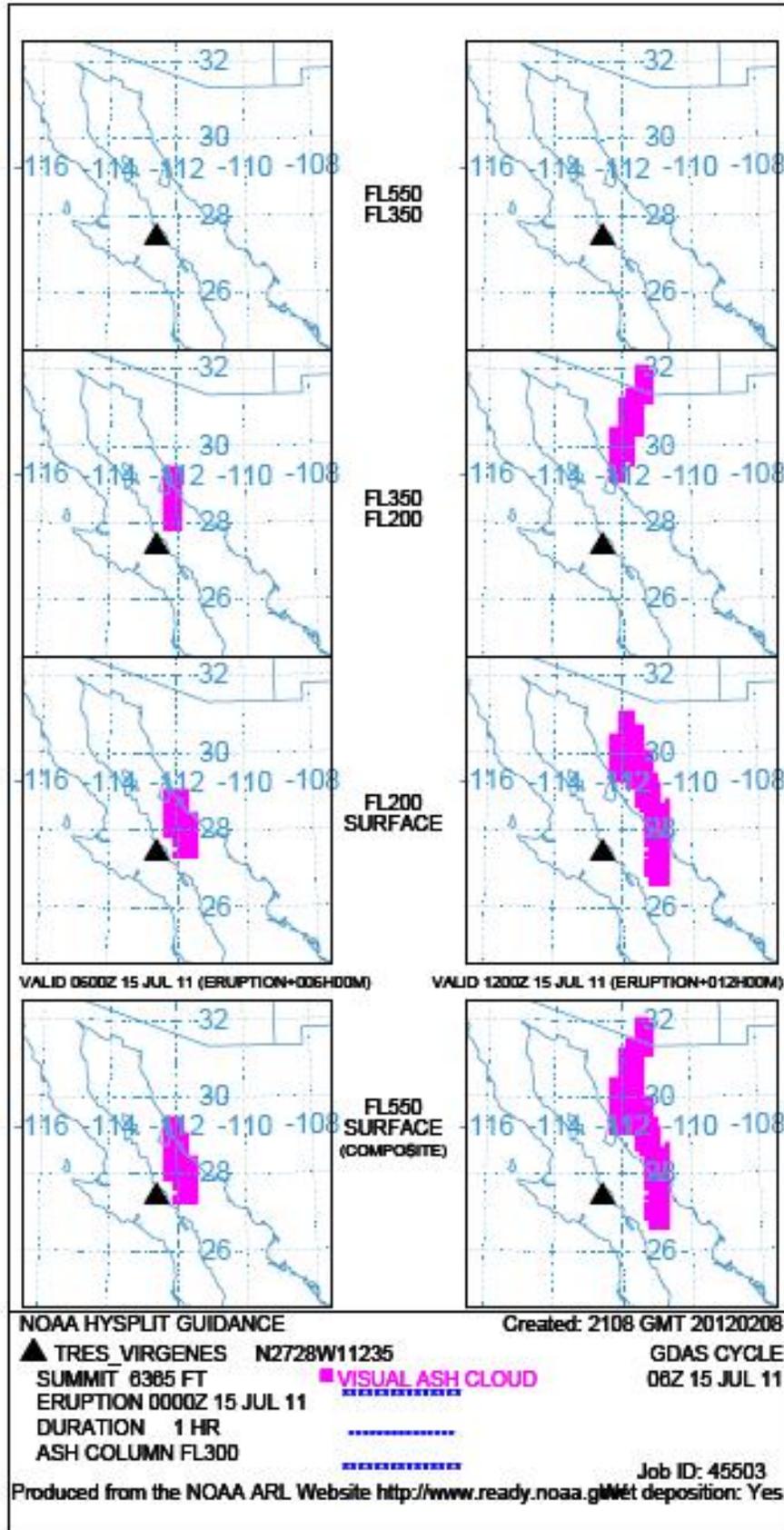
Las cenizas pueden provocar algunos efectos nocivos para la salud de personas y animales, además obstruyen las corrientes de agua, presas, alcantarillas, plantas de aguas y todo tipo de maquinaria. Las cenizas se amontonan en carreteras y vías férreas obstruyendo el paso y en ocasiones generando accidentes ya que pueden llegar a ser resbaladizas. También se acumula en techos, llegando en ocasiones a provocar su colapso. Asimismo, una nube volcánica que se desplaza representa un gran peligro para las aeronaves cercanas y distantes. (Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos Nov. 2006)

Ante la probabilidad de ocurrencia de dispersión de cenizas en el municipio de Empalme por una posible erupción del volcán Las Tres Vírgenes, se procedió a realizar simulaciones de comportamiento de la nube de ceniza, su transportación y dispersión, para lo cual se usó el Simulador HYSPLIT Model del Air Resource Laboratory de la Administración Nacional de Océanos y Atmósfera de Estados Unidos (NOAA por sus siglas en Inglés), el que considera las condiciones atmosféricas de acuerdo con su base de datos.

Se realizó una simulación para cada día 15 de cada mes durante una año (2011), para una erupción de 3,000 metros con una hora de duración, con lo que se pudo visualizar los diferentes recorridos y modelos de dispersión a lo largo del año (ver resultados en anexos).



Figura 46. Simulación de dispersión de Cenizas del Volcán Tres Vírgenes:





Los resultados obtenidos por el modelo de dispersión indican que la probabilidad de afectación el territorio de Empalme la mayor parte el año es muy baja, sólo 4 meses de primavera y verano (abril y mayo, agosto y septiembre) presentaron las condiciones para llevar la nube de ceniza hasta la ciudad de Empalme, afectándola directamente.

La vulnerabilidad ante una fenómeno de erupción volcánica, por dispersión de cenizas se manifiesta en los campos de cultivo, los que pueden verse afectados por el fenómeno, así como las áreas urbanas con presencia de vivienda precaria, sobre todo con techos de lámina de cartón, resultando las colonias más vulnerables la Ronaldo Camacho, La Ladrillera y Buena Vista.

La vulnerabilidad social en este tema es alta, ya que hay un desconocimiento generalizado del peligro, tanto entre los habitantes del municipio como de las autoridades.

Por otra parte, la probabilidad del peligro es muy baja, la vulnerabilidad física y social en promedio es media, lo que hace concluir que el riesgo ante vulcanismo en el municipio de Empalme es Bajo, con zonas de riesgo que van del muy bajo al medio.

### RECOMENDACIONES:

Si bien es cierto que el riesgo por vulcanismo es bajo en el municipio de Empalme, la presencia de volcanes a una distancia relativamente cercana, hace que se deban considerar medidas en caso de una eventual erupción volcánica, por lo que se sugieren las siguientes acciones:

- Considerar en el Reglamento de Construcción criterios de cálculo estructural para afectaciones por ceniza volcánica.
- Mantener un monitoreo regular del Volcán Tres Vírgenes.
- Establecer acuerdo con CENEPRED y los municipios de Baja California Sur a efecto de establecer sistemas de alerta temprana.
- Realizar campañas informativas sobre el fenómeno, dimensionándolo de acuerdo a su magnitud para no crear un temor innecesario, por lo que se recomienda que se difunda junto con otros fenómenos perturbadores, como medida para disminuir la vulnerabilidad social y fomentar la cultura de la prevención.

#### 5.1.5. Deslizamientos

En el municipio de Empalme, se identifican algunas elevaciones que por sus características, principalmente pedregosas, presentan deslizamientos, tanto de rocas como de material de arrastre. Tal es el caso de los cerros Cruz de Piedra y Boca abierta, ubicados al sureste del territorio; así como los cerros Batamoral, La Cruz, Piedra Volada y Puerto Grande, localizados al norte de la ciudad de Empalme. En general el tipo de deslizamiento que se presenta en estas elevaciones genera lo que se denomina como “Caídos o derrumbes”, caracterizados por movimientos abruptos de suelo y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes muy fuertes y acantilados.

El riesgo de presentarse deslizamientos se incrementa en épocas de lluvias intensas, lo cual sumado a otros factores como sismos, erosión de laderas y marina, así como la pérdida de vegetación, hace que se incremente la probabilidad de ocurrencia de este tipo de fenómenos. Para ello se delimitaron las zonas, siendo relativamente baja las edificaciones y la población afectada.

De todas estas elevaciones con propensión a sufrir deslizamientos de este tipo, las de mayor consideración son las que se encuentran ubicadas al norte de la ciudad de Empalme, ya que algunas de éstas, como es el caso del cerro La Cruz y Batamoral, se encuentran rodeadas de asentamientos humanos. Entre las zonas consideradas como de riesgo se identifican los límites colindantes a cerros de las colonias La Ladrillera, Moderna Norte, Jordán y Juárez.

Cabe señalar que las elevaciones ubicadas en esta zona no presentan masas rocosas de gran volumen, ni tampoco una pendiente pronunciada, lo cual reduce la probabilidad de que un movimiento de material en estas elevaciones pueda afectar a las viviendas asentadas en los alrededores. A su vez, no se encontraron antecedentes de que hayan ocurrido eventos de este tipo.

Durante el recorrido de campo, se verificó que el material que se desprende y que es arrastrado pendiente abajo por los escurrimientos de las lluvias es, en la mayor parte, de dimensiones pequeñas por lo que se considera de riesgo bajo. A su vez, las viviendas en su mayoría no se encuentran asentadas sobre las laderas, sino al pie de los cerros, por lo que su estabilidad no se encuentra comprometida, ya que no están en zonas susceptibles a deslizarse. El riesgo que más bien corren es al recibir el impacto del material en caso de un deslizamiento, causando daños parciales en muros o techos.

Figura 47. Colonia La Ladrillera, asentamientos ubicados en las faldas del Cerro La Cruz.



Únicamente, en una porción del flanco este, al norte de esta elevación, así como en la parte norte de la colonia Juárez y Moderna Norte, se detectaron sectores que han presentado deslizamientos que han generado movimientos de rocas de tamaño considerable. Este riesgo, se debe combinar también con la precariedad que caracteriza a las construcciones que se asientan en estas zonas, lo que determina un riesgo medio para la población.

Figura 48. Cerro La Cruz, al norte de la colonia Juárez.



El sector considerado como de riesgo por deslizamientos en la ciudad de Empalme, al ubicarse al pie de los cerros antes mencionados, se compone por 39 manzanas y 275 habitantes.

Más al norte de la ciudad de Empalme, se identifican los Cerros Piedra Volada y Puerto Grande, los cuales también representan un peligro por deslizamientos, que pueden llegar a afectar la infraestructura carretera y ferroviaria que se encuentra en este sector. Este último punto es de consideración, ya que en esta ruta circulan ferrocarriles cargados con material peligroso, lo cual agravaría y aumentarían el peligro en caso de que éstos se vieran afectados en su paso por deslizamientos de rocas.



Figura 49. Carretera Federal 15 y vías del ferrocarril en su paso por el cerro Piedra Volada.



En cuanto a la vulnerabilidad social, ésta es baja, ya que la población está consiente del peligro que representa el deslizamiento de rocas, así como los daños que pueden causar. En algunos casos, la población ha tomado medidas de prevención apuntalado piedras sueltas, o bien construyendo barreras para frenar el arrastre de material de las laderas de los cerros.

#### RECOMENDACIONES:

- Realizar recorridos periódicos a las zonas establecidas como de riesgo por deslizamiento para dar seguimiento al fenómeno y generar datos del comportamiento del mismo.
- Apuntalar las rocas del cerro Piedra Volada para evitar deslizamientos.
- En los casos que se detecten piedras con posibilidad de desplazamiento sobre zonas habitadas, apuntalar o en su caso, demolerlas.

#### 5.1.6.Derrumbes

Como se mencionó anteriormente, en el municipio de Empalme se identifican varias zonas propensas a la ocurrencia de derrumbes, derivados de deslizamientos de material. Esta condición se presenta en la totalidad de los cerros que conforman el municipio, debido a la característica pedregosa que los representa.

En el análisis previo se identificaron como zonas de riesgos algunos sectores de las colonias ubicadas al pie de los cerros Batamotal, La Cruz y Piedra Volada, las cuales corresponden a las colonias La Ladrillera, Jordán, Juárez y Moderna Norte. Estos asentamientos, a pesar de no estar ubicado en las faldas o laderas de los cerros, se encuentran en el área de impacto de los derrumbes de rocas que estas elevaciones presentan. El sector identificado como de riesgo ante derrumbes se compone de por 39 manzanas y 275 habitantes.

Figura 50. Colonia La Ladrillera y Juárez, asentamientos ubicados al pie del Cerro La Cruz



Actualmente no se tiene registro de derrumbes de rocas que haya dañado viviendas o afectado a la población, sin embargo, en recorridos de campo se pudo verificar la presencia de rocas de tamaño considerable, algunas hasta de medio metro de diámetro, las cuales se han desprendido de las partes altas de los cerros y han rodado hasta caer en las zonas de viviendas asentadas al pie de estas elevaciones. Este peligro combinado con la precariedad de las viviendas que se ubican en estas áreas, lo que aumenta su vulnerabilidad física, representa un riesgo que va desde bajo, medio y alto en algunos sectores.



Figura 51. Cerro La Cruz, al norte de la colonia Juárez.



Otra zona que también registra derrumbe de rocas, es la carretera federal 15 a la altura del cerro piedra volada, en esta área se realizó un corte de terreno para la construcción de la carretera, lo cual ha dejado expuesta una pared de rocas, que en épocas de lluvia ha generado desprendimientos, sin reportarse mayores afectaciones o daños en la infraestructura carretera o en algún transporte.

Por esta misma zona también pasan las vías del ferrocarril, las cuales pudieran verse afectadas en caso de del derrumbe de rocas del cerro Piedra Volada, elevación emblemática y destacada precisamente por exponer una roca de gran tamaño en una posición de aparente equilibrio, la cual podría representar un riesgo al derrumbarse sobre las vías del tren, y mucho más grave aún, al afectar a algún ferrocarril con carga peligrosa en tránsito por esta ruta.

Figura 52. Carretera Federal 15 y vías del ferrocarril en su paso por el Cerro Piedra Volada.



Al igual que en el tema de deslizamientos, la vulnerabilidad social en cuanto al derrumbe es baja, la población se encuentra al tanto del peligro que representa el colapso o caída de rocas de los cerros. La población asentada en las zonas de riesgo, se encuentra alerta ante la posible ocurrencia de un fenómeno de este tipo, e incluso ha tomado medidas de prevención, como es el apuntalamiento de rocas de gran tamaño, o bien la construcción de barreras para frenar el arrastre de piedras sueltas.



## RECOMENDACIONES:

- Realizar recorridos periódicos a las zonas de riesgo por derrumbes para dar seguimiento al fenómeno y generar datos del comportamiento del mismo.
- Apuntalar las rocas del cerro Piedra Volada para evitar derrumbes.
- En los casos que se detecten piedras con posibilidad de derrumbamiento sobre zonas habitadas, apuntalar o en su caso, demolerlas.

### 5.1.7. Flujos

Debido a las características geomorfológicas del territorio, el municipio de Empalme no presenta zonas propensas a la ocurrencia de flujos. A pesar de que se identifican suelos con materiales inestables en laderas de cerros, la baja capacidad de retención de agua que éstos tienen, hace que no se de saturación del suelo y por consiguiente evita la ocurrencia de flujos de material.

De acuerdo con información proporcionada por las autoridades municipales no se tiene registro de que se haya presentado este fenómeno en el municipio, lo cual fue corroborado en recorridos de campo y entrevistas realizadas a la población de los diversos sectores y localidades del municipio.

### 5.1.8. Hundimientos

De acuerdo al Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, ni Sonora, y por consiguiente ni el municipio de Empalme se encuentran en una zona susceptible a hundimientos y deslizamientos.

Figura 53. Zonificación de las áreas susceptibles a hundimientos y deslizamientos.



Fuente: CENAPRED. Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México



A su vez, según información de la Unidad de Protección Civil de Empalme, en el municipio no se registra evidencia histórica ni reciente que demuestre la presencia de este fenómeno. A fin de descartar la posibilidad de ocurrencia de hundimientos se realizaron las siguientes verificaciones:

- Búsqueda de material documental en medios impresos locales sobre el registro de hundimientos en el municipio de Empalme, resultando negativo.
- Pregunta a vecinos de la ciudad y localidades rurales sobre el conocimiento de presencia de hundimientos en la región, resultando negativo.
- Búsqueda de la presencia de minas y excavaciones subterráneas, resultando negativo.
- Identificación de zonas calcáreas con posibilidad de formar grutas subterráneas, tras lo que se concluyó la nula presencia de este material.
- Identificación de antiguos rellenos sanitarios o basureros no compactados, lográndose la ubicación de uno en operación en el ejido Maytoarena, a 2.5 Km. de la localidad que lleva el mismo nombre y a 11 Km. de la cabecera municipal. También se identificó un antiguo “basurón” ubicado al norte del estero el Rancho.
- Identificación de terraplenes y rellenos, detectándose la presencia de uno en el extremo del puente Douglas, resultado del material dragado del estero, el cual se aprecia no consolidado. Actualmente se tiene planteado la ubicación de equipamientos y espacios públicos en esta zona.

Se concluye que los hundimientos en el municipio de Empalme son un peligro muy bajo, localizándose puntos en donde pudiera incrementar la probabilidad de ocurrencia, sin que esto represente actualmente una amenaza a los asentamientos humanos existentes.

#### **RECOMENDACIONES:**

- Reconsiderar el proyecto de ocupar el terraplén en el Puente Douglas, para lo cual se deberá realizar un estudio de mecánica suelos y de la dinámica hidráulica, proponiendo preferentemente espacios abiertos, sin construcciones permanentes, para esparcimiento y estancia temporal.
- Monitorear el antiguo “basurón” para evitar asentamientos, preferentemente buscar proyectos para la remediación del sitio y la conformación futura de espacios abiertos, como parque urbanos. En el relleno sanitario actualmente en funcionamiento se deberá operar conforme a la norma y al término de su vida útil proceder a su clausura formal.

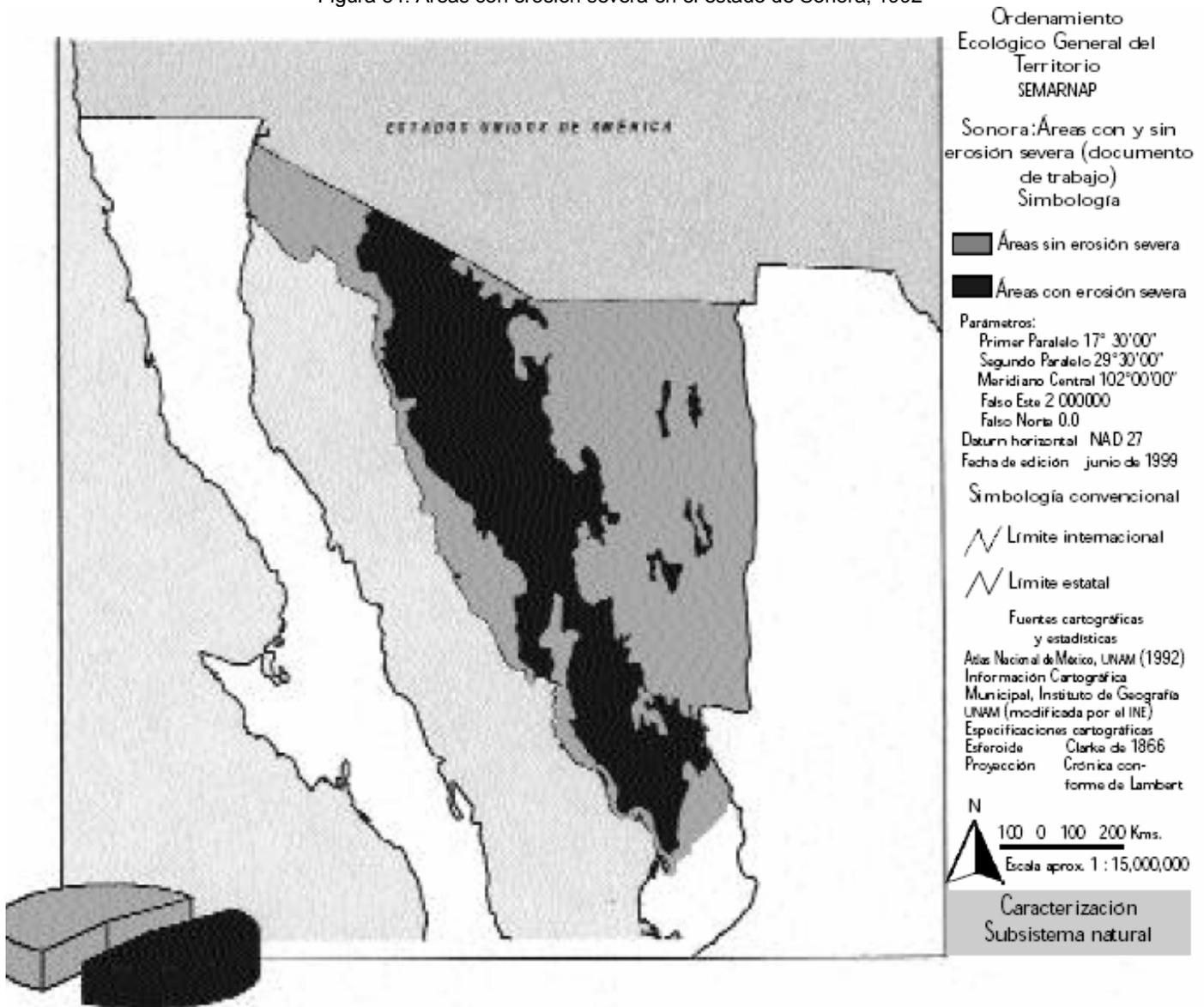
#### **5.1.9.Erosión**

En Sonora, la erosión es un problema presente en la mayoría de los suelos del estado y constituye un riesgo para la producción futura de las actividades agrícolas, ganaderas, así como para los asentamientos humanos.

De acuerdo a estadísticas, del INEGI sobre la erosión en las diferentes entidades federativas, Sonora ocupa el segundo sitio a nivel nacional en cuanto a superficie de suelos con erosión severa y muy severa, concentrando el 12% de la superficie nacional afectada con erosión severa y casi el 11% en el caso de la muy Severa. (INEGI, 1998:181). En siguiente figura pueden observarse las áreas afectadas con erosión severa en el estado, entre las que se encuentra la mayor parte del municipio de Empalme.

En el área de estudio es difícil precisar la magnitud y gravedad del proceso de erosión, debido a los diferentes métodos de medición y las clasificaciones utilizadas para mostrar el grado de avance de este problema. Sin embargo, al encontrarse sobre un valle aluvial, es posible que la mayor parte de su territorio esté sufriendo este proceso de degradación en alguna medida.

Figura 54. Áreas con erosión severa en el estado de Sonora, 1992



Fuente: López, (2001). Degradación de suelo en Sonora: el problema de la erosión en los suelos de uso ganadero. Colegio de Sonora.

### Erosión Hídrica:

En el municipio, el proceso erosivo se ve favorecido por el mal manejo del suelo y la actividad de deforestación por lo que es necesario implementar programas tendientes a controlar el proceso de erosión de los terrenos. El clima es también responsable de la erosión del suelo, ya que en climas secos, áridos o semiáridos, como es el caso del de Empalme, se reciben pocas precipitaciones al año, pero cuando cae lluvia lo hace frecuentemente de forma torrencial. A su vez, la falta de agua provoca también que la vegetación sea escasa y que aporte poca materia orgánica al suelo y le proporcione una débil protección. La escasez de vegetación y la pendiente del territorio facilitan que el agua corra arrastrando el suelo.

De acuerdo al POET Costero, se cuenta con un documento de análisis de los fenómenos de degradación a nivel nacional (Sedesol-Conaza, 1994), pero la escala del mapeo es muy grande y la estimación de los parámetros no muy precisa, además de que la metodología utilizada no ha sido validada. Sin embargo, considerando la falta de referencias al respecto, se incluye esta información para el área de interés, específicamente de la zona costera.

En base a esta información, se tiene que la erosión hídrica en la costa del municipio de Empalme es moderada (10-50 ton/ha/año)

Figura 55. Evidencia de suelo erosionado en el territorio del municipio de Empalme.



De izq. a der.: Maytoarena y Bordo ubicado al sur del libramiento de la carretera F15 en el cruce del delta del río Mátape-San Marcial.

La falta de información disponible sobre este fenómeno, es sin duda una de las limitantes para entender la magnitud y ritmos de evolución del proceso de erosión en el municipio, así como el grado de afectación. Las observaciones en campo permiten definir que se presenta el proceso de erosión principalmente en la zona del valle, en donde se percibe la pérdida de la capa superficial del suelo generada por la erosión hídrica producto del desgaste y acarreo de sedimentos por parte de las corrientes hidrológicas de la región y los escurrimientos superficiales generados durante la época de mayores precipitaciones.

Los arroyos que drenan esta región efectúan una erosión produciendo espolones laterales que se proyectan en las llanuras. Este fenómeno genera un acarreo de material hacia el sur del municipio, área en donde se encuentra la ciudad de Empalme. Debido a esto esta zona debe tratarse como un sistema de erosión y depósito con las implicaciones que esto tiene hacia el azolve y obstrucción de calles, avenidas y ductos.

Las áreas urbanas que presentan procesos erosivos se encuentran en el pie de cerros y en los valles en "V". Las colonias que presentan peligro, al menos en alguna porción de las mismas son: La Ladrillera, Ampliación Jordán y Juárez, las cuales se asientan contiguas al cauce del arroyo Los Cuates, en su entrada norte a la ciudad, lo cual sumado a la falta de vegetación facilita la erosión. En esta zona identificada como de riesgo se registra una población aproximada de 96 habitantes, que se encuentran asentados en viviendas precarias, lo que hace que la vulnerabilidad física sea alta.

Figura 56. Evidencia de suelo erosionado en la ciudad de Empalme.



Pie de monte del cerro de La Cruz en la colonia La Ladrillera.

Como se mencionó anteriormente, este fenómeno no afecta directamente la integridad de la población, el impacto más bien se enfoca a pérdidas económicas. En las zonas rurales los daños generados se relacionan principalmente a la pérdida de la productividad agropecuaria, así como a la afectación de la vialidad rural; mientras que en la zona urbana de Empalme el impacto se enfoca a la infraestructura, tanto vial como de drenaje. En esta ciudad es posible percibir la acumulación de material de arrastre en calles y avenidas, así como la obstrucción de alcantarillas, lo que a su vez perjudica el desagüe del agua pluvial incidiendo negativamente en las inundaciones.



Figura 57. Calles afectadas con material de arrastre en la ciudad de Empalme.



De izq. a der.: Bulevar Las Américas, Col. Moderna Norte y Calle 5 de Mayo, Col. Pitic.

Figura 58. Erosión en el primer Bordo de la ciudad de Empalme.



### Erosión Eólica:

Algunas porciones de la zona costera del municipio de Empalme, presentan erosión eólica, la que se ve afectada principalmente por la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos en la región. En el área de estudio se identifica la erosión eólica catalogada como “deflación”, esta forma de erosión genera que las partículas sueltas que se hallan sobre la superficie del suelo sean barridas, arrastradas o levantadas por el aire. Este proceso es posible debido a la superficie completamente seca del terreno y a la cubierta de pequeños granos de arena sueltos, característicos del valle aluvial en donde se asienta el municipio. De esta manera es posible identificar evidencia de erosión eólica en los cursos de ríos o escurrimientos secos y en las playas del municipio.

Las partículas más finas que constituyen la arcilla y limos, son levantadas muy fácilmente y transportadas en suspensión, como sucede en algunos sectores del valle, en donde es visible la formación de remolinos; por su parte la grava y los cantos rodados de 5 a 8 mm. de diámetro suelen rodar por el suelo llano cuando el viento es muy intenso, aunque no recorren grandes distancias ya que es muy fácil que sean retenidos; mientras que los granos de arena se mueven únicamente con la acción del viento fuerte y tienden a desplazarse a poca altura del suelo, tal y como sucede en la zona de dunas identificadas en la costa de Empalme.

Las dunas formadas por este proceso de erosión representan un sistema de protección de la línea de costa, pues disipan y amortiguan los efectos producidos por la fuerza del oleaje, además de que funcionan como reserva de arena en playas erosionadas. En algunos sectores, la duna costera se ha perdido como consecuencia de actividades humanas o climáticas, por lo que se debe considerar su establecimiento a lo largo de la berma de la playa, evitando su erosión.

Figura 59. Dunas costeras en el municipio de Empalme.



Otras evidencias de erosión eólica en las costas, es la presencia de superficies de rocas pulidas, microcrestas y aristas bien pulidas, como es en el caso de Punta Calaveras en Playa del Sol. En esta misma zona se pueden observar rocas aisladas en forma de hongo, agujas y montículos con formas cóncavas y convexas. A su vez, en estas zonas costeras también se cuenta con la presencia de afloramiento de rocas por el transporte constante de arenas, así como la presencia de pequeñas rizaduras sobre la superficie del suelo.

Figura 60. Evidencia de erosión eólica en Playas del Sol, Empalme.



En estos sectores, la erosión eólica no representa un riesgo directo para la población, ya que en estas zonas aún no se registran asentamientos, la pérdida de dunas más bien pone en riesgo el atractivo que representa para el paisaje, lo que incide negativamente en las actividades turísticas. Respecto a la conformación de nuevos montículos de arena en áreas en donde antes no se registraban, no representa afectaciones ya que el territorio permanece prácticamente inalterado.

Por otra parte, para las zonas de cultivos del valle de Empalme, la erosión eólica si representa un riesgo, al generar acciones superficiales para los cultivos, causando daños como: arranque de tierra dejando al descubierto plantas o semillas sin germinar, afectaciones al recubrimiento de pastos y sembrados, aterramiento de superficies agrícolas, afectación de cercas, así como el transporte de insectos y semillas perjudiciales para los cultivos.

En conjunto, los efectos causados por la erosión eólica conducen a una degradación paulatina de los recursos edáficos y una alteración lenta pero continua del medio ambiente. Este tipo de erosión determina una nueva distribución de las partículas superficiales, originando una “esqueletización” de los suelos. La acción del viento sobre la superficie terrestre difiere sensiblemente de la realizada por el agua, mientras ésta actúa sobre zonas concretas, como cauces de ríos, el viento incide sobre toda la superficie, debido a esto, la erosión eólica puede conducir a consecuencias mucho más graves e irreversibles. Entre los impactos más severos que esta erosión genera en el medio ambiente está la



desertificación de los suelos, atribuida generalmente a la disminución de las lluvias en regiones áridas y semiáridas, sin embargo estudiosos del tema refieren casi de forma exclusiva a la erosión eólica como causante de la desertificación.

### **Erosión Kárstica:**

Las características geomorfológicas, edafológicas y geológicas del área de estudio, no hacen posible la presencia de erosión kárstica, por lo que no se tiene registro de ningún fenómeno de este tipo.

### **RECOMENDACIONES:**

- Realizar estudios precisos que diagnostiquen el grado de erosión presente en el territorio, tanto eólica, como hídrica y marina y dar seguimiento a fin de determinar una tendencia y poder establecer acciones específicas.
- Implementar programas de reforestación en zonas con pérdida de cobertura vegetal, en las márgenes de cauces y laderas propensas a sufrir erosión.
- Realizar campañas informativas sobre el las causas y el impacto de este fenómeno, así como de capacitación técnica para el uso de sistemas y tecnologías que eviten la degradación del suelo y la erosión del territorio.



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

En este apartado se presentan los riesgos generados por los fenómenos hidrometeorológicos, es decir de aquellos eventos atmosféricos que por su elevado potencial energético, frecuencia, intensidad y aleatoriedad representan una amenaza para el ser humano y el medio ambiente. Para su análisis se dividen en: Ciclones, que contemplan huracanes y ondas tropicales; tormentas eléctricas, sequías, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, inundaciones y masas de aire frío, en el que se incluyen heladas, granizo y nevadas.

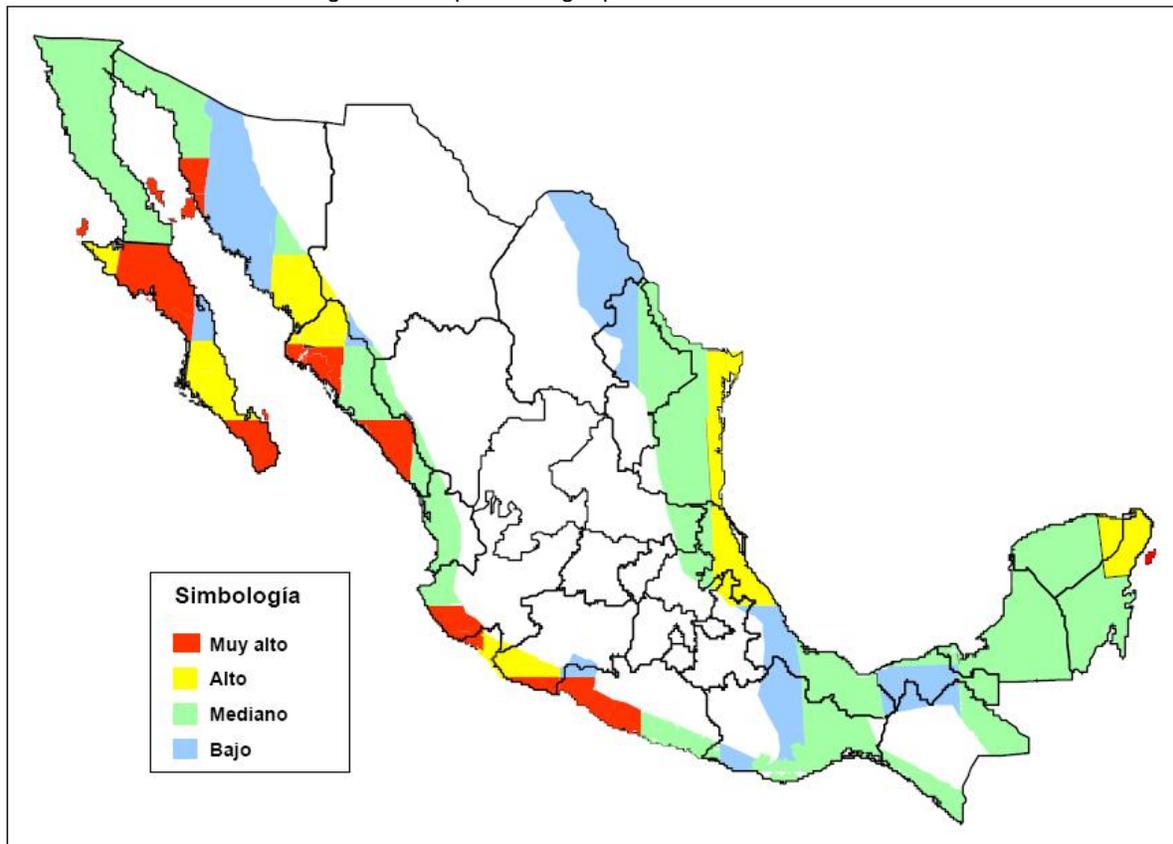
### 5.2.1. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)

Debido a la ubicación de la República Mexicana y por la gran extensión de litorales con que cuenta, su territorio es afectado continuamente por ciclones tropicales, tanto en las costas del océano Pacífico, área en donde se encuentra el estado de Sonora, como en las del Golfo de México y el Caribe.

De acuerdo al recorrido y comportamiento histórico que han mantenido los ciclones en el país, se han establecido patrones que ilustran el posible comportamiento de un ciclón, dependiendo de la zona ciclogénica en la que se encuentra y de las condiciones ambientales prevalecientes, lo que permite hacer un pronóstico de su comportamiento y definir las zonas que podrían verse afectadas durante la evolución del fenómeno.

En base a esta información, CENAPRED ha generado un mapa que regionaliza el peligro por incidencia de ciclones. En este gráfico, es posible identificar que el municipio de Empalme se localiza en una zona propensa a ser afectada por presentando un peligro clasificado como bajo.

Figura 61. Mapa de Peligro por incidencia de ciclones.

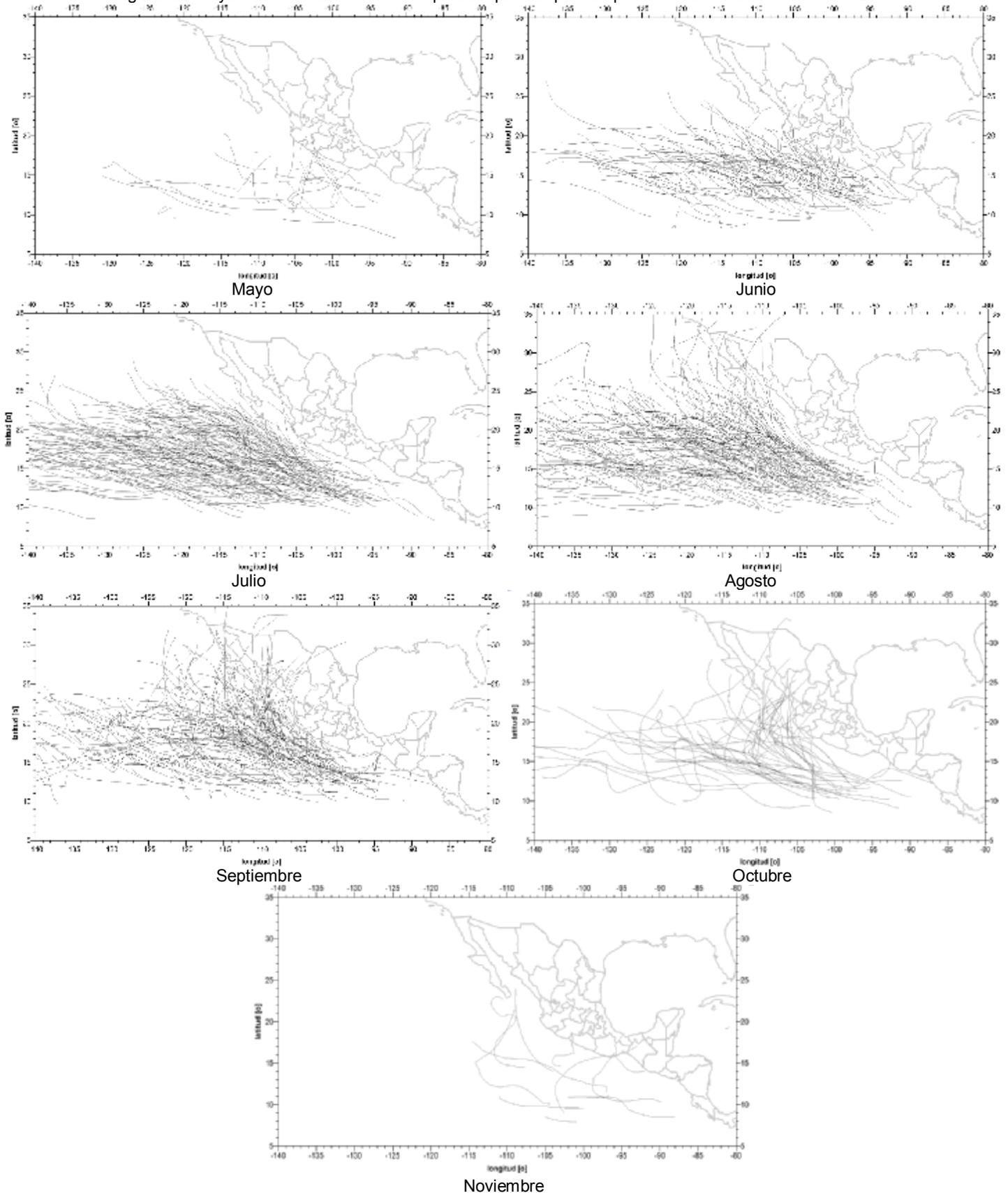


Fuente: CENAPRED, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos y Desastres en México.

De acuerdo a CENAPRED, la temporada en que se presentan estos fenómenos hidrometeorológicos en el Océano Pacífico, comienza en la primera quincena del mes de Mayo y finaliza a principios de Noviembre, siendo septiembre el mes que presenta más actividad. Para Sonora y para el municipio de Empalme específicamente, los meses que registran más eventos ciclónicos que afectan directamente al territorio son Agosto, Septiembre y Octubre.



Figura 62. Trayectorias de los Ciclones Tropicales que han pasado por el Océano Pacífico de 1951 -2000



Fuente: CENAPRED, 2002. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México.



De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional, de 1980 a 2010, en Sonora se han registrado 18 fenómenos ciclónicos que han pasado en su trayectoria por el territorio. En la siguiente tabla se muestran los que han afectado directamente al estado, ya sea porque han tocado tierra o porque se acercaron a una distancia aproximada de 100 km. de las costas sonorenses, durante 1970-2010.

Figura 63. Ciclones Tropicales que impactaron a Sonora de 1980 a 2010

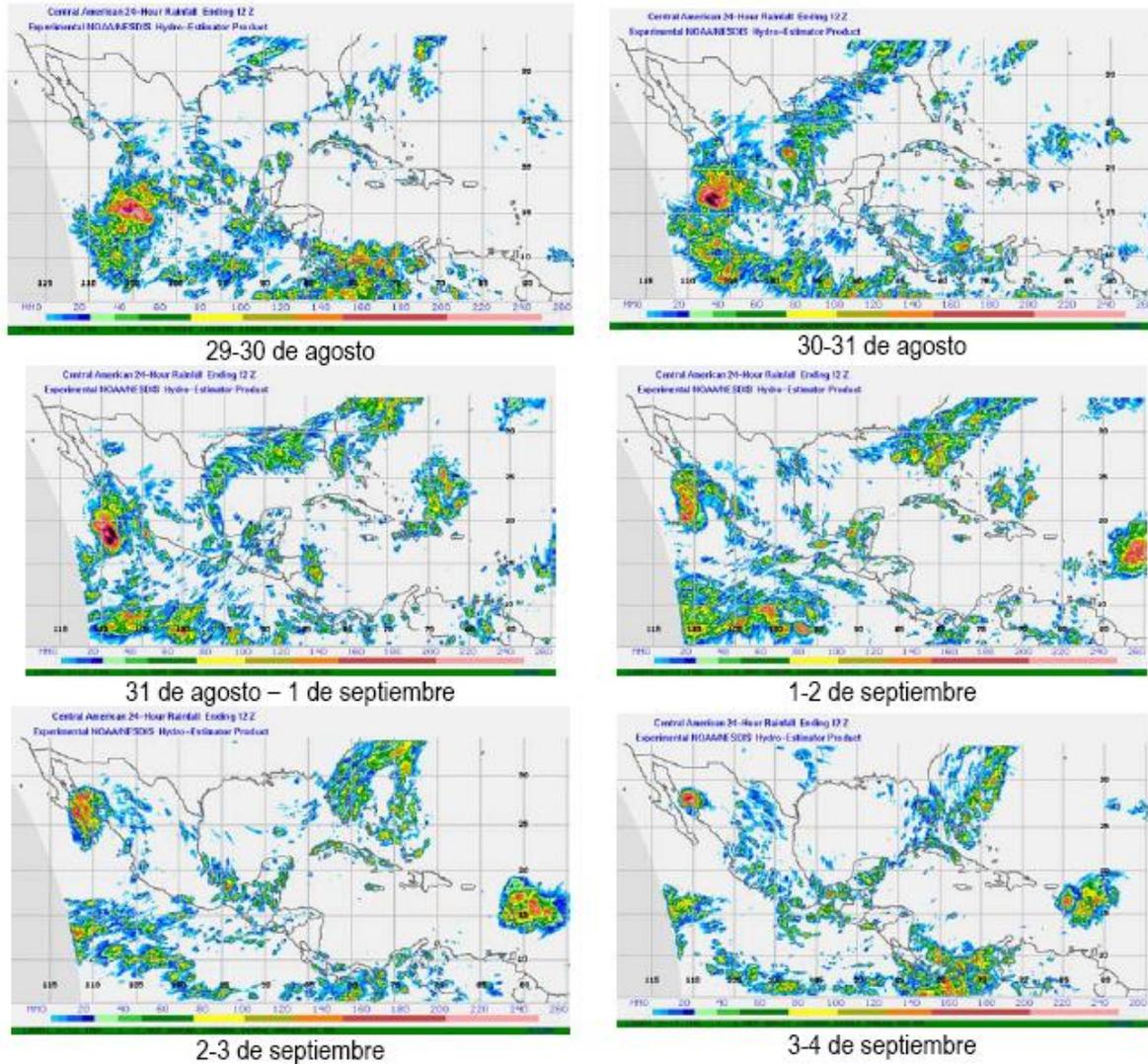
AÑO	NOMBRE	Categoría de Impacto*	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	ESTADOS AFECTADOS	PERIODO (inicio-fin)	Día de Impacto	Vientos Max.* (en impacto)
2010	GEORGETTE	TT[DT]	Cabo San Lucas, BCS [Guaymas Son]	BCS, SON	21-22 sep	21-sep [22 sep]	65 [55]
2009	JIMENA	H1[DT]	Muglé, BCS [Cabo vírgenes BCS)	BCS, SON	BCS, SON, SIN, CHIH, DUR	2-sep [4-sep]	140 [45]
2008	NORBERT	H2[H1]	Pto. Cortpes, BCS [Yavaros, Son]	BCS, SON, CHIH.	3-12 oct	11-Oct [11 oct]	165 [140]
	LOWELL	DT	Cano San Lucas, BCS [San Ignacio Sinaloa]	BCS, SIN, SON	6-11sep	11-Sep	45
2007	HENRIETTE	H1[H1]	San José del Cabo, BCS [Guaymas, Son]	BCS, SON	30 ago – 6 sep	4 sep [5 sep]	130 [120]
2003	JAVIER	DT	Punta Abreojos, BCS	BCS, SON	10-19 sep	19-sep	55
	MARTY	H2	15km al NE de San José del Cabo BCS	BCS, SON	18-24 sep	22-sep	160
2001	JULIETTE	H1 (DT 3v)	La Paz	BCS, SON, BC	21 sep – 2 oct	29 sep (30 sep-2 oct)	120 (55)
1998	ISIS	TT (H1)	Los Cabos, BCS (Topolobampo, Sin.)	BCS, SIN, SON, CHIH	1-3 sep	02-sep	110 (120)
1997	NORA	H1(H1)	B. Tortugas, BCS (P. CANOAS, BC)	BCS, BC, SON	16-26 sep	24 sep (25 sep)	130 (120)
1996	FAUSTO	H1 (H1)	Todos los Santos, BCS (Sn Ignacio, Sin)	BCS, SIN, CHIH, SON	10-14 sep	13 sep (14 sep)	130 (120)
1995	ISMAEL	H1	Topolobampo Sin.	SIN, SON	12-15 sep	14-sep	120
1993	HILARY	TT (DT)	Punta pequeña, BCS (Bahía Kino, Son)	BCS, SON	17-27 Ago	25 Ago (26 Ago)	100 (55)
1992	LESTER	H1 (TT)	P. Abreojos, BCS (B. Sargento, Son)	BCS, SON	20-24 ago	23 ago (23 ago)	120 (85)
1989	RAYMOND	TT (TT)	Pta. Abreojos, BCS (Bahía Kino Son)	BCS, SON	26 sep – 5 oct	4 oct (5 oct)	85 (65)
1986	NEWTON	H1	Yavaros, Son	SON	18-23 sep	23-sep	120
1976	LIZA	H4	La Paz, BCS (Topolobampo Sin)	BCS, SIN, SON	25 sep – 2 oct	1 Oct (2 Oct)	220 (215)
1972	JOANNE	TT (DT)	Punta Prieta, BC (P. Peñasco, Son)	BC y SON	30 sep – 7 oct	06-oct	75 (45)

Fuente: Subdirección General Técnica de la Coordinación General del Servicios Meteorológico Nacional.

En el análisis de las trayectorias de los ciclones se observa que no hay sistemas que hayan impactado directamente en el territorio municipal, sin embargo si se tiene registro de 2 que tocaron tierra en las costas del municipio vecino de Guaymas. El más reciente es Georgette en el 2010, mientras que en el 2007 también lo hizo Henriette, este último tocó tierra como Huracán categoría 1. A pesar de que el municipio de Empalme no ha sido impactado directamente por ningún evento ciclónico, si se ha visto afectado por sistemas que han circulado por la región.

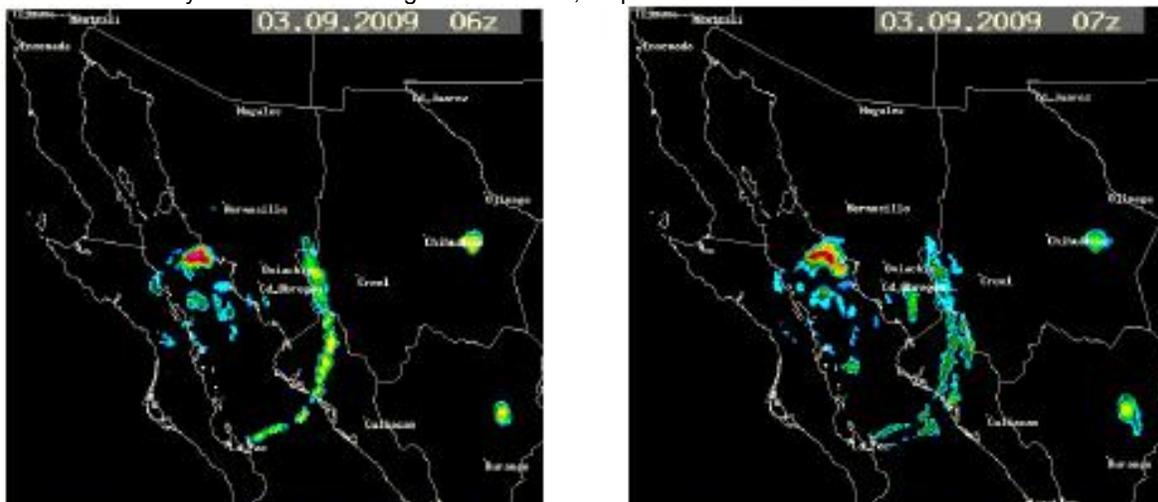
De todos estos eventos, el que tuvo mayores afectaciones en Empalme fue Jimena, el que a pesar de haber descendido a la categoría de Depresión Tropical antes de tocar tierra sonorenses, y a que no impactó directamente en el municipio, causó fuertes precipitaciones, rompiendo el record histórico estatal. Las precipitaciones registradas en el municipio de Guaymas alcanzaron los 515 mm./24h, de acuerdo a información del Servicio Meteorológico Nacional (2009).

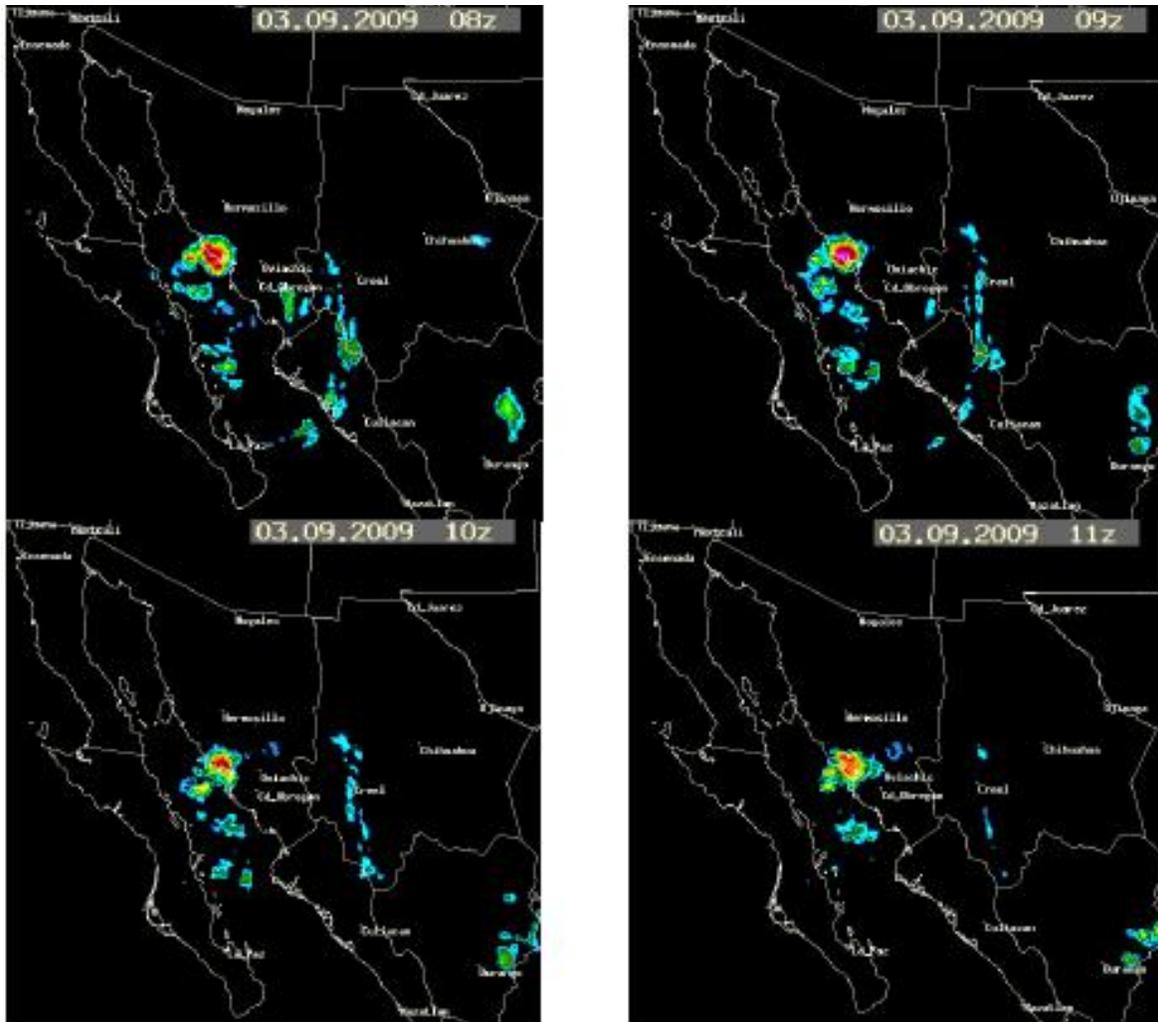
Figura 64. Secuencia diaria de “Jimena” empleando el hidroestimador de la NOAA



Fuente: CONAGUA, Reseña del Huracán Jimena.

Figura 65. Secuencia Horaria del núcleo de tormenta (sobre Guaymas) asociado con la extensión del eje de vaguada localizado en el cuadrante noreste de Jimena y el abanico de divergencia en altura, empleado el hidroestimador horario de SMN.





Fuente: CONAGUA, Reseña del Huracán Jimena.

Este fenómeno ciclónico provocó fuertes daños en la infraestructura carretera y ferroviaria del municipio, así como varios sectores damnificados tanto en el área rural como urbana del municipio. Gran parte de los daños registrados por el paso de esta depresión tropical estuvieron relacionados a las intensas precipitaciones registradas en estos días, las que provocaron inundaciones en las áreas físicamente más vulnerables de la ciudad, así como en otras localidades rurales ubicadas en el valle y destrucciones en la zona costera.

Figura 66. Daños en infraestructura ferroviaria y carretera por la depresión tropical Jimena en septiembre de 2009.





Figura 67. Daños en construcciones, árboles y señalización, así como inundaciones en el sector oeste de la ciudad, generados por la depresión tropical Jimena en 2009.



Figura 68. Daños en construcciones en la localidad pesquera el Cochorit tras el paso de la depresión tropical Jimena en 2009.



Entre los peligros que se contemplan en el municipio de Empalme por el paso de un ciclón tropical están los fuertes vientos generados por estos fenómenos, los que a su vez inciden en el oleaje y la marea de tormenta. Esta situación es de consideración al contemplar la ubicación del municipio y a que cuenta con localidades asentadas sobre la costa, entre ellas la ciudad de Empalme, localidad urbana en donde se concentra la mayor parte de la población municipal. Este tipo de condiciones también generan peligro para la navegación por los fuertes vientos y el oleaje, al mismo tiempo que se puede dañar la zona costera afectando viviendas, infraestructura marítima como puertos, muelles, embarcaciones y otros elementos cercanos al área de impacto de las olas. En la ciudad de Empalme, una de la infraestructura estratégica más expuesta al embate de estos fenómenos es el puente Douglas, el que funciona como conexión entre la ciudad de Empalme y Guaymas y que es considerado un punto de enlace primordial en la dinámica, social y económica que comparten ambas ciudades.

Otro de los impactos a considerar con la llegada de un ciclón tropical, es la precipitación, aspecto en el que se es muy vulnerable en el municipio, debido al riesgo elevado que éste tiene a inundarse. Por lo general, estos fenómenos meteorológicos generan intensas lluvias en lapsos muy cortos, lo que hace que colapse el drenaje pluvial en el área urbana provocando inundaciones en los sectores más bajos. Durante el paso de la depresión tropical Jimena en el 2009, se registraron fuertes inundaciones en las colonias ubicadas al oeste de la ciudad de Empalme, en las que se registró un nivel de agua superior a los 1.5 m, como es el caso de Bella Visa, Pitic, Pesqueira y una parte de la ampliación Ronaldo Camacho. La zona clasificada como de riesgo por inundaciones y por consiguiente por ciclones concentra una población aproximada de 11,026 habitantes, de los cuales 2,900 se encuentran asentados en las colonias antes mencionadas, presentando una vulnerabilidad física alta, debido a las características de las viviendas.

En las zonas rurales, las fuertes precipitaciones generan que el cauce de arroyos impida el tránsito por los caminos vecinales, dejando incomunicadas a varias localidades, como le sucedió a Úrsulo Galván y Antonio Rosales, en el 2009 durante las lluvias provocadas por Jimena. A su vez, estas precipitaciones dañaron el pavimento de las carreteras regionales como en la carretera a Triunfo de Santa Rosa, la que, a poco más de 2 años del suceso, aún permanece intransitable.



En la zona costera del municipio también se registran mareas de tormenta, las cuales acompañan a fenómenos hidrometeorológicos de este tipo. Esto representa una amenaza para todas las localidades asentadas sobre la costa, entre las que se encuentra el Cochórti y la ciudad de Empalme. Este peligro se debe combinar con la vulnerabilidad física de estas áreas, la que es alta debido a la precariedad que caracteriza a sus construcciones. En la ciudad de Empalme, las colonias que se han visto afectadas en eventos similares son Bella Vista, Pesqueira, Pitic y Ampliación Ronaldo Camacho, en donde se concentra una población aproximada de 2,900. En este caso en particular se puede decir que la vulnerabilidad social es alta, ya que la marea de tormenta es la manifestación menos obvia considerada por la población como resultado de un ciclón, a pesar de que es la que genera el mayor número de muertes, de acuerdo a CENAPRED (2001).

En cuanto a la vulnerabilidad social ante fenómenos ciclónicos, en el Municipio de Empalme se considera media, ya que a pesar de que la población actualmente se encuentra consiente del peligro que representan estos fenómenos, así como la predisposición que tiene el municipio de verse afectado directamente o indirectamente por eventos de este tipo, aún se tiene cierto desconocimiento sobre fenómenos como las mareas de tormenta, ya que este peligro no es asimilada aún por la población como grave, a pesar de que es una de las consecuencias de los ciclones que genera más daños en las zonas costeras.

Como resultado de la combinación de la muy alta probabilidad de afectación por ciclones tropicales que se tiene en el municipio, de la muy alta vulnerabilidad física de las construcciones y de la vulnerabilidad social calificada como media, se puede decir como conclusión que el municipio de Empalme presenta un riesgo Alto ante la presencia de ciclones tropicales.

#### RECOMENDACIONES:

- Contar con sistemas de alerta temprana, efectivos y eficientes, que detecten este tipo de fenómenos y difundan la información para prevenir riesgos.
- Identificar las zonas altas del área urbana y rural, que puedan funcionar como alberges provisionales, en caso de evacuación o para la población damnificada.
- Establecer en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano las áreas que presentan peligro y evitar el crecimiento hacia esas zonas.
- Normar y regular las construcciones ubicadas sobre la primera duna costera, y en cotas menores a los 3 m.s.n.m. con el fin de eliminar las zonas de peligro por mareas de tormenta.
- Mejorar la seguridad estructural de la infraestructura estratégica del municipio, como es el caso del Puente Douglas, las vías del ferrocarril, la infraestructura carretera, así como puentes y drenaje pluvial.
- Atender a las recomendaciones establecidas para reducir el riesgo por inundaciones.
- Realizar campañas informativas sobre el fenómeno, dimensionándolo de acuerdo a su magnitud para no crear un temor innecesario, por lo que se recomienda que se difunda junto con otros fenómenos perturbadores, como medida para disminuir la vulnerabilidad social y fomentar la cultura de la prevención.

#### 5.2.2.Tormentas eléctricas

En el municipio de Empalme, la presencia de este tipo de tormenta, según datos de las Normales Meteorológicas del municipio, se da principalmente en los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

Figura 69. Normales climatológicas del municipio de Empalme, Sonora. Periodo 1981-2000

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TORMENTAS ELÉCTRICAS	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.3	1.6	1.9	1.4	0.1	0.2	0.2	6.2

Fuente: CONAGUA. Observatorio Sinóptico Dependencia: SMN-CNA

Las tormentas eléctricas se encuentran generalmente acompañando a otros fenómenos hidrometeorológicos como son lluvias intensas y Tormentas Tropicales. Entre los daños generados por este fenómeno está el incendio de áreas descubiertas, así como la muerte de animales y en ocasiones de personas. A pesar de esto, posterior a la consulta de medios de difusión impresos y digitales, no se encontró testimonio de algún evento trágico en el municipio a causa de la caída de un Rayo.



Al norte de la ciudad de Empalme, se encuentra una zona que registra una importante cantidad de eventos de este tipo. Esta zona se extiende sobre la parte este de la ciudad, área en donde se tiene registro de 500 eventos; mientras que más hacia el norte, en la localidad conocida como San José, ubicada sobre la carretera E120, se tiene registro de hasta 800 eventos de este tipo.

Debido a la ocurrencia regular de este fenómeno perturbador en la región y a la estadística de la CNA, éste es considerado de peligro alto.

Por otra parte, en cuanto a la vulnerabilidad física, ésta es muy alta en la zona rural, ya que no se cuenta con la infraestructura e instalaciones adecuadas, principalmente en las viviendas, para reducir el riesgo por la caída de rayos. A su vez, en la zona rural se tienen áreas descampadas mucho más expuestas, como es el caso de los campos de cultivos. En las áreas urbanas esta vulnerabilidad es baja, debido a las características de las construcciones y la existencia de pararrayos en diferentes puntos de la ciudad.

En cuanto a la vulnerabilidad social, ésta es calificada como baja. En general la población está consiente del peligro que representan las tormentas eléctricas, así como de las medidas preventivas que debe tomar para evitar resultar afectado durante este tipo de fenómenos.

De acuerdo a la información obtenida el promedio de incidencia del peligor por tormentas eléctricas en el municipio es alto, por lo que se debe tomar medidas de prevención y mitigación para disminuir el riesgo ante este fenómeno perturbador.

#### RECOMENDACIONES:

- Contar con sistemas de alerta temprana, efectivos y eficientes, que detecten este tipo de fenómenos y difundan la información para prevenir riesgos.
- Colocar pararrayos en edificaciones y estructura elevadas que permitan mitigar el impacto de este tipo de fenómenos. Incluir este requerimiento en la normatividad de construcción para edificios y estructuras altas.
- Realizar campañas informativas sobre el fenómeno, dimensionándolo de acuerdo a su magnitud para no crear un temor innecesario, por lo que se recomienda que se difunda junto con otros fenómenos perturbadores, como medida para disminuir la vulnerabilidad social y fomentar la cultura de la prevención.

#### 5.2.3. Sequías

La sequía es un fenómeno que afecta grandes extensiones de terreno, por lo que su análisis no se puede limitar únicamente al municipio de Empalme. México, por su localización geográfica, es sumamente vulnerable a la acción desastrosa de las sequías. En los últimos años ésta ha adquirido una gran relevancia por los daños que ocasiona, que con frecuencia superan en magnitud a los que producen otros fenómenos hidrometeorológicos.

En México las zonas más afectadas por la sequía se encuentran en la parte norte del país, abarcando entre otros estados, al de Sonora. De acuerdo a CENAPRED, toda esta región norteña es propensa a que se desarrollen sequías, ya que se encuentran en una latitud que es determinante para este tipo de fenómenos. En orden de severidad de los estados que presentan sequía y los efectos más desfavorables están: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala.

De acuerdo al Atlas de Peligros Naturales de México, en los últimos años se han registrado en México cuatro grandes periodos de sequías, estos son: 1948-1954, 1960-1964, 1970-1978 y 1993-1996. En la siguiente tabla se muestra la afectación de estas sequías para el estado de Sonora.

Figura 70. Grado de Afectación de la sequía en el estado de Sonora

Estado	Periodo	1948-1954	1960-1964	1970-1978	1993-1996
SONORA		Severa	Severa	Regular	Severa

El CIAD, afirma que el estado de Sonora ha presentado largos y continuos periodos de sequías siendo los más críticos desde 1995 a 2005. Esto ha afectado el almacenamiento de agua en las 25 presas del estado, provocado daños a la



población, a la agricultura y a la generación de energía hidroeléctrica. A su vez, este fenómeno en combinación con otros aspectos, ha causado pérdidas importantes en la cantidad de aguas subterráneas y superficiales (2010). Tan solo en Empalme, el acuífero del Valle de Guaymas, presenta un déficit de -4.30 millones de metros cúbicos anuales.

De acuerdo al análisis de la evolución de sequías en el 2001, por medio del Monitor de Sequías de América del Norte que presenta el Servicio Meteorológico Nacional, se puede apreciar que los meses más críticos para el estado de Sonora son a partir de Marzo a Agosto, en donde la mayor parte de su territorio presenta una intensidad de sequía que va de severa a extrema. Se debe contemplar que este fenómeno presenta condiciones que son acumulativas, las que se van agravando al aumentar el tiempo que este fenómeno prevalece en el territorio. Sonora, registró en el 2011, doce meses con sequía, los daños se reflejaron principalmente en el sector agrícola al cumplirse lo 6 meses en esta situación, mientras que al superar este periodo de tiempo se generaron afectaciones severas en el aspecto hidrológico, así como en el ecológico.

A su vez, en estos boletines del SMN, se aprecia que los meses más críticos para la región en donde se ubica Empalme son a partir de Abril, hasta Julio, que es cuando se alcanza un grado de severidad que va de severo a extremo. En estos meses también es cuando se registran los mayores impactos al sector agrícola. A partir de septiembre la severidad de la sequía se reduce a Anormalmente Seca, sin embargo, al completar un periodo largo expuesto a este fenómeno, la región reflejó impactos hidrológicos y también ecológicos al cerrar el año (ver anexos).

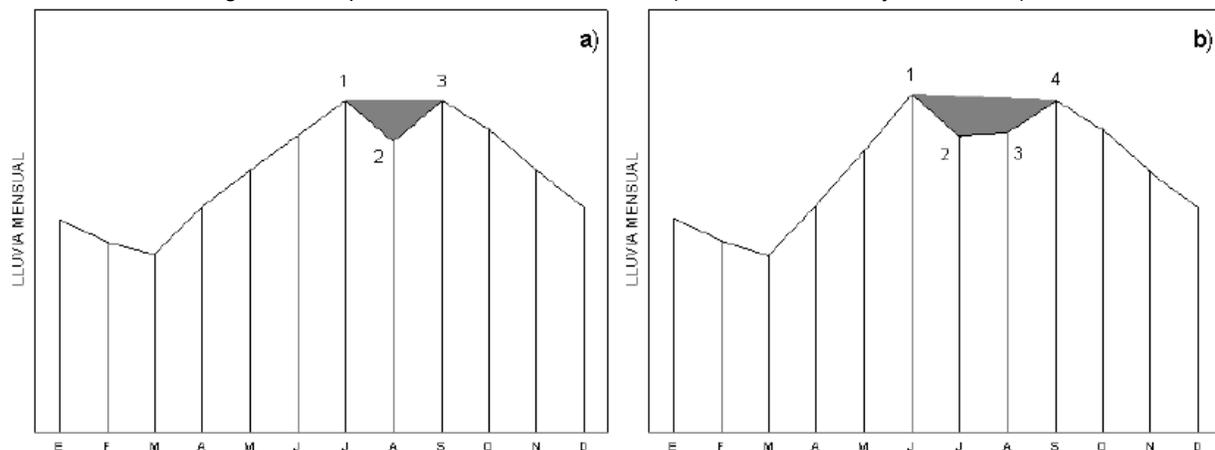
Como se puede entender, la sequía además de generar fuertes impactos económicos por la pérdida de cultivos y del hato ganadero, representa un riesgo importante para las actividades humanas y para la población. Acompañando a este tipo de fenómenos se presentan otros como las ondas de calor, las que al combinarse con la escasez o insuficiencia de agua pueden causar un aumento considerable de enfermedades gastrointestinales e inclusive la muerte por deshidratación de seres humanos, sobre todo niños y ancianos.

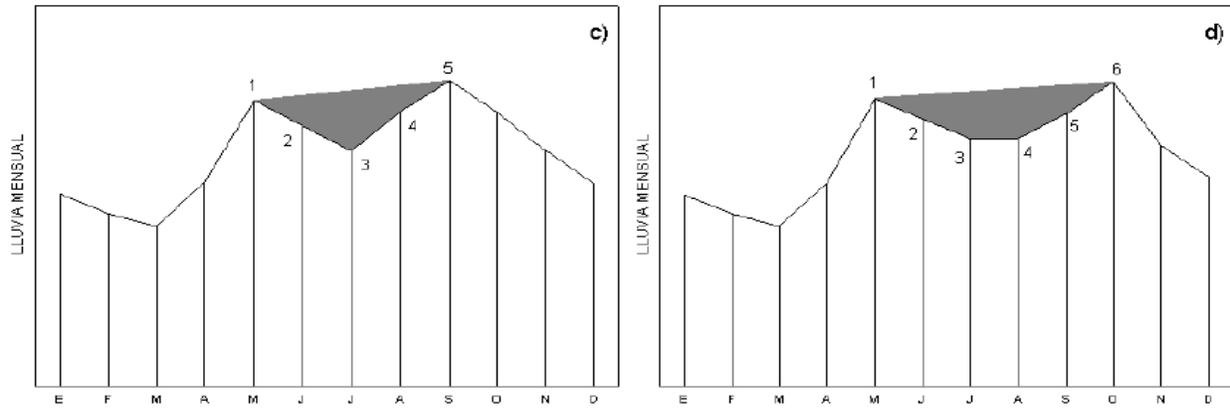
El grado de afectación de la sequía depende de la severidad y tamaño de la región donde se presenta, en la región, este fenómeno afecta gravemente debido a la gran cantidad de actividades económicas asociadas con la precipitación, como las actividades pecuarias, y sobre todo las actividades agrícolas que dependen del riego. A partir de esto se puede decir que la vulnerabilidad de la población ante este tipo de fenómenos es muy alta, ya que aún cuando se está conciente del peligro que este fenómeno representa, las medidas de prevención y de mitigación no son suficientes para un fenómeno que requiere cambios estructurales.

### Análisis de Sequía Intraestival

Se considera sequía intraestival cuando existe un descenso de la precipitación en la mitad caliente del año, cuando el volumen de lluvia mensual queda por debajo del promedio de los meses húmedos y además, está ubicado en medio de dos máximos de precipitación con valor por arriba del promedio de los meses húmedos. En la siguiente figura puede apreciarse el déficit de precipitación entre los dos máximos cuando se presenta sequía intraestival.

Figura 71 Sequía intraestival característica. (tomado de Mosiño y otros, 1966)





Sin embargo el régimen de lluvias de la zona noroeste del país presenta diferencias sustanciales, a continuación se presenta gráficas de precipitación de las diferentes estaciones climatológicas que fueron analizadas para este estudio, donde puede apreciarse que el régimen de lluvias es diferente y la sequía intraestival no aplica por definición para el área de estudio.

Con el fin de determinar las áreas del país que son vulnerables a la sequía meteorológica, María Engracia Hernández, en coordinación con otros investigadores, ha realizado varios estudios que evalúan y cartografían el proceso de sequía de las áreas afectadas actualmente en el país, empleando datos de precipitación media anual de diferentes estaciones meteorológicas. En este estudio, se identifica que el municipio de Empalme, se encuentra en una zona clasificada con un índice de severidad Muy Fuerte.

Figura 72. Precipitación Media Mensual estación climatológica Ma. del Carmen y Punta de Agua

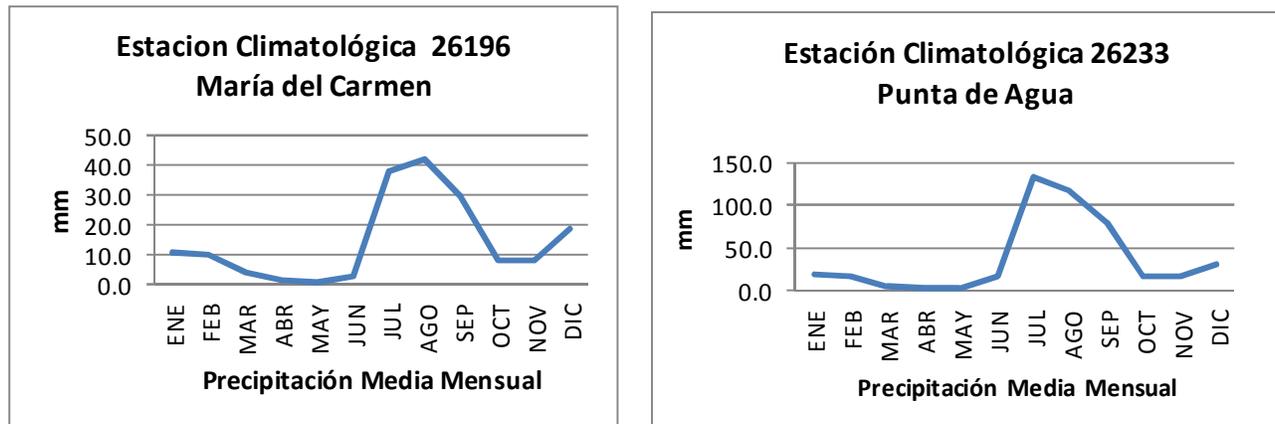


Figura 73. Precipitación Media Mensual estación climatológica 4P-6 y Presa Álvaro Obregón

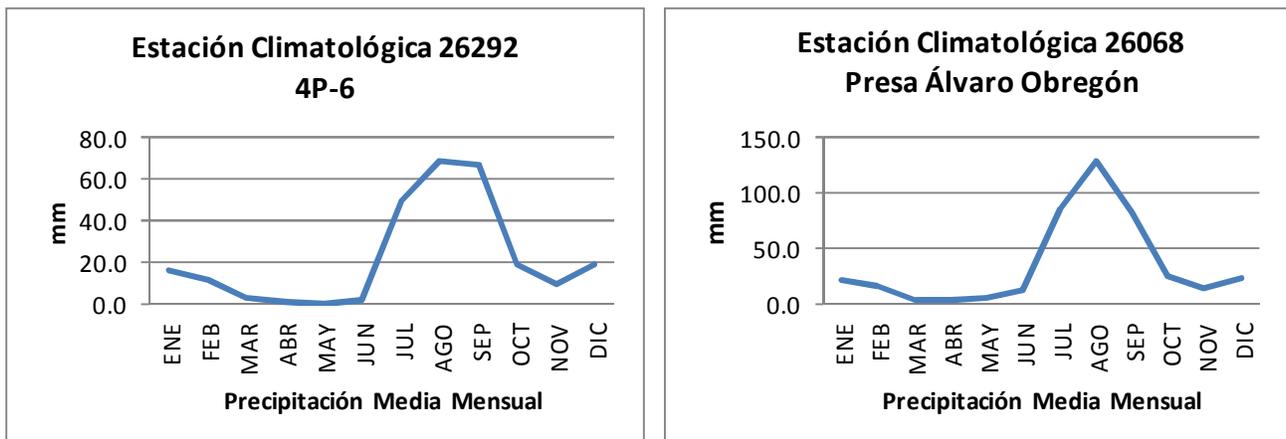




Figura 74. Precipitación Media Mensual estación climatológica Vicam y Torres

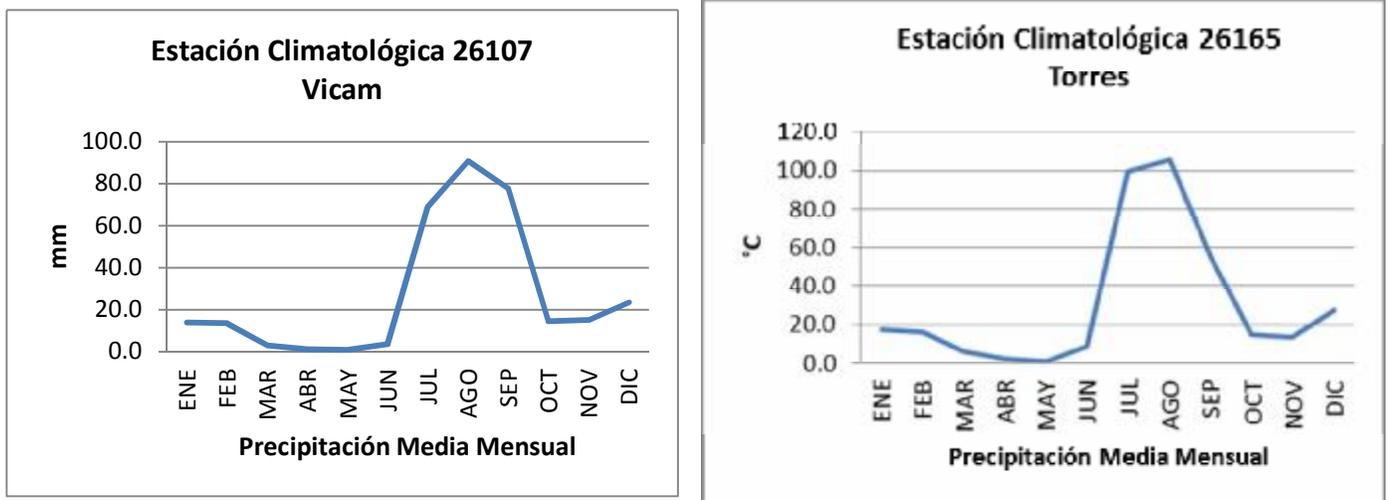
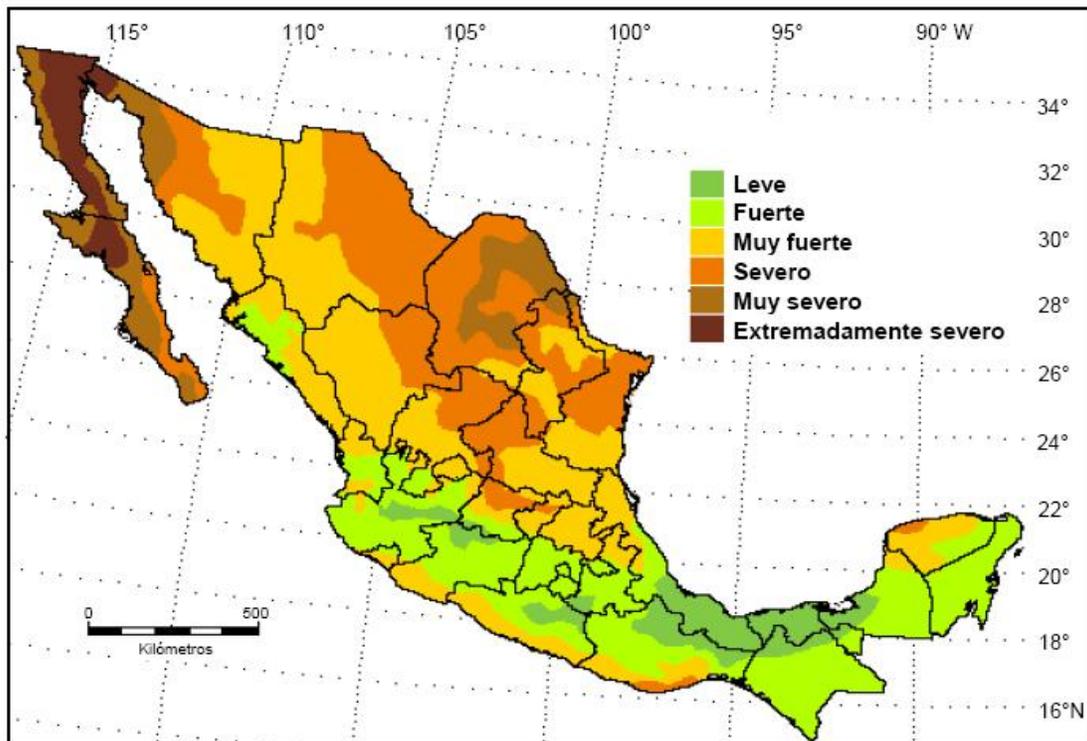


Figura 75. Índice de Severidad de la sequía meteorológica. Escenario actual.



Fuente: Hernández, María. Sequía Meteorológica. UNAM.

El cálculo del índice de severidad para cada año se realizó comparando los datos de precipitación mensual con sus respectivas medias mensuales, utilizando la siguiente formula:

$$I.S. = (SUMY - SUMX) / SUMX \quad SUMY < SUMX$$

Donde: Y = Precipitación Mensual Observada

X = Precipitación Media Mensual del periodo

Para este caso particular el periodo observado fue de 1982 – 2010. De los índices de severidad obtenidos, como se mencionó anteriormente se obtuvieron los periodos de retorno para 5, 10, 25 y 50. Los cuales quedaron plasmados en el mapa de sequías.



## RECOMENDACIONES:

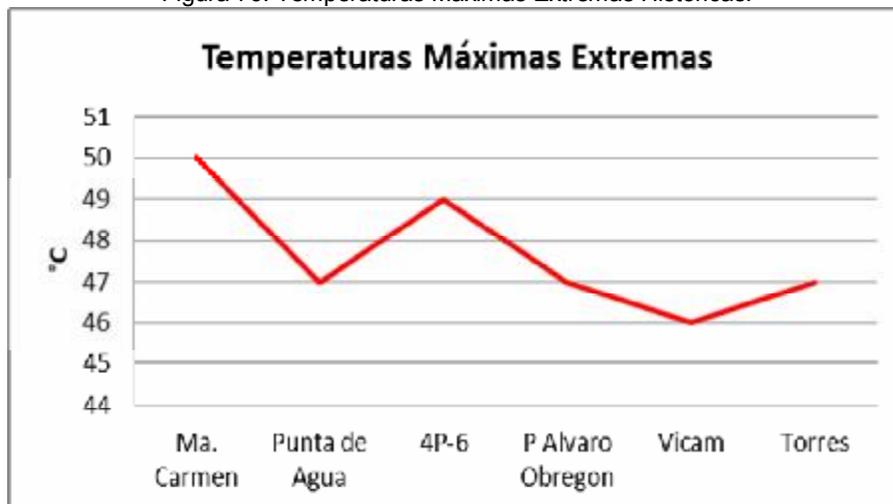
- Implementar un sistema de abastecimiento, almacenamiento y distribución del agua que sea más eficiente y decrecer en la medida de lo posible la demanda de ésta.
- Establecer plantas de tratamiento de aguas residuales, para el saneamiento y reuso de agua.
- Implementar un programa de “Cosecha de Agua” en el Valle de Empalme para captar e infiltrar agua al subsuelo y/o bolseo para riego.
- Desarrollar el proyecto de desalar agua para la región para garantizar el abasto de agua urbana.

### 5.2.4. Temperaturas máximas extremas

Con la finalidad de realizar el análisis de temperaturas máximas extremas se tomaron los datos diarios de 6 estaciones climatológicas (fuente: Comisión Nacional del Agua) tomando un periodo común de 29 años, desde 1982 a 2010.

La figura 76 muestra las temperaturas máximas históricas presentadas en las 6 estaciones, donde se aprecia que para el área de estudio el rango de temperaturas máximas varía de 46° a 50°C.

Figura 76. Temperaturas Máximas Extremas Históricas.



En la figura 77 se muestran las estaciones climatológicas utilizadas para este análisis, su ubicación y temperaturas máximas observadas en el periodo analizado.

Figura 77. Estaciones climatológicas analizadas y temperatura máxima observada. Periodo de observación: 1982-2010.

Estación	Coord X	Coord Y	Máxima
<b>María del Carmen</b>	445892	3197433	50°C
<b>Punta de Agua II</b>	558948	3145015	47°C
<b>4P 6</b>	574267	3033795	49°C
<b>P. Alvaro Obregón</b>	609758	3077976	47°C
<b>Vicam</b>	569680	3058200	46°C
<b>Torres</b>	522506	3182371	47°C

A continuación se presentan las gráficas de temperatura media mensual y de temperatura media anual para cada una de las estaciones antes mencionadas.



Figura 78. Temperatura Máxima Mensual estación climatológica Ma. del Carmen

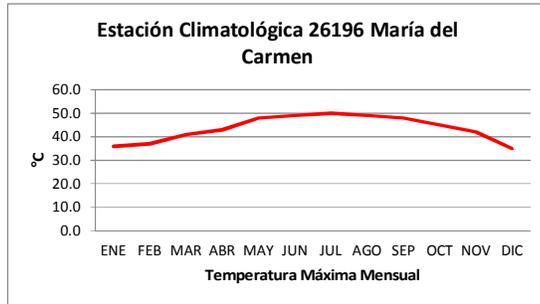


Figura 79. Temperatura Máxima Anual estación climatológica Ma. del Carmen

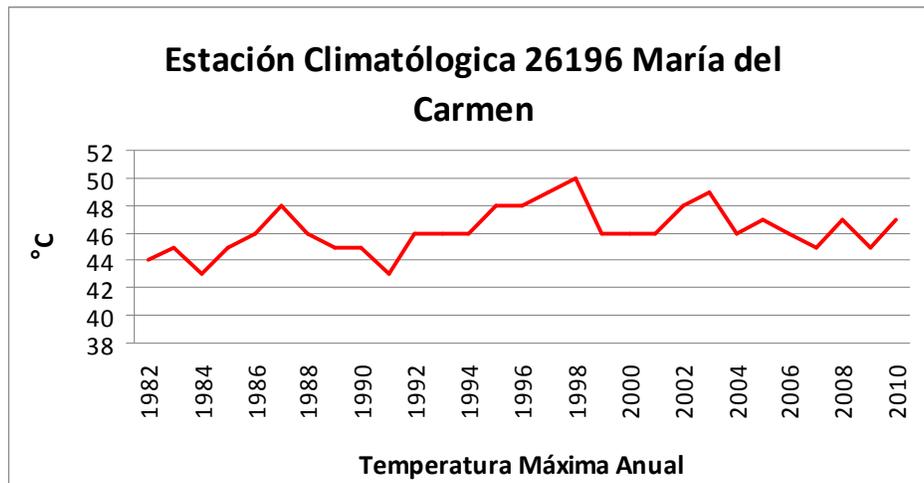


Figura 80. Temperatura Máxima Mensual estación climatológica Punta de Agua

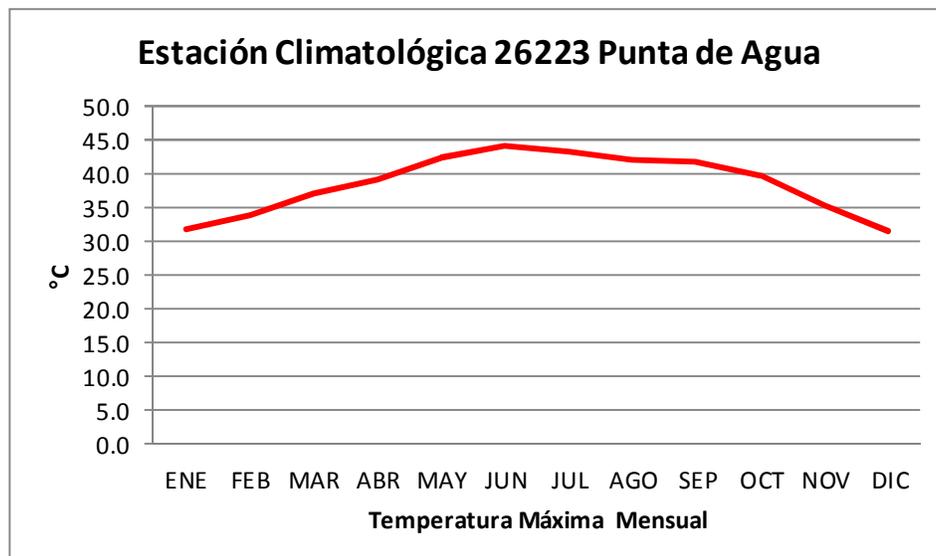




Figura 81. Temperatura Máxima Anual estación climatológica Punta de Agua

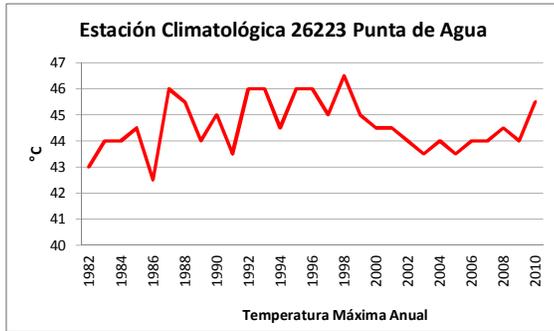


Figura 82. Temperatura Máxima Mensual estación climatológica 4P-6

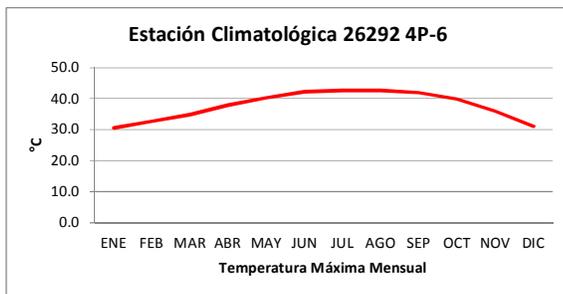


Figura 83. Temperatura Máxima Anual estación climatológica 4P-6

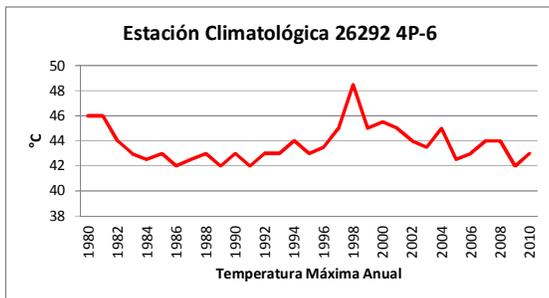




Figura 84. Temperatura Máxima Mensual estación climatológica Presa Álvaro Obregón

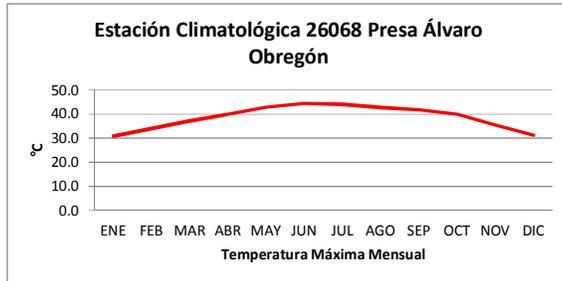


Figura 85. Temperatura Máxima Anual estación climatológica Presa Álvaro Obregón

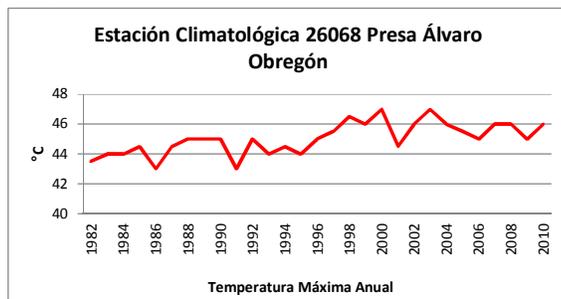


Figura 86. Temperatura Máxima Mensual estación climatológica Vicam

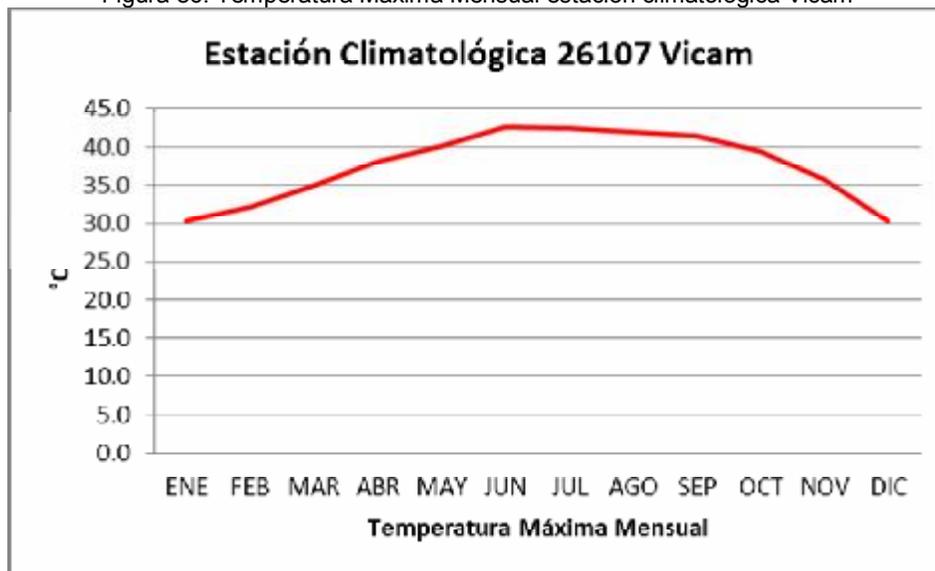


Figura 87. Temperatura Máxima Anual estación climatológica Vicam

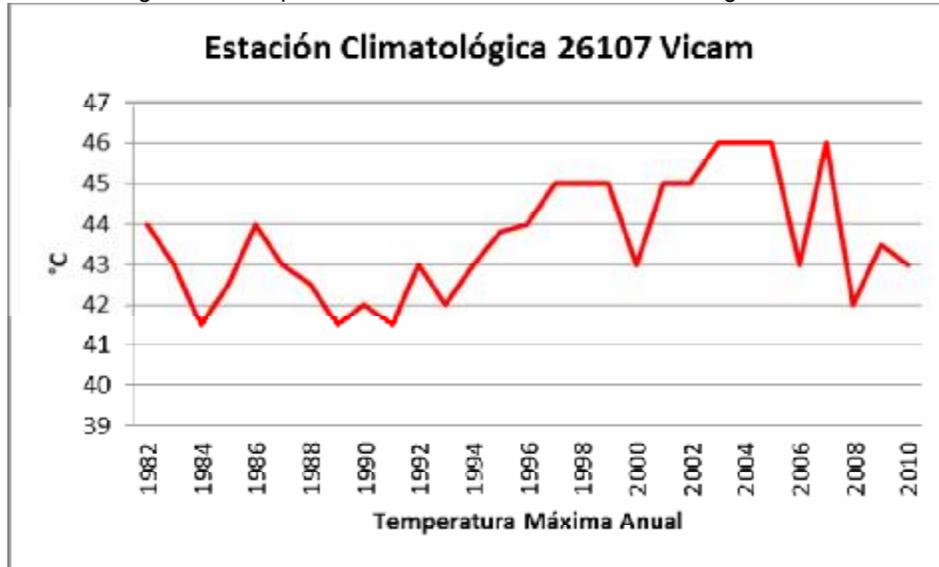


Figura 88. Temperatura Máxima Mensual Estación Climatológica Torres

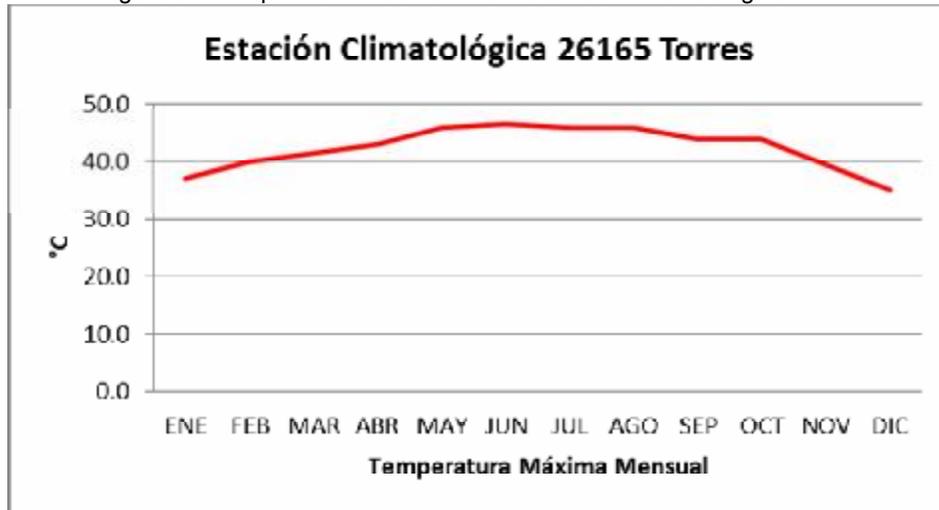
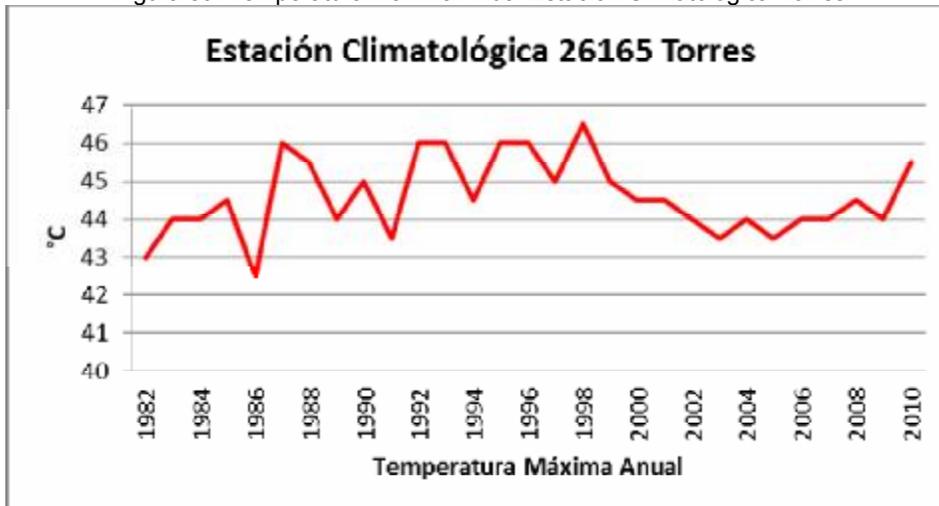


Figura 89. Temperatura Máxima Anual Estación Climatológica Torres





Así mismo fue necesario determinar la frecuencia de dichas temperaturas máximas, las cuales se muestran en las siguientes graficas de distribución de frecuencias.

Figura 90. Distribución de Frecuencias estación climatológica Ma. del Carmen

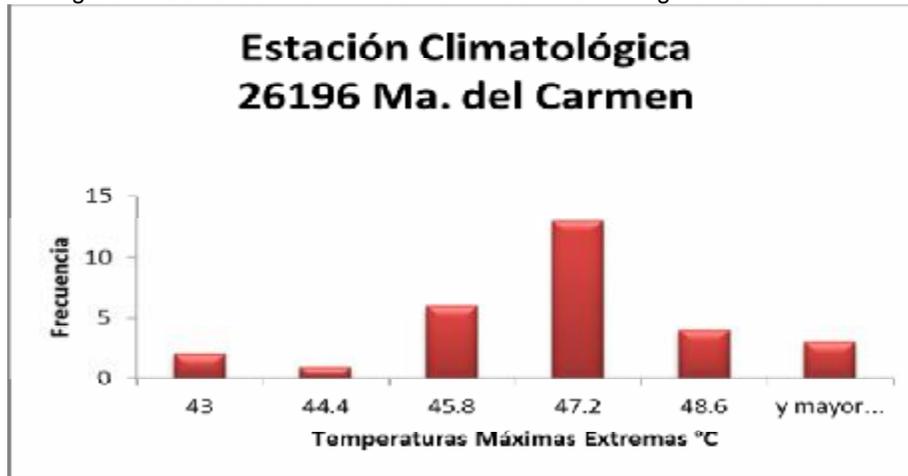


Figura 91. Distribución de Frecuencias estación climatológica Punta de Agua

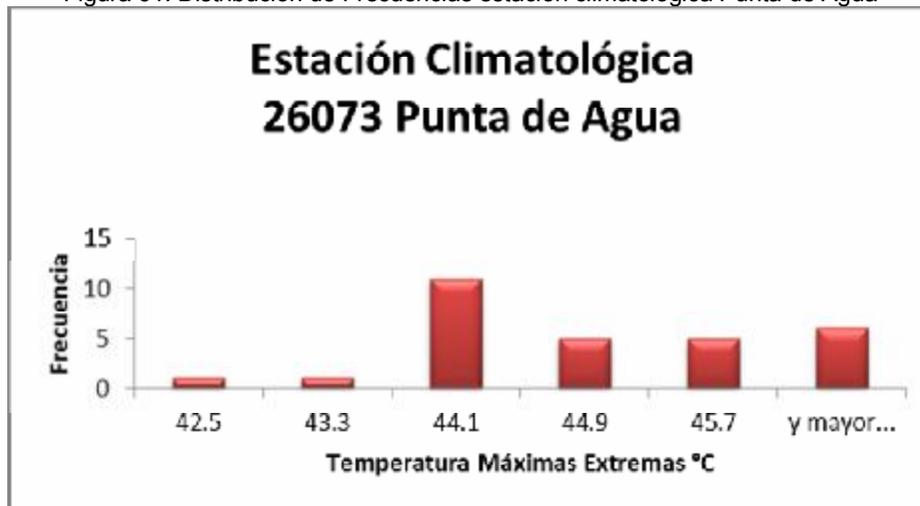


Figura 92. Distribución de Frecuencias estación climatológica 4P-6

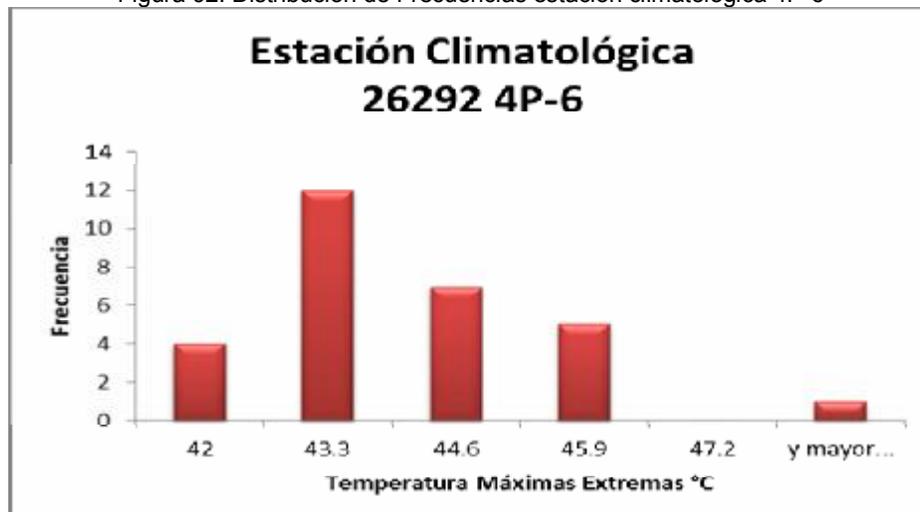




Figura 93. Distribución de Frecuencias estación climatológica Presa Álvaro Obregón

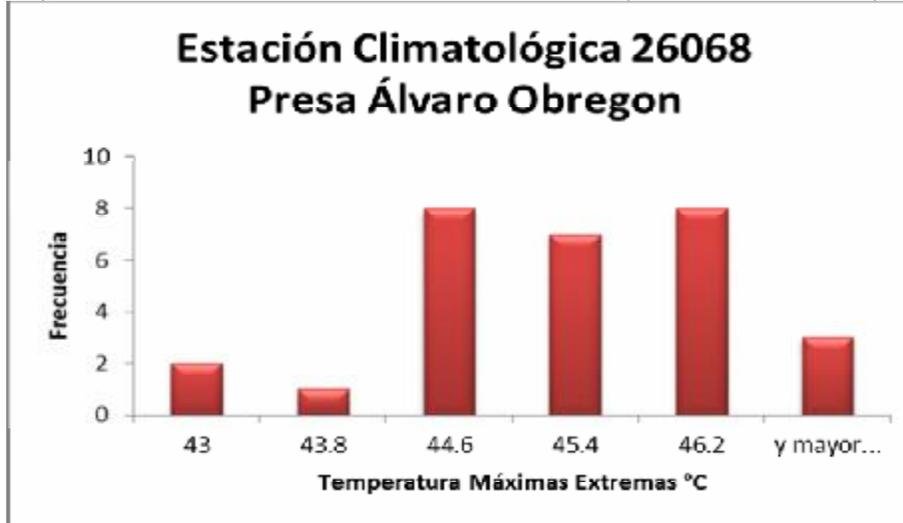


Figura 94. Distribución de Frecuencias estación climatológica Vicam

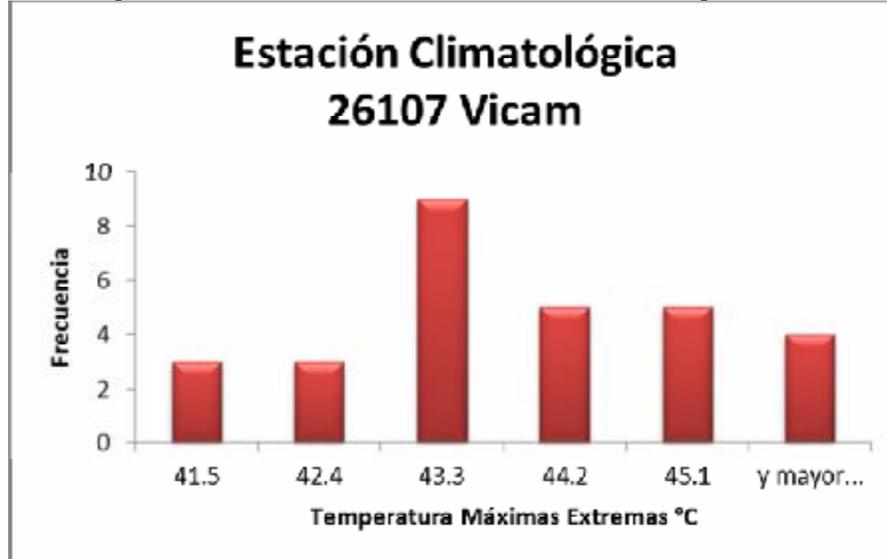


Figura 95. Distribución de Frecuencias estación climatológica Torres





Como puede observarse en las graficas anteriores, la temperatura máxima más frecuente para la estación María del Carmen es 47.2°C, mientras que para Punta de Agua y Torres es 44.1°C; así mismo para la estación 4P-6 y Vicam la temperatura máxima más frecuente es de 43.3°C, mientras que para Presa Álvaro Obregón, 44.6°C y 46.2°C, son las temperaturas más frecuentes.

Para la determinación de los períodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años de las temperaturas máximas históricas se utilizó la función de distribución acumulada de Gumbel, con la que se pretende obtener la probabilidad de que en una determinada serie de datos se presenten nuevos máximos dadas las condiciones iniciales. La función de probabilidad está dada por:

Donde 
$$F = \exp[-\exp(-\alpha(x - \beta))]$$

$$\beta = \bar{x} - 0.5772 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

Con base en la fórmula anterior se obtuvo las distribuciones de probabilidades las cuales quedaron plasmadas en los mapas de temperaturas máximas extremas.

Entre las afectaciones que traen el incremento de la temperatura, está la deshidratación en personas y animales y descomposición de alimentos, además este tipo de fenómenos pueden propiciar incendios forestales. Aunado a esto la saturación de humedad pueden traer problemas mayores de deshidratación. En la ciudad de Empalme, la población más vulnerable se encuentra en los asentamientos más precarios, que corresponden principalmente a las colonias La Ladrillera, Ronaldo Camacho y Su Ampliación, Juárez, Jordán y su Ampliación, Pesqueira, Pitic y Bella Vista, sectores que se caracterizan por estar conformados por viviendas precarias y los que presentan la mayor deficiencia en servicios básicos.

En los meses de verano las temperaturas máximas extremas superan los 40°C, por lo que se considera que este fenómeno incide de manera significativa en la población. La vulnerabilidad física y social aumenta durante esta temporada, al sobrepasarse el límite superior de tolerancia (35°C), lo que genera golpes de calor, con incidencia en algunas personas, al mismo tiempo que aumentan las enfermedades.

A partir de esto se establece que el peligro por este fenómeno en el municipio es considerado como Muy Alto.

#### RECOMENDACIONES:

- Contar con sistemas de alerta temprana, efectivos y eficientes, que detecten este tipo de fenómenos y difundan la información para prevenir riesgos.
- Realizar campañas informativas sobre el fenómeno, dimensionándolo de acuerdo a su magnitud para no crear un temor innecesario, por lo que se recomienda que se difunda junto con otros fenómenos perturbadores, como medida para disminuir la vulnerabilidad social y fomentar la cultura de la prevención.
- Realizar campañas para la distribución de sueros en épocas de verano, con el fin de reducir los problemas de salud que generan las altas temperaturas, como enfermedades gastrointestinales y deshidratación.

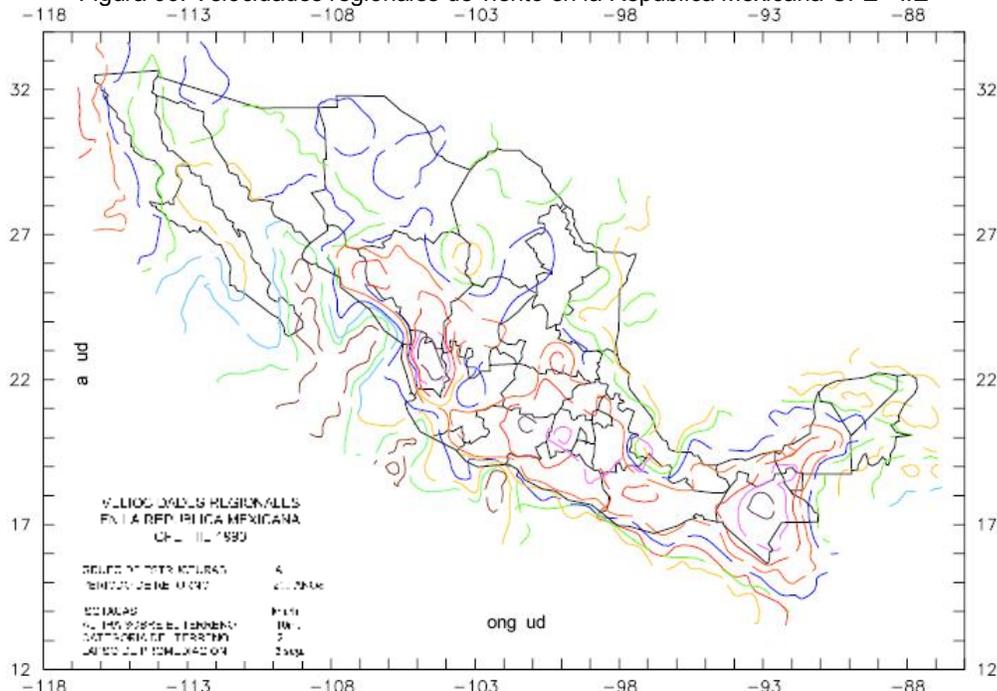
#### 5.2.5. Vientos Fuertes

Debido a sus características geomorfológicas y principalmente a su ubicación costera, el municipio de Empalme se encuentra expuesto a vientos fuertes. Otro aspecto que lo hace susceptible es la falta de elevaciones montañosas que sirvan de protección y resguardo contra fenómenos de este tipo.

En la siguiente figura se muestra una regionalización nacional del peligro por viento, la cual se emplea para fines de ingeniería, en las normas para el diseño de edificios y de otras estructuras. Se usa como parámetro las velocidades máximas de viento que tiene cierto periodo de retorno, y con ella se preparan mapas de curvas llamadas isotacas que corresponden a sitios con una misma velocidad máxima de viento.



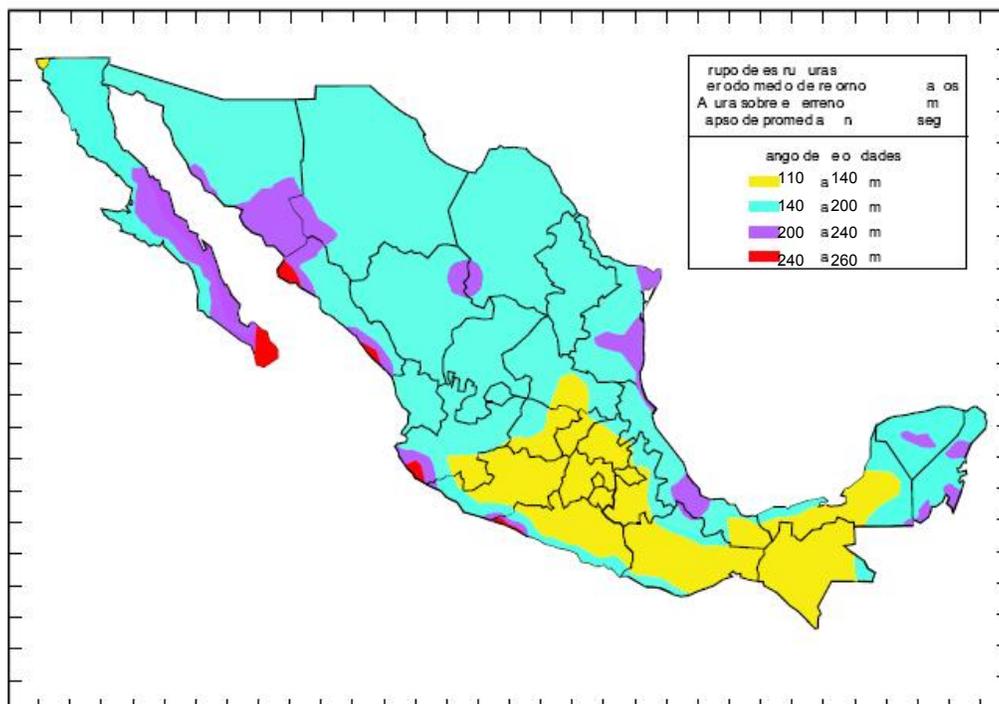
Figura 96. Velocidades regionales de viento en la República Mexicana CFE - IIE



Fuente: CENAPRED 2001, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

A su vez, para fines de protección civil CENAPRED generó un mapa que presenta regiones con valores similares de intensidad máxima de viento, en el que se divide al país en cuatro zonas que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 50 años. Cabe señalar que la velocidad del viento fluctúa en forma continua y puede alcanzar picos muy superiores al promedio, debido a los efectos de ráfaga. En esta regionalización se puede apreciar que el municipio de Empalme se encuentra en un área con vientos promedios que van de los 200 a los 240 km. por hora.

Figura 97. Zonificación de velocidades máximas en la Republica Mexicana basada en datos de CFE



Fuente: CENAPRED 2001, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México



De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional las velocidades más altas de viento máximo diario se registran en los meses de Julio y Agosto, así como en Abril.

Figura 98. Viento Máximo Diario para el municipio de Empalme en el periodo 1981-200

VIENTO MÁXIMO DIARIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MAGNITUD MEDIA (M/S)	6.0	6.4	6.5	7.0	6.8	6.8	7.5	7.4	6.9	6.1	6.5	6.0	6.7

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climatológicas Empalme, Sonora.

Los vientos de mayor intensidad registrados en el municipio, se producen durante los eventos ciclónicos, como huracanes. Estos fenómenos aumentan la vulnerabilidad del municipio y principalmente de las localidades ubicadas en las zonas costeras, como es el caso de la ciudad de Empalme y de la localidad pesquera el Cochórit, asentamientos que pueden verse afectados por fuertes ráfagas de viento generadas por eventos ciclónicos.

En la zona urbana, el viento afecta principalmente a la población ubicada en la periferia. En Empalme la zona más expuesta se conforma por las colonias ubicadas en el límite oeste, colindante al estero el Rancho, área en donde se encuentran las colonias Ampliación Ronaldo Camacho, Pesqueira, Pitic, Bella Vista y Bella Vista Norte. Posterior al análisis de las condiciones de las viviendas asentadas en esta área, se identificó la alta vulnerabilidad física que presenta este sector, ya que la mayoría de las viviendas asentadas en estas colonias son precarias, en las que se identifica el uso de materiales como cartón y lámina en cubiertas y muros, o bien de lonas y otros materiales muy susceptibles a sufrir daños con la presencia de ráfagas de viento.

De acuerdo a CENAPRED, otros de los elementos con alta susceptibilidad a dañarse con vientos fuertes, están las estructuras metálicas. Entre éstas se encuentran los anuncios publicitarios, así como otros elementos urbanos como señalética, semáforos, postes de alumbrado, etc. Estas estructuras son las que han reportado los mayores daños en caso de vientos fuertes, como fue en el 2009 tras el paso de la tormenta tropical Jimena.

Otro sector con un riesgo alto por vientos son las zonas industriales de la ciudad de Empalme, ambas se encuentran en la periferia de la ciudad, por lo que están más expuestas, además se encuentran relativamente libres de obstáculos para el flujo del viento (generalmente bodegas y naves industriales) y se caracterizan por presentar grandes superficies expuestas en cualquier dirección y sus materiales de construcción son muy ligeros. Los daños que reflejan principalmente este tipo de construcciones son la falla y pérdida de las láminas de cubierta y techumbres.

Los árboles también son elementos que están siempre sujetos a vientos intensos. Este tipo de estructuras naturales, aunque no generan un daño económico directo, pueden, de manera indirecta, generar daños y pérdidas económicas.

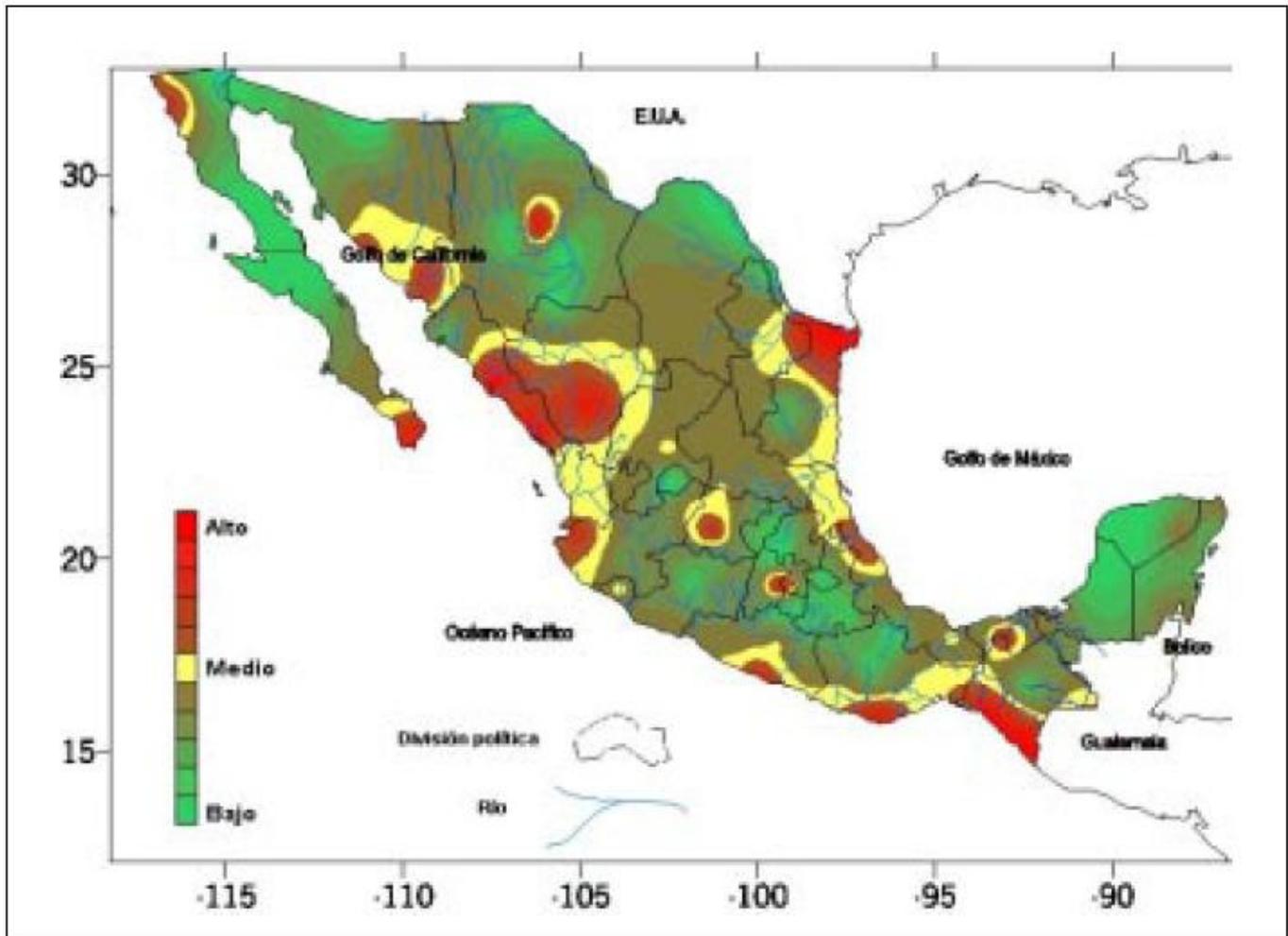
Figura 99. Imágenes de los daños causados por la depresión tropical Jimena



## 5.2.6. Inundaciones

De acuerdo a la delimitación de zonas de inundación de CENAPRED, se puede identificar que el municipio de Empalme se encuentra en una zona con peligro alto de inundación (2001).

Figura 100. Zonas de peligros por inundación de la República Mexicana.



Fuente: CENAPRED (2001), Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México.

Entre los aspectos que generan que el municipio de Empalme sea propenso a inundarse, está su ubicación geográfica y geomorfología. Sobre el valle aluvial en el que se asienta, fluyen varios arroyos pertenecientes a la cuenca del Río Mátape; además se ubica en una zona costera caracterizada por su topografía sensiblemente plana, colindante a un estero en el que confluyen varios arroyos.

Todas estas condiciones hacen que Empalme presente muy alto peligro de inundaciones, como históricamente se ha demostrado, siendo el evento de mayor impacto el registrado en septiembre de 2009, cuando se inundaron diferentes colonias de la ciudad y localidades del área rural tras el paso de la depresión tropical Jimena.

En el municipio, se identifican varios factores que provocan la inundación de diferentes áreas urbanas y rurales. Entre éstas se contemplan las lluvias intensas, el desbordamiento de ríos, el asenso del nivel medio del mar, la rotura de bordos, diques, presas, o bien por la descarga de agua de los embalses. También se han identificado inundaciones generadas por las modificaciones que el hombre ha hecho en la configuración del suelo y de los escurrimientos naturales del terreno.

A continuación se presenta un análisis de los escurrimientos que generan inundaciones, contemplando primeramente aquellos que tienen incidencia a nivel regional y posteriormente las áreas urbanas que resultan afectadas por los cauces de los mismos, así como por otros factores.



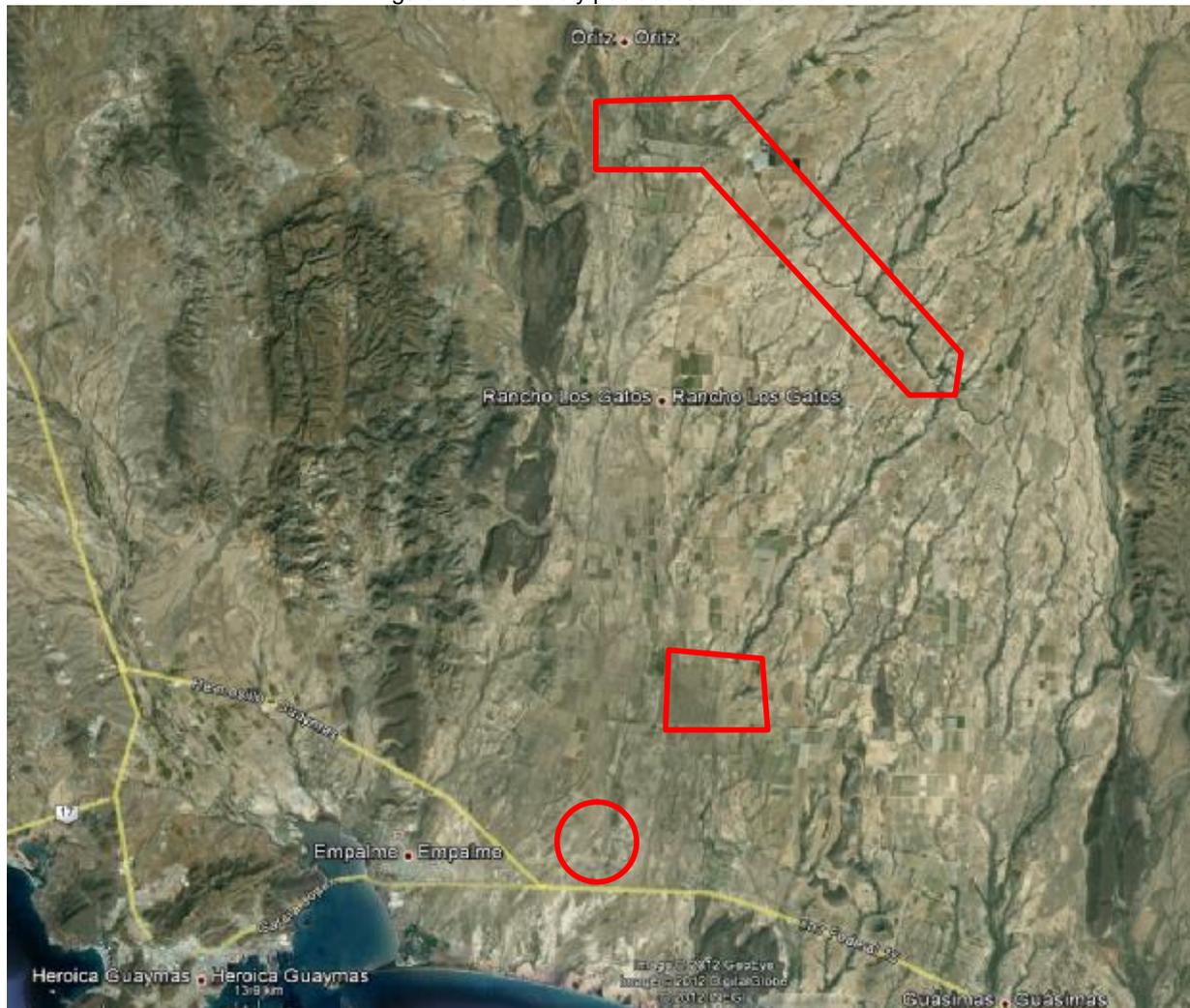
- Ejido San Fernando
- Arroyo San José
- Arroyo Los Cuates
- Primer Bordo
- Segundo Bordo
- Colonia Bella Vista

### Ejido San Fernando

El Ejido San Fernando se encuentra sobre la carretera a Ortiz que entronca desde el tramo Ciudad Obregón-Guaymas de la carretera federal México 15, a 2.5 kilómetros de esta. Según reportes de los habitantes de la comunidad se han producido inundaciones en el poblado a pesar de que no se encuentra cercano a ningún cauce principal de arroyo de la zona.

Los arroyos de esta zona se encuentran confinados por varios bordos de protección, entre los que destacan los que se observan en la fotografía de satélite inferior. Una gran cantidad de cauces de arroyos se encuentran nivelados para ser convertidos en tierras de cultivo por lo cual no existe un patrón definido de escurrimientos en el lugar. El poblado de San Fernando se encuentra, de hecho, casi sobre el parteaguas entre dos arroyos de la zona.

Figura 101. Bordos y poblado San Fernando



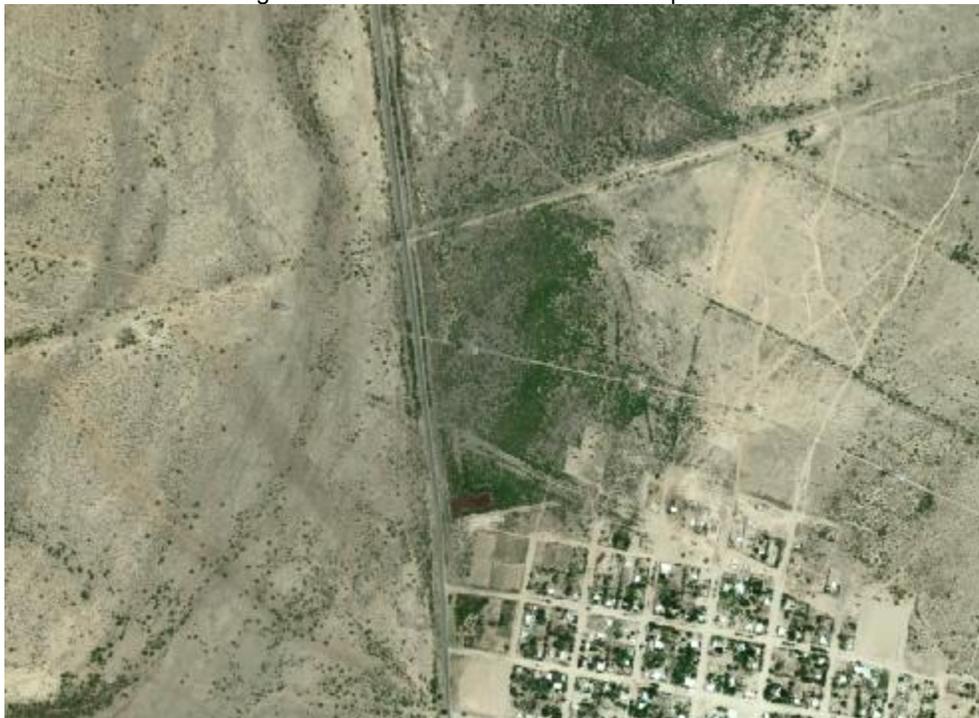
Las causas aparentes de las inundaciones que pueda sufrir el poblado se deben más a la falta de desagües en la carretera a Ortiz, según se aprecia en la fotografía inferior, donde los escurrimientos del arroyo a la izquierda del poblado se encuentran cortados por el bordo de la carretera.

Figura 102. Obsérvense los escurrimientos cortados por la carretera



De hecho, la carretera es usada por los pobladores del lugar como bordo para retención de agua, el cual es complementado con otro en el lindero norte del poblado, como se aprecia en la fotografía inferior.

Figura 103. Bordo en el lindero norte del poblado





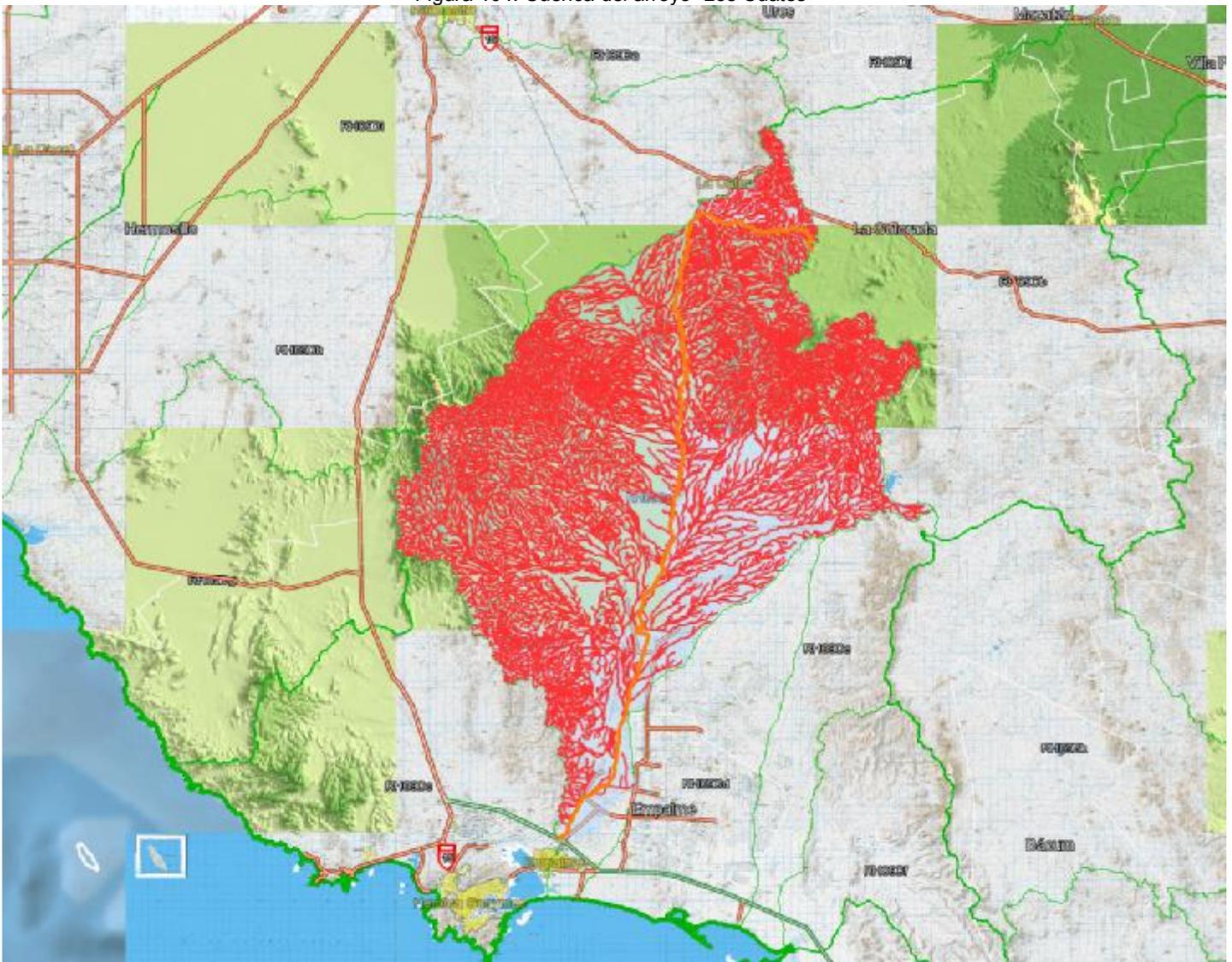
La existencia de tantos bordos sobreponiéndose en los cauces de los arroyos crea una condición inestable en el riesgo por inundaciones, ya que la obra puede proteger a una zona o la puede inundar catastróficamente en caso del fallo de uno o varios bordos en cadena.

### Arroyo Los Cuates (Colonia Ronaldo Camacho)

El Arroyo “Los Cuates” que desemboca a un lado de la Colonia Ronaldo Camacho en Empalme, presenta una de las cuencas más extensas de la zona con una extensión de 2,796 km<sup>2</sup> sin incluir el área tributaria de la presa “Punta de Agua” y una longitud del cauce de 129 kilómetros. La cuenca inicia al norte de la carretera Hermosillo–La Colorada en las inmediaciones del poblado de este nombre.

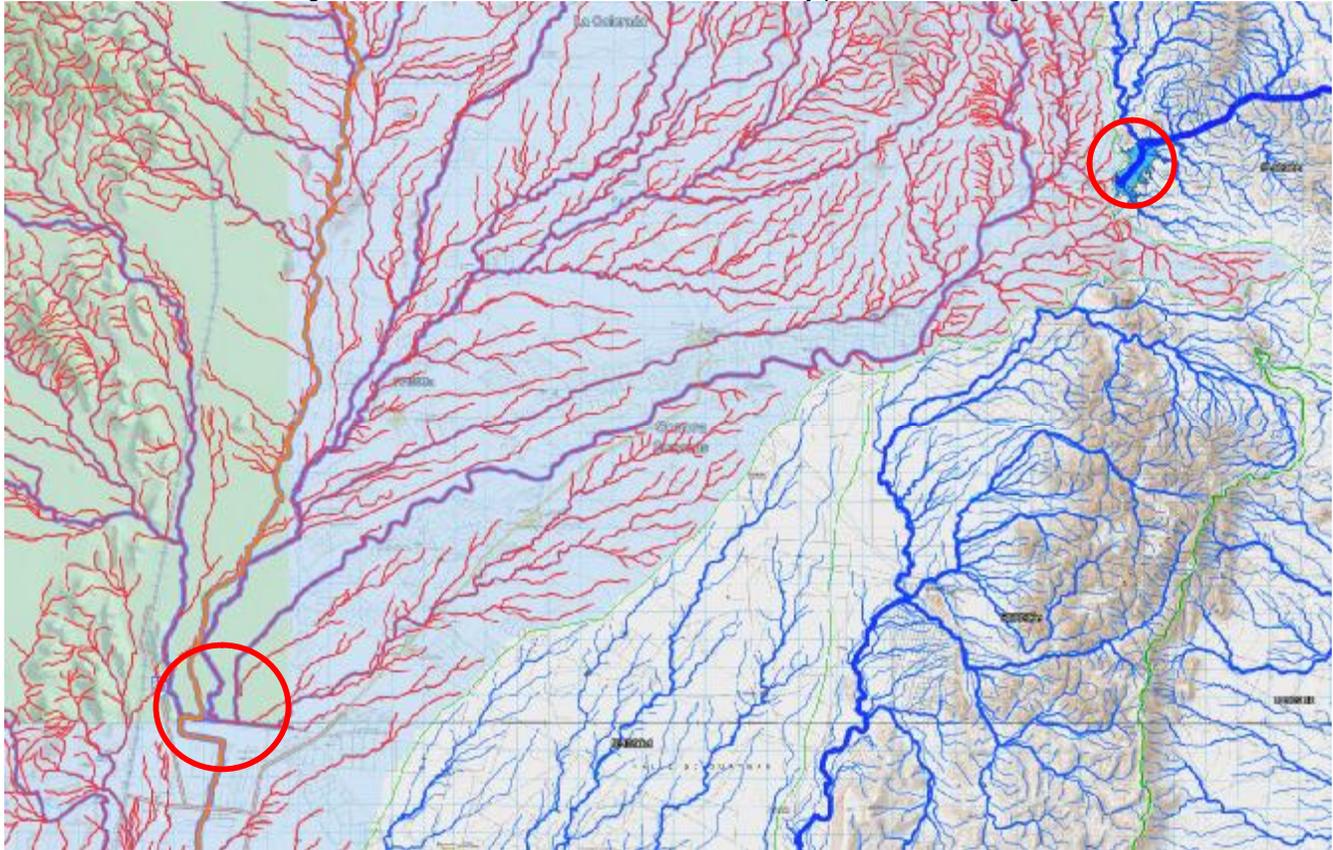
La mayor parte de la cuenca está constituida por formaciones rocosas intrusivas mismas que presentan coeficientes de escurrimiento de moderados a altos siendo influidos por la escasa vegetación de la zona. La pendiente promedio del cauce es de 3.55 al millar teniendo tiempos de concentración relativamente largos, del orden de los 1,472 minutos en su salida al mar.

Figura 104. Cuenca del arroyo “Los Cuates”



Dentro de la cuenca de este arroyo se encuentran el Bordo de Ortiz, perteneciente al municipio de Guaymas, mismo que históricamente ya ha producido inundaciones por su falla y la presa "Punta de Agua", misma que posee un área tributaria de 3.122 km<sup>2</sup> adicionales.

Figura 105. Detalle de la cuenca, Bordo de Ortiz y presa Punta de Agua



Se trata de un arroyo susceptible a lluvias de larga duración el cual pone en peligro a la Colonia Ronaldo Camacho y su ampliación, área en donde se registra a una población de 2,906 en condiciones de vulnerabilidad física alta, debido a la precariedad de las viviendas. Aunque el cauce principal se desvía hacia el poniente antes de ingresar a Empalme, al cruzar las vías del ferrocarril, es posible que en grandes avenidas los puentes no tengan la capacidad necesaria para desalojar los escurrimientos.

### Arroyo San José

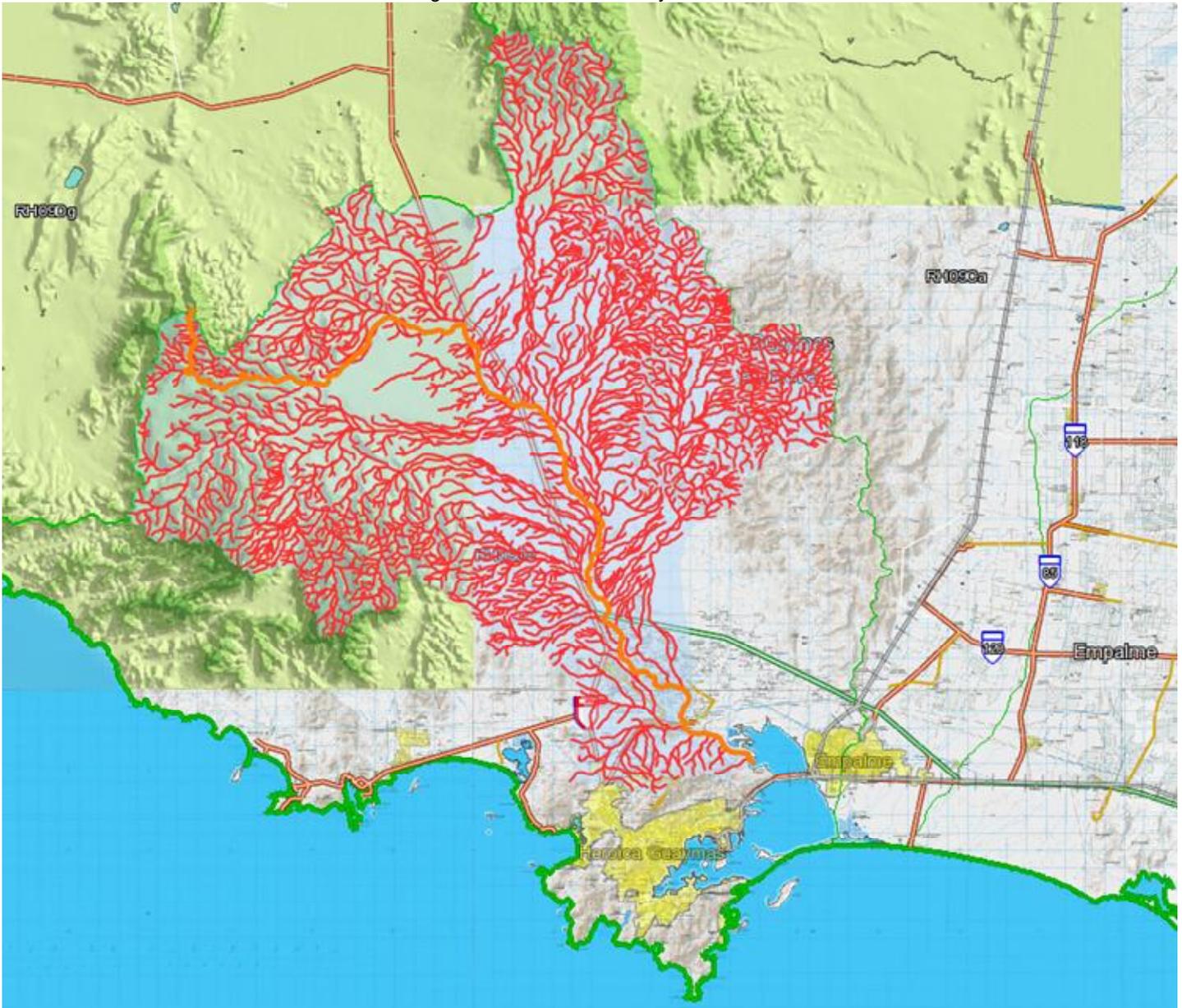
Este arroyo, a pesar de que se encuentra fuera del territorio municipal, no se puede dejar pasar en el análisis, ya que también representa un riesgo para la población de la ciudad de Empalme, al descargar sus aguas en el Estero el Rancho, situación que ha causado inundaciones anteriores, en las colonias ubicadas en las partes más bajas de la ciudad y colindantes a este cuerpo de agua.

El arroyo San José es el arroyo con el área tributaria más grande en la zona del municipio de Guaymas. Su cuenca se extiende por 760.38 km<sup>2</sup> hasta poco más allá del entronque con la carretera a Bahía de Kino, desde donde avanza serpenteando casi paralelo a la carretera internacional México 15 con una longitud del cauce principal de 59.54 km con una pendiente promedio de 8.112 al millar. Su tiempo de concentración de 586 minutos lo hace susceptible solo a lluvias de muy larga duración que suelen estar asociadas a bajas intensidades.

En épocas de intensas lluvias este arroyo genera que el estero el Rancho inunde las colonias más bajas que se encuentran en su costa, afectando principalmente a: Bella Vista, Bella Vista Norte, Pitic, Pesqueira y en menor medida a la colonia Ronaldo Camacho y a su ampliación. En este sector se registra una población de poco más de 2,900 habitantes que se encuentran en zona de riesgo por inundaciones, los que a su vez presentan una vulnerabilidad física alta, debido a la precariedad que caracteriza a las construcciones en este sector,



Figura 106. Cuenca del arroyo San José



Durante las lluvias del huracán "Jimena" se dieron las peores condiciones para el escurrimiento de este arroyo, al llover de manera ininterrumpida por más de 24 horas con grandes intensidades. Si bien esta clase de lluvias está más allá del período de retorno de diseño de la mayoría de las obras de defensa, si constituye una referencia del poder destructivo de este escurrimiento.

### Primer Bordo

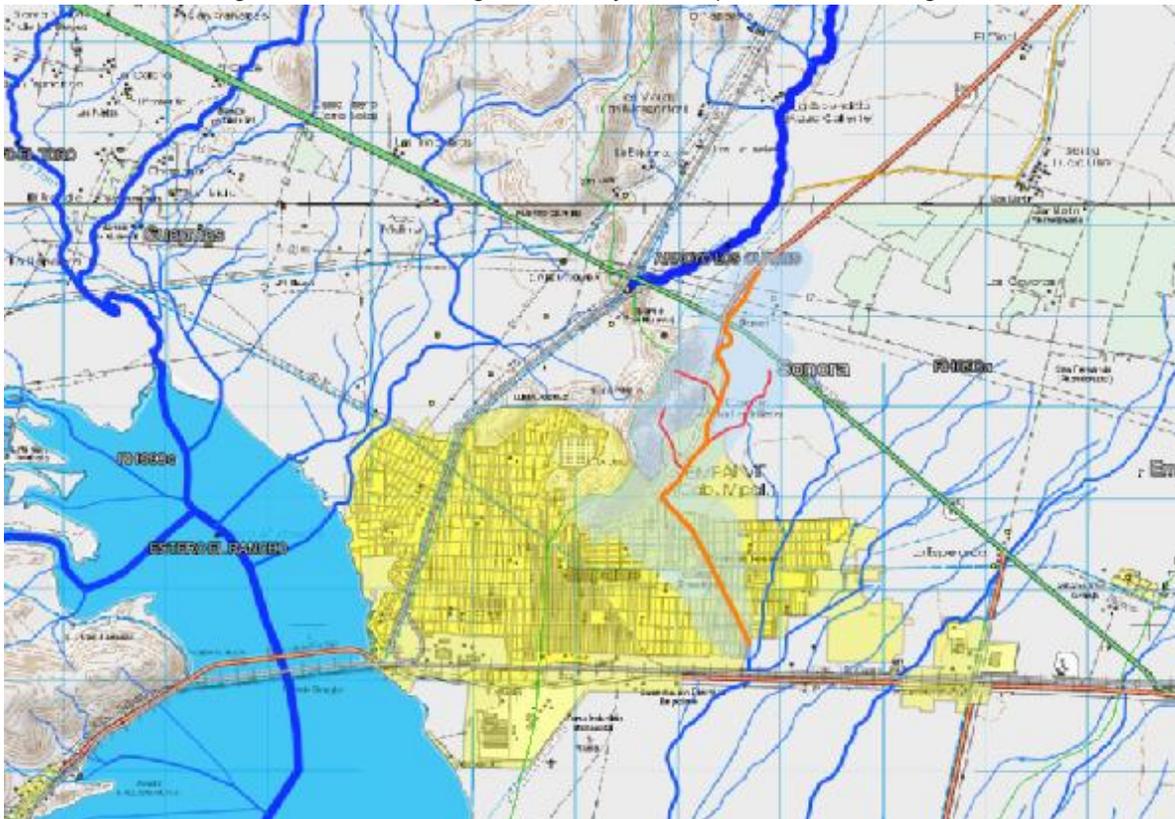
Con la finalidad de proteger al casco urbano original de la Ciudad de Empalme, Sonora, se construyó el primer bordo en el lado oriente de la traza urbana que existía en ese entonces. Se trata de un alzamiento de tierra simple, sin ninguna protección y que posee en su lado aguas arriba un canal de conducción de aguas pluviales. En la parte norte ese canal se encuentra muy improvisado y en franco deterioro, mientras que en la parte sur se ha trabajado en rectificarle el cauce ampliándolo a una buena sección hidráulica y en algunos tramos revestida de concreto.

Figura 107. Trazo del primer bordo



Como se aprecia en el croquis de escurrimientos pluviales este bordo desvía con cierta eficacia los escurrimientos del arroyo hacia el sur. Cuenta con un área tributaria de 422 hectáreas y una longitud del cauce principal de 4,687 metros que poseen una pendiente promedio de 2.35 al millar. Su tiempo de concentración es relativamente corto, del orden de los 119 minutos lo cual propicia que sea susceptible a tormentas cortas de gran intensidad.

Figura 108. Trazo del segundo bordo y función para el desvío del agua.



En la anterior figura, se muestra la función que tiene este bordo para desviar el escurrimiento del arroyo los Cuates. Actualmente el comportamiento de esta obra es bueno, pero es necesario que se atiendan algunos puntos críticos, entre éstos el mejoramiento de los cruces de calles en su recorrido. Las demás obras para este bordo se mencionan en el apartado de Recomendaciones para este tema.

Figura 109. Aspecto de los cruces de calles en el primer bordo



### Segundo bordo

Con el crecimiento de la Ciudad de Empalme el primer bordo fue rebasado por la zona urbana y fue necesario construir un segundo bordo para proteger la parte de la ciudad que se encontraba fuera de los límites de la primera obra de defensa. Como se observa en la imagen esta obra canaliza los escurrimientos de algunos pequeños arroyos que provienen de las llanuras aluviales del valle. Se trata de escurrimientos con una cuenca del orden de las 330 hectáreas con una longitud del cauce principal de 4,234 metros y una pendiente promedio del 1.62 al millar. Su tiempo de concentración es de 137 minutos lo que hace a esta cuenca susceptible a tormentas de gran intensidad y corta duración.

Figura 110. Ubicación del segundo Bordo.



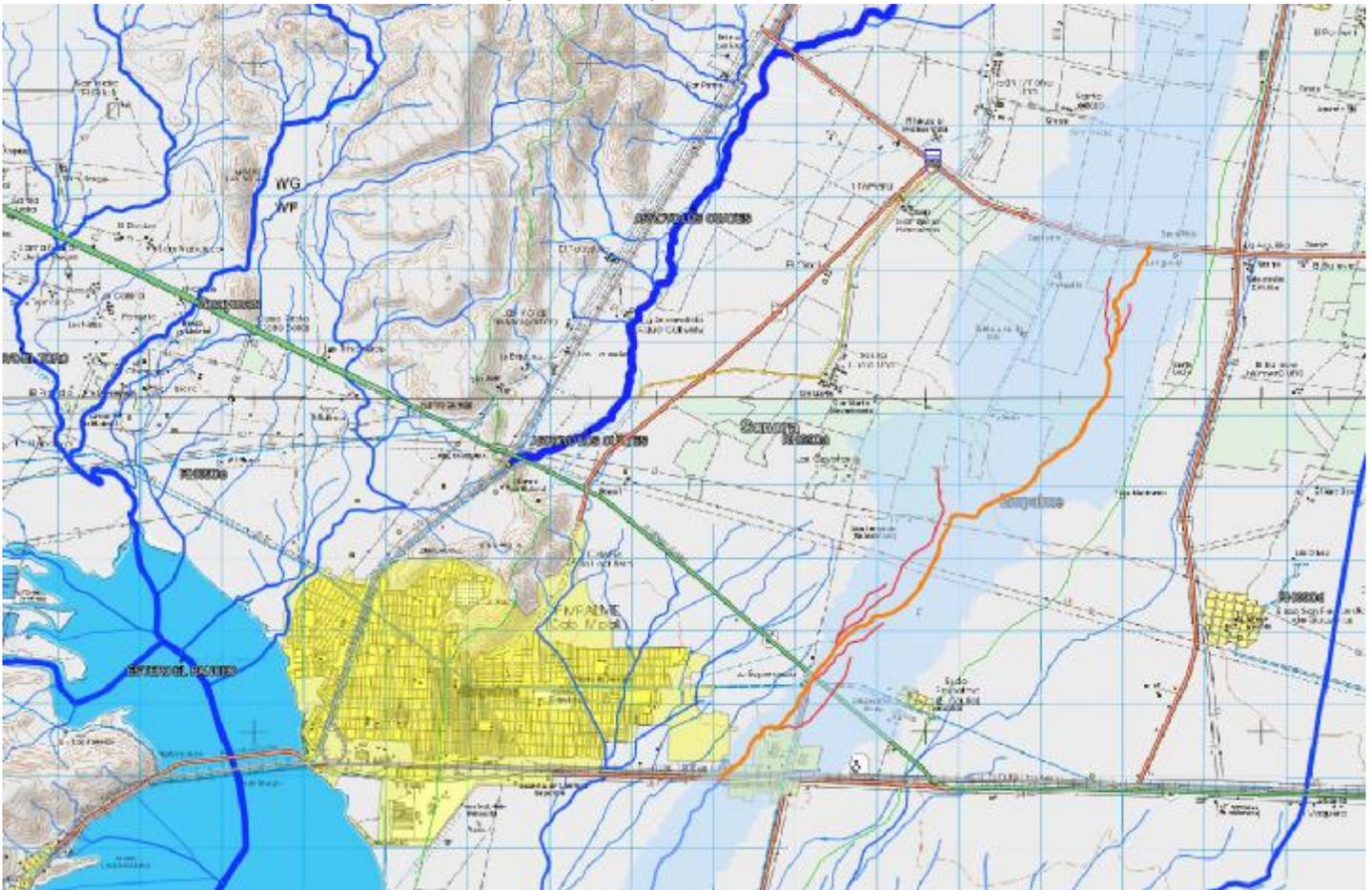
Figura 111. Aspecto del segundo bordo

La mayor parte de este bordo se encuentra muy bien construido, constituyéndose por un alzamiento de tierra con el flanco de aguas arriba protegido por colchoneta de gaviones. Existen muy pocos puntos de cruce y se encuentran adecuadamente protegidos.

Un problema con este bordo es que deja fuera de su protección a la zona industrial de Empalme donde, como se aprecia en la imagen, cruza un arroyo con una cuenca de 25 km<sup>2</sup> misma que posee un potencial destructivo apreciable



Figura 112. Arroyo del parque industrial



Obsérvese como el cauce principal del arroyo se encuentra interrumpido por las instalaciones de una empresa, fuera del segundo bordo.

Figura 113. Propuesta de trazo de desvío para proteger al Parque Industrial



### Colonia Bella Vista

El arroyo de la Colonia Bella Vista posee una pequeña área tributaria de 286 hectáreas que en su mayor parte pertenecen al área urbana de Empalme. Se trata de pequeñas corrientes que bajan del Cerro de la Cruz e ingresan al área urbana transitando por calles con muy poca pendiente. Estos escurrimientos se acumulan en un solo punto de cruce con las vías del ferrocarril a la altura de la calle Independencia, cruzan bajo la prolongación de la calle Reforma y llegan a la bahía por medio de un canal revestido de concreto a un lado de un manglar natural.

Figura 114. Vista del canal de desagüe a un lado del manglar





En las condiciones actuales este arroyo no debe tener una gran peligrosidad, debido a lo pequeño de su cuenca, a la baja pendiente de los cauces y al bajo coeficiente de escurrimiento. Se estima que el caudal máximo deberá de estar en alrededor de 4 m<sup>3</sup>/seg, que son muy manejables para la sección hidráulica del canal. Sin embargo, este es un punto que hay que monitorear continuamente debido a que el coeficiente de escurrimiento de su cuenca se irá incrementando conforme aumente el área urbana pavimentada, con lo cual los escurrimientos pueden llegar a duplicarse poniendo en peligro las obras de cruce y la colonia Bella Vista.

Figura 115. Vista del Canal por la Colonia Bella Vista, hacia el manglar en el estero El Rancho.



## RECOMENDACIONES:

### Ejido San Fernando.

- Rediseño y reubicación de alcantarillas pluviales sobre la carretera que están impidiendo el paso libre del agua. Es necesario la realización de un estudio hidrológico particular para determinar las causas y puntos de inundación de las inundaciones y formular un proyecto de obra de defensa para el poblado.

### Arroyo Los Cuates

- Es necesario llevar a cabo un estudio hidrológico a profundidad del comportamiento de este arroyo en dos puntos críticos: El primero en el bordo de Ortiz para asegurar la seguridad de la infraestructura y el segundo de la capacidad hidráulica de los cruces con la vía del ferrocarril para determinar si existe o no riesgo de inundaciones en la colonia Ronaldo Camacho por esta causa.

### Primer Bordo

- Revisar el diseño de todos los cruces de calles que se encuentran en el recorrido del primer bordo. Es necesario revisar la capacidad hidráulica de los conductos de cruce así como las elevaciones de rasantes del camino de manera que se asegure que el escurrimiento no pueda sobrepasar el bordo.
- Continuar hacia el norte con el proyecto ejecutivo de la rectificación del cauce pluvial y su revestimiento para garantizar la vida útil de la obra.

### Segundo Bordo

- En esta obra es necesario llevar a cabo el proyecto ejecutivo del canal lateral de desagüe de los escurrimientos pluviales y continuar con la protección del bordo aguas arriba ya que hasta ahora se encuentra revestido solo hasta la calle cuarta.
- Es necesario llevar a cabo un estudio de factibilidad de desvío según el trazo paralelo a la carretera marcado e la imagen. A la par será necesario revisar la capacidad hidráulica de los cruces de la carretera una vez que ambas cuencas se hayan unido. De ser factible este trazo es necesario llevar a cabo los proyectos ejecutivos del desvío.

Figura 116. Propuesta de trazo de desvío para proteger al Parque Industrial



### Colonia Bella Vista

- No es necesario tomar acciones de inmediato pero si empezar a prever el estudio de las obras de cruce con las vías de ferrocarril a la altura de la calle independencia, bajo la prolongación de la calle Reforma.

### Otras acciones

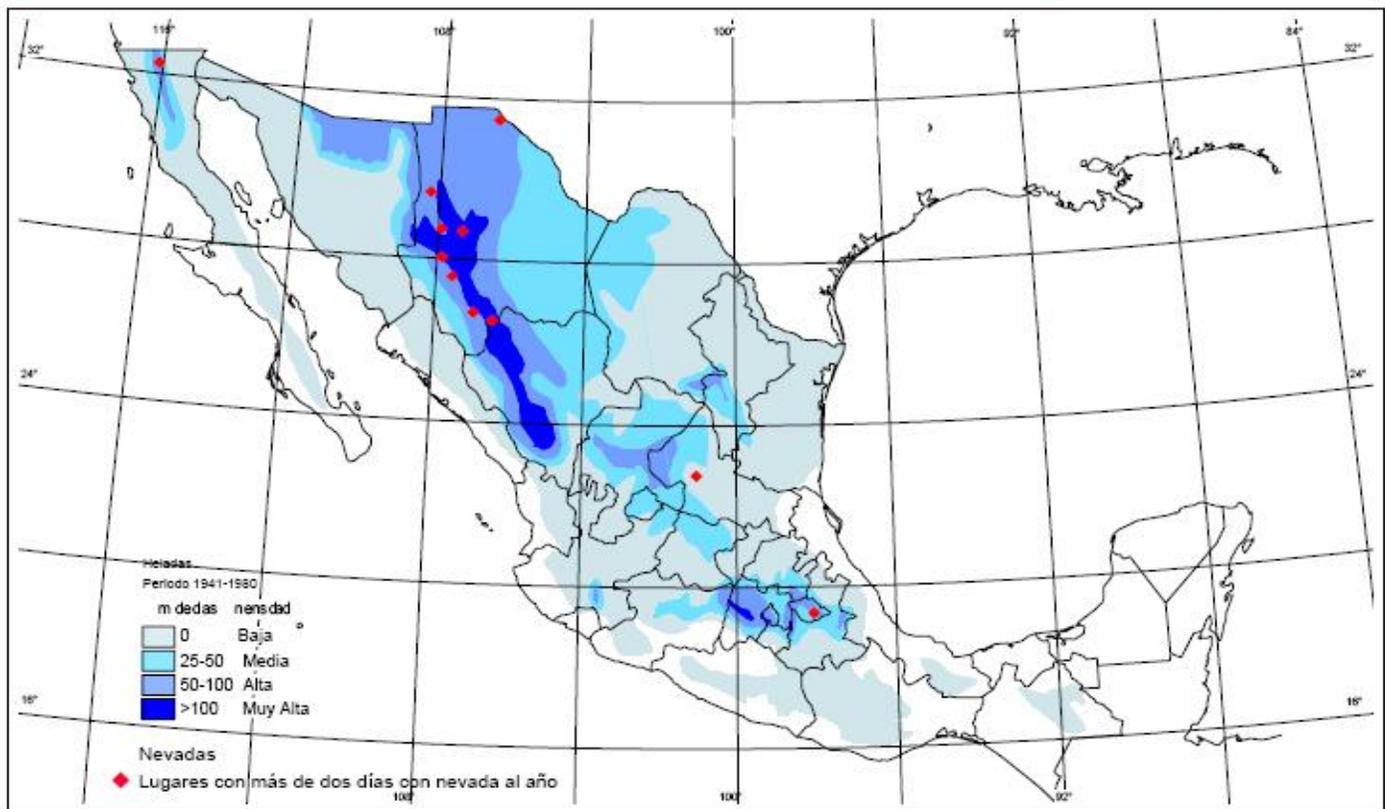
- Diseño y Construcción de un malecón en la orilla este del estero en Rancho que permita proteger las colonias ubicada al poniente de la ciudad de Empalme, considerando las llegadas de los escurrimientos, para lo cual se requerirá un sistema de válvulas para regular los flujos.
- Preservación del Manglar existente el que cumple además de funciones de regulación además de las ambientales.
- Rediseño del Puente Douglas, ya que su actual nivel se ve rebasado y no permite el movimiento del agua en el estero, generando azolve que disminuye la capacidad de almacenamiento del estero el rancho.
- Restringir ocupación del suelo en el norponiente de la ciudad de Empalme que se encuentra en zona de peligro de inundación.
- Rectificación de cauces de llegada de los arroyos y limpieza periódica de los mismo para evitar el taponamiento y permitir la libre salida del agua, tanto los que fluyen hacia el estero, como los que se ubican al sur de la carretera 15 y descargan hacia el Cochorit.

- Realizar un estudio de factibilidad para modificar el Bordo Ortiz y su sistema de vertido para aumentar la seguridad aguas abajo.
- Crear un sistema de bordos y repesos en la cuenca del San José que permitan el control de avenidas.

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

De acuerdo al Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, de CENAPRED, el municipio de Empalme se encuentra en una zona clasificada como de intensidad Baja de Nevadas. La presencia de este fenómeno en el municipio se da en los meses de diciembre a febrero presentando promedio anual de días con heladas de 1.9. Estos valores reflejan una incidencia de escasa a moderada.

Figura 117. Heladas y Nevadas en México



Fuente: CENAPRED. Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México

Este tipo de fenómenos meteorológicos ha afectado principalmente la zona de cultivo del municipio. De acuerdo a SAGARPA, las heladas del 4 de febrero de 2011, registraron daños en el Valle de Guaymas-Empalme equivalentes a 240 hectáreas de calabaza, así como 100 de sandía y 80 de Chile

Entre los elementos climáticos que se encuentran íntimamente relacionados con los peligros naturales, se encuentran las temperaturas extremas y entre ellas las heladas, las cuales se presentan cuando la temperatura es menor o igual a 0°C. Es importante tener un conocimiento amplio sobre su ocurrencia, intensidad, frecuencia y duración principalmente por el impacto que tienen en la agricultura y vegetación de la región de manera directa.

Para el análisis de masas de aire, heladas en el área de estudio se tomaron los datos diarios de 6 estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua. Se tomaron los días por mes en que ocurrieron heladas en dichas estaciones con la finalidad de obtener un promedio de heladas por año. En la Tabla 5.XX.XX se muestran las estaciones analizadas, así como las heladas ocurridas por cada mes en un periodo de 29 años, de 1982 a 2010



Figura 118. Días por mes en que se presentaron heladas. Periodo de observación: 1982-2010

ESTACION	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Ma. Carmen	31	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	37
Punta de Agua	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4p6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Presa Alvaro Obregon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vicam	28	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	41
Torres	27	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	31
<b>TOTALES</b>	<b>88</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>115</b>						

Como se observa en la tabla anterior, la presencia de heladas tiene lugar en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, es decir dentro de la temporada invernal; sin embargo, también se puede observar la ocurrencia de heladas tempranas en Noviembre y heladas extraordinarias en Marzo. De este análisis se obtuvo una frecuencia de 8 heladas por año, tomando en cuenta que en el periodo de observación ocurrieron un total de 234 heladas para el área de estudio para un total de 29 años. En la siguiente tabla se presentan las temperaturas máximas históricas por cada estación.

Figura 119. Temperaturas máximas históricas por estación. Periodo de observación 1982-2010

ESTACIÓN	MÍNIMAS HISTÓRICAS
Ma. Carmen	-4
Punta de Agua	-6
4p6	-2
Presa Alvaro Obregon	1
Vicam	-2
Torres	-6

En las gráficas siguientes se muestra la caracterización para las temperaturas mínimas extremas tanto mensuales como anuales para cada una de las 6 estaciones analizadas

Figura 120. Temperaturas Mínimas Mensuales. Estación Ma. Carmen. 1982-2010. CONAGUA





Figura 121. Temperaturas Mínimas Mensuales. Estación Punta de Agua. 1982-2010. CONAGUA

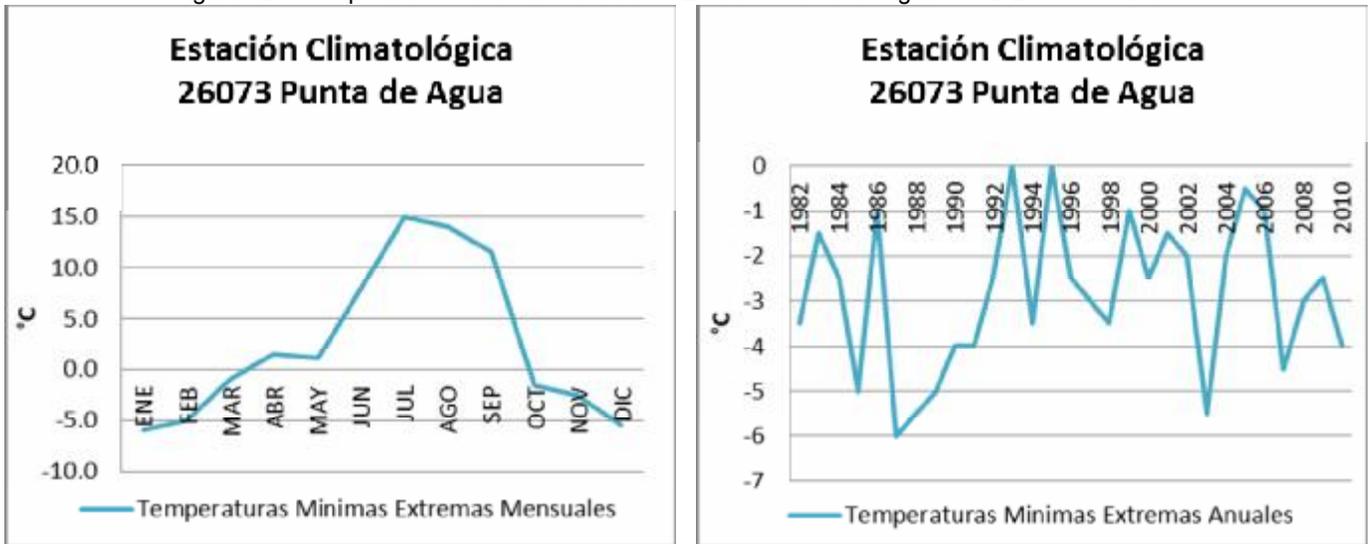


Figura 122. Temperaturas Mínimas Mensuales. Estación 4P-6. 1982-2010. CONAGUA

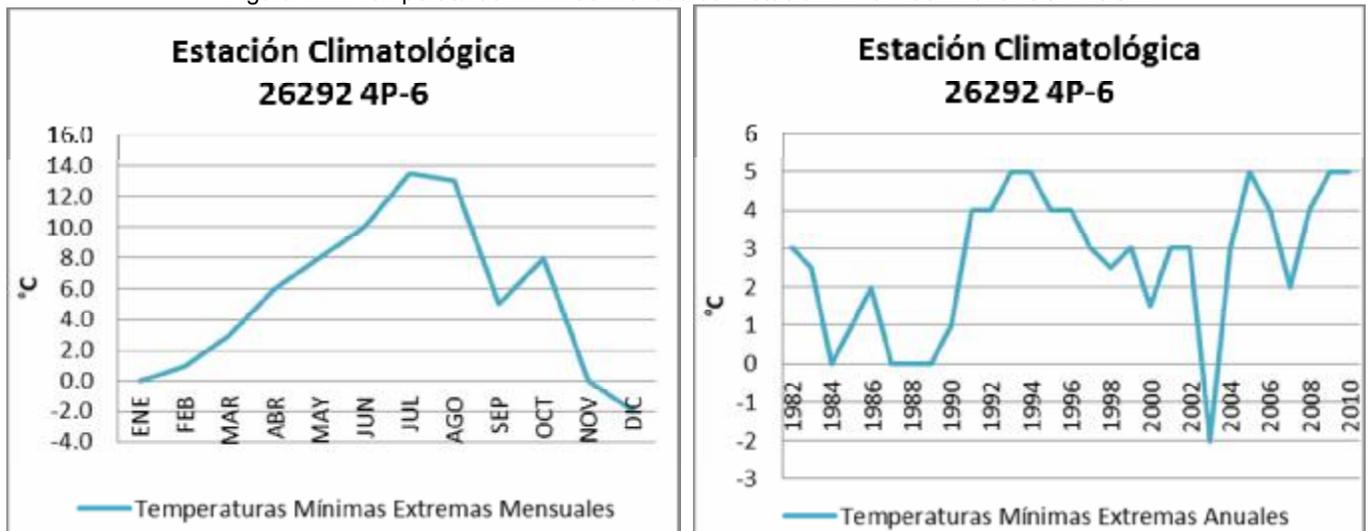


Figura 123. Temperaturas Mínimas Mensuales. Estación Presa Álvaro Obregón. 1982-2010. CONAGUA

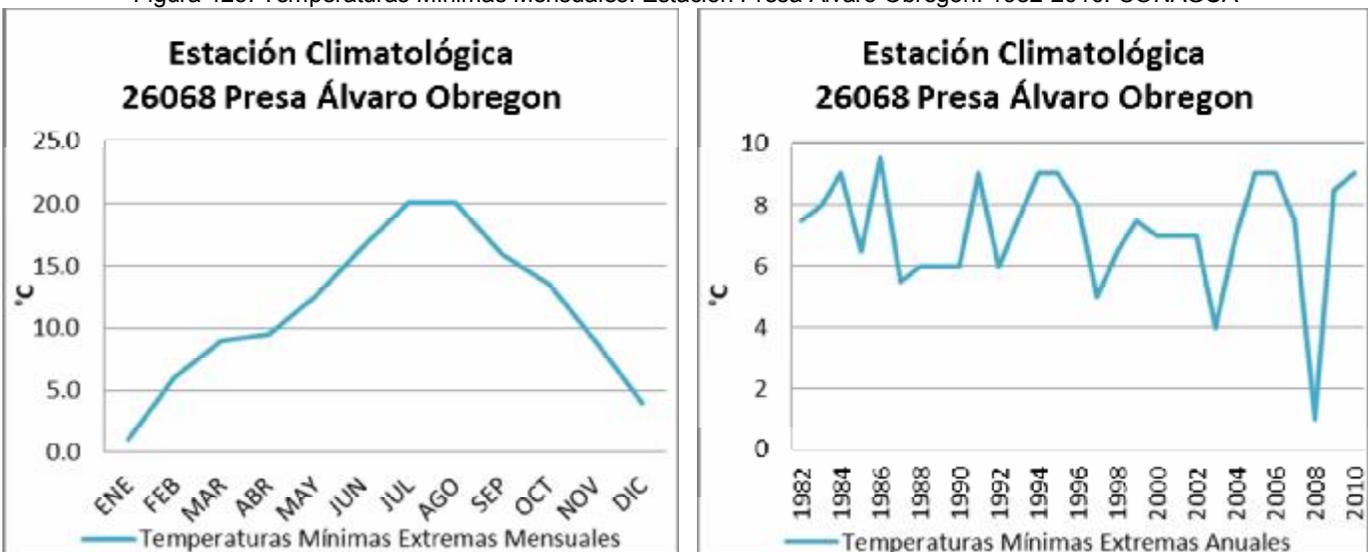




Figura 124. Temperaturas Mínimas Mensuales. Estación Vicam. 1982-2010. CONAGUA

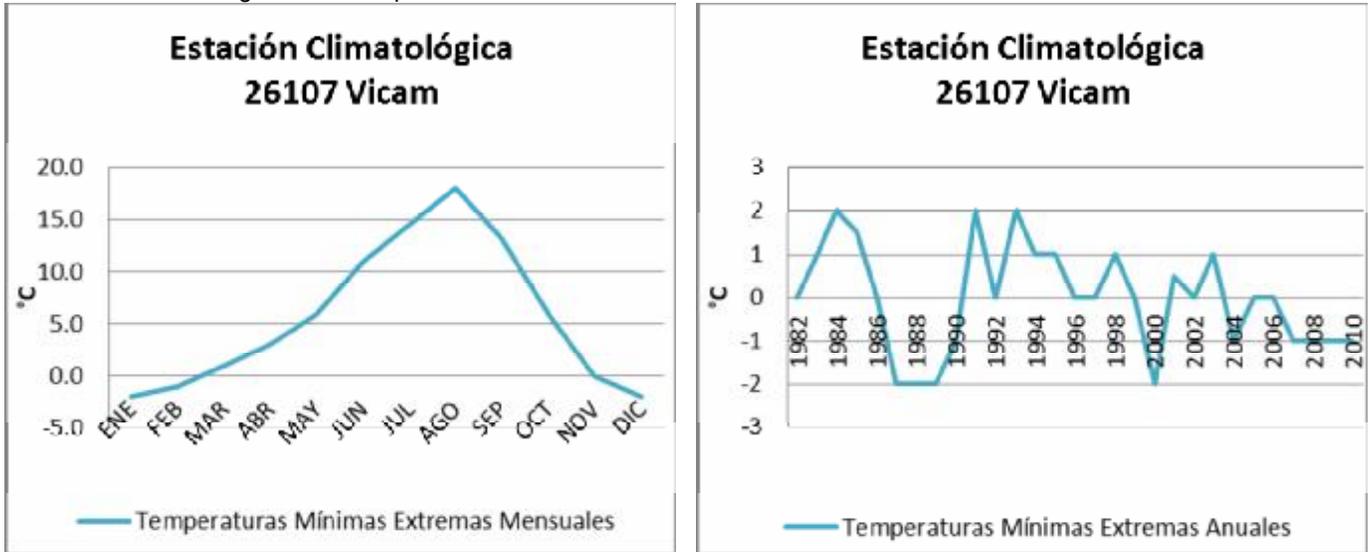
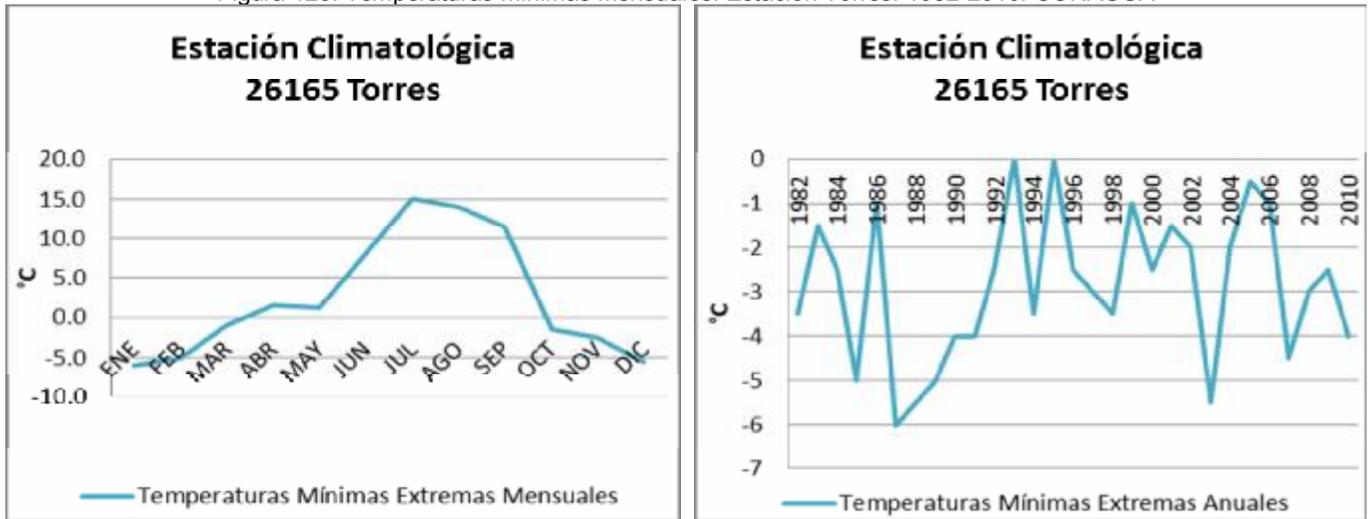


Figura 125. Temperaturas Mínimas Mensuales. Estación Torres. 1982-2010. CONAGUA



Para la determinación de los períodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años de las temperaturas máximas históricas se utilizó la función de distribución acumulada de Gumbel, con la que se pretende obtener la probabilidad de que en una determinada serie de datos se presenten nuevos máximos dadas las condiciones iniciales. La función de probabilidad está dada por:

$$F = \exp[-\exp(-\alpha(x - \beta))]$$

Donde

$$\beta = \bar{x} - 0.5772 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

Con base en la fórmula anterior se obtuvo las distribuciones de probabilidades las cuales quedaron plasmadas los mapas de Heladas.

Figura 126. Evidencia de heladas en la región agrícola del valle de Guaymas – Empalme.



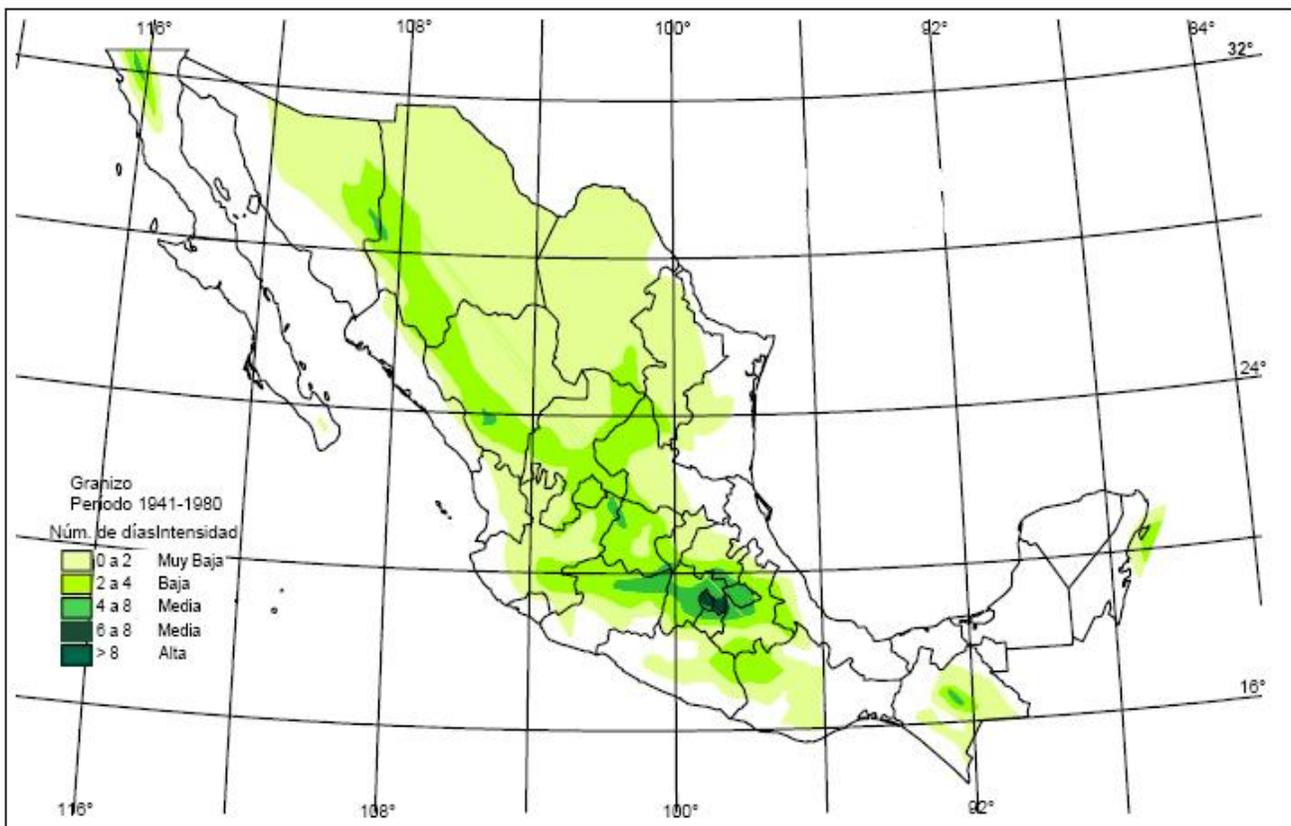
Además de las afectaciones al campo, se han registrado muertes por hipotermia e intoxicación. La población más vulnerable en este tema está representada por aquella que se encuentra habitando viviendas precarias, tanto en las zonas rurales como en las urbanas. Las localidades que resaltan por estas condiciones son Juan Rodríguez, Úrsulo Galván y Antonio Rosales, localidades que presentan, a nivel municipal, el mayor déficit en cuanto acceso a servicios básicos, entre éstos a energía eléctrica.

En el área urbana, las localidades más vulnerables físicamente se ubican en dos sectores. Uno corresponde a la periferia norte, área en donde se localizan las colonias La Ladrillera, Jordán y Ampliación Jordán, que concentran en conjunto a una población aproximada de 1,058 habitantes. El otro sector corresponde a las colonias Ronaldo Camacho y su Ampliación, Pesqueira, Pític, Bella Vista y Bella Vista Norte, las que en conjunto se conforman por 5,873 habitantes.

### Granizo

De acuerdo al Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, de CENAPRED, el municipio de Empalme se encuentra en una zona que no registra la presencia de días con granizo.

Figura 127. Heladas y Nevadas en México



Fuente: CENAPRED. Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México



Sin embargo, de acuerdo a las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional, en el municipio no se tiene registro de granizo en la mayoría de los meses del año, a excepción de diciembre. A su vez, el promedio anual de días con granizo es de 0.1.

Figura 128. Días con Granizo, Municipio de Empalme 1981-2000.

FENOMENO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
HELADA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1

Fuente: CONAGUA. Observatorio Sinóptico Dependencia: SMN-CNA

Al igual que en el tema de Heladas, los días con granizo generan afectaciones en el campo, así como para los habitantes. La población más vulnerable en este tema está representada por aquella que se encuentra habitando viviendas precarias, tanto en las zonas rurales como en las urbanas. Las localidades que resaltan por estas condiciones son Juan Rodríguez, Úrsulo Galván y Antonio Rosales, localidades que presentan, a nivel municipal, el mayor déficit en cuanto acceso a servicios básicos, entre éstos a energía eléctrica.

En el área urbana, las localidades más vulnerables físicamente se ubican en dos sectores. Uno corresponde a la periferia norte, área en donde se localizan las colonias La Ladrillera, Jordán y Ampliación Jordán, que concentran en conjunto a una población aproximada de 1,058 habitantes. El otro sector corresponde a las colonias Ronaldo Camacho y su Ampliación, Pesqueira, Pític, Bella Vista y Bella Vista Norte, las que en conjunto se conforman por 5,873 habitantes.

### Nevadas

Debido a la ubicación geográfica del municipio de Empalme y principalmente a su latitud, este territorio no presenta las condiciones para la ocurrencia de nevadas. A su vez, el Servicio Meteorológico Nacional, confirma esta situación, al no registrar ningún evento histórico de este tipo.

### RECOMENDACIONES:

- Contar con sistemas de prevención y alerta temprana, que funciones de forma eficaz y eficiente.
- Realizar campañas informativas sobre el fenómeno, dimensionándolo de acuerdo a su magnitud para no crear un temor innecesario, por lo que se recomienda que se difunda junto con otros fenómenos perturbadores, como medida para disminuir la vulnerabilidad social y fomentar la cultura de la prevención.



### 5.3. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante otros fenómenos

En este apartado se hace una breve mención sobre los riesgos de origen químico que tiene el municipio de Empalme. Éstos están relacionados con el uso, flujo o almacenamiento de sustancias particulares y productos químicos, que por su naturaleza, pueden producir daños a corto y largo alcance a las personas, a las cosas y al ambiente. Se considera que esta situación de riesgo vigente actualmente en el municipio y en particular en la ciudad vecina de Guaymas, se puede ver incrementada en caso de presentarse algún fenómeno perturbador de tipo natural, razón por la que se incluye en el análisis de este Atlas.

La ciudad de Empalme, por sus orígenes, está íntimamente ligada al Ferrocarril, siendo el punto obligado de paso entre el tráfico de carga del sur del País, el Puerto Guaymas y la frontera Norte en Nogales. Hay un tráfico intenso de granos, cemento, productos mineros, insumo para la industria, chatarra, combustibles, etc.

Las vías del ferrocarril pasan al sur de la ciudad de Empalme y se bifurcan antes de llegar al Puente Douglas, donde continúan para entrar al Municipio de Guaymas, terminando las vías en el Puerto, mientras que por otro lado se dirigen al Norte, cruzando áreas pobladas de la ciudad de Empalme hasta dejar la mancha urbana, al pasar por un lado del cerro Piedra Volada, para luego cruzar el Valle de Guaymas-Empalme hacia Hermosillo y de allí hasta la frontera norte en la ciudad de Nogales.

Actualmente, por este territorio circula, como parte de la carga ferroviaria, materiales peligrosos, los que tienen salida o destino en el puerto de Guaymas. A su vez, en esta ciudad vecina también se concentran puntos de almacenamiento considerados como de riesgo para esta ciudad portuaria, y que por sus características y dimensiones también representan un riesgo para la ciudad de Empalme.

Entre los materiales que transitan por el municipio se tiene gasolina y ácidos, los que son movilizados por tren o por embarcaciones marítimas en la bahía. Además, en la zona del puerto de la ciudad de Guaymas, se concentran contenedores de almacenamiento como los de CFE, de PEMEX para combustibles y de la Compañía Mexicana de Cobre para ácido sulfúrico.

Es importante señalar, que en fechas recientes (julio 2011) se presentó un incidente en la ciudad de Empalme, en el que se descarriló un tren que se dirigía al puerto de Guaymas y que contenía concentrado de cobre para su exportación. Por fortuna, en esta ocasión no se derramó este material altamente tóxico, por lo que el incidente no pasó a mayores.

Figura 140. Descarrilamiento de tren con material peligroso en julio de 2011, en la ciudad de Empalme



En este tema, se considera que la vulnerabilidad física es muy alta, ya que las vías del ferrocarril por las que circulan estos materiales, se encuentran en muy mal estado, a su vez, se registran actos vandálicos en los que se roban piezas de las vías lo que deteriora aún más las instalaciones. Esto, en la mayoría de los casos, ha representado la causa de los descarrilamientos. A esto se suman los riesgos naturales que existen en las áreas por las que circula el ferrocarril, como es el deslizamiento o derrumbe de rocas, tal y como sucede en el cerro piedra volada, contiguo a las líneas de ferrocarril. Respecto a las embarcaciones de carga marítimas, éstas se pueden ver afectadas por fenómenos ciclónicos o vientos fuertes, potenciando el riesgo que presentan.



Las Colonias que se encuentran en zona de riesgo son la Ignacio Chávez, Bella Vista, Bella Vista Norte, Pitic, Ronaldo Camacho, ampliación Ronaldo Camacho, la porción oeste de la colonia Moderna y Juárez. Mientras que en el Área rural Estación Maytorena se encuentra dentro de la zona de riesgo.

En cuanto a la vulnerabilidad social, ésta se considera baja, ya que la población y principalmente las autoridades se encuentran al tanto del peligro que representa el flujo y almacenamiento de sustancias peligrosas. Actualmente se identifica la implementación de sistemas de notificación, alerta y monitoreo cuando cargas de este tipo se encuentran circulando en el territorio municipal. Además se han realizado simulacros de derrame de estas sustancias y establecido sistemas de acción en caso de presentarse un evento de esta naturaleza, habiendo una coordinación entre los diferentes actores, como son FERROMEX, Mexicana del Cobre y la Administración Portuaria Integral de Guaymas con la Unidad Municipal de Protección Civil y las Brigadas Comunitarias conformadas en Empalme.

Un ejemplo de esta coordinación es el simulacro de derrame realizado el 23 de Febrero de 2011, en donde se involucraron las empresas, las autoridades municipales, bomberos, brigadas de apoyo y escuelas de la ciudad.

#### **RECOMENDACIONES:**

- Revisión y mantenimiento del estado de las vías en é área urbana de Empalme.
- Evitar asentamientos habitacionales en el área de amortiguamientos de las vías de ferrocarril.
- Incorporar al área urbana de Empalme al Programa de Convivencia Ferroviaria, para mejorar las condiciones del entorno de las vías.
- Construir pasos libres para vehículos y peatones en puntos estratégicos para evitar accidentes ferroviarios.
- Rediseño del Puente Douglas en su sección de ferrocarril para minimizar el riesgo de accidente en el cruce de la bahía.
- Como acción de largo plazo, construir una nueva vía, paralela al libramiento carretero para evitar el paso de trenes por las áreas habitacionales de Empalme.