



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Vulnerabilidad en el noroeste de Sinaloa por inundaciones asociadas al clima monzónico. Estrategias y acciones preventivas, caso de estudio:
Guasave

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTORA EN CIENCIAS

PRESENTA:

FERCIA ADELAIDA ANGULO FERNÁNDEZ

TUTORAS

DRA. VIRGINIA GARCÍA ACOSTA, CIEAS-CDMX
DRA. ELSA LETICIA FLOREZ MÁRQUEZ, IGF-UNAM

JURADO:

DRA. VIRGINIA GARCÍA ACOSTA, CIESAS-CDMX
DRA. ELSA LETICIA FLOREZ MÁRQUEZ, IGF-UNAM
DRA. ANA CECILIA CONDE ÁLVAREZ, CCA-UNAM
DRA. MARIA DE LOURDES ROMO AGUILAR, COLEF
DR. LUIS GERARDO RUÍZ SUÁREZ, CCA-UNAM

Ciudad Universitaria, Cd. Méx., Agosto de 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

¡Dame al menos dos oportunidades y tus ojos me verán crecer!

M.B.

**A Valentina, a mi padre y a mi tío Checo Brown,
Con todo mi amor**

Agradecimientos:

Este fue un viaje muy largo, más de lo que pudiera imaginar al iniciarlo y no lo hice sola, así que mi profundo agradecimiento a:

Valentina, por tu paciencia, por tu fe, por todas esas horas juntas que sacrificaste para que yo pudiera terminar este trabajo, sobre todo este último año, que junto a mi mano cruzaste un puente tan largo y sinuoso, ¡hemos llegado mi amor! ¡Y sin ti no hubiera podido, tu brillo ilumina mis caminos! ¡Te amo como a nadie!

Checo Brown; nadie me apostó tanto como tú y lamento profundamente que no llegaras al final físicamente, pero deben saber que, aunque te fuiste te quedaste y ¡lo logramos!

Papá; no me alcanzará la vida ni las palabras para agradecerte el apoyo, la incondicionalidad y el profundo amor que nos tenemos, porque no importa lo duro del viaje jamás has soltado mi mano y he aquí uno de los resultados. ¡Eres un gran ejemplo y un extraordinario ser humano y ser tu hija es un privilegio!

Ismael, eres mi mayor porra y sin duda mi mejor amigo, y no podría concebir la vida sin ti en ella y eres el mejor compañero de viaje que pudieron darme nuestros padres. ¡Te amo profundamente!

Fernando, siempre voy agradecer tu presencia en mi vida, el apoyo, las charlas que con los años se pusieron serias, la prudencia y tenacidad con que te mueves en la vida, eres de mis personas favoritas en este planeta!

Amaia, con cuanta puntualidad arribaste a este mundo y yo valoro tanto, tanto la ¡puntualidad! ¡Te amo profundamente!

Steph, eres un sol que todo lo ilumina, eres mi familia para siempre, gracias por el apoyo y las porras, ¡te quiero!

Cecilia hermana querida, eres como la mitad de mí, gracias amor por la solidaridad, las interminables charlas, por poner música a mi vida, ¿qué sería yo sin ti? Nadie celebra tanto el latir de mi corazón como tú lo haces. ¡Te amo!

A mi familia en Guasave, ¡son maravillosos! Laura Elena, Sergio, Sergio Ismael, Javier, Laura María, Alfredo, René...los quiero!

A mis amigos, hacer tribu no es poca cosa, gracias, por el cobijo, las porras, en lo personal y lo académico, este último año fueron determinantes para mí y ¡gracias por aguardar hasta el final! Adriana L., Alejandra F., Elisa M., Elisa L.N., Francis, Gaby, Joao, Jorge, Lety, Olga, Mara, María, Mayte, Myriam, Natasha, Peggy y Ruth. ¡Los quiero!

A la Dra. Virginia García Acosta, gracias, por tanto, por decir que sí en más de una ocasión y acompañarme en este larguísimo viaje, por compartir conmigo tantos libros de colores varios y sus contenidos para ayudarme a darle sentido a lo que traigo en la cabeza, por ayudarme a entender a los desastres como procesos y de ahí aprender y entender tantos otros procesos en la vida. ¡Mi admiración, agradecimiento y cariño siempre! ¡Y gracias por no permitirme olvidar la importancia de los últimos 10 minutos de todo!

A la Dra. Elsa Leticia Flores Márquez, gracias por tu enorme paciencia y generosidad, por todo el tiempo que dedicaste a ayudarme a navegar entre las brumas de las ciencias propias y ajenas, y la buena disposición que tuviste siempre para mí, por rescatarme de la maraña multidisciplinaria en que me encontraba. ¡Todo mi cariño y admiración siempre!

A la Dra. Lourdes Romo, gracias por la puntualidad, por aceptar y leer con tanto cuidado mi trabajo y hacer observaciones que contribuyeron con mucho a mejorarlo, mi respeto y cariño, ¡siempre!

Al Dr. Israel Reyes Ramírez, de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), por su invaluable colaboración y apoyo para escribir el artículo y seguir el proceso hasta su publicación.

Dr. Javier Delgadillo Macías, gracias por su buena disposición para participar en este largo proceso y por ser el perfecto punto medio entre las dos ciencias con que decidí abordar los temas de esta tesis.

A los Doctores Cecilia Conde y Gerardo Ruíz, por aceptar ser parte del jurado y tener la gentileza de leer, comentar y evaluar mi trabajo.

Al Dr. Víctor Magaña por enseñarme sobre el clima, sus misterios, por esforzarse en entender a las otras ciencias y demostrarme que el acercamiento es posible.

A aquellos guasavenses que amablemente me abrieron las puertas de sus casas y tuvieron la gentileza de responder el cuestionario.

Al Lic. Daniel García, cronista de la ciudad de Guasave, por dedicarme tiempo y responder mis preguntas sobre la historia de las inundaciones en mi zona de estudio.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en especial al Centro de Ciencias de la Atmósfera y su Posgrado en Ciencias de la Tierra, por darme la oportunidad y el espacio para realizar y llevar a buen puerto esta investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por permitirme ser parte de su Programa de Becas y con ello financiar mis estudios de doctorado.

Al Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) por permitirme ser parte del programa de Estudiantes Huéspedes y con ello ser un hogar académico para redactar y terminar esta tesis.

Al Instituto de Geofísica (UNAM) por las facilidades a través de la Dra. Flores Márquez, para tener innumerables y valiosas sesiones de trabajo.

Al Mtro. Daribel Hernández por despejar mis dudas meteorológicas con tanta claridad y para ello leer una parte de mi trabajo.

A la Red de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESClim) por el apoyo para la asistencia del Curso-Taller "Evaluación del Riesgo de Inundación (Training Course on Flood Risk Assessment)".

Enrique, la lista se pondría larga, pero sobre todas las cosas, gracias, por ser el buen padre que eres para nuestra hija que no ha padecido soledades mientras retomé y concluí este trabajo. Poder decir adiós es crecer... Algo importante y bueno nos depara la paternidad y ¡sé que lo haremos bien!

Índice

INTRODUCCIÓN	3
Objetivo General	5
Objetivos Particulares	5
CAPÍTULO 1. PATRONES DE PRECIPITACIÓN EN SINALOA.	7
1.1 Algunas definiciones meteorológicas	8
1.2 Análisis de series de lluvia de seis sitios de México	15
1.3 Características del estado de Sinaloa	18
1.4 El caso de Guasave y el río Sinaloa	22
1.5 Geografía física municipal	31
CAPÍTULO 2. LOS DESASTRES COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA	38
2.1. Desastre, enfoques y conceptos	40
2.2. Conceptos relevantes	43
CAPÍTULO 3. GUASAVE. SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SOCIALES	52
3.1 Sinaloa, características sociodemográficas, riesgo y vulnerabilidad	53
3.2 El caso de estudio. Las inundaciones y Guasave	57
3.3. Encuesta sobre inundaciones	60
CONCLUSIONES	76
Reflexiones finales:	79
BIBLIOGRAFÍA	81
APÉNDICE 1. “ARTÍCULO”	87
APÉNDICE 2. “CUESTIONARIO SOBRE INUNDACIONES EN GUASAVE, SINALOA, MÉXICO”	94

Índice de Figuras

Figura 1. www.cinu.mx Centro Nacional de las Naciones	10
Figura 2. Proceso de inundación y sus diferentes impactos en función de asentamientos cercanos	13
Figura 3. Municipio de Guasave (pto despues de Guasave) y sus colindancias municipales	22
Figura 4. Delimitación de la cuenca del Río Sinaloa de acuerdo con el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital 2014:10)	28
Figura 5. Hidrografía municipal. Recuperado del Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital 2014:16)	29
Figura 6. Curvas de Nivel en la Cuenca del Río Sinaloa. .Fuente: INEGI, 1995	30
Figura 7. Mapa de trayectorias de ciclones tropicales en Guasave del periodo 1949-2013. Fuente: Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital, 2014:73)	31
Figura 8. Colonias de Guasave, Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital 2014:10) ..	33
Figura 9. Mapa de peligro de inundaciones. Recuperado de Atlas de Riesgos Naturales (EmCapital, 2014:86)	36
Figura 10. Arquitectura Maya de muros redondos que permiten a los fuertes vientos de huracanes rodear los muros. Fuente: Betanzos, M. (2012). Vivienda Maya, una solución constructiva vigente, en www.metroscubicos.com , consultado el 27 de septiembre de 2017	51
Figura 11. Iglesia de la Virgen del Rosario, Guasave. Foto: Sergio Ismael Márquez, julio, 2008	59
Figura 12. Selección de la Vivienda a Encuestar	61
Figura 13. Zona Inundable en Guasave, Sinaloa. Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave	68
Figura 14. Col. Tierra y Libertad / Huracán Isis. Foto: Rubén Quiñones, Guasave, Octubre de 1998	72
Figura 15. Huracán Isis (1998). Foto: Rubén Quiñones, Guasave Octubre de 1998	73
Figura 16. El Ejército durante el Huracán Isis. Foto: Rubén Quiñones, Guasave Octubre de 1998	74
Figura 17. Guasave (cabecera municipal) 17 de agosto de 2017	77

Índice de Tablas

Tabla 1. Inundaciones Históricas en el Noroeste de México (1770-1897) Fuente: Con base en García Acosta, V., Pérez, J., Molina, A. 2003 y Escobar, 2004.	20
Tabla 2. Reportes de Inundaciones y Sequías, 1970-2015 Fuente: DesInventar Sección México	21
Tabla 3. Algunos ejemplos de afectaciones históricas, Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital, 2014: 6).....	24
Tabla 4. Temperaturas Mínimas en la Estación Guasave Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008)	25
Tabla 5. Temperaturas Máximas Extremas en la Estación Guasave Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008).....	26
Tabla 6. Precipitación en la Estación Guasave. Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008)	26
Tabla 7. Avenidas Máximas registradas en la estación en el Puente de la Carretera Federal No. 15. Fuente: Dirección de Protección Civil Municipal	32
Tabla 8. Áreas Susceptibles a Inundaciones (Río Sinaloa). Fuente: http://www.qsl.net/xe2h1r/Aforos4.htm , Documento elaborado por Protección Civil Municipal (consultado 4/10/2017).	34
Tabla 9. Registro de eventos hidrometeorológicos extremos y sus impactos en Guasave. Modificado a partir de Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital 2014: 73-74) con DesInventar.	35
Tabla 10. Gasto crítico y Alertamiento Fuente: CONAGUA, 2003, Coordinación de Protección a la Infraestructura y Atención de Emergencias	37
Tabla 11. Población Ocupada según Sector de Actividad, Sinaloa, 1990, 2000, 2004 y 2015 ¹ Censos de Población ² Censos Económicos	54
Tabla 12. Marginación y Desarrollo Humano. Sinaloa. 2000-2015. Fuente: CONAPO	55
Tabla 13. Características de Pisos y Techos de las Viviendas (porcentajes). Fuente: Con datos de Censo de Población 1990, Censo de Población 2000 y Conteo de Población 2005 2010 Y 2015	56
Tabla 14. Población Mayor de 15 años según Alfabetismo Fuente: Con datos de Censo de Población 1990, Censo de Población 2000 y Conteo de Población 2005	57
Tabla 15. Escolaridad del Encuestado	63
Tabla 16. Ocupación del Encuestado	64
Tabla 17. Servicios en la Vivienda del Encuestado	65
Tabla 18. Duración de la Inundación de 1998	66
Tabla 19. Nivel del Agua (en cm) al interior de la vivienda	67
Tabla 20. Pérdidas en la Vivienda del Encuestado (1998).....	69
Tabla 21. Características de los Huracanes Paul e Isis Fuente: Con datos de CONAGUA (2003) y CENAPRED (2000)	73

INTRODUCCIÓN

En México se pueden distinguir diversas regiones, constituidas por rasgos comunes de tipo geográfico, social y cultural. Sin duda, uno de los elementos más importantes tiene que ver con las características geofísicas de cada región, las consideradas como amenazas naturales “típicas” por un lado y por el otro, los elementos sociales, económicos y culturales que contribuyen a construir riesgos y vulnerabilidades frente a fenómenos naturales. En este trabajo dichos temas se abordaran desde la multi e interdisciplinaridad que aportan las ciencias sociales y las exactas.

Los dos componentes más importantes de este trabajo, son: uno de tipo metodológico con herramientas propias de la estadística no lineal y otro de tipo social que analiza y describe las respuestas de la población ante el impacto de los fenómenos de tipo extremo. Nos interesa particularmente, cómo la población enfrenta a las inundaciones en el noroeste mexicano, siendo una región en la que históricamente se han presentado y que, en combinación con condiciones de vulnerabilidad y riesgo, han dado como resultado grandes desastres.

La región noroeste de la República Mexicana se conforma por los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. Los cuatro son estados costeros localizados en el Pacífico mexicano y comparten características físicas, sociales, culturales y económicas. Entre sus rasgos físicos más importantes, tenemos que tienen grandes extensiones de clima cálido, muy cálido, seco y semiseco, con algunas zonas subhúmedas y se encuentran ubicados en una “zona ciclógena” en el Pacífico del Este. Entre las principales actividades económicas de la región destacan la pesca, la ganadería y la agricultura, actividades que pueden ser vulnerables ante las inundaciones, dadas las características de los contextos donde se llevan a cabo. Aunque en el caso de la agricultura en particular se pueden reportar algunos beneficios por el significativo aumento de humedad que proporcionan las tormentas tropicales y huracanes (Jáuregui, 2003:194).

En México se presentan lluvias en el verano en la mayor parte del país y condiciones predominantemente secas en el invierno, de ahí que el clima del país se le identifique como de tipo monzónico (Magaña, 2006:18).

Aunado a esto, y con información más precisa, se tiene conocimiento, que aún con la presencia del fenómeno de El Niño, estados como Chihuahua y el norte de Sinaloa muestran

condiciones distintas, particularmente precipitación negativa (Magaña, 2006:23), lo que entre otras cosas nos llevó a interesarnos en el estado de Sinaloa, donde, se combina la precipitación escasa con eventos de lluvias extremas, que resultan en inundaciones, como se explica más adelante.

México posee un gran litoral, contando con 11,592.76 kilómetros de línea costera en sus cuatro vertientes, Golfo de México y Caribe, Pacífico Tropical, Golfo de California y Costa Occidental (de la Lanza, 2004:4). Por ello ocupa un lugar preponderante dentro de los países del mundo, su litoral más largo, es del lado del Océano Pacífico y tiene una longitud de casi 8000 km. Como consecuencia, los once estados que comparten este litoral se encuentran particularmente proclives a fenómenos hidrometeorológicos, como es el caso de huracanes y lluvias extremas, por mencionar algunos, que a su vez propician inundaciones por avenidas en ríos y marejadas.

Particularmente, el estado de Sinaloa, perteneciente a este litoral, presenta lluvias de tipo monzónico. El municipio de Guasave, situado al norte de la entidad, ha sufrido muchas inundaciones, varias de ellas documentadas durante los siglos XX y XXI.

El estado de Sinaloa, ubicado en el noroeste de México y con un área total de 59 mil km², destaca como un territorio susceptible a la ocurrencia de inundaciones, siendo Guasave uno de los municipios afectados y con escasos estudios al respecto, a pesar de tener conocimiento histórico y reciente sobre diversas inundaciones (Palafox, et al., 2014:147).

En Guasave, al ser un municipio costero, las inundaciones, debidas a la presencia de lluvias extremas, tienen un impacto significativo, por ejemplo las de 1943, 1953, 1958, 1982, citadas por el periodista y cronista de la ciudad, Ramón Hernández Rubio (2015). Dicho impacto incluso ha llevado a la entidad a ser proclamada zona de desastre. Tal es el caso del año 1998 (huracán Isis), en el cual el municipio de Guasave recibió tal declaratoria por parte del Fondo Nacional para la Prevención de Desastres Naturales (FONDEN¹).

Además de la importancia de los datos sobre precipitaciones, la investigación gira en torno a la forma en cómo se organiza la sociedad ante eventos extremos. Aunque no se renuncia a la

¹ El Fondo Nacional para la prevención de Desastres (FONDEN) es un instrumento financiero, cuyo objeto es que a través de la emisión de una **declaratoria de desastre**, se puedan proporcionar recursos a las entidades federativas y dependencias federales para la reconstrucción de los daños (a la vivienda de la población de bajos recursos y/o a los servicios e infraestructura pública federal, estatal y/o municipal) ocasionados por un fenómeno natural perturbador ocurrido en un lugar y tiempo determinado.

descripción y análisis de los datos, el énfasis se encuentra en las experiencias y el aprendizaje de la población local y, en cómo han permitido cambiar la percepción social sobre las inundaciones y con ello transitar hacia una cultura de prevención de desastres.

La pregunta general planteada en la presente investigación es, ¿la población de Guasave, a partir de experiencias previas, ha adquirido conocimientos que pueden resultar efectivos para la prevención y enfrentamiento de las inundaciones (tipificadas por ellos mismos como desastre) derivadas de fenómenos meteorológicos de tipo extremo?

Las preguntas particulares que guían esta investigación son: ¿las experiencias del pasado han dado pie a la implementación de medidas preventivas frente a amenazas hidrometeorológicas?, ¿han sido y son esas medidas eficientes para reducir la vulnerabilidad y el riesgo?, ¿son esas medidas accesibles para los distintos sectores de la población?, ¿existe lo que podríamos denominar una cultura de la prevención o sólo de la mitigación?, ¿cómo responde la población en general a los desastres asociados a amenazas hidrometeorológicas?

Objetivo General

Identificar la respuesta social, como resultado del conocimiento y experiencias anteriores frente a inundaciones causadas por lluvias extremas derivadas de un clima de tipo monzónico. Con la finalidad de establecer si es posible una disminución del riesgo frente a inundaciones y con ello proporcionar elementos para una gestión del riesgo más eficiente.

Objetivos Particulares

- Analizar los patrones de precipitación de la región norte de Sinaloa para determinar si presentan fenómenos de tipo extremo, utilizando técnicas provenientes de los métodos con que se estudian los sistemas complejos (tales como las llamadas Leyes de Potencia, exponentes de Hurst, coeficientes de tipo Gutenberg-Richter y el análisis simbólico de series de tiempo).
- Identificar y analizar cuál es el conocimiento de la población respecto a inundaciones por medio de una encuesta directa y determinar si existen medidas de prevención como formas de respuesta social asociadas a dicho conocimiento.

- Determinar qué tanto han contribuido los conocimientos anteriores para la prevención en la vida cotidiana y con ello contribuir a la disminución de la vulnerabilidad y el riesgo.

La metodología planteada para alcanzar estos objetivos constó de la construcción y consulta de bases de datos sobre precipitaciones en el municipio de Guasave, Sinaloa, y su comparación con otras series de datos de lluvias del país. Particularmente sólo cinco (de las centenas que existen en la República Mexicana) estaciones meteorológicas situadas a lo largo del país en distintas latitudes, para ubicar nuestra zona en un contexto más amplio y no con el fin de hacer un análisis climatológico. Además de lo anterior, se diseñó una encuesta sobre experiencias pasadas y medidas de prevención. Y, por último, se realizó la identificación y revisión de la bibliografía disponible sobre desastres, específicamente sobre las inundaciones, distinguiendo entre manifestación, efecto e impacto: las inundaciones y sus efectos.

Debido al carácter multi e interdisciplinario al que se suscribe el tema que tratamos, esta tesis se conforma de dos partes medulares, la geofísica y la social, planteada en tres capítulos. En el primero tenemos todo lo concerniente a los datos y conceptos que permiten describir y analizar la zona de estudio geofísicamente, así como los fenómenos hidrometeorológicos considerados eventos extremos y que le impactan. En el segundo capítulo, presentamos todos aquellos datos y conceptos desde las ciencias sociales, que nos permiten describir y analizar el contexto en que las inundaciones ocurren en Guasave, Sinaloa, y en el tercer y último capítulo se plantea la metodología y resultados del trabajo de campo realizado para esta investigación. Terminamos con un apartado de conclusiones.

CAPÍTULO 1. PATRONES DE PRECIPITACIÓN EN SINALOA.

La comprensión científica de los fenómenos detonantes de desastres es un aspecto de extraordinaria importancia para su estudio en un enfoque global. Existen muchos fenómenos en la naturaleza que pueden ser detonantes de desastres, entre los que se encuentran: huracanes, inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis, deslizamientos de tierra, incendios forestales, etc. En el presente capítulo, abordaremos los conceptos y datos, sobre y en torno a los fenómenos hidrometeorológicos involucrados en las inundaciones en el municipio de Guasave, Sinaloa, desde las herramientas que proveen las ciencias exactas.

Dijimos en la introducción de esta tesis, que el estado de Sinaloa, es uno de los once estados que comparten el litoral del Pacífico y se encuentran particularmente susceptibles frente a fenómenos meteorológicos, que a su vez lo hacen estar expuesto a lluvias torrenciales, que propician inundaciones por avenidas y marejadas. En particular el municipio de Guasave, situado al norte de este estado y perteneciente al litoral, presenta lluvias de tipo monzónico, por lo que ha sufrido muchas inundaciones, y algunas de ellas aún son recordadas por sus habitantes.

En este capítulo haremos una síntesis del tipo de fenómenos hidrometeorológicos que se suscitan en Guasave y cuya interrelación hace proclive al municipio de recibir, cada vez con mayor frecuencia, lluvias torrenciales que favorecen las inundaciones. Como la sucedida en septiembre de 1998 donde la ciudad registró una precipitación máxima de 150mm por un lapso de 24 horas, propiciando un gasto máximo de aforo de 1800m³/s.

Uno de los trabajos más recientes que hacen un análisis formal de este tipo de datos es el realizado por Palafox, et al., (2014) en donde mediante el análisis espectral se encontró que el flujo en el río Sinaloa, a su paso por Guasave, presenta comportamientos correlacionables para diversos años. Los autores señalan que la vulnerabilidad ante avenidas máximas del río se debe a las alteraciones antropogénicas de la topografía de la ciudad, como es el caso del entubamiento del canal Diagonal, así como la extracción de materiales pétreos en uno de los meandros del río. Además, de su análisis se desprende que los periodos de retorno con impacto de inundación son de 25 años. Es importante enfatizar que sus resultados apuntan a que los efectos del Cambio Climático, han aumentado la probabilidad de que se presenten grandes avenidas con mayor frecuencia.

Si bien un análisis detallado de los datos de lluvia es imprescindible, no hay que olvidar que ésta es sólo el resultado de la conjunción de diversos fenómenos meteorológicos a nivel global, por ello en la primera parte de este capítulo daremos algunas definiciones necesarias para entender la complejidad de dichos fenómenos, además, de cómo se relacionan con los fenómenos climáticos y finalmente, cómo estos fenómenos hacen que no exista una posible predicción de tiempos de retorno debido a que suceden como eventos extremos en las series analizadas. Posteriormente, se anexará al final de esta tesis (apéndice 1), una contribución medular de esta trabajo, que es un artículo publicado en una revista científica de circulación internacional (Angulo, et al, 2018) que muestra el análisis de datos de lluvia, y revela claramente que la precipitación en las estaciones analizadas corresponden a fenómenos críticamente autoorganizados o SOC (self-organized critical) y por ello, siguen leyes de potencia, y pueden ser descritos con fractales pero no pueden considerarse con periodos definidos de recurrencia.

1.1 Algunas definiciones meteorológicas

Antes de presentar algunos datos sobre la geografía municipal en el contexto estatal, es necesario, destacar algunas definiciones de fenómenos hidrometeorológicos que atañen directamente a nuestra zona de estudio, para más adelante hablar de patrones de precipitación y abundar en aquellos conceptos y datos que nos permitan entender el contexto regional en que las inundaciones ocurren.

❖ Clima de tipo Monzónico

Monzón es una palabra proveniente del árabe *mausim* que significa estación. Como término es utilizado de manera general para designar la circulación.

Aunque existe un debate en torno a la ubicación geográfica de la ocurrencia del monzón como tal, en este trabajo hablaremos del *clima de tipo monzónico* en general y con ello determinar su presencia en nuestra zona de estudio.

El monzón se caracteriza como un cambio estacional en la dirección de los vientos, que van desde el suroeste durante una mitad del año (verano) y del noreste durante la otra (invierno), proporcionando drásticos cambios de temperatura entre verano e invierno y entre el día y la noche e implica un gran aumento de humedad en estaciones cálidas y secas en las frías, es decir, hay un

efecto térmico ocasionado por las diferencias del calentamiento entre las grandes masas de tierra y los océanos (véase, GeoEnciclopedia, 2017, Ferreira-Rubio, et al., 2012).

En el caso del Monzón de México o de Norteamérica, se observan dos corrientes de niveles bajos, tanto en el Golfo de California como en el de México, el transporte de vapor de agua hacia la Sierra Madre Occidental genera la formación de un gran cumulonimbos, cuya divergencia de masa en los niveles altos genera la subsidencia de masas de aire en la parte oriental del Pacífico frente a las Costas de California (Arcimis, 1986).

Específicamente el monzón mexicano es un distintivo fenómeno climático convectivo y no solamente afecta al norte de México, sino también al suroeste de los Estados Unidos de Norte América. El monzón generalmente ocurre de inicios de Julio a septiembre y explica 60%-80% de la precipitación anual total (Berbery, 2001:121)

❖ El Niño Oscilación del Sur y La Niña

El Niño Oscilación del Sur o ENSO por sus siglas en inglés (El Niño *Southern Oscillation*) es un fenómeno climático identificado y documentado hace varios años, cuyo nombre obedece a la temporalidad en que fue registrado las primeras veces (época navideña) en las costas del Norte de Perú, donde los pescadores del puerto de Paita observaron que la temperatura del mar aumentaba y los cardúmenes desaparecían de la superficie oceánica.

El Niño es descrito por los expertos como un fenómeno parte de la variabilidad climática y que comprende un patrón climático ubicado en el Pacífico Ecuatorial que incluye dos fenómenos, por un lado, El Niño que implica un calentamiento de las aguas superficiales del mar y de la atmósfera, a esta interacción se le denomina Oscilación del Sur que provoca una oscilación de la presión atmosférica en el Pacífico Occidental; y por otro lado La Niña que contrario a El Niño consiste en un enfriamiento (véase Magaña, 1999; Wilches-Chaux, 2007) (figura 1).

De acuerdo con el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) El Niño

Designa un calentamiento del agua en toda la cuenca del océano Pacífico tropical al este de la línea internacional de cambio de fecha. Este fenómeno oceánico está asociado a cierta fluctuación de una configuración global de la presión en la superficie tropical y subtropical que

se denomina Oscilación del Sur. Este fenómeno atmósfera-océano acoplado, cuya escala de tiempo más habitual abarca entre dos y aproximadamente siete años, es conocido como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Durante un episodio de ENOS, los alisios habituales se debilitan, reduciendo el flujo ascendente y alterando las corrientes oceánicas, con lo que aumenta la temperatura superficial del mar, lo cual debilita a su vez los alisios. Este fenómeno afecta considerablemente a la configuración del viento, la temperatura superficial del mar y la precipitación en el Pacífico tropical. Sus efectos influyen en el clima de toda la región del Pacífico y de muchas otras partes del mundo mediante teleconexiones en toda la extensión del planeta. La fase fría de ENOS se denomina La Niña (IPCC, 2013: 191).

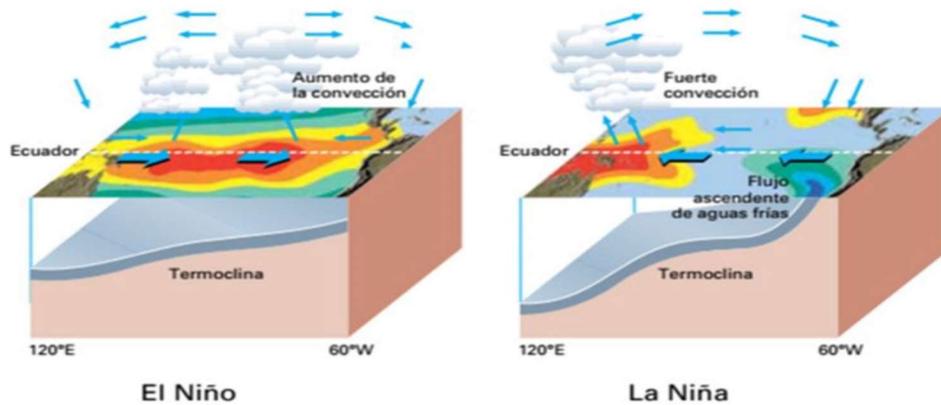


FIGURA 1. WWW.CINU.MX CENTRO NACIONAL DE LAS NACIONES

Se sabe también que pueden presentarse años de El Niño sin presencia de La Niña, pero nunca un año con presencia de La Niña sin ser precedida por uno de El Niño, de ahí que se considere que ENSO incluye a los dos fenómenos.

Ambos fenómenos tienen grandes consecuencias y se caracterizan por periodos de lluvias intensas, huracanes de mayor magnitud y/o importantes periodos de sequía.

❖ Cambio Climático

Para el contexto en que esta tesis se plantea a los eventos extremos de tipo hidrometeorológico, es importante hablar del Cambio Climático. El clima tiene variaciones “naturales” que dependen de muchos factores; entre los cuales se encuentran la distancia que hay entre el sol y la tierra, la forma esférica de ésta, su rotación, inclinación y traslación, entre otros. A estas variaciones se les conoce como *Cambio Climático Global* (Conde, 2011). Esos cambios “naturales” permiten, por ejemplo, la existencia de estaciones diferentes entre ambos hemisferios.

Sin embargo, desde hace una centena de años, y de acuerdo con la física mexicana Cecilia Conde (2011), se han descubierto y estudiado algunos cambios en la dinámica climática asociados a actividades humanas.

Desde la época de la Revolución Industrial y “hasta nuestros días, los procesos industriales se realizan básicamente quemando combustibles fósiles (petróleo, gas y sus derivados como la gasolina). Los gases producidos por estas actividades se liberan a la atmósfera y cambian su composición” (Conde, 2011:15).

Sumado a lo anterior, tenemos también, que en aras del desarrollo se ha incrementado la pérdida de biodiversidad en diversos ecosistemas. Por ejemplo, “México ha talado 6.3 millones de hectáreas de sus bosques, ocupando el segundo lugar en América Latina en destrucción forestal” (Conde, 2011:15). De acuerdo con la misma autora, los estudiosos del tema, coinciden cada vez más, “ya que *le balance* de las evidencias sugiere que hay una influencia humana discernible en el clima global” (Magaña, 2004:18) y que estos dos procesos han hecho modificaciones tales en el planeta y sus dinámicas que sus efectos negativos serán notorios en periodos muy breves (decenas o centenas de años).

Por su parte y siendo una de las definiciones más aceptadas, el IPCC plantea que el Cambio Climático debe entenderse como:

Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo, generalmente decenios o periodos más largos. El Cambio Climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el Cambio Climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el Cambio Climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2013:188).

❖ **Avenidas e Inundaciones**

Según el Glosario Internacional de Hidrología, avenida se define como “una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad” (CENAPRED, 2004:6).

Las avenidas son impredecibles y el cambio en los niveles del escurrimiento es rápido. En minutos el agua puede elevarse dramáticamente desde niveles virtualmente nulos, hasta diez metros (en el peor de los casos). Una vez que el río ha alcanzado su máximo nivel, la velocidad de la onda que se genera es tal que en minutos el agua puede recorrer varios kilómetros. Esta situación impide un alertamiento con suficiente tiempo de anticipación. En ocasiones la fuerza de arrastre de estas avenidas es tal que puede empujar autos y otros objetos pesados (CENAPRED, consulta enero, 2008)

Uno de los efectos más comunes de las avenidas y crecidas en ríos son las inundaciones, aunque no todas están necesariamente asociadas a esos fenómenos.

Por otro lado y siguiendo con el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) y el Glosario Internacional de Hidrología, inundación es el “aumento del agua por arriba del nivel *normal* del cauce” (CENAPRED, 2004:6), donde *normal* hace referencia a niveles promedio en los ríos que específicamente no causan daños.

Continuando con la misma fuente, tenemos que las inundaciones pueden clasificarse bajo dos criterios, el primero de acuerdo al tiempo de duración a partir del cual se les considera *lentas* o *súbitas*, el segundo es relacionado al mecanismo que las genera, de ahí pueden ser pluviales (por exceso de lluvia), fluviales (por desbordamiento de ríos), por mareas de tormenta (producidas por ciclones tropicales en las costas) o por falla o mala operación de obras hidráulicas. (CENAPRED, 2004:6).

Aunque ya se enumeraron los orígenes físicos de las inundaciones, en este trabajo se consideran también las causas sociales (figura 2), si las hubiera, así pues creemos que las inundaciones son un efecto que puede producir un impacto negativo en ciertos sectores de la población y por lo tanto en su estudio debe contemplarse las características sociales de la población asentada en una zona inundable.

Singularmente la densidad de la colonización humana y la dotación en bienes y servicios de que disponen, ya que todo aumento en la intensidad de ocupación del área incrementa el daño potencial de la inundación, aunque éste depende también de la capacidad de ajuste y respuesta del grupo afectado (Calvo, 1984: s/p).

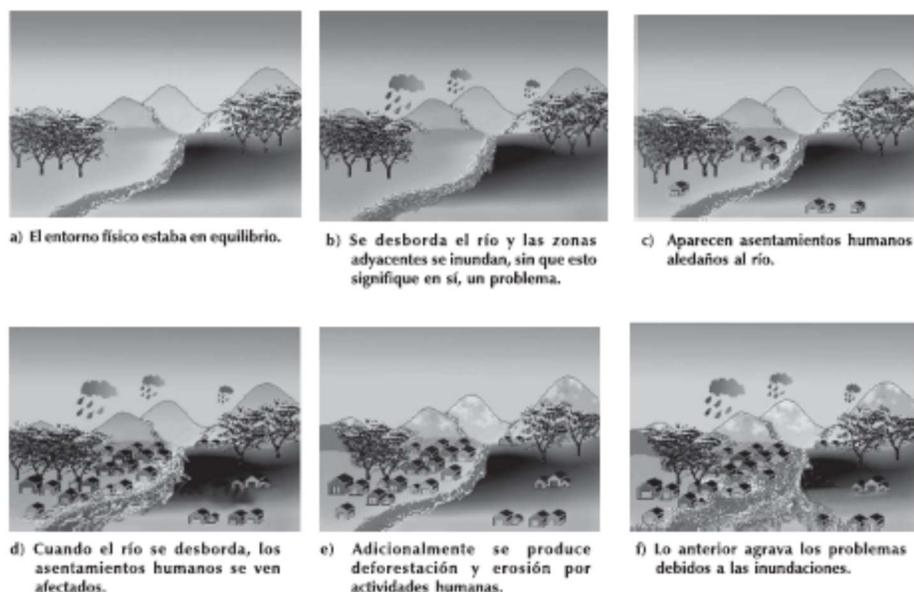


FIGURA 2. PROCESO DE INUNDACIÓN Y SUS DIFERENTES IMPACTOS EN FUNCIÓN DE ASENTAMIENTOS CERCANOS
Fuente: CENAPRED, 2004:11

❖ Eventos extremos

Los acontecimientos extremos han sido caracterizados de distinta manera. Para algunos los extremos son aquéllos hechos *raros* mientras que para otros son los intensos (Beninston, et al., 2007). Los eventos que ocurren con poca frecuencia (*raros*) pueden ser considerados como extremos debido a que estadísticamente no son regulares en determinados espacios. Por otro lado, eventos con muy pequeños o muy altos valores de medición (temperatura, velocidad, etc) también pueden ser considerados como extremos. Por último, los fenómenos que tienen repercusiones socioeconómicas importantes también son considerados como extremos.

Las dos primeras definiciones se centran en la distribución (estadísticamente normal o no) de la serie de eventos, mientras que la tercera se enfoca a conocer cuáles son las repercusiones. Por ejemplo, una lluvia intensa puede ser considerada como extrema en el sentido climático, sin embargo, ésta no tiene por qué ser extrema en el sentido social del término.

En este trabajo un evento extremo es considerado como aquél que rebasa el umbral estadístico climático, pero que tiene repercusiones socio-económicas significativas. Es por ello que el extremo solamente tiene significación en tanto represente una interacción físico-social.

❖ Amenaza

A partir de la literatura que se ha generado sobre desastres, podemos entender a la amenaza como, y de acuerdo con Cardona (2003), un factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un suceso se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo definido. En otras palabras, la amenaza representa la probabilidad de que el sistema o el sujeto expuesto resulten afectados por el suceso o fenómeno que caracteriza a la amenaza.

La amenaza puede dividirse en dos grandes grupos, según su origen:

- De origen natural. Asociada con la ocurrencia de fenómenos naturales, mismos que según su causa pueden ser: fenómenos geodinámicos (por ejemplo, sismos, erupciones volcánicas), hidrológicos (por ejemplo, crecientes, desbordamientos, escasez de lluvia), atmosféricos (por ejemplo EL Niño, huracanes, lluvias extremas) y biológicos (por ejemplo, epidemias y plagas).
- De origen antrópico. Causadas por el hombre o relacionadas con la tecnología, y en este caso son denominados como sucesos tecnológicos relacionados con fallos por descuido (por ejemplo accidentes ferroviarios, rompimiento de represas), sucesos contaminantes relacionados con la acción de agentes tóxicos o peligrosos (por ejemplo, escape de sustancias, derrames de petróleo) y sucesos antropogénicos y conflictos, que pueden ser accidentales o intencionados (por ejemplo, situaciones de pánico, guerras).

1.2 Análisis de series de lluvia de seis sitios de México

Hasta ahora hemos planteado algunas definiciones que consideramos, son herramientas útiles para entender las inundaciones en Guasave y previo a presentar datos más específicos sobre el estado y el municipio, y en un interés de situar primero la investigación en un panorama más amplio, líneas abajo, se encuentra un comparativo de series de lluvia, donde nuestra zona de estudio se contrasta frente a otras cinco zonas de la República Mexicana.

Retomando el enfoque de este trabajo en donde consideramos la zona de estudio en un contexto global, deseamos saber qué tanto difiere o es igual el comportamiento meteorológico general del país y de nuestra zona de estudio. Además, es pertinente conocer si las lluvias de tipo monzónico de la zona pueden ser diferenciables de las del resto del país. Sabemos de antemano, por los pocos estudios realizados, como el de Palafox, et al. (2014), que los fenómenos de lluvia y su impacto en las inundaciones presentan períodos de retorno de 25 años, pero ese estudio también muestra que las acciones antropogénicas sobre el río y el Cambio Climático han hecho que se pierda dicha periodicidad, aumentando la probabilidad de que se presenten grandes avenidas y lluvias extremas.

Cabe mencionar que han sido muchos los profesionales, interesados en los fenómenos naturales, que desde distintos puntos de vista se han dedicado a describirlos y observarlos metodológicamente. Estos investigadores han dedicado su vida a estudios puntuales sobre el tema. Algunos de ellos, particularmente ligados a la fenomenología que nos ocupa son: Hurst (1965), Omori (en Richter, 1958), Gutenberg (1944), Mandelbrot (1977), entre muchos otros. La peculiaridad de sus estudios en distintas disciplinas de las ciencias de la Tierra es que todos llegan a expresiones matemáticas de leyes de potencia. En su mayoría estas expresiones fueron consideradas leyes empíricas en el momento de su postulación, sin embargo y a la luz de los descubrimientos de varios autores dedicados a la física estadística y en particular a la introducción de los fractales, se vio que las leyes de potencia muestran un orden. Como lo describiera Lorenz (1963) son una fina estructura geométrica que muestra un orden disfrazado de casualidad.

El rasgo común para todos los sistemas en los que las correlaciones espaciales o temporales muestran leyes de potencia, es que estos muestran variación en varios órdenes de magnitud, en las zonas donde ingenuamente se podría pensar que la física cambia radicalmente. Bak, Tang y Wiesenfeld (1987) demuestran numéricamente que los sistemas dinámicos, con varios grados de

libertad espacial extendidos, evolucionan naturalmente a estructuras críticamente autoorganizadas de estados (que apenas son) limitadamente estables. Ellos sugieren que esta criticalidad autoorganizada (SOC del inglés “self organized critical”) es el mecanismo que subyace a todos los fenómenos que presentan leyes de potencia. Como por ejemplo, todos aquellos que exhiben invariancias de escalas espaciales y temporales típicas de una transición de fase, por ejemplo los fenómenos $1/f$ [movimiento browniano fraccional] (Bak, et al., 1988).

De acuerdo con las opiniones de Mandelbrot en los setentas, muchas de las propiedades de invariancia de escala ligadas a los fractales no tenían un sentido físico propio, sin embargo al ligar estas propiedades con las leyes de potencia derivadas de fenómenos físicos, como descargas anuales de ríos o fenómenos sísmicos, el sentido físico del movimiento browniano fraccional quedó acuñado para los sistemas SOC.

Como es bien sabido, los sismos que se producen en la corteza terrestre son un detonante importante de desastres. No sólo los sismos de gran magnitud producen desastres con pérdidas cuantiosas. Cabe mencionar, que los catálogos sísmicos basados en los parámetros mencionados han podido ser extendidos hacia épocas en las que no se contaba con instrumentación científica, tal es el caso de los catálogos históricos (García-Acosta y Suárez, 1996; García-Acosta, 2001) que también juegan un papel muy relevante en el análisis sísmico. Es de destacar, que por este método se han podido documentar sismos de gran magnitud como es el caso del sismo del 19 de marzo de 1682, el cual fue reseñado para al menos cuatro estados y en 12 poblados distintos, y fue descrito como “un temblor horrible que duró seis credos” (García Acosta y Suárez, 1996:97).

A partir del análisis estadístico de catálogos sísmicos, a lo largo del siglo XX se establecieron algunas leyes empíricas de la sismología (Gutenberg, et al., 1944; Richter, 1958; Scholz, 1992; Kanamori, et al., 1964; Utsu, et al., 1954) tales como las leyes de Gutenberg-Richter, Utsu (1954), y Omori entre otras. Desde su publicación, el concepto de criticalidad autoorganizada (SOC) se ha convertido en un paradigma, para explicar la dinámica de una gran variedad de sistemas complejos. Bak, et al., (1987) introdujeron estas ideas a través del modelo de la pila de arena, el cual consiste en añadir granos de arena uno a la vez sobre una superficie plana. Conforme se van acumulando los granos se va formando una pila que al alcanzar un cierto ángulo crítico de inclinación empieza a tener

un comportamiento complejo en el sentido de que al añadirse más granos uno a uno se generan avalanchas de todos los tamaños.

Es muy interesante que la distribución estadística de los tamaños de la avalancha de arena, es completamente análoga a la ley de Gutenberg-Richter de la sismicidad. La pila se autoorganizó hasta alcanzar este estado crítico. El modelo original de Bak, et al., (1987) fue una simulación computacional utilizando autómatas celulares. Sin embargo, tiempo después el modelo fue realizado experimentalmente [Grumbacher, et al., (1993)] obteniéndose el mismo comportamiento. Posteriormente Olami, Feder y Christensen en 1992 propusieron el modelo SOC llamado resorte-bloque para explicar en primera aproximación la dinámica de los sismos. Olami, et al., (1992) reprodujeron una ley de Gutenberg-Richter para los sismos sintéticos generados con este modelo. Hoy en día, como dijimos antes, es una idea ampliamente aceptada que la corteza terrestre es un sistema SOC (Geller, et al., 1997).

Por otro lado, desde la segunda mitad de la década de 1990, ha ido ganando terreno, la idea de que los registros de las lluvias, en estaciones meteorológicas pueden interpretarse en el contexto de una teoría SOC. Es decir, el fenómeno de la lluvia o precipitación, vista como la fase de relajación del agua en la tropósfera podría ser un indicio de criticalidad autoorganizada (Andrade, et al., 1998; Peters, et al., 2002; Peters y Christensen, 2002; García-Marín, et al., 2008). Según Andrade, et al., (1998) una importante consecuencia de los modelos SOC puede ser la de mejorar el manejo de alertas tempranas, protección, adaptación, etc. frente a desastres disparados por fuerzas geofísicas.

Uno de los mayores detonantes de catástrofes, que afectan a la humanidad son la variabilidad climática y los eventos hidrológicos extremos, según algunos autores, extender el concepto SOC al análisis de fenómenos meteorológicos como sequías, grandes tormentas e inundaciones (Svensson, et al., 1996) puede resultar de mucha utilidad. Andrade Jr, et al., (1994) analizaron registros históricos de las temperaturas superficiales del Océano Pacífico del Sur y encontraron que el fenómeno de El Niño (del cual hablaremos más adelante) constituye un ejemplo de comportamiento SOC en fenómenos climáticos.

En el presente capítulo, utilizamos datos de intensidad de lluvias (mm/día) obtenidos en seis estaciones meteorológicas de la República Mexicana. Nuestra atención se concentrará en la estación del municipio de Guasave, ubicado en la zona norte del estado de Sinaloa, también reportamos datos:

del norte del estado de Baja California, del norte del estado de Sonora, Ciudad de México sur y norte; y Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (elegidas por su ubicación y distribución geográfica). Los datos abarcan periodos de más de dos décadas de registros. El análisis de estos datos confirma el comportamiento tipo SOC reportado por otros autores (Peters, et al., 2002 y García-Marín, 2008).

El desarrollo técnico de dicho análisis se encuentra en el artículo publicado en la revista *Acta Geophysica*, "Scaling properties of rainfall records in some Mexican zones" (Angulo, et al., 2018); para establecer que el fenómeno de la lluvia es la manifestación de un SOC.

En este artículo mostramos que el patrón de lluvias del municipio de Guasave es análogo al de otras regiones de México que fueron analizadas con clima muy seco, muy cálido y cálido, como son los casos de las estaciones de: Baja California, Sonora, Ciudad de México Sur y Norte, y en Chiapas. Esta similitud se mostró a través de los exponentes de las leyes de potencia de distribución del número de eventos de lluvia en términos de su intensidad. Los exponentes obtenidos resultaron similares a los reportados para la región de Córdoba, España (García-Marín, et al., 2008). El contraste de los parámetros de Guasave con los correspondientes parámetros de regiones lluviosas de México (Ciudad de México Norte y Sur y Chiapas) resultó evidente.

Un resultado importante del análisis, es la caracterización de las lluvias de las seis estaciones analizadas (Z1 a Z6 en el artículo, apéndice 1) como fenómenos críticamente autoorganizados, es decir son intrínsecamente impredecibles, sin embargo, también podemos concluir que presentan eventos extremos, de ahí la importancia de este análisis para la gestión de riesgo en las zonas como Guasave, expuestas a estos fenómenos climáticos.

Cabe señalar que las lluvias extremas están íntimamente relacionadas con los fenómenos climáticos de tipo monzónico y El Niño (ENSO) que en muchos estudios de diversos autores han sido descritos como SOC (Andrade Jr, 1995; Andrade, et al., 1998).

1.3 Características del estado de Sinaloa

El clima siempre ha sido un tema relevante a nivel social, como hemos visto en las definiciones enunciadas párrafos arriba, ya que influye en muchas de las actividades relacionadas con el desarrollo de la sociedad. Los avances del conocimiento acerca de la variabilidad climática, han ido denotando la importancia no sólo de generar información en torno al asunto, sino también de comunicarla a

distintos sectores, ya que los fenómenos climáticos sumados a condiciones de vulnerabilidad y riesgo, pueden derivar en desastres y resultar devastadores.

Y aunque con más frecuencia encontramos en el discurso la idea de que los desastres no son naturales (Maskrey, 1993), lo cierto es que el Estado y la sociedad no asumen claramente las responsabilidades inherentes a toda organización en materia de seguridad (Magaña, 2006:4). Lo anterior aumenta considerablemente su vulnerabilidad frente a determinados riesgos. Por ejemplo, en el Marco de Acción de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, se considera que los “Estados tienen la responsabilidad primordial de aplicar medidas para reducir el riesgo de desastres, así como la responsabilidad de proteger a sus ciudadanos y los bienes de éstos” (UN, 2015:13).

Asumir responsabilidad al respecto, no sólo implica el conocimiento de las manifestaciones de la naturaleza, sino también un reconocimiento de la participación antropogénica respecto a los efectos e impactos de estas manifestaciones. Podríamos mencionar que en cuanto a clima se refiere, los cambios de uso de suelo o la deforestación y sobreexplotación de los bosques y selvas, son algunos de los ejemplos donde la intervención del hombre se hace comprobadamente presente en elementos moduladores del clima.

Para el caso de México, se presentan lluvias en el verano en la mayor parte del país y condiciones predominantemente secas en el invierno, de ahí que se identifique como un clima monzónico (Magaña, 2006:18). Aunado a esto, y con información más precisa, se tiene conocimiento de que aún con la presencia del fenómeno de El Niño, por ejemplo, donde los patrones de precipitación se ven afectados, dando como resultado veranos con disminución en las lluvias e inviernos con intensificación de las mismas, se tiene que en la República Mexicana existen regiones como Chihuahua y el norte de Sinaloa, que muestran condiciones distintas, incluso frente a El Niño, presentando precipitación negativa (Magaña, 2006:23). Lo anterior entre otros elementos, nos llevó a interesarnos en el estado de Sinaloa, ya que ocasionalmente registra inundaciones.

El estado de Sinaloa está familiarizado con la presencia de amenazas hidrometeorológicas que, en combinación con determinadas condiciones de vulnerabilidad y riesgo, han derivado en desastres. Como podemos ver en la tabla 1, ya desde la época colonial se tenía registro de inundaciones ocurridas en la zona, así como de las causas identificadas por quienes las registraban,

mismas que afectaban a las primeras poblaciones asentadas estratégicamente en la costa para subsistir en una región generalmente seca (Delgadillo, 1996:103).

Fecha	Estado	TIPO DE INUNDACIÓN			CAUSAS		
		Desborde fluvial	Lacustre	No especifica	Lluvias excesivas	Huracanes	No especifica
1770	Sonora	x					
1868	Baja California, Sinaloa	X	X		X	X	
1873	Sonora	X			X		
1879	Sonora			X			
1881	Sinaloa	X			X		
1882	Sinaloa	X	X				X
1885	Sinaloa, Sonora			X			
1887	Sinaloa, Sonora	X			X	X	
1889	Sinaloa, Sonora	X			X		
1890	Sonora	X			X		
1891	Baja California	X			X		
1893	Sonora	X			X		X
1895	Baja California, Sinaloa, Sonora	x			x		
1896	Sinaloa	x				x	
1897	Baja California, Sinaloa			X		x	

Tabla 1. Inundaciones Históricas en el Noroeste de México (1770-1897) Fuente: Con base en García Acosta, V., Pérez, J., Molina, A. 2003 y Escobar, 2004.

En la actualidad y con mayor información que la que se tenía tanto en la época colonial como en el siglo XIX, sigue habiendo en la región registros sobre inundaciones y sequías (eventos de larga duración) ocurridas (tabla 2), cuyos impactos han resultado en grandes pérdidas de vidas y económicas. Lo que nuevamente nos conduce a considerar la importancia de la prevención y de su necesaria eficiencia.

	Inundación	sequía
Nacional	7585	2660
Región	Inundación	Sequía
Baja California	57	17
Baja California Sur	36	5
Sinaloa	161	131
Sonora	150	329
Total	404	482

Tabla 2. Reportes de Inundaciones y Sequías, 1970-2015 Fuente: DesInventar Sección México²

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el estado tiene en el 48% de su territorio un clima cálido subhúmedo que va de Choix hasta los límites con Nayarit; el 40% es clima seco y semiseco, otro 10% es muy seco y el restante 2% presenta un clima templado subhúmedo localizado en las partes altas de la Sierra Madre Occidental. Además del clima, Sinaloa tiene una temperatura media anual cercana a los 25°C con mínimas de 10.5° (enero) y máximas que pueden rebasar los 36°C (de mayo a julio) y una precipitación media anual de 790 mm, presentándose sobre todo entre los meses de julio a septiembre.

Aunque en los últimos años se han presentado importantes periodos de sequía en el estado de Sinaloa (tabla 2), también se han identificado inundaciones cuyo impacto ha llevado a varios municipios de la entidad a ser proclamados zona de desastre por el FONDEN, como fue el caso del municipio de Guasave en septiembre de 1998 por los efectos del huracán Isis y más recientemente en septiembre de 2014 por el huracán Odile, sólo por citar un ejemplo. De ahí que el propósito de este estudio multidisciplinario, es no solamente identificar al desastre como tal, sino al proceso que lo implica, es decir, el antes, el durante y el después.

La prevención cobra importancia, ya que no sólo se deben investigar las características físicas de la amenaza, sino las capacidades de los distintos sectores de la sociedad para enfrentarse a ella, prevenir, mitigar, responder y recuperarse de los efectos e impactos de las inundaciones.

² **DesInventar:** *Inventario de Desastres*, base de datos creada en 1993 por LA RED. La base pretende dar tendencias de desastres de distintas magnitudes e impactos en ocho países de América Latina más La Florida, dos países de Asia y uno de África. Se basa en fuentes hemerográficas de circulación nacional. La base es continua (abarca un periodo determinado y consecutivo), homogénea (en cada país involucrado se buscaron fuentes hemerográficas de características similares) y comparable entre sí, es decir, se pueden combinar los datos de los distintos países que la conforman. Para el caso de México contiene datos de 1970 a 2015. www.desenredando.org

1.4 El caso de Guasave y el río Sinaloa

Guasave se localiza en el noroeste del estado de Sinaloa, entre los meridianos 108° 10' 00" y 109° 06' 50" longitud oeste de Greenwich y los paralelos 25° 10' 03" al 25°46'19" latitud norte. Colinda: al norte con Ahome y Sinaloa, al este: Sinaloa, Salvador Alvarado y Golfo de California, al oeste: Golfo de California y Ahome (figura 3). Fisiográficamente Guasave está formado por amplias llanuras que constituyen el Valle Agrícola Municipal, que forman parte de la Sierra Madre Occidental y de la Sierra de Navachiste (EmCapital, 2014:13).

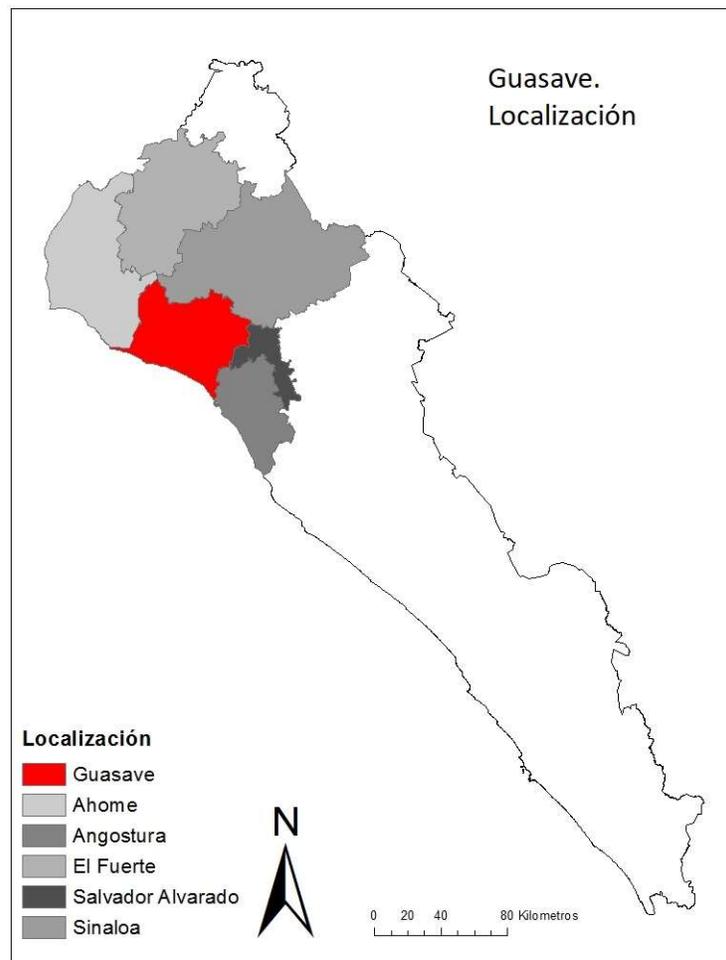


FIGURA 3. MUNICIPIO DE GUASAVE (PTO DESPUES DE GUASAVE) Y SUS COLINDANCIAS MUNICIPALES

El municipio tiene una superficie de 3,464.41 km² y se encuentra aproximadamente a 50 msnm, con un litoral de 50 km.

En el municipio prevalecen tres tipos de clima. El muy seco, muy cálido y cálido. La temperatura: media registrada es de 25.1°C, la máxima de 43.0°C, y la mínima 3.0°C. Los meses más calurosos abarcan de junio a octubre y los más fríos de noviembre a marzo. En cuanto a la precipitación pluvial anual media que se identifica es de 392.8 mm, con una máxima de 760.3 y una mínima de 231.1 mm. Los vientos predominantes son en dirección suroeste, y llegan a alcanzar velocidades de hasta 2 m/s. Más adelante en este mismo capítulo estudiamos el patrón de precipitación del municipio de Guasave utilizando datos de seis estaciones meteorológicas. Además, dicho análisis, mencionado con más detalle párrafos arriba, se ubicó en el contexto más general de patrones de precipitación de algunas regiones de México. También se utilizaron los datos reunidos para confirmar que la fenomenología de la precipitación constituye un fenómeno críticamente autoorganizado como se ha sugerido en la literatura. (Andrade Jr, 1995; Andrade, et al., 1998; Peters, 2002).

Como podemos ver en la tabla 3, y de acuerdo con el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa³ (EmCapital, 2014), se tiene registro de la ocurrencia de diversos fenómenos hidrometeorológicos extremos que, se considera, han impactado significativamente a diversos sectores y actividades municipales.

³ Documentos como el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital, 2014) que hacen un importante recorrido por las características físicas del municipio, carecen del enfoque social. No sólo son útiles las referencias a los datos "duros" que describen a la población, es necesario ese enfoque que puede ayudar a entender las condiciones de cotidianidad y de cómo la vulnerabilidad y el riesgo se acumulan y evolucionan a cuestiones más complejas, de acuerdo con la antropóloga Virginia García Acosta (en prensa:3) existen "casos que muestran fehacientemente que los desastres como procesos han sido producto de la acumulación de riesgos y de vulnerabilidades relacionados con, pero también derivados, del tipo de sociedad y de economía que se ha ido desarrollando con el paso del tiempo y no de la presencia cada vez mayor en frecuencia y magnitud de amenazas de origen natural".

Tenemos entonces, que se necesitan estudios multidisciplinarios que tengan presente la acumulación de los elementos mencionados al paso del tiempo y los cambios que ello implica. La multidisciplinaria puede ser una respuesta interesante al plantear información útil tanto para la población vulnerable y en riesgo como para los tomadores de decisiones involucrados, promoviendo una gestión integral y local de riesgos que tome en cuenta la experiencia de "quienes cotidianamente los enfrentan y que han vivido y convivido por generaciones con cierto tipos de amenazas naturales" (García Acosta, en prensa: 6).

Referencias	Fecha	Tipo de Evento	Afectaciones que Produjo
El Universal: Los Estados	08/01/2000	Onda Fría	Frente frío y masa de aire polar produce serios daños en el Sector agrícola de la región
La Jornada	25/01/2008	Onda Fría	Frente frío No. 24 y masa de aire polar produce serios daños en el Sector agrícola de la región.
La Jornada, El Universal (varias fechas) y FONDEN para identificación de varios municipios	05/02/2011	Onda Fría	Frente frío no. 26 y masa de aire polar produce serios daños en el Sector agrícola de la región.
	24/02/1973	Desbordamiento	Desborda el río Sinaloa, generado grandes afectaciones
Excélsior: 27a	18/08/1977	Huracán	Se dejan sentir los efectos del huracán Doreen en el municipio de Guasave.
Excélsior: 5a-30	22/09/1981	Tormenta Tropical	La tormenta tropical Knut deja grandes cantidades de agua en el municipio de Guasave.
El Universal	01/10/1982	Huracán	Los efectos del huracán Paul dejan grandes afectaciones en e municipio.
La Jornada: 23	02/10/1986	Huracán	El huracán Paine provoca fuertes vientos y lluvias que dejan afectaciones en diversas poblaciones del municipio
La Jornada	03/09/1998	Huracán	Como a las cinco de la tarde de aquel jueves 3 de septiembre de 1998, ISIS, empezó sus efectos con un desplazamiento de traslación hacia el norte a 20 kms por hora por el interior del Mar de Cortés estacionándose precisamente frente a Guasave.
La Jornada	04/09/1998	Huracán	Isis sigue causando estragos y genera el desbordamiento del río Sinaloa.
La Jornada	10/09/1999	Huracán	Derivado del huracán Greg el agua alcanzó medio metro de altura en algunas zonas del municipio.
La Jornada	26/10/2006	Tormenta Tropical	La tormenta tropical Paul deja serias afectaciones en Guasave.
La Jornada	12/09/2008	Tormenta Tropical	Los remanentes de la tormenta tropical Lowell, que aún se dispersa sobre el noreste del país golpearon con fuerza los estados de Sinaloa Sonora y Chihuahua, causando inundaciones en comunidades urbanas y rurales.
El Universal	13/10/2009	Tormenta Tropical	La tormenta tropical 'Patricia' ocasionó abundantes lluvias que provocaron inundaciones en comunidades de Ahome y Guasave
La Jornada	20/08/2011	Lluvias	Intensas lluvias provocan la saturación del drenaje
La Jornada	17/09/2006	Huracán	El huracan Lane deja intensas lluvias y rachas de viento de 250 km/h.
La Jornada	06/09/2007	Tormenta Tropical	DECLARATORIA de Emergencia por la presencia y efectos del huracán Henriette, en 12 municipios del Estado de Sinaloa.
La Jornada	13/10/2008	Huracán	Tras el paso del huracán Norbet y las lluvias que genero a su paso; se registró en el municipio de Guasave el desbordamiento del arroyo el Zopilote cerca del poblado de Portugal de Gálvez generando afectaciones a la población.
La Jornada	05/09/2009	Huracán	El Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos advirtió anoche que Jimena estaba a punto de convertirse en un huracán de categoría 5sumamente peligroso
La Jornada	24/01/2007	Onda fría	Frente frío No. 32. y fuertes ráfagas de viento dejan severos daños en el sector agrícola de del estado de Sinaloa.
La Jornada: 13	02/10/1990	Tormenta Tropical	La tormenta tropical Raquel trae a su paso vientos de 40 km/h y rachas de 135 km., dejando serias afectaciones en varios estados del Noreste.
Proyecto Puente.	20/09/2014	Odile	El paso del Huracán Odile genera inundaciones severas en varios municipios del estado incluyendo Guasave. La Secretaria de Gobernación declaró zona de desastre el municipio de Guasave.
El Debate	08/09/2014	Sequia	El estado de Sinaloa ha presentado etapas de sequias extremas afectado el desarrollo económico de la entidad principalmente en el municipio de Guasave.
El Debate	27/01/2012	Sequias	CONAGUA determina que las presas Gustavo Díaz Ordaz y Guillermo Blake se encontraron en el nivel más bajo histórico por las sequias en la comunidad afectando el abasto del vital líquido en el municipio de Guasave.

Tabla 3. Algunos ejemplos de afectaciones históricas, Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital, 2014: 6)

Según el Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008), en el caso específico de la estación climatológica Guasave, se reportaron los siguientes registros para el periodo 1963-2007, la temperatura más baja se registró en el ciclo 1970-1971 en el mes de enero, al alcanzar un nivel por debajo de los 0 grados (-1°C), mientras que la más alta en este mismo rango de temperaturas mínimas se presentó en el periodo 1980-1981 con 23°C (tabla 4).

No.	Cic. Agrícola	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	Total
1	1963-1964	17	9	5	2	2	3	7	9	15	22	22	20	2
2	1964-1965	18	7	5.5	3	1	2	9	11	13	19	22	16	1
3	1969-1970	13	10	3.5	3	6	8.5	9.5	11	14	20	20.5	19	3
4	1970-1971	10	7.5	3	-1	4	3	8	10.5	13.5	22	21.5	18.5	-1
5	1979-1980	11.5	6.5	7	8.5	10.5	10.5	10	12.5	19.5	22	22.5	23	6.5
6	1980-1981	17.5	9	11	9	9.5	9.5	16	14.5	19.5	22	23	21.5	9
7	1989-1990	16	10.5	7	4	6.5	7.5	11.5	14.5	19	22	21	15.5	4
8	1990-1991	15	12	9	7.5	8	9	11	12	16.5	21	22	21	7.5
9	1999-2000	17	11	5	5.5	7.5	8.5	10	13	21	18.5	21	21	5
10	2000-2001	21	9.5	9	5.5	6.5	9	11	15.5	19.5	21	21	23	5.5
11	2005-2006	18	10.5	8.5	7	10	9.5	11	12.5	21	24	22	22	7
12	2006-2007	16.5	14	7.5	5	8.5	9.5							

Tabla 4. Temperaturas Mínimas en la Estación Guasave Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008)

Por otro lado, los meses más fríos se identifican de noviembre a marzo, sin embargo, se observó que del año 1963 a 2007, la tendencia se manifestó hacia el incremento general en la temperatura (tabla 5), donde podemos destacar, por ejemplo, una temperatura mínima de máximas en enero del periodo 1990-1991 de 28.5°C y un extremo máximo de 46°C en el periodo 2000-2001.

No.	Cic. Agrícola	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	Total
1	1963-1964	39	34	33	31	31	37	37	38.5	38	38.5	37	37	39
2	1964-1965	38	35	30	32	30	32	37	38	39.5	40	30	36	40
3	1970-1971	37	35.5	31.5	31	31	31	35.5	35	36.5	41.5	39	37	41.5
4	1971-1972	38	36	35.5	31	32.5	35	37.5	40	38.5	41.5	38.5	39	41.5
5	1979-1980	41.5	41	36	33	37.5	36	40	40	42.5	44	42.5	41	44
6	1980-1981	40.5	38	34.5	32	35.5	35.5	40.5	40	40.5	42	45	43	45
7	1989-1990	38.5	36	29	31	31	34.5	36	37.5	39	37.5	39	37	39
8	1990-1991	37	35.5	32	28.5	31.5	32	37	38	38	38.5	4?	38	40
9	1999-2000	41.5	38	32.5	35	33.5	35.5	39	41	42.5	43	42	42.5	43
10	2000-2001	41	36	36	34	33.5	35	38.5	39.5	41.5	41.5	43.5	46	46
11	2005-2006	40.5	39	31.5	32	34	33	39.5	38	42	43	36	40	43
12	2006-2007	42	36.5	32	30	30.5	34.5	35						

Tabla 5. Temperaturas Máximas Extremas en la Estación Guasave Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008)

En cuanto a precipitación se refiere, la misma fuente cita que en el periodo que va de 1963 a 2007 se registró una precipitación pluvial anual media de 366.5 milímetros, alcanzando su punto máximo en el ciclo 1990-1991 con 649.7 y una mínima de 125.5 en el ciclo 2006-2007 (tabla 6).

No.	Ciclo. Agrícola	octubre	nov	dic	enero	febrero	marzo	abril	Mayo	junio	julio	agosto	sep	Total	Promedio
1	1963-1964	38.5		25.5			4.5		1	7	38	197	111.5	423	35.25
2	1964-1965	103.5		6.5		22					133.5	110.8	102	478.1	39.8
3	1969-1970	9		24		4	5				111.3	91.8	95.2	340.3	28.4
4	1970-1971					9.5				8	138.5	295.5	131.1	582.6	49
5	1979-1980			1		0.3	0.6				44.8	66.6	27.8	141.1	11.8
6	1980-1981	34.2		25.4	22.6	4	7	5.7			11.4	26	50.4	186.7	15.6
7	1989-1990		45.3	15.5		13.5				6.8	186.8	60.2	66.5	394.6	32.9
8	1990-1991	81.5	117.2	109.5	3.7	1.5					43.1	40.2	253	649.7	54.1
9	1999-2000									10	102.5	76.8	39.5	228.8	19.1
10	2000-2001	198.5	54			13				11	58.5	138.2	29.5	502.7	41.9
11	2005-2006	24.5								18	95	189.8	17	344.3	28.7
12	2006-2007	101		1	23.5									125.5	10.5
Suma		590.7	216.5	208.4	49.8	67.8	17.1	5.7	1	60.8	963.4	1292.9	923.5	4397.4	366.4
Promedio		49.2	18	17.4	4.2	5.7	1.4	0.5	0.1	5.1	107.7	107.7	77	366.5	

Tabla 6. Precipitación en la Estación Guasave. Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008)

Por su parte la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en el documento titulado “Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Río Sinaloa” (2002), identifica dos regímenes de precipitación, uno en verano y otro en invierno.

Siguiendo con la misma fuente, las lluvias de verano son consideradas “normales”, aunque también se presentan en esta época eventos hidrometeorológicos extremos, los que pueden llegar a ser regulares de julio a septiembre, siendo este último el mes más lluvioso, esto con base en los registros de la estación “Guasave” específicamente.

Este tipo de lluvias suelen ser intensas y de corta duración; generando fuertes avenidas que suelen ser reguladas por la presa Gustavo Díaz Ordaz. No obstante, se producen inundaciones en la zona baja de la ciudad de Guasave y pueblos establecidos en el valle, debido principalmente a las precipitaciones extraordinarias registradas aguas debajo de la presa antes mencionada (CONAGUA, 2002:16,17)

Para el caso del periodo invernal, se le considera efecto de los frentes fríos, que van de diciembre a febrero. El estiaje ocurre entonces de marzo a mayo.

1.4.1 Hidrología municipal

De acuerdo con el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital, 2014), Sinaloa cuenta con 11 ríos e innumerables arroyos. En la mayoría de sus ríos cuenta con presas y represas que abastecen de agua a las zonas agrícolas y urbanas

En el caso de Guasave el afluente más importante es el Río Sinaloa o Petatlán, que tiene su origen en el suroeste del estado de Chihuahua con la confluencia de los arroyos de Nahirora y Besanopa. Se adentra a través del municipio de Sinaloa de Leyva donde se alimenta de los arroyos de Magdalena, San José de Gracia y Bacubirito; ya dentro de Guasave, el río Sinaloa se alimenta de los arroyos Ocoroni y Cabrera. El escurrimiento medio anual es de 1 mil 239 millones de m³. El río Sinaloa se adentra 70 kilómetros, el 17% de su longitud total en la superficie municipal. La cuenca (figura 4) de captación de este río, es de 8 mil 179 kms², poseyendo un escurrimiento medio anual de 1239 millones de m³.

La cuenca del Río Sinaloa es parte de la subregión norte del estado, posee una superficie total de 12499.74 km², de ellos 8179 km² se adentran en el estado de Sinaloa. En esta porción se identifica una precipitación media anual de 799.37 mm según el Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa (PEDUES 2007) y cuenta con un escurrimiento virgen medio anual de 1,742.9 m³, frente a una demanda media anual superficial consuntiva de 1,451.4 m³, por lo que se considera que la cuenca presenta un déficit de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Está descrita como una subprovincia que forma parte de una llanura Costera del Delta de Sonora y Sinaloa.

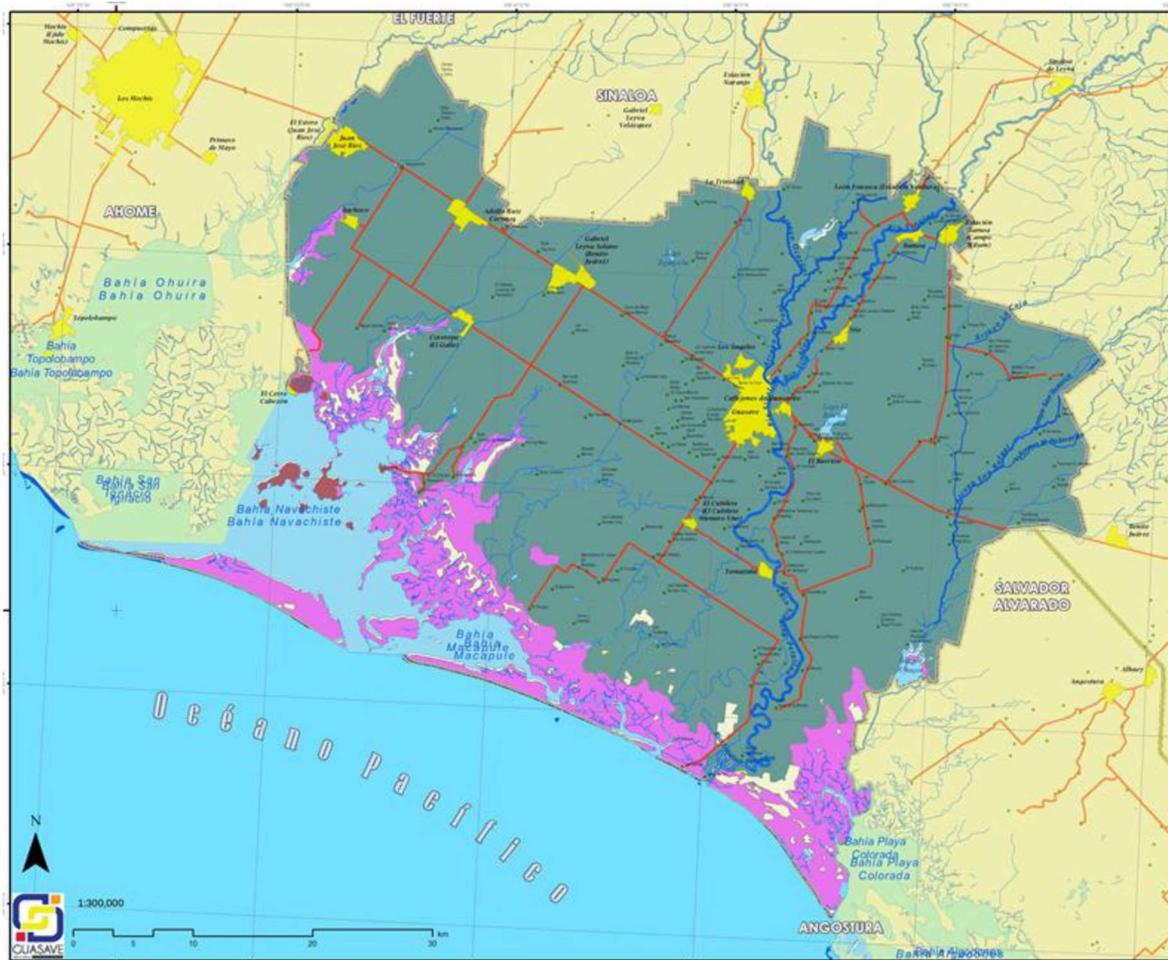


FIGURA 5. HIDROGRAFÍA MUNICIPAL. RECUPERADO DEL ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE GUASAVE, SINALOA (EMCAPITAL 2014:16)

Dos presas son las que regulan al río, ambas se encuentran ubicadas en el municipio de Sinaloa. La primera es la presa Guillermo Blake Aguilar (El Sabinal) y tiene el objetivo de almacenamiento para riego y control de avenidas, con una capacidad instalada de 488 millones de m³. La segunda es la presa Gustavo Díaz Ordaz (Bacurato) cuyo objetivo también es de almacenamiento para riego y control de avenidas, pero además para la generación de energía eléctrica (92 MW) y tiene una capacidad de 2,823 millones de m³ (INEGI, 1995).

En el caso de Guasave (localizado en la parte baja) y su relación con la cuenca del río Sinaloa, se le tipifica como la zona de riego 063, con una superficie de 98,69 has en los municipios de Guasave y Sinaloa de Leyva, donde se ubica una red de canales distribuidos en todo el distrito. (INEGI, 1995).

Pese a que el municipio de Guasave es considerado un valle dada su topografía, encontramos que cuenca arriba la rugosidad y curvas de nivel (figura 6) determinan la importancia de los

escurrimientos, de ahí que Protección Civil Municipal considere relevante la ocurrencia de avenidas, como veremos más adelante.

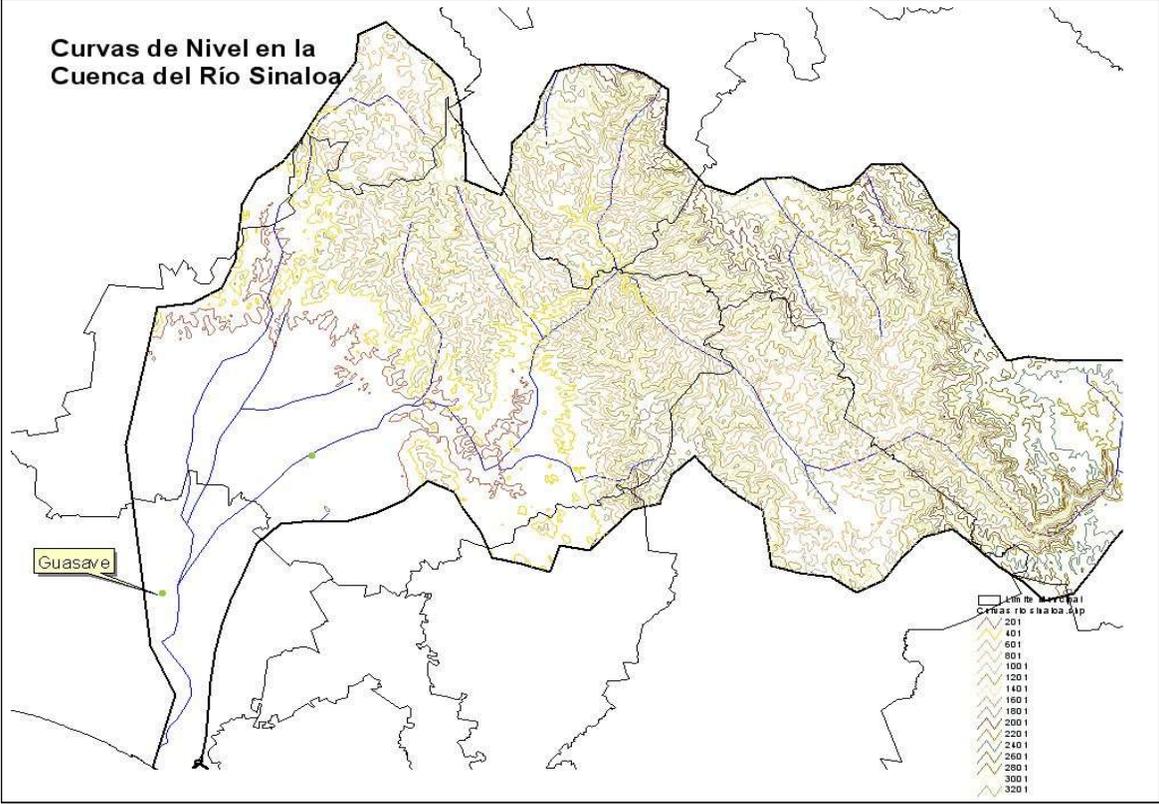


FIGURA 6. CURVAS DE NIVEL EN LA CUENCA DEL RÍO SINALOA. FUENTE: INEGI, 1995

FECHA	ESCALA	GASTO m ³ /s	CAUSA
02/10/1976	15.8	1520	LLUVIA EXTRAORDINARIA
03/09/1978	15.66	1259	LLUVIA EXTRAORDINARIA
04/09/1979	16.66	1825	LLUVIA EXTRAORDINARIA
05/08/1980	15.25	1265	LLUVIA EXTRAORDINARIA
10/10/1981	17.35	2228.3	HURACÁN "NORMA"
02/10/1982	18.05	2826	HURACÁN "PAUL"
09/08/1984	15.82	1367.2	LLUVIA EXTRAORDINARIA
10/08/1985	14.01	577	LLUVIA EXTRAORDINARIA
03/10/1986	15.78	748.2	HURACÁN "PAYNE"
12/07/1990	15.72	771	LLUVIA EXTRAORDINARIA
12/12/1990	15.6	723	LLUVIA EXTRAORDINARIA
06/09/1991	14.15	315	LLUVIA EXTRAORDINARIA
25/12/1991	14.36	350	LLUVIA EXTRAORDINARIA
27/01/1992	15.07	472	LLUVIAS EXTRAORDINARIAS
14/09/1993	14.9	444	LLUVIAS EXTRAORDINARIAS
14/11/1994	16.24	969	LLUVIAS EXTRAORDINARIAS
16/09/1995	15.24	510	HURACÁN ISMAEL
15/09/1996	15.51	599.2	HURACÁN FAUSTO
04/09/1998		1,798	HURACÁN ISIS

Tabla 7. Avenidas Máximas registradas en la estación en el Puente de la Carretera Federal No. 15. Fuente: Dirección de Protección Civil Municipal

El estado de Sinaloa tiene 11 municipios sujetos a alto riesgo de ser impactados por ciclones tropicales, donde Guasave figura entre los más afectados en los últimos años. En el período 1980-2006, han sido 16 ciclones los que tocaron tierra en el estado, dos huracanes categoría 3 (Tico y Fausto) con vientos entre 185 y 205 km/hr, sobre las localidades Caimanero y San Ignacio en los municipios de Guasave y San Ignacio respectivamente (PEDUES, 2007).

La tormenta tropical Paúl (2006), en el estado del 24 al 28 de octubre, causando inundaciones en diferentes localidades del estado. Los municipios que sufrieron la mayor afectación fueron los costeros, como Navolato y Angostura, al igual que Culiacán, *Guasave*, Elota, Mazatlán. Las inversiones, que han fluido de los tres niveles de gobierno a combatir los estragos sufridos por esta tormenta se estiman en \$58,417, 092.00 según el reporte de BANOBRAS a enero 29 del 2007.

En la zona de los valles y partes de la costa, se manifiesta un fenómeno de inundaciones asociado a la cercanía o establecimiento adyacente a las cuencas de los principales ríos de la entidad. El Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008:33), considera que debido a que la corriente superficial más importante es el río Sinaloa o Petatlán, y que al introducirse en la ciudad recibe las

afluentes de los arroyos de Ocoroni y de Cabrera, aumenta su volumen de agua arrastrada y contenida, elemento que a lo largo de la historia ha generado problemáticas de inundaciones.

Las principales poblaciones o localidades en riesgo de inundación, que se tienen identificadas en el estado asociadas a la cuenca del río Sinaloa: Sinaloa de Leyva (Santa Ana, Ocoroni, Alfredo B. Bonfil, Alfonso G. Calderón, Santa Teresita, Ruiz Cortinez y Francisco J. Mújica, principalmente.), y Guasave (Guasave, Caimanero, Guasavito, Jesús María, La Guamuchilera, Tamazula, El Amole, Palos Verdes, y Corerepe principalmente) son los municipios afectados (PEDUES, 2007).

El municipio de Guasave, está dividido en 24 barrios, 170 colonias, 3 fraccionamientos y 415 pueblos y 3 unidades habitacionales (EmCapital, 2014) (figura 8). Protección Civil identifica las zonas municipales propensas al riesgo de inundaciones (tabla 8) asociadas con el río Sinaloa, y en el caso específico de la cabecera municipal podemos observar que son las colonias centrales las de mayor afectación



FIGURA 8. COLONIAS DE GUASAVE, ATLAS DE RIESGOS NATURALES DEL MUNICIPIO DE GUASAVE, SINALOA (EMCAPITAL 2014:10)

LOCALIDAD	Margen. IZQ.	Margen. DER.	PROBLEMA DE RIESGO DETECTADO
Caimanero		x	Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce por banco de extracción de materiales pétreos.
Ladrilleras de Ocoro		x	Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce.
Guasave		x	Se inundan partes bajas de la ciudad, colonia El Chorrito, Bar 44, 6 de Enero, Tierra y Libertad, 17 de Mayo, El Chaleco.
El Tecomate, San Pedro, Jesús María y Las Pilas		x	Se inundan tierras de cultivo aledañas al cauce.
El Dorado no. 1, La Guamuchilera, Nombre Feo, El Cubiri, El Amole, Carricitos y Alamito y Caimanera		x	Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce.
La Bebelama, Buen Retiro y Palos Verdes		x	En previsión de inundaciones se debe reforzar el bordo izquierdo del Canal Diagonal.
Tamazula		x	Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce. Puente Vado a Callejones de Tamazula.
Río Viejo		x	Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce. Puente Vado a La brecha.
Las Flores, Rosales		x	Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce.
Boca del Río, Las Glorias		x	Se inundan partes bajas del poblado.
Callejones de Guasavito	x		Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce. Puente Vado a Guasave.
Mojolo, San Pedro Paredes, El Colorado, La Mojonera	x		Se inundan partes bajas del poblado.
La Uva	x		Se inundan partes bajas del poblado.
Cofradía de Tamazula, La Cuestona, Casa Blanca, Las Playas, La Brecha y San José de la Brecha.	x		Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce.
Callejones de Tamazula	x		Se inundan partes bajas del poblado y tierras de cultivo aledañas al cauce. Puente Vado que comunica al poblado de Tamazula.

Tabla 8. Áreas Susceptibles a Inundaciones (Río Sinaloa). Fuente: <http://www.qsl.net/xs2htr/Aforos4.htm>, Documento elaborado por Protección Civil Municipal (consultado 4/10/2017).

Como complemento a la información de la tabla anterior tenemos los datos contenidos en la tabla 9, que de acuerdo con el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave y elaborada a partir de DesInventar, podemos observar registros de eventos hidrometeorológicos extremos y sus impactos en el municipio, donde claramente es posible observar la incidencia de inundaciones ocurridas en la zona urbana de Guasave.

Fecha	Evento	Sitio	Fuentes	Efectos	Causa
18/08/1977	Inundación	Guasave	Excélsior	Grandes áreas sembradas con frijol y soya están inundadas y los cultivos de arroz resintieron cuantiosos daños	Huracán Doreen
22/09/1981	Inundación		Excélsior		Tormenta Tropical Knut
08/10/1981	Tempestad	Las Grullas, El Valle	Excélsior		Tormenta Tropical Lydia
01/10/1982	Inundación	Varios poblados	El Universal		Huracán Paul
02/10/1986	Inundación	Guasave	La Jornada		Tormenta Tropical Raquel; Vientos de 40 km/h y rachas de 135 km
03/09/1998	Inundación	Guasave	La Jornada	80% del municipio inundado. 125 comunidades afectadas. Daños globales	Huracán Isis
04/09/1998	Inundación	Ejido las Cañas	La Jornada	El 35% de la mancha urbana fue cubierta por el desbordamiento del Río Sinaloa	Huracán Isis; Desbordamiento del Río Sinaloa
10/09/1999	Inundación	Guasave	La Jornada	Soldados del Ejército Mexicano instalaron 3 albergues para atender a los damnificados.	Huracán Greg el agua alcanzó medio metro de altura
17/09/2006	Lluvias	Guasave	La Jornada	Declaratoria de emergencia.	Huracán Lane; intensas lluvias y rachas de viento de 250 km/h
26/10/2006	Inundación	Varias comunidades	La Jornada	Declarada zona de emergencia. Se pone en marcha el Plan DN-III.	Tormenta Tropical Paul
06/09/2007	Lluvias		La Jornada	Las fuertes lluvias provocan inundaciones, daños en equipamiento urbano y cortes de luz en importantes sectores	Tormenta Tropical Remanentes de Henriette
12/09/2008	Inundación		La Jornada	Municipio declarado en emergencia.	Tormenta Tropical Lowell
11/10/2008	Marejada	Guasave	La Jornada		Huracán Norbert
13/10/2008	Lluvias	Guasave	La Jornada		Huracán Norbert
01/09/2009	Tempestad	Guasave	La Jornada	Se cierra el puerto al turismo y a la navegación, y se suspenden clases	Huracán Jimena. Vientos de 80 km/h
05/09/2009	Lluvias	Guasave	La Jornada	Se suspenden clases	Huracán Jimena
13/10/2009	Inundación		El Universal	Cultivos de granos y legumbres dañados	Tormenta Tropical Patricia

Tabla 9. Registro de eventos hidrometeorológicos extremos y sus impactos en Guasave. Modificado a partir de Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa (EmCapital 2014: 73-74) con DesInventar.

Por otro lado, en el Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave (2008) se identifican, de acuerdo a los registros proporcionados por Protección Civil, 72 localidades en riesgo de inundación, producto de su ubicación en espacios cercanos al río, drenes y canales, así como su asentamiento en zonas bajas y de servicios deficientes en alcantarillado y drenaje entre otros.

Estos espacios han sufrido desde bloqueos e incapacidades de comunicación durante fuertes lluvias hasta su completa inundación, afectando a un estimado de 4,780 habitantes, los cuales se manifiestan vulnerables a los estragos de las fuertes lluvias (Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave, 2008:67). Por su parte, en el Atlas Municipal se corrobora que la distribución de lluvias

extremas es alta y aplica para casi todo el municipio (EmCapital, 2014), es necesario aclarar que el mencionado documento, al igual que esta investigación, concentra su análisis en las zonas urbanas de la cabecera municipal como podemos observar en la figura 9.

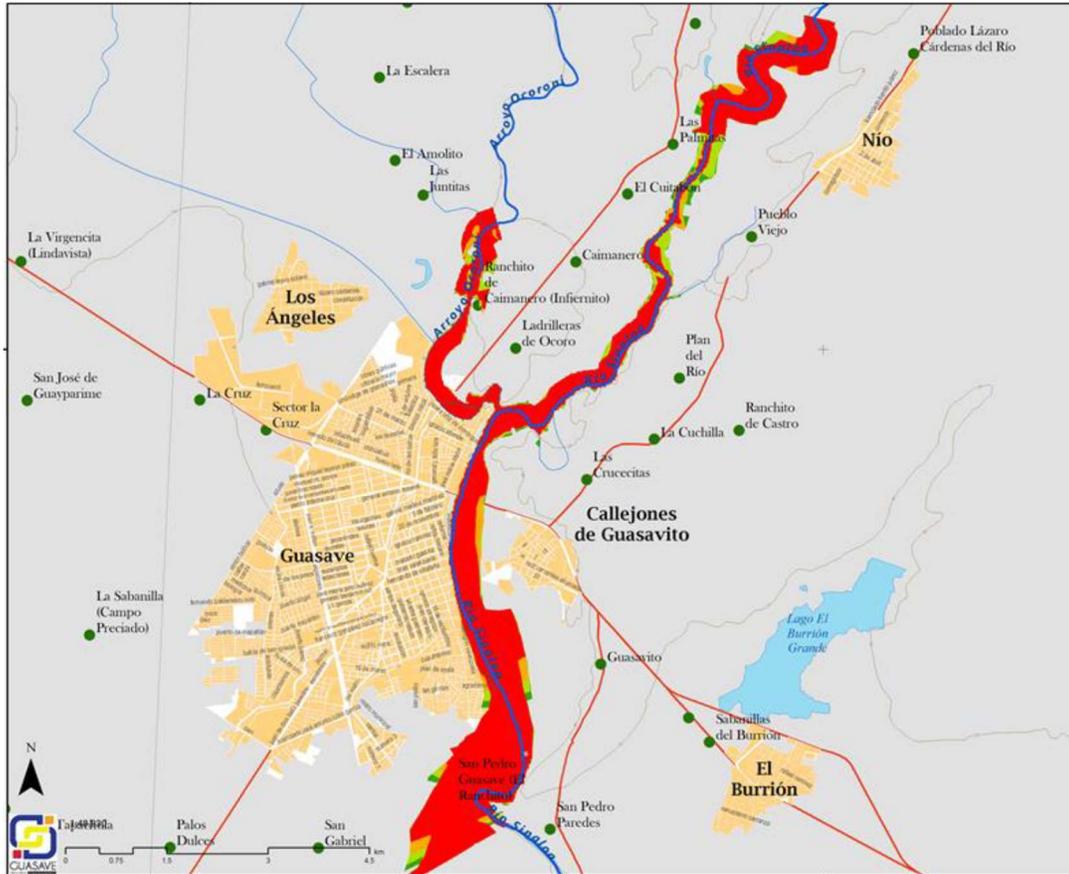


FIGURA 9. MAPA DE PELIGRO DE INUNDACIONES. RECUPERADO DE ATLAS DE RIESGOS NATURALES (EMCAPITAL, 2014:86)

Es así como las autoridades estatales y municipales han generado un sistema de observación y alertamiento, como podemos observar en la tabla 10, los parámetros han quedado establecidos con base en los registros de avenidas máximas en el Puente de la Carretera Internacional N° 15 México-Nogales, de acuerdo con la CONAGUA (2003), donde a partir de observaciones en el gasto del río se toman medidas para enfrentar posibles inundaciones.

Tipo de Alerta	Gasto preventivo o crítico en m3/s	Observaciones
BÁSICA	De 250.0 a 350.0	Se interrumpe la comunicación vehicular en los vados, se inundan áreas de cultivo (Zona federal)
LEVE	De 350.0 a 750.0	Se inundan partes bajas de la ciudad de Guasave (colonias ubicadas en partes bajas) Área inundada: 800hs
MODERADA	De 750.0 a 1000.0	Se inundan partes bajas de los poblados. Margen derecha: El Dorado, La Guamuchilera, Tamazula, Nombre Feo, Cubiri, El Amole, Río Viejo, Carricitos, Las Glorias, Las Flores y Rosales. Margen izquierda: Callejón de Guasavito, La Uva, Cofradía de Tamazula, Casa Blanca, Las Playas, La Brecha y San José de la Brecha. Área inundada: 6,200has
SEVERA	De 1000.0 a 1500.0	Se incrementan las inundaciones: Alamito-Caimanero y Las Glorias. El río rebasa el bordo del Canal Principal Diagonal, inundando los poblados: La Bebelama, Buen Retiro y Palos Verdes. Área inundada: 24,000 has.

Tabla 10. Gasto crítico y Alertamiento Fuente: CONAGUA, 2003, Coordinación de Protección a la Infraestructura y Atención de Emergencias

Sin embargo, habrá que ver si los parámetros de alertamiento, las observaciones cuantificables del río en conjunto con la toma de decisiones y las experiencias del pasado, han dado origen a estrategias y acciones preventivas y no sólo a mecanismos de mitigación.

Hasta ahora, hemos presentado evidencias del contexto geofísico y meteorológico en que se “gestan” las inundaciones en el municipio de Guasave, Sinaloa, donde queda determinado el componente natural de la amenaza, dejando claro, que los eventos extremos (tipo SOC) y sus particularidades, en combinación con las características sociales de la zona, que planteamos en los siguientes apartados de esta tesis, dan lugar a los otros elementos, como son la vulnerabilidad y el riesgo, lo que puede resultar en un desastre.

CAPÍTULO 2. LOS DESASTRES COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA

Los desastres han estado presentes a lo largo de la historia de los seres humanos. De hecho, ninguna sociedad puede decirse que ha estado exenta de tales acontecimientos. Lo anterior lleva a plantearse la siguiente pregunta: ¿los desastres son una parte constitutiva de la condición del hombre como ser social? Una respuesta sencilla sería decir que sí, sí son una parte constitutiva del devenir social, “ya que los desastres no son meramente *no naturales*, sino que también *no* existen independientemente como cosas o como objetos. Son solo momentos de comprensión espacio-temporal dentro de procesos sociales e históricos más amplios” (Maskrey, 2016:9) Pero, entonces, ¿de qué depende que unas sociedades sean más propensas a determinados eventos desastrosos que otras?, ¿qué es lo que produce los desastres?

Para algunos autores, éstos no son más que la expresión de la concatenación de una serie de eventos “desafortunados”; para otros son la expresión de la falta de una prevención y previsión efectiva que pueda poner a la sociedad en aviso de lo que puede suceder; para algunos más, son la consecuencia de un modelo de desarrollo que pone a los sujetos en condiciones de vulnerabilidad; mientras que para otros son las amenazas (sean éstas antrópicas o naturales) las causantes del desastre. Toda esta variedad de posturas concurren en una misma duda a responder: ¿qué produce los eventos desastrosos? A lo que nosotros agregamos ¿dónde queda la construcción del riesgo?

Mucho se ha avanzado en entender que “los desastres no son naturales” y que son más bien un conjunto de diversos procesos de índole histórica, social, económica, cultural, etcétera, donde las amenazas (fenómeno natural o antrópico que represente un peligro) son el detonante del desastre, no éste en sí mismo. Dicho de otra manera, los desastres suceden en determinados contextos cuyo riesgo se construye a través del tiempo y del espacio. Esto es lo que se ha denominado construcción social del riesgo, de la cual hablaremos más adelante con mayor detenimiento, ya que por otra parte, determinar que los desastres no son naturales en el estricto sentido, implica la presencia de una construcción social del riesgo por diversos factores. Lo que lleva a reconocer la necesidad de replantear algunos aspectos como es el caso: de la prevención, la adaptación y todas aquellas referencias teóricas y prácticas que impliquen responsabilidades en el proceso desastrosos. Para ello, el trabajo multidisciplinario ha mostrado ser uno de los caminos a seguir.

El estudio de los desastres ha tenido que hacer un largo recorrido que va desde las posturas religiosas, que veían en los eventos de la naturaleza la expresión de fuerzas divinas, hasta álgidas discusiones entre distintas disciplinas y aún dentro de ellas entre diferentes corrientes teóricas. Esta disputa ha llevado a una consolidación de los desastres como objeto de estudio con toda la legitimidad que ello reclama, lo que ha permitido desdibujar barreras disciplinarias para poder atenderlas en toda su complejidad.

En este capítulo revisaremos algunos conceptos relevantes para el abordaje de esta investigación, vistos desde distintas disciplinas y posturas, haciendo hincapié en aquellos que dan marco teórico al tema que nos compete.

2.1. Desastre, enfoques y conceptos

Durante años fueron las ciencias exactas las que se acercaron a la comprensión de los fenómenos naturales y su relación con los desastres, intentando entender y explicar los procesos físicos de la naturaleza y su impacto (daño) en la sociedad. Por su parte, las ciencias sociales hicieron una importante incursión en el estudio de dicha problemática, a lo que con el tiempo se ha identificado como el enfoque social para el estudio de los desastres. Como cualquier perspectiva teórico-metodológica, ha pasado por varias etapas.

Su inicio puede fecharse a principios de la década de los veinte del siglo XX, a partir de estudios empíricos como el del sociólogo canadiense Samuel Henry Prince, quien utilizó como concepto clave el de “catástrofe”, reconociendo como necesario el estudio sistemático de los desastres para generalizar teorías sobre sus efectos en la sociedad y entender el cambio social posterior a estos hechos.⁴

Los primeros acercamientos de las ciencias sociales por su parte al tema de los desastres, apenas datan de la década de los veinte del siglo anterior, pero fue hasta mediados del mismo cuando los trabajos comenzaron a divulgarse entre los investigadores. En la historia de los estudios de los desastres desde las ciencias sociales podemos encontrar diversas posturas, entre las que se encuentran el determinismo físico, el estructural-funcionalismo y los derivados del denominado enfoque alternativo o de la vulnerabilidad para el estudio de los desastres.

Encontramos primero el enfoque del determinismo físico, que considera a la amenaza (fenómeno natural) como el agente activo del desastre, ésta ha sido una visión dominante entre muchos de los estudiosos del tema (organismos nacionales e internacionales, por ejemplo), quienes consideran a los fenómenos naturales como disruptores de la “normalidad” social.

Veinte años más tarde, del otro lado del océano, surgió el considerado como el primer trabajo teórico sobre desastres desde las ciencias sociales, derivado del trabajo del sociólogo ruso Pitrim Sorokin (1942), quien utilizó como concepto clave en sus trabajos a la “calamidad”. Consideraba que las causas de las “calamidades” no sólo eran de origen natural, sino que también había implicados

⁴ De estas observaciones derivó su tesis doctoral titulada "Catastrophe and Social Change: Based upon a Sociological Study of the Halifax Disaster", que publicó en 1920 (Prince 1920).

elementos sociales, los cuales resultaban relevantes para explicar el desastre. Dos aportaciones importantes de Sorokin: reconocer que las “calamidades” derivan en cambios drásticos al interior de las sociedades y que existe un elemento de temporalidad que debe ser considerado en el estudio de los desastres. (García Acosta, 1997). Se adelantaba así a planteamientos posteriores determinantes, que identificaron a los desastres como resultados de procesos y como procesos en sí mismos (García Acosta, en prensa).

Es hasta después de la Segunda Guerra Mundial que se desarrolló un interés sistemático dentro de la temática, dentro de las ciencias sociales. En Estados Unidos surgió una línea dentro de la escuela teórico metodológica del estructural-funcionalismo, que insistía en poner el foco de atención en la amenaza, incluso identificándola con el desastre mismo y ponía énfasis en el estudio particular de las respuestas post-desastre. Sostenía la importancia del comportamiento humano, la conducta y la organización colectiva, frente a los desastres, considerando a éstos como desestructuradores y atribuyendo sus causas a los fenómenos naturales y a la tecnología, es decir, a elementos externos.

Con el propósito de superar los planteamientos del enfoque estructural-funcionalista, que resultaron insuficientes para abordar el tema particularmente al sur del planeta, en el así llamado Tercer Mundo, y también porque era necesario seguir respondiendo los cuestionamientos que nacían a la par que se avanzaba en el estudio de los desastres, surgió el denominado enfoque alternativo. Alternativo a los enfoques dominantes que, tanto desde las ciencias naturales como desde las sociales (el caso del estructural-funcionalismo) insistían en que el desastre era la amenaza natural. Éste produjo nuevas respuestas a las preguntas sobre por qué ocurren los desastres.

Dicho enfoque fue identificado y presentado con tal denominación, “enfoque alternativo”, por el geógrafo canadiense Kenneth Hewitt en 1983. Si bien, de entonces a la fecha se desarrolló con fuerza hasta ocupar un lugar dominante entre los especialistas de los desastres a nivel mundial reconocido como el “enfoque de la vulnerabilidad (Hewitt, 1997, García Acosta en prensa), en términos generales podemos señalar que considera a los desastres como procesos resultantes de la suma de varios fenómenos. Así, no se puede considerar a las manifestaciones de la naturaleza como las únicas responsables de este resultado, ya que los desastres en sí encuentran la intensidad de su ocurrencia en el impacto social, lo que es proporcional al grado de vulnerabilidad de cada sociedad. Los desastres

son así resultantes de condiciones críticas pre-existentes, en las cuales se presenta una determinada amenaza natural que los detona (García Acosta, 2001).

Considerando que los factores causales que intervienen en los desastres y los efectos de los fenómenos naturales, potencializan otros aspectos como la vulnerabilidad y el riesgo, el enfoque alternativo afirma que los desastres no son naturales, y no son eventos aislados, sino procesos, que implican diversos factores tanto en su ocurrencia como en su explicación. Son así multicausales y multifactoriales.

El surgimiento de LA RED (Red de Estudios Sociales en Prevención de desastres en América Latina) en la década de los noventa del siglo XX, sus investigaciones comparativas y multidisciplinarias en América Latina, y la influencia que fue desplegando con el tiempo a escala global, han sido determinantes en el reconocimiento del postulado central de este enfoque.⁵ Éste se encuentra en la importancia atribuida a la vulnerabilidad en los procesos de desastre. De ahí su denominación: “enfoque de la vulnerabilidad”.

Cabe mencionar que, otra de las aportaciones del enfoque de la vulnerabilidad al estudio social de los desastres es que plantea la necesidad de conformar grupos multidisciplinarios, lo que permite abarcar el estudio y comprensión del proceso del desastre en su conjunto, desde los distintos ángulos en que es posible abordarle. Además, ello amplía la gama de herramientas metodológicas para seguir avanzando en el conocimiento sobre el tema, dada la naturaleza multidimensional de los desastres.

Por lo tanto, entender a los desastres como procesos, ha llevado también a destacar la necesidad de distinguir el hecho de que desastres no son sólo aquellos cuyo impacto se puede medir a partir de pérdidas humanas y económicas, donde los números cobran significancia. Se ha logrado comprender, cada vez mejor, que existen desastres medianos y pequeños, es decir, desastres cotidianos, esperados y no siempre documentados, pero que para quienes los padecen pueden resultar de grandes dimensiones, ya que “no sólo aquéllos de gran envergadura por sus alcances numéricos a partir de un solo evento, dado que aquéllos (medianos y pequeños) en conjunto, tanto cuantitativa como cualitativamente son superiores” (García Acosta: en prensa).

⁵ Sus publicaciones se pueden consultar en línea en: www.desenredando.org/public/

Sin duda una de las maneras de abordar el proceso de desastre en la zona de estudio elegida, es a partir de la comprensión de sus elementos, es decir, definiendo conceptos medulares como desastre mismo, riesgo, amenaza y vulnerabilidad, dado que éstos son componentes fundamentales tanto en la gestación como en el entendimiento del proceso de desastre y es ahí donde la multidisciplinaria nos permite enriquecer la visión, comprensión y tratamiento del tema.

2.2. Conceptos relevantes

No son pocos los autores que resaltan la importancia de una visión integral de los desastres. Existen “casos que muestran fehacientemente que los desastres como procesos (no el evento) han sido producto de la acumulación de riesgos y de vulnerabilidades relacionados con, pero también derivados, del tipo de sociedad y de economía que se ha desarrollado con el paso del tiempo y no de la presencia cada vez mayor en frecuencia y magnitud de amenazas de origen natural” (García Acosta, en prensa: 3). En cuanto a los conceptos, esto es muy importante, ya que muchos de ellos obedecen al cómo, por quién y con qué finalidad son utilizados, dependiendo de la disciplina desde la que se plantean.

Las nociones no tienen un significado único ni cristalizado. “El proceso de desarrollo mismo del hombre lo ha llevado a conceptualizar de manera apropiada a elementos vinculados a su hábitat, medio ambiente y las posibilidades de interactuar con ellas” (Cardona, 2001: 8). Sin embargo, surgen muchos problemas si no se tiene una concepción clara de qué es exactamente lo que estamos tratando de entender por conceptos como el de desastre, riesgo, vulnerabilidad y amenaza (que ha sido planteado en el capítulo anterior de esta tesis), entre otros, lo que se traduce en una falta de rigurosidad teórica, metodológica y de manejo adecuado de datos (Quarantelli, 2001). Por ello, es necesario, para este trabajo hacer un uso pertinente de ciertos conceptos con significados complejos, así como aclarar qué contenido tendrán en esta tesis, procurando evitar confusiones que con frecuencia se encuentran en la literatura especializada.⁶

A lo largo de la literatura (independientemente del origen) existe la tendencia a hacer un uso indiscriminado de palabras y conceptos, lo cual puede tener un costo alto y producir confusión, planteando sinónimos que en realidad no lo son o en los casos más extremos que tienen significados intercambiables a fenómenos que son completamente diferentes.

⁶ Me estoy refiriendo en este momento a confusiones que son, lamentablemente, frecuentes entre los conceptos de vulnerabilidad y riesgo que muchas veces son vistos como sinónimos.

Ver a los desastres como procesos, con sus diversos componentes, permitirá hacer un análisis del antes, durante y después pero, sobre todo, entender las causas mismas de esos procesos y poder establecer la relación entre elementos sociales, económicos, políticos, ideológicos y culturales que, en combinación con un fenómeno natural devenido en amenaza, pueden derivar en un desastre.

❖ Desastre

El concepto de desastre es uno de los más complejos. Diversas son las posiciones de investigadores provenientes de distintas disciplinas, entre ellas e, incluso, en la obra de un mismo autor.⁷ Seguimos a Altez cuando afirma que

El desastre, antes que un hecho, es un concepto; y como tal, es el resultado de una noción, de una relación con la realidad, la cual se presenta como un indicador de la interpretación que la cultura hace de los fenómenos naturales con los que convive. Por ello, la noción de desastre no ha sido una sola a lo largo del proceso cultural, ni única culturalmente (esto es: no es universal) (Altez, 2002:169).

Según los geógrafos Ben Wisner, Piers Blaike, Terry Cannon e Ian Davis pueden encontrarse tres grandes vertientes en la conceptualización de los desastres (Wisner, et al, 2003:50). La primera pone en el centro del análisis a los eventos desencadenantes de los mismos. Esta perspectiva asume que las amenazas golpean a una sociedad desestabilizándola. Posteriormente, cuando se haya recuperado, ésta regresará a la normalidad. La segunda no niega la importancia de las amenazas como eventos desencadenantes, pero pone el énfasis principal en la forma en que los sistemas sociales generan vulnerabilidades. Esta concepción se acerca a las causas sociales de los desastres. Por último, encontramos la vertiente que visualiza a los desastres como el resultado del crecimiento demográfico y la falta de modernización económica como los principales factores explicativos, identificando las causas de raíz de los desastres. De ahí la insistencia en hablar de ellos como procesos. A ello coadyuvó de manera importante el llevar a cabo estudios, como decía antes, al sur del planeta y con una perspectiva local, propia del estudio antropológico. Es por ello que los trabajos del antropólogo Anthony Oliver-Smith hayan resultado determinantes dentro del enfoque alternativo y en la definición del

⁷ Por ejemplo, Lugo, et. al., (2002) definen en un primer momento al desastre como a) un fenómeno de gran magnitud; b) repentino, generalmente imprevisible y de corta duración; y, c) *causa víctimas humanas y daños económicos considerables* (p. 13), pero posteriormente presentan la siguiente definición: "Fenómeno destructivo que desestabiliza y *puede provocar daños al ser humano, sus bienes* y genera la ruptura de la actividad económica" (p. 465). Como se puede ver en la segunda definición no se hace referencia a la magnitud y se toma como dado que un fenómeno destructivo es de gran proporción. Por el otro lado, en la primera definición se hace referencia a los efectos, mientras que en la segunda el peso recae en el carácter destructivo, pero contraria a la primera definición puede (¿"o no?") causar daños.

concepto mismo.⁸ A él se han sumado otros especialistas reconociendo que el concepto de desastre debe tener en cuenta tanto su causalidad múltiple, como los procesos catalizadores y la interrelación entre los sistemas físico, construido, tecnológico y social (McEntire, 2001).

El enfoque de la vulnerabilidad insiste en que los desastres son procesos, fenómenos internos producto de las características sociales y económicas de la sociedad afectada. Es decir, existe el riesgo de que ocurra un desastre cuando uno o más peligros naturales (amenazas / fenómenos) se manifiestan en un contexto vulnerable (Maskrey, 1993). Así pues, “los desastres ocurren, de manera inevitable, en el contexto de un patrón histórico de vulnerabilidad, evidenciado por la ubicación, la infraestructura, la ideología dominante, la organización socio política, y los sistemas de producción y distribución existentes” (García Acosta, en prensa).

De acuerdo con el geógrafo Javier Delgadillo, “el hecho de que los fenómenos tengan una localización y una temporalidad dadas no son razón suficiente para que se produzca un desastre” (Delgadillo y Torres, 2006:16). En otras palabras, la ocurrencia de un desastre denota la existencia de condiciones de *vulnerabilidad* y *riesgo* frente a ciertas *amenazas*.

Específicamente para esta investigación consideramos al desastre como un conjunto de procesos identificables en espacio y tiempo, que implican la presencia de condiciones de vulnerabilidad y riesgo frente a una determinada amenaza con efecto e impacto social.

❖ Vulnerabilidad

Al igual que el concepto de desastre, el de vulnerabilidad es complejo de aprehender. En el lenguaje común suele definirse a la vulnerabilidad como: ser susceptible o propenso a un daño o perjuicio. Para Wisner, et al., la vulnerabilidad son las características de una persona o grupo y una determinada situación que influyen en su capacidad de anticipar, hacer frente, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza. Ésta supone una mezcla de factores que combinan el grado en que la vida de alguien, su medio de subsistencia, propiedad y otros valores son puestos en riesgo por un (o algunos) evento (s) identificable (s) (Wisner, et al., 2003).

⁸ La producción al respecto de Oliver-Smith es abundante. Entre ella se pueden consultar para el tema, los trabajos publicados en 2014 y 2017.

Por ejemplo, de acuerdo con Conde (2006), haciendo referencia al Cambio Climático y los estudios sobre sus efectos, impactos y los procesos de adaptación frente al mismo, afirma que es mediante el análisis de la historia de la vulnerabilidad, que se puede explicar la “situación actual” de comunidades y regiones y así poder explicar por qué son vulnerables frente a fenómenos específicos. Por su parte, el IPCC (2013:198) la define como “el nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos”. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.

El estudio de la vulnerabilidad debe contemplar tres dimensiones: la exposición de un sistema, su sensibilidad y la capacidad de adaptación (véase Monterroso, et al., 2012, IPCC, 2013). De acuerdo con Monterroso et al. (2012:2), la exposición refiere al *estrés climático* de una zona determinada, es decir, cambios en las condiciones climáticas a largo plazo como cambios en la variabilidad climática. La sensibilidad es el grado de respuesta de un sistema humano o ambiental (por ejemplo, debido al Cambio Climático) y la capacidad de adaptación refiere a qué tanto un sistema puede cambiar sus circunstancias para propiciar una condición menos vulnerable.

D. A. McEntire (2001) afirma que la *vulnerabilidad* es determinada por la interrelación entre *riesgo*, *susceptibilidad*, *resistencia* y *resiliencia*. Donde el *riesgo* está definido por la exposición a eventos detonadores, los cuales incrementan la probabilidad de la ocurrencia de un desastre y potencializan las pérdidas humanas y/o materiales.

Por su parte, el enfoque de la vulnerabilidad en los 90's, se planteó que ésta se genera a partir de procesos económicos, sociales y políticos; por lo que fue definida como “el grado en que factores socioeconómicos y sociopolíticos que afectan la capacidad de una población para absorber y recuperarse del impacto de un evento asociado con una amenaza determinada: la vulnerabilidad es una condición socialmente producida” (Maskrey, 1998:15). Y donde la capacidad antes mencionada está representada por la vulnerabilidad, pero ¿vulnerabilidad a qué o ante qué? El ecólogo colombiano Gustavo Wilches-Chaux (1992) desarrolló el concepto de vulnerabilidad global, que integra diferentes aspectos de la misma, el cual fue posteriormente afinado con la propuesta del también colombiano, ingeniero civil, Omar Darío Cardona (2003) de las dimensiones de la vulnerabilidad. Éste último resulta,

metodológicamente, más útil en los análisis efectuados, considerando que no todos los grupos sociales son vulnerables de la misma manera, ni medida y mucho menos ante los mismos elementos.

A lo antes dicho, podemos agregar y apropiarnos de lo que García Acosta llama *vulnerabilidad diferenciada* (con apellido), es decir, no sólo es necesario (y útil) concebir la multidimensionalidad de la misma, se puede ser más específico e identificar ante qué se es vulnerable, sobre todo cuando de amenazas naturales se trata. “No es lo mismo ser vulnerable a huracanes o a temblores, a sequías o a inundaciones” (García Acosta, en prensa: 19). La autora destaca, que podemos hablar de vulnerabilidad diferencial, ante el hecho de que “no todas las personas ni los grupos sociales son igualmente vulnerables ante la presencia de amenazas naturales o socionaturales y la ocurrencia de desastres” (García Acosta, en prensa: 19).

Aunque la vulnerabilidad, vista en términos más generales es cada vez más aceptada por los estudiosos de los desastres, en esta tesis coincidimos con los autores que plantean la necesidad de verla con una mirada más “fina”, ya que como afirma García Acosta “la vulnerabilidad no es una ni única” (García Acosta, en prensa: 20).

❖ **Riesgo**

A este concepto se le confunde frecuentemente con la amenaza misma, y en ocasiones incluso con la vulnerabilidad. Se debe entender al riesgo como la probabilidad de pérdida por parte de la sociedad o un componente de ésta; que se involucra tanto con la amenaza como con la vulnerabilidad. Académicamente suelen encontrarse dos grandes perspectivas: desde las ciencias sociales y desde las ciencias naturales (Tierney, 1999: 219-220). La socióloga Kathleen Tierney afirma que el riesgo en ciencias sociales es visto como la construcción de límites y sus usos por parte de los agentes, con el objetivo de delimitar qué es peligroso. También se destaca que el riesgo es dinámico, es decir, cambiante (Tierney, 1999). Por lo general las ciencias naturales consideran que el riesgo es la probabilidad asociada con la ocurrencia de un particular evento, como una medida objetiva y cuantificable; el análisis del riesgo es visto como un método para desarrollar estimados de acercamiento a la realidad (Tierney, 1999: 220).

Ambas perspectivas, sociales y naturales, focalizan dos aspectos. El primero pone atención en la selección de lo que son llamados “objetos riesgosos”. Es decir, cómo es que esta elección es mediada

por estructuras cognoscitivas impuestas por estructuras de poder y/o la relación entre hombre y medio. La segunda enfatiza la construcción de los análisis del riesgo. Este elemento está estrechamente vinculado con el anterior, pues atiende a la forma en que científicos, el Estado y los organismos internacionales interactúan para determinar qué es riesgo y cómo analizarlo. En este sentido, se aceptan algunos, mientras que se les niega el carácter de riesgoso a otros. En el campo del estudio social de los desastres no se puede hablar de riesgo de una manera general o aislada.

Para este trabajo consideraremos que estar en “riesgo de desastre”, se refiere a la posibilidad de que las características generadas por las condiciones (sociales, físicas, ideológicas, materiales, etc.) afecten a ciertos grupos y los conduzcan a condiciones particularmente inseguras. Es necesario, entonces, hablar de riesgo “con apellido” (García Acosta, en prensa), es decir, definirlo en función de una determinada amenaza, lo que nos permitirá identificar también las condiciones específicas de vulnerabilidad.

❖ **Percepción y Construcción social del riesgo**

Como hemos estado planteando hasta el momento, cada vez es más útil y necesario hablar de conceptos con *apellido*, es decir, utilizarlos desde y con *una mirada fina*, a fin de ser más claros y precisos; tal es el caso de la construcción social del riesgo.

A la construcción social del riesgo se le ha asociado principalmente con dos contenidos, uno de ellos relacionado con la percepción y otro con la vulnerabilidad y la desigualdad (García Acosta, 2005:11).

Respecto a la construcción social del riesgo asociada con la percepción, cabe señalar que se ha desarrollado principalmente en Francia, generando trabajos importantes al respecto, destacando el de Thyès (1987), quien lleva a cabo un análisis de distintos desastres europeos, y consigue identificar la percepción del riesgo en tres etapas; la primera de *miedo*, esto frente a las epidemias y pestes de mediados del siglo XIV, la segunda al *miedo sin objeto* (estado de angustia) en la época de la industrialización y la tercera del *riesgo insoportable*, esto como reacción al hundimiento del Titanic, por ejemplo. De aquí se desarrollaron nociones interesantes, como la de “riesgo aceptable” y “riesgo no aceptable”, que trabajó Thyès (1987) y en particular la antropóloga inglesa Mary Douglas (1996).

García Acosta resume, que para entender la percepción del riesgo se tiene que aceptar y reconocer la dimensión social del mismo, es decir, como un quehacer colectivo, una construcción social con las particularidades que ello implique (costumbres, creencias y visiones dominantes).

A finales de la década de los noventa surge un nuevo contenido de construcción social del riesgo asociada a la vulnerabilidad y la desigualdad. Esta nueva concepción tiene como eje a la “vulnerabilidad y las desigualdades sociales y económicas, así como el aumento en la producción de nuevas amenazas, dando como resultado una creciente construcción de riesgos materiales a desastres” (García Acosta, 2005:19). El antropólogo Daniel Hernández Rosete (2003) coincide al afirmar que no existe el riesgo por fuera de las sociedades, es decir, todo riesgo es intrínseco a ellas y por lo tanto es una construcción social que depende de las condiciones de vulnerabilidad derivadas de los patrones de asentamiento de la población y la distribución de la riqueza.

Cuando hablamos de construcción social del riesgo en esta tesis, nos referimos a los procesos de generación y recreación de condiciones de vulnerabilidad, de construcción material de riesgos y de su aumento a lo largo del tiempo. Es ella la principal responsable de la ocurrencia y, sobre todo, del incremento notable de los efectos e impactos de la presencia de amenazas naturales a nivel planetario. Por ello nos pronunciamos por la necesidad ineludible de desvincular la subordinación de los desastres exclusivamente a causas naturales.

❖ Estrategias adaptativas

Aunque es un tema poco abordado, la identificación, estudio y análisis de las estrategias adaptativas, será cada vez de mayor relevancia para entender el proceso del desastre. Dichas estrategias, denotan lecciones aprendidas y en algunos casos, ejecutadas, a partir de previas experiencias frente a determinados riesgos. De acuerdo con García Acosta, son elementos constitutivos de la cultura de una sociedad [...]. Como cualquier adaptación ecológica-cultural, las estrategias adaptativas en condiciones de riesgo constituyen procesos creativos (García Acosta, 2006:11).

Siguiendo con García Acosta (2006:41), encontramos que, las estrategias adaptativas pueden ir, de métodos constructivos a patrones de asentamientos, de intercambio de productos a sistemas comerciales y de mercado, de la ayuda mutua a patrones de organización social, sólo por mencionar algunos ejemplos. Sin embargo, se pueden tipificar en dos grandes grupos:

- a) Aquéllas incorporadas a la vida cotidiana, a la cultura que las generó, no siempre claramente identificadas por quienes no pertenecen a esa cultura. Generalmente aparecen asociadas con variaciones climáticas estacionales que les resultan frecuentes y esperadas.
- b) Aquéllas relacionadas en momentos críticos, relacionadas en general con eventos extremos como iniciativas de respuesta y con frecuencia generadas post-desastre (García Acosta, 2006:42).

Otra forma de tipificar a las estrategias adaptativas evidenciando las coincidencias entre autores distintos, es la mencionada por la arquitecta argentina Vivian Balanovski; que las menciona de la siguiente manera: De defensa patrimonial (proteger objetos), 2) De prevención de accidentes (evitar daños a individuos) y 3) De adecuación activa (albergues y horarios distintos en función de la emergencia)” (Balanovski, et al., 2002:14).

Un ejemplo de estrategias adaptativas, es el que encontramos en el trabajo del antropólogo Herman Konrad (1996), donde identifica y describe ciertas prácticas en la región maya, a las que llama “estrategias de subsistencia” (y nosotros de adaptación), que al parecer denotan la incorporación del conocimiento de las amenazas propias del medio a su vida cotidiana. Tal es el caso de ciertos tipos de técnicas agrícolas y de arquitectura (figura 10), por mencionar algunos.



Figura 10. Arquitectura Maya de muros redondos que permiten a los fuertes vientos de huracanes rodear los muros. Fuente: Betanzos, M. (2012). Vivienda Maya, una solución constructiva vigente, en www.metrocubicos.com, consultado el 27 de septiembre de 2017

En el caso de la arquitectura maya descrito por Konrad, se edificaron casas con “muros redondos”, que parece, consiguen ser “rodeados” por los fuertes vientos característicos de huracanes y tormentas tropicales, tal fue el caso del huracán Gilberto, categoría 5, ocurrido en septiembre de 1988 y al que el autor hace referencia.

El segundo ejemplo, es el trabajo del antropólogo J. Terrence McCabe (2005), donde el autor después de 18 años de trabajo de campo con los pastores Turkana del noroeste de Kenia en África, describe las “estrategias adaptativas” puestas en práctica por esta tribu frente a la sequía. En el caso de los Turkana cabe señalar que estas estrategias adaptativas están asociadas con su movilidad. Su condición nómada les permite ir permeando los embates de las sequías, las cuales no son vistas como eventos extraordinarios, sino como parte de las características de la región que habitan. No sólo la movilidad caracteriza a los Turkanas ya que cuando la sequía es severa y se hace inminente la pérdida de su ganado se pone en práctica un tipo de organización social que permite distribuir el ganado, entre los más necesitados del mismo y, con ello equilibrar, absorber y responder a una larga y severa sequía.

Para esta tesis, los casos arriba citados representan lo que entendemos por estrategias adaptativas y dan cuenta de la habilidad y capacidad de adaptación, misma que surge en un contexto de riesgos específicos frente a amenazas particulares y que además representan una importante oportunidad de reducir la vulnerabilidad en el futuro y la exposición al riesgo, lo que podría llevar a modificar los procesos de toma de decisiones.

CAPÍTULO 3. GUASAVE. SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SOCIALES

En el presente capítulo, hacemos un recorrido por algunos datos sociodemográficos de la zona de estudio, que nos permitan describir y analizar, el contexto en que la población de Guasave enfrenta a las inundaciones, además de incluir la metodología y resultados de una encuesta “sobre inundaciones” diseñada y aplicada para esta tesis.

Si bien las estrategias globales son un referente obligado (principalmente cuando se trata de mecanismos de operación gubernamental en materia de prevención), son las características regionales y/o locales las que definen en gran medida cuáles son las estrategias adecuadas para la gestión del riesgo (WMO, 2006) en un lugar determinado.

El encuentro entre una amenaza y ciertas condiciones de vulnerabilidad y riesgo es considerado un desastre, como ya hemos visto a lo largo de este trabajo, en la medida en que se ve impactado un determinado sector de la sociedad, de ahí que tanto la prevención como la mitigación tengan que implicar las características particulares (físicas, sociales, culturales, económicas, etc.) de cada lugar y su población.

Uno de los aspectos a destacar en esta investigación es el contexto social en que ocurre el proceso de desastre en el presente y el pasado, para con ello poder entender si se han seguido construyendo riesgos, si se han modificado o bien si se han logrado gestionar. En otras palabras, si las experiencias del pasado han dejado las lecciones suficientes como para reducir la potencial ocurrencia de un siguiente desastre.

Las inundaciones en el caso de Guasave, y según información tanto de Protección Civil del municipio como de la CONAGUA, no son una historia que se repite necesariamente cada año y esto básicamente se debe a que han tenido algunos periodos largos de sequía, sin embargo, eso no modifica la cercanía de la población con la experiencia frente a las inundaciones.

3.1 Sinaloa, características sociodemográficas, riesgo y vulnerabilidad

Como ya se ha dicho, la vulnerabilidad es local, debe verse y estudiarse en función de las particularidades de cada caso y ponerle “apellido”. Son ciertos datos cuantificables los que nos pueden dar un esquema de esta condición en un determinado lugar y teniendo presente una amenaza en particular. Lo anterior nos lleva en un primer momento a pensar ¿frente a qué se es vulnerable?

Sinaloa se caracteriza por ser un estado con alta contribución a la actividad agrícola y pesquera nacional. Sin embargo, ésta no es su única característica, en la tabla 11 es posible observar que la población dedicada a actividades primarias presentó una disminución constante en el periodo de 1990 a 2004. De representar el 40% del total de la PEA ocupada en 1990, pasó a 29.9% en 2000 y a 11.7% en 2004⁹. La tendencia contraria la presentan las actividades de servicios. Éstos en el estado, como en la totalidad de la economía, pasan por un proceso de crecimiento acelerado que se manifiesta en un aumento de su contribución a la economía estatal. Por su parte el sector secundario permaneció prácticamente igual en los tres primeros años comparados, presentando un pequeño aumento para 2015.

Por otro lado, la tendencia en el municipio de Guasave es prácticamente la misma que de la del estado: los servicios crecen y la población dedicada a actividades agrícolas disminuyó hasta 2004 y aumentó hacia 2015.

⁹ Esta afirmación debe tomarse con cuidado debido a que los datos de 1990 y 2000 fueron tomados del Censo de Población correspondiente mientras que los dos últimos atañen a los Censos Económicos 2004 y 2015.

Municipio	1990 ¹			2000 ¹			2004 ²			2015 ³		
	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario
Sinaloa	40.4	17.2	42.4	29.9	16.8	53.3	11.7	15.4	72.9	17.03	15.85	66.41
Ahome	32.6	18.8	48.6	23.3	19.5	57.2	11.4	19.6	68.9	12.41	18.94	67.94
Angostura	66.7	11.2	22.1	53.6	11.3	35.1	59.1	6.9	33.9	34.58	12.16	51.88
Badiraguato	80.5	7.4	12.1	64.1	12.8	23.2	26.3	15.2	58.5	38.65	11.45	48.02
Concordia	45.3	25	29.7	39.5	25.7	34.8	7.4	21	71.6	33.68	16.97	47.25
Cosalá	60.2	16.7	23.1	51	15.6	33.4	30.4	12.8	56.7	30.75	20.1	48.22
Culiacán	28.4	19.8	51.8	18.1	18.6	63.3	3.3	15.2	81.5	20.25	20.13	57.76
Choix	65.8	13.4	20.9	47.3	18.7	34	32.3	7.6	60.1	7.69	15.16	76.42
Elota	59.9	14.6	25.6	70.9	6.7	22.5	29.3	6.4	64.3	35.39	17.65	46.25
Escuinapa	53	11.4	35.6	41.1	13.4	45.5	30.9	9.1	60	50.71	7.96	40.18
Fuerte, El	61	14.2	24.8	54.7	12.5	32.8	12.4	21.3	66.3	36.36	10.86	51.8
Guasave	55.9	14	30.1	44.3	11.9	43.8	16.4	10.1	73.5	29.27	13.86	56.27
Mazatlán	15.7	21.1	63.2	10.6	21.2	68.2	11.8	16.9	71.3	5.46	18.32	75.79
Mocorito	67.4	11.1	21.5	60.1	12.5	27.4	23.2	8.4	68.4	41.15	13.55	44.5
Rosario	60.7	11.6	27.7	52.1	12.2	35.7	49.3	10.8	39.8	41.39	13.44	44.4
Salvador Alvarado	26.7	17.8	55.5	14.9	19.5	65.6	4.4	8.5	87.1	42.15	10.67	45.73
San Ignacio	71.6	8.3	20.1	59.1	11.4	29.5	32.6	7.9	59.5	9.79	18.07	71.57
Sinaloa	75.6	9.6	14.8	64.4	11.1	24.5	15.7	14.7	69.6	39.9	12.76	46.68
Navolato	68.3	13.6	18	57.3	10.6	32.1	30.6	16.6	52.8	46.81	11.17	41.36

Tabla 11. Población Ocupada según Sector de Actividad, Sinaloa, 1990, 2000, 2004 y 2015 ¹Censos de Población ²Censos Económicos

Los indicadores sobre marginación y desarrollo humano (tabla 12) evidencian qué tanto una población puede ser vulnerable, aunque no necesariamente exista una relación causal entre pobreza y vulnerabilidad (de la Parra y Pérez, 2008). Los municipios estudiados muestran un grado de marginación muy bajo o bajo, lo que indica que presentan un desarrollo social significativo. Esto fue importante analizarlo en campo, además de corroborar estos datos a nivel de localidad.

Municipio	Marginación						Desarrollo Humano	
	2000		2005		2015		2000	
	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de Desarrollo Humano	Grado de Desarrollo Humano
Ahome	-1.335	Muy bajo	-1.356	Muy bajo	-1.223	Muy bajo	0.798	Medio alto
Angostura	-0.873	Bajo	-0.81	Bajo	-0.813	Bajo	0.759	Medio alto
Badiraguato	1.012	Alto	1.525	Muy alto	0.676	Alto	0.636	Medio bajo
Concordia	-0.505	Medio	-0.438	Medio	-0.546	Bajo	0.772	Medio alto
Cosalá	0.179	Alto	0.202	Alto	-0.317	Medio	0.692	Medio alto
Culiacán	-1.42	Muy bajo	-1.437	Muy bajo	-1.497	Muy bajo	0.803	Alto
Choix	0.254	Alto	0.623	Alto	0.319	Alto	0.671	Medio alto
Elota	0.032	Alto	-0.25	Medio	-0.43	Medio	0.713	Medio alto
Escuinapa	-0.893	Bajo	-0.839	Bajo	-0.748	Bajo	0.763	Medio alto
Fuerte, El	-0.443	Medio	-0.444	Medio	-0.355	Medio	0.763	Medio alto
Guasave	-0.819	Bajo	-0.839	Bajo	-0.705	Bajo	0.766	Medio alto
Mazatlán	-1.72	Muy bajo	-1.638	Muy bajo	-1.527	Muy bajo	0.815	Alto
Mocorito	-0.059	Alto	-0.109	Medio	-0.105	Medio	0.711	Medio alto
Rosario	-0.702	Bajo	-0.669	Bajo	-0.658	Bajo	0.748	Medio alto
Salvador Alvarado	-1.463	Muy bajo	-1.381	Muy bajo	-1.35	Muy bajo	0.8	Alto
San Ignacio	-0.044	Alto	-0.1	Medio	-0.211	Medio	0.714	Medio alto
Sinaloa	0.149	Alto	0.239	Alto	0.13	Alto	0.693	Medio alto
Navolato	-0.569	Medio	-0.652	Bajo	-0.433	Medio	0.764	Medio alto

Tabla 12. Marginación y Desarrollo Humano. Sinaloa. 2000-2015. Fuente: CONAPO

En el caso que nos ocupa, la dimensión física de la vulnerabilidad¹⁰ frente a amenazas de tipo hidrometeorológicas, se puede describir a partir de aquellas características de la vivienda y que por ellas pueda ser potencialmente impactada por las manifestaciones y efectos típicos de fenómenos como lo son los huracanes, precipitación y avenidas (dadas sus cercanías con los ríos), así como de los eventos extremos que se presenten en la región.

En el caso de las inundaciones, tomamos en cuenta que éstas, a partir de su origen, se les consideran potencialmente dañinas en función de los asentamientos ubicados en sitios de exposición.

Ya en sí misma la ubicación denota parte de la vulnerabilidad física, a ello habrá que sumarle las características propias de la vivienda. Para elaborar la tabla 13 se ha considerado dentro de la variable “piso no firme” a todas aquellas viviendas cuyo piso sea de tierra y no de cemento, según

¹⁰ Recordemos la multidimensionalidad de la vulnerabilidad, donde en su parte física, “expresa las características de ubicación en áreas propensas y las deficiencias de resistencia de los elementos expuestos, de los que depende su capacidad de absorber la acción del suceso que representa una amenaza” (Cardona, 2001:101).

critérios de cada Censo de Población consultado. Por otro lado, se consideran “techos frágiles” a todos aquellos construidos con lámina de cartón, material de desecho, palma, tejamanil o madera. Para el caso de 2005 sólo se pudo trabajar con variables referentes a las características del piso. Lo anterior pensando en los posibles niveles de agua en caso de inundación y de la precipitación y velocidad de vientos en el caso de los huracanes y tormentas.

Municipio	1990		2000		2005	2015	
	Piso no Firme	Techos Frágiles	Piso no Firme	Techos Frágiles	Piso no Firme	Piso no Firme	Techos Frágiles
Sinaloa	22.5	27.2	13.7	16.4	9.1	2.79	7.5
Ahome	19.9	24.9	12.2	12.6	6.8	2.06	4.2
Angostura	19.5	12.3	10.8	6.9	6.7	1.64	2.5
Badiraguato	66.5	74.4	56.2	66.4	53	15.89	50.8
Concordia	22.6	56.8	20.3	46.8	16.8	9.86	46.8
Cosalá	54.7	89.3	44.4	75.6	37.3	7.04	31.1
Culiacán	16.4	25.1	8.3	13.4	4.9	6.85	52.6
Choix	58.7	81.2	48.3	59.6	43.9	1.64	4.6
Elota	27.9	36.8	28	38.2	6.8	7.21	14.2
Escuinapa	14.6	34.1	10.3	20.2	7.5	2.98	18.1
El Fuerte	42.2	38.8	33.2	22.1	25.9	3.69	9.6
Guasave	28.9	17.8	15.5	9.4	9.2	3.4	3.9
Mazatlán	6.6	14.2	4.1	8.2	3.1	1.34	3.8
Mocorito	39.7	24.5	31.4	20.8	23	6.96	15.2
Rosario	20	41.7	13.5	28.9	9.6	2.93	13.4
Salvador Alvarado	18.6	10	9.3	4.1	4.7	5.34	15
San Ignacio	37.1	65.8	29.8	50	21	1.44	1.3
Sinaloa	55	29.6	40.9	18	8.1	6.6	34
Navolato	27.8	45.5	12.8	30.2	34.4	7.99	12.9

Tabla 13. Características de Pisos y Techos de las Viviendas (porcentajes). Fuente: Con datos de Censo de Población 1990, Censo de Población 2000 y Censo de Población 2005 2010 Y 2015

En el estado, el porcentaje de viviendas con piso no firme ha disminuido de 22.5% en 1990 a 9.1% en 2005, lo que indica una mejoría importante en sus condiciones físicas. Lo mismo sucede con los techos de las viviendas. Esta tendencia a nivel estatal se reproduce en Guasave. En este caso la disminución del porcentaje de viviendas con pisos no firmes fue de más 10% entre 1990 y 2005. En cuanto a los techos, la disminución de aquéllos frágiles fue de casi un 50%, para 2015 vemos que continúa la tendencia de disminución, veremos entonces, si esos datos impactan en una franca disminución de la vulnerabilidad física frente a inundaciones.

Qué tanto una población es vulnerable también depende del nivel de alfabetismo que se tenga, dado que mucha información de alertamiento se genera de forma escrita. Como había sido destacado arriba, el grado de marginación es bajo y muy bajo por lo que se esperaba que el nivel de analfabetismo fuera pequeño. Los datos presentados en la tabla 14 confirman este hecho. Menos del 10% de la población en 2005 fue considerada como analfabeta.

Municipio	1990		2000		2005	
	Alfabeta	Analfabeta	Alfabeta	Analfabeta	Alfabeta	Analfabeta
Sinaloa	89.9	10.1	92.0	8.0	90.9	8.8
Ahome	93.1	6.9	94.8	5.2	93.4	6.4
Angostura	91.5	8.5	92.0	8.0	90.7	9.1
Badiraguato	77.6	22.4	83.3	16.6	84.9	14.5
Concordia	84.7	15.3	88.8	11.1	87.9	12.0
Cosalá	77.9	22.1	83.2	16.6	83.1	16.3
Culiacán	91.1	8.9	93.1	6.8	92.0	7.6
Choix	78.3	21.7	82.8	17.1	82.3	17.6
Elota	86.2	13.8	79.3	20.6	82.5	17.3
Escuinapa	90.2	9.8	91.8	8.1	89.5	10.4
Fuerte, El	87.1	12.9	90.0	9.9	89.3	10.4
Guasave	88.9	11.1	90.7	9.2	90.2	9.6
Mazatlán	94.7	5.3	96.1	3.9	93.8	6.0
Mocorito	84.3	15.7	85.6	14.3	85.7	14.1
Rosario	87.9	12.1	90.7	9.2	89.2	10.6
Salvador Alvarado	92.6	7.4	94.2	5.7	92.1	7.7
San Ignacio	85.0	15.0	87.5	12.4	85.8	13.9
Sinaloa	81.9	18.1	84.8	15.1	84.0	15.8
Navolato	84.3	15.7	86.9	13.0	87.3	12.3

Tabla 14. Población Mayor de 15 años según Alfabetismo Fuente: Con datos de Censo de Población 1990, Censo de Población 2000 y Conteo de Población 2005

Se intentará entonces, establecer la relación de éstos y otros datos con la vulnerabilidad a inundaciones y a su vez determinar si éstas están o no asociadas con la ocurrencia de eventos asociado al clima de tipo monzónico, sus manifestaciones, efectos e impactos.

3.2 El caso de estudio. Las inundaciones y Guasave

❖ Inundaciones Históricas

Las inundaciones del pasado (principios y mediados del siglo anterior) además de sumarse a la estadística del tema, se esperaría que hubieran dejado a su paso lecciones que proveyeran a la población de herramientas para gestionar la probabilidad (riesgo) de que vuelvan a ocurrir o bien de que los impactos (daños) se vean considerablemente reducidos. Es decir, dichas lecciones, podrían,

en un momento determinado dar origen a una serie de estrategias y acciones preventivas. Sin embargo, dichas lecciones no suelen ser tan comunes como se supondría.

Según el comunicólogo, Daniel García López, quien fuera Director de Educación y Cultura en el municipio (2007-2009) y actualmente cronista de la ciudad, Guasave debe su nombre a la lengua Cahita donde *Huaza* significa heredad y el vocablo *ba* (agua), “Heredad-con-agua”. Desde la época prehispánica el río Sinaloa era sustento para la población, sobre todo para las actividades agrícolas. Cada año se desbordaba y al volver a su cauce la tierra antes anegada era muy fértil.

Los Jesuitas fueron los primeros “civilizadores” de Guasave, liderados por el misionero Fray Hernando de Villafañe en 1595, quien fue emisario de la Compañía de Jesús para *catequizar* a los indios guasaves. Con los procesos civilizatorios se intentaron no sólo desarrollar nuevos hábitos en la población, sino también adaptarse a la cercanía del río, ya que la jurisdicción del municipio abarcaba los montes de ambas márgenes del río Sinaloa hasta las playas del mar Bermejo o golfo de California, las bahías de Navachiste, Macapule y Vinorama con sus respectivos esteros (Hernández Rubio, 2015). Estos civilizadores solían tener dos ciclos agrícolas, así que entre las grandes “obras” que realizaron estuvo la de acanalar el río y a la vez construir edificaciones en las que consideraban las zonas altas con el objetivo de sortear los impactos negativos de las inundaciones.

Con ese criterio, se construyó el templo de la Virgen del Rosario, (la patrona del pueblo), que tuvo su primera versión material a principios de 1595 (Hernández Rubio, 2015) siendo una edificación que además de ser “alta” (figura 11), se encuentra en una zona que se *consideraba segura*, ya que los desbordamientos del río solían sólo “rodear” el área donde fue edificada. Sin embargo, para el año de 1767 se vio afectada por las inundaciones, dejando en evidencia que aunque la iglesia era alta fue construida en una zona baja, por lo que tuvo que pasar por un largo proceso de reconstrucción y restauración¹¹. Actualmente, el atrio, está construido sobre una plataforma con 2.35 m de alto (Palafox, et al., 2014:152), es, actualmente, uno de los refugios que la población utiliza en caso de inundación, y oficialmente es considerado una zona de albergue por Protección Civil Municipal.

¹¹ Entrevista Fercia Angulo. FA /Lic. Daniel García (Cronista de la ciudad) Guasave, 24 de marzo de 2008.



FIGURA 11. IGLESIA DE LA VIRGEN DEL ROSARIO, GUASAVE. FOTO: SERGIO ISMAEL MÁRQUEZ, JULIO, 2008

Siguiendo con García López, otro registro importante de inundaciones se refiere a finales del siglo XIX, cuando los pobladores ante los embates de la anegación sacaron a la Virgen de la iglesia y amenazaron con no regresarla a su lugar si las aguas no bajaban. Entre otras razones, una clara preocupación de la población tenía que ver con la llegada de la fiesta de la Virgen y por ende del pueblo, ocasión que se prestaba para obtener beneficios económicos, ya que de otras localidades venía gente a consumir lo producido en Guasave. Sin embargo, las crecidas del río inutilizaban los caminos, dejando al pueblo totalmente aislado, así pues, ante los ruegos y amenazas a la Virgen y dado que las aguas finalmente bajaban, en agradecimiento agregaron una segunda fiesta en su honor. Hasta la fecha, tanto el primer domingo de octubre como el último de noviembre de cada año se celebran verbenas frente a la iglesia de la Virgen del Rosario.

❖ Inundaciones más recientes

Como ya vimos en apartados anteriores, las inundaciones han estado presentes en la historia de Guasave, por lo que a partir de aquí haremos referencia a inundaciones más recientes y mejor documentadas, como es el caso de las ocurridas en los ochentas y noventas del siglo XX.

De acuerdo con la CONAGUA (2002), en Guasave se han presentado varias inundaciones de distinta intensidad y duración, en 1976, 1978, 1979 y así cada año hasta 1986. Después hubo otro periodo de inundaciones que fue de 1990 a 1996 y luego hasta 1998. Los orígenes de dichas inundaciones han sido por lo menos dos: lluvias extraordinarias y huracanes.

A la par de las características físicas de las inundaciones, hemos buscado en este trabajo entender el proceso social, como ya hemos dicho antes. De ahí que se intentará tener una estimación cualitativa de la vulnerabilidad a través de la misma población. Es decir, cómo siendo la inundación de 1998 la más reciente traen al presente su experiencia y más importante aún, ¿hay lecciones aprendidas del pasado?, ¿la prevención está cimentada en esas lecciones?, ¿hay prevención? Para intentar responder éstas y otras preguntas se diseñó una encuesta de la cual hablaremos a detalle en el siguiente apartado.

3.3. Encuesta sobre inundaciones

❖ Metodología para encuesta sobre inundaciones, aplicada en Guasave (diciembre 2008-enero 2009)

La encuesta se diseñó y aplicó esperando obtener información sobre al menos dos inundaciones, teniendo como referente la más reciente en la memoria de la población encuestada. Para conocer las diferentes percepciones sobre las inundaciones se dividió a la población en dos grupos. El primero representado por la totalidad de la población y el segundo por aquellas personas que habitan en las zonas identificadas como inundables en la ciudad. El proceso de selección de los habitantes a encuestar fue el siguiente:

La muestra se eligió de manera probabilística. La unidad muestral fue la población total en Guasave y siendo encuestados sólo adultos (18+). El tamaño de la muestra fue elegido siguiendo los siguientes parámetros:

Población total: 66793 habitantes según conteo 2005¹² (INEGI)

Intervalo de confianza: 95% (posibilidad de representatividad)

Error estimado 10%

Probabilidad de éxito 50%

El total a muestrear con los parámetros anteriores fue de 96 personas, se decidió llegar a 100. Los resultados fueron diversos y ante la aleatoriedad que involucró a toda la zona urbana de Guasave, incluso aquella no afectable por las inundaciones ni cercana al río y para destacar casos especiales, se decidió aplicar 40 encuestas más, teniendo como único universo las colonias susceptibles a inundaciones según las autoridades municipales y formando con ello, dos grupos de encuestados (Grupos A y B), como se detalla párrafos abajo. Llegando a un total de 140 cuestionarios.

El procedimiento de elección de los sujetos, para la muestra aleatoria fue el siguiente:

- a) Se obtuvo el plano de la zona urbana del municipio
- b) Se enumeraron todas las manzanas (total 1290)
- c) De éstas se seleccionaron aleatoriamente 100 vía www.random.org
- d) Las viviendas en las manzanas se enumeraron siguiendo las manecillas del reloj, iniciando en el noroeste (figura 12)

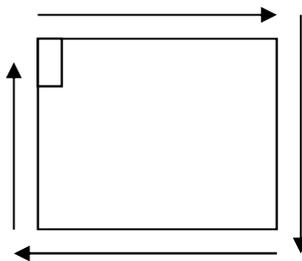


FIGURA 12. SELECCIÓN DE LA VIVIENDA A ENCUESTAR

- e) Se eligió la vivienda número seis de cada manzana (también número aleatorio)
- f) Cuando en la casa no había alguien para encuestar se pasó a la que estuviera inmediatamente a la derecha y así hasta obtener respuesta.

¹² La encuesta se aplicó entre diciembre de 2008 y enero de 2009 y el Censo de Población de 2005 en ese momento era la referencia poblacional más cercana.

La recolección de la información (40 encuestas) en la zona inundable fue de manera dirigida, es decir, no involucró un proceso de selección aleatorio. Se buscó a las personas que estuvieran dispuestas a responder el cuestionario afuera de sus viviendas.

El Cuestionario (apéndice 2) se dividió en tres grandes módulos. El primero, para caracterizar tanto al encuestado como a su entorno familiar y a la vivienda, el segundo, se formó por una serie de preguntas sobre inundaciones, las más reciente recordada y alguna otra. Por último, un tercer bloque dedicado a las alertas, es decir, a la información que se recibe tanto para mitigar una inundación como para prevenir su ocurrencia.

3.3.1 Resultados

❖ Características demográficas y de la vivienda de los entrevistados

Se aplicó la encuesta a dos grandes grupos, en el primer caso el universo fue el total de la población de la zona urbana teniendo una muestra de 100 encuestados a los que llamaremos el Grupo A (GA), el segundo, estuvo formado por 40 encuestados, habitantes de las zonas consideradas inundables por las autoridades municipales al que llamaremos Grupo B (GB).

En este trabajo consideramos, que tanto el perfil demográfico como las características de la vivienda pueden resultar fundamentales a la hora de describir la vulnerabilidad de un lugar con respecto al riesgo frente a inundaciones.

En el caso del GA el 99 % de los entrevistados no comparten el predio con ninguna otra vivienda, para el GB es el 100%, es decir, las viviendas son casas solas e independientes.

Para el caso de GA, los encuestados fueron en un 85% hombres y un 15% mujeres, en cuanto el GB tuvimos 81% hombres y 19% mujeres. La edad promedio fue de 51 años (la desviación típica fue de 12 años) para el GA y de 58 para el GB (la desviación típica fue de 12 años).

Respecto a la escolaridad, encontramos que el 98% del GA sabe leer y escribir y de ahí solamente 2% no cuentan con algún grado académico; mientras que en el GB, el 7.1% es analfabeta (tabla 15), si bien la escolaridad como tal no representa un mayor impacto en la vulnerabilidad, el alfabetismo sí, ya que en ocasiones es con medios escritos que se establecen campañas de información a la población acerca de prevención de desastres.

	GA Total	GA %	GB Total	GB %
Analfabeta	2	2.0	3	7.5
Sabe leer y escribir	3	3.0		0.0
Primaria incompleta o en proceso	13	13.0	12	35.0
Primaria completa	3	3.0		0.0
Secundaria incompleta o en proceso	4	4.0	5	12.5
Secundaria completa	10	10.0	2	5.0
Preparatoria incompleta o en proceso	6	6.0	3	7.5
Preparatoria completa	9	9.0	1	2.5
Carrera técnica completa	9	9.0	3	7.5
Licenciatura incompleta o en proceso	3	3.0	1	2.5
Licenciatura completa	35	35.0	10	25.0
Maestría completa	3	3.0		0.0
Total	100	100.0	40	100.0

Tabla 15. Escolaridad del Encuestado

La ocupación del encuestado, resultaba interesante para determinar su perfil demográfico. Para el GA sólo el 8.1% se dedican al hogar y en el GB el 11.9%, en ambos casos el resto está conformado por sujetos con actividades remuneradas que contribuyen al ingreso familiar (tabla 16). Tratándose de un municipio del norte del país, se buscó obtener información acerca de las remesas, pero sólo se obtuvo respuesta positiva en un caso del GA.

	GA Total	GA %	GB Total	GB %
Empleado	27	27.3	5	12.5
Hogar	8	8.1	5	12.5
Llantero	1	1.0		0.0
Médico	5	5.1		0.0
Jubilado	4	4.0	9	25.0
Chofer	2	2.0		0.0
Policía	1	1.0		0.0
Docente	10	10.1	1	2.5
Vendedor	2	2.0	2	5.0
Técnico	1	1.0	2	5.0
Secretaria	4	4.0		0.0
Comerciante	6	6.1	3	7.5
Músico	2	2.0	3	10.0
Entrenador	1	1.0		0.0
Albañil	1	1.0	1	2.5
Soldador	1	1.0		0.0
Mecánico	2	2.0	2	5.0
Prefecto	3	3.0		0.0
Administrativo	2	2.0		0.0
Transportista	1	1.0		0.0
tutor escolar	1	1.0		0.0
Intendencia	4	4.0		0.0
Trabajador eventual	1	1.0	2	5.0
Guardia	1	1.0		0.0
Herrero	1	1.0		0.0
Empresario	1	1.0		0.0
Tornero	1	1.0		0.0
Constructor	1	1.0		0.0
Contador público	2	2.0		0.0
Abogado	1	1.0	2	5.0
Almacenista	1	1.0		0.0
Carrocero		0.0	1	2.5
Quiropráctico		0.0	1	2.5
Cirujano dental		0.0	1	2.5
No respondió	1	1.0		
Total	100	100	40	100

Tabla 16. Ocupación del Encuestado

En cuanto a los bienes en el interior de la vivienda, en el GA el 98% tiene televisión mientras que en el GB es el 100%. Respecto al radio, en el GA el 91% y GB 90.5%. Aunque no fueron los únicos bienes por los que se les preguntó, sí son los de mayor relevancia para este trabajo, debido a que representan un medio de comunicación útil en caso de necesitar recibir información constante de las autoridades sobre posibles inundaciones.

Se preguntó sobre las características físicas de la vivienda, para poder determinar la vulnerabilidad física de las mismas frente a las inundaciones, teniendo éstas su origen ya sea por desbordamiento del río Sinaloa o bien por un incremento en la precipitación. Por este motivo se recopiló información sobre los materiales de techos, muros y pisos principalmente, teniendo como resultado que en el GA el 99% cuenta con viviendas con techos de materiales firmes como cemento y adobe, mientras que el GB tiene al 98% de las viviendas en esa condición. Con respecto a los muros el GA tiene el 99% con muros de materiales firmes y el GB el 100%, en cuanto a los pisos el GA tiene 1% de casos con pisos de tierra y el GB 2.4%.

Los servicios en la vivienda son otro elemento explicativo de las condiciones socioeconómicas de la población pero también de la vulnerabilidad, por lo que se incluyó información sobre agua entubada, drenaje conectado a la red pública, excusado y energía eléctrica y encontramos que la mayoría cuenta con ellos (tabla 17)

	GA % SI	GB %Si
Agua entubada en la vivienda	99	95
Drenaje conectado a la red pública	100	93
Excusado	99	95
Energía eléctrica	100	100

Tabla 17. Servicios en la Vivienda del Encuestado

❖ Percepción sobre inundaciones

Con la encuesta aplicada además de caracterizar al encuestado y su entorno, se buscó conocer su percepción sobre las inundaciones en Guasave¹³, es decir, aquellos datos registrados en su memoria basados en su propia experiencia. Se solicitó que el encuestado no consultara con nadie los datos, con el objetivo de poder entender su propia interpretación de lo vivido.

Siguiendo con GA y GB. En un primer momento se preguntó sobre la existencia de inundaciones en Guasave a lo que en ambos grupos, el 100% de los encuestados respondió que sí.

¹³ Las inundaciones en Guasave, pueden o no, estar asociadas a huracanes específicamente, de ahí que la encuesta preguntara sobre inundaciones a secas y el año de ocurrencia y duración según los encuestados. La gente rememoraba con mayor facilidad el factor temporal del evento, que el nombre del huracán en caso de estar relacionado a la inundación, por ello, la encuesta no pregunta información sobre un huracán en particular.

La encuesta preguntaba acerca de por lo menos dos inundaciones (de ser posible) siendo la primera la más reciente (al momento de aplicar la encuesta). Aunque se esperaba que se hablara de 1998 (huracán Isis) en ese caso, si el encuestado refería un año diferente no se le corregía, ya que en la mayoría de los casos se debía a alguna confusión en la memoria. Por ejemplo en el GA un caso respondió 1997 y otro en el GB dijo 1999, sin embargo el 95% en GA y el 90.5% en el GB respondieron que 1998 fue el año de la más reciente inundación.

Sobre la duración en días de la inundación de 1998, las respuestas fueron variadas. Como referencia tenemos que según el acta de daños redactada por la CONAGUA en octubre 30 de 1998, dice que la inundación duró tres días, es decir, el proceso desde que el nivel del río alcanzó una escala mayor a la esperada, siendo potencialmente posible la inundación, luego su desbordamiento y entrada de agua a la ciudad y regreso al cauce. Para la gente, la duración según su memoria posiblemente está menguada no sólo por el impacto, sino por el tiempo transcurrido de la experiencia hasta la fecha, sin embargo, y como podemos apreciar en la Tabla 18, los encuestados del GB quienes, fueron afectados por la inundación dada la cercanía de sus viviendas al río, son los que en su mayoría (sólo 17.5%) mencionan que duró tres días coincidiendo con la CONAGUA.

Días	GA Total	GA %	GB Total	GB %
1	22	22.0	2	5.0
2	15	15.0	4	10.0
3	14	14.0	7	17.5
4	10	10.0	2	5.0
5	1	1.0	2	5.0
6	1	1.0	1	2.5
7	15	15.0	5	12.5
8	2	2.0	5	12.5
10	5	5.0	3	7.5
12	0	0.0	1	2.5
15	8	8.0	2	5.0
20	1	1.0	1	2.5
21	1	1.0	0	0.0
30	1	1.0	2	5.0
No sabe/No respondió	4	4.0	3	7.5
Total	100	100	40	100

Tabla 18. Duración de la Inundación de 1998

Siguiendo con la inundación de 1998, en cuanto al nivel alcanzado por el agua (en centímetros), se le preguntó a los encuestados el dato, en la ciudad y en su vivienda. Para el nivel del agua en la ciudad,

el rango de respuestas en ambos grupos fue desde 30cm hasta 4mts (el rango quedó construido por los encuestados), donde en el GA el 27.1% habló de 200 cm., mientras que en GB hubo dos respuestas con igual porcentaje (30.6%) que fue 100 y 200 cm.

En el caso del nivel del agua al interior de la vivienda (Tabla 19), el rango de respuesta fue desde los 10 hasta los 500cms, donde vale la pena mencionar que en 39 de los 40 encuestados del GB pudieron referir la inundación dentro de sus viviendas, dada la cercanía al río, ya que como se mencionó antes, este grupo en su totalidad se conformó por gente asentada en las distintas colonias de la ribera del río Sinaloa, identificadas por las autoridades como la “zona inundable” (figura 13).

Nivel del agua en cms	GA Total	GA %	GB Total	GB %
10	2	3.6	1	2.5
20	3	5.5	0	0.0
30	6	10.9	2	5.0
40	3	5.5	2	5.0
50	5	9.1	0	0.0
60	2	3.6	2	5.0
70	2	3.6	0	0.0
80	1	1.8	3	7.5
90	0	0.0	1	2.5
100	8	14.5	7	17.5
120	0	0.0	2	5.0
130	1	1.8	1	2.5
150	2	3.6	1	2.5
180	1	1.8	0	0.0
190	1	1.8	1	2.5
200	6	10.9	7	17.5
220	0	0.0	1	2.5
240	1	1.8	0	0.0
250	3	5.5	2	5.0
280	0	0.0	3	7.5
290	1	1.8	0	0.0
300	4	7.3	2	5.0
400	2	3.6	0	0.0
500	1	1.8	1	2.5
No recuerda/No respondió	45	45%	1	2.5
Total	100	100	40	100

Tabla 19. Nivel del Agua (en cm) al interior de la vivienda

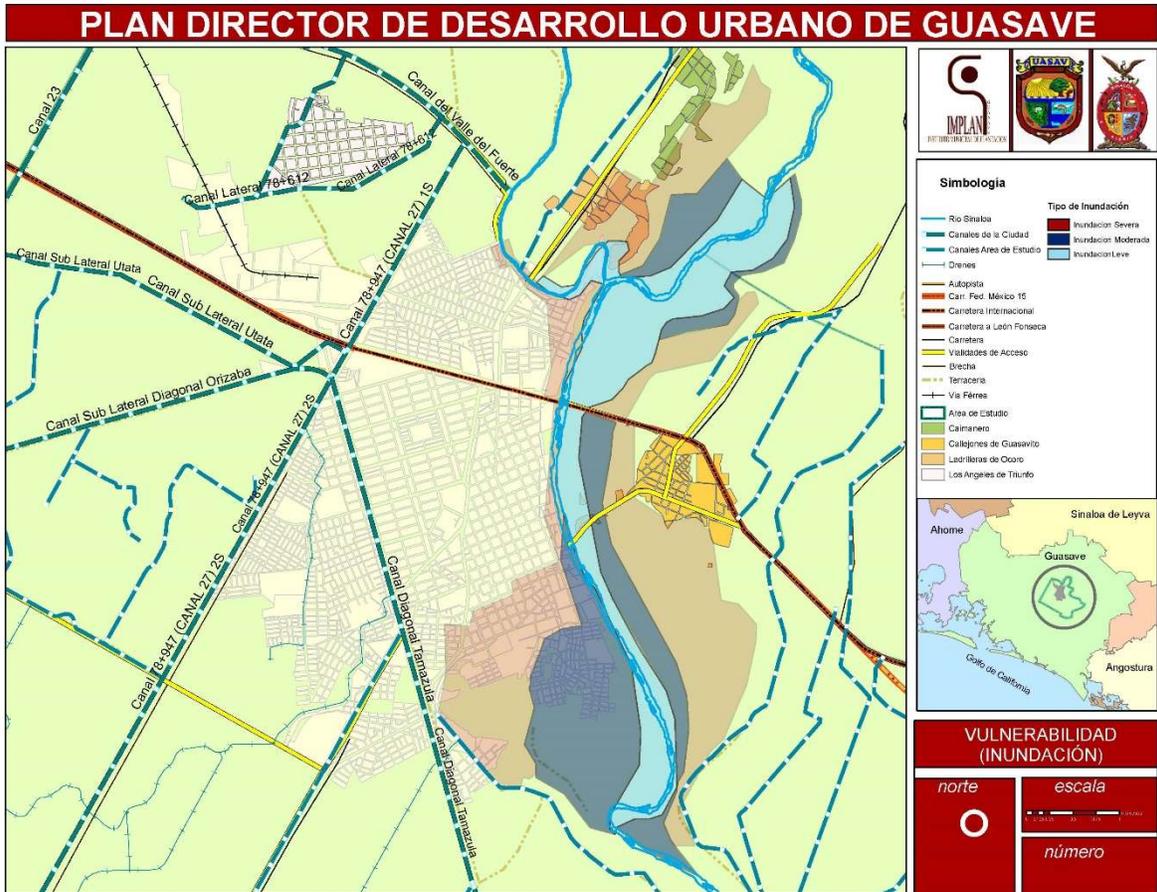


FIGURA 13. ZONA INUNDABLE EN GUASAVE, SINALOA. FUENTE: PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO DE GUASAVE¹⁴

Siguiendo con la inundación de 1998, no sólo se preguntó por el nivel que recuerdan que alcanzó el agua, también se les pidió que respondieran sobre el impacto de la inundación en sus bienes, es decir, los daños. Si los hubo en el caso del GA dado que el 46% respondió que sí, al igual que el 87.5% del GB. Sobre qué tipo de cosas se afectaron, las respuestas fueron desde sólo muebles y /o ropa hasta la casa entera (Tabla 20), donde vemos que el mayor porcentaje de pérdidas totales se presentó en GB.

¹⁴ Este mapa ilustra las zonas inundables, identificadas por las autoridades municipales, con base en la topografía del terreno; cabe destacar que el mapa no considera obra civil (tipo de viviendas).

Pérdidas y daños	GA Total	GA %	GB Total	GB %
Todo	24	24.0	29	72.5
Muebles	12	12.0	2	5.0
Ropa	1	1.0	1	2.5
Electrodomésticos	0	0.0	1	2.5
Muebles y Ropa	4	4.0	0	0.0
Muebles y Electrodomésticos	4	4.0	1	2.5
Muebles y Mercancías	1	1.0	0	0.0
Se cayó la casa	0	0.0	1	2.5
Total que sí respondió	46	46.0	35	87.5
No respondió /No recuerda	54	54.0	5	12.5
Total	100	100	40	100

Tabla 20. Pérdidas en la Vivienda del Encuestado (1998)

❖ Acciones durante la emergencia

A través del cuestionario aplicado, se indagó sobre la emergencia, si hubo necesidad de ser evacuados y de ser sí, durante cuánto tiempo y en qué lugar. En el caso del GA el 30.4% de la población encuestada tuvo que evacuar su vivienda o decidió hacerlo, igualmente el 36.8% de los casos del GB. Vale la pena mencionar que varios de los encuestados reconocieron que aunque vecinos o autoridades les sugerían evacuar, ellos decidieron no hacerlo, para no abandonar sus pertenencias, por lo que por elección propia se quedaron.

Respecto al número de días que los evacuados pasaron fuera de casa, las respuestas fueron variadas siendo el rango desde 1 día hasta 90, por ejemplo en GA un 29.6% dijo estar fuera de casa 7 días y del GB un 15.4% reportó estar evacuado durante el mismo tiempo. Los lugares donde fueron albergados, en su mayoría fueron con parientes, y aunque el municipio tiene albergues designados para ser usados en caso de emergencia no son los más populares, debido a que les resultaba más cómoda y segura optar por la familia.

Otro dato importante fue la actuación de las autoridades en distintos niveles durante la emergencia, sin olvidar que todos estos datos son desde la percepción del encuestado, básicamente desde su memoria.

En cuanto a las autoridades municipales sólo el 16.5% del GA y el 26.8% del GB reconocieron su presencia y acciones, específicamente con la entrega de despensas y agua. Hubo casos donde se

esperó inútilmente la ayuda que se suponía ofrecían. Por ejemplo, la Sra. Sandra Gallardo¹⁵ recuerda que su cuñada le llevó unos colchones (habían perdido casi todos sus muebles) en una camioneta de un ex presidente municipal, quien se la había prestado ya que eran vecinos, *“los del municipio, cuando vieron la camioneta, dijeron que a nosotros nos había ayudado el presidente [municipal] y por eso no nos darían ni despensa ni agua”*.

Por su parte la presencia de las autoridades estatales y del ejército, no es muy diferente en la memoria colectiva. De acuerdo con el GA sólo el 14% dijo recibir ayuda del estado (despensas y agua) y el 5% del GB opinó lo mismo. Por su parte el ejército participó aplicando el Plan DNIII, vigilando y ayudando a evacuar según el 14% del GA y el 10% del GB.

El componente más importante de la encuesta es determinar la información sobre la organización social al interior de la vivienda o entre los vecinos. Tanto en el GA como el GB, no hay evidencia clara de algún tipo de organización o estrategia que les ayudara a dar frente a la emergencia. Lo más presente, fue que muchos de los evacuados se albergaron en casas de amigos o parientes. Sin embargo destaca un caso del GA, donde el encuestado reconoce organización de tipo religioso (Testigos de Jehová). Otros casos dan fe de líderes vecinales surgidos en el momento y sin mayor trascendencia, *sólo para organizar a gritos en el momento que llegaba el agua*¹⁶.

Finalmente, en esta parte de la encuesta se pregunta acerca de las lecciones y acciones post-inundaciones, aquellas prácticas o aspectos que les permitirían no volver a pasar por lo mismo; en opinión de los encuestados no hay lección alguna ni por parte de ellos ni de las autoridades, salvo un caso del GB que dijo que a partir de las inundaciones de 1998 adaptaron una escalera en la parte trasera de la vivienda, que les permitiría de ser necesario subir personas y cosas al techo de la casa.

Lo que sí sucedió fue una serie de reflexiones por parte de los encuestados, por ejemplo, con respecto a la necesidad de construir un malecón en el río Sinaloa que haga las veces de contenedor (actualmente se encuentra muy avanzada la construcción de un malecón como una medida de mitigación). Respecto a esto, un encuestado del GA aseguró que el malecón ya existía. Por otro lado,

¹⁵ Aunque no se realizaron propiamente entrevistas semiestructuradas en el trabajo de campo, se tomaba nota de algunos comentarios realizados por los encuestados mientras respondían. Encuestada, Col. Centro, Enero 2009.

¹⁶ Encuestado, Col. 6 de Enero. Enero, 2009.

la única acción que sí se les reconoció a las autoridades fue el dragado del río (actividad que se realiza actualmente) de acuerdo con 63 casos del GA y 32 del GB.

❖ **Conocimiento e Información sobre Alertas**

La última etapa del cuestionario quedó conformada por una serie de preguntas acerca de las alertas, es decir, de la información climática que reciben previo a la posible ocurrencia de inundaciones.

Se le preguntó a los encuestados si sabían lo que era una alerta temprana. En el caso del GA el 92% respondieron que sí al igual que el 100% de los del GB. Con relación al funcionamiento de una alerta sólo el 83% del GA y nuevamente 100% del GB, dijeron saber cómo funcionaba. Sin embargo, al pedirles a algunos de los encuestados más detalle en la respuesta, decían no estar seguros de qué era y cómo funcionaba una alerta. Salvo un caso del GB que mencionó que tenía que ver con la información sobre el clima y que las autoridades a veces ponían carteles o repartían folletos en oficinas públicas para saber qué hacer en caso de inundación¹⁷.

La información sobre tormentas y huracanes ¿le llega a la gente?, ¿por qué medio y con qué frecuencia? Según los encuestados del GA, el 93% recibe ese tipo de información y el 90% del GB, y son los medios masivos de comunicación (televisión local, radio, diarios e internet) la vía más común para recibirla, sin embargo sólo el 9.9% del GA y el 2.4% del GB consideran que esa información es emitida por las autoridades, lo que evidencia un problema de comunicación, ya que consideran que la información que les llega en época de lluvias es muy general, sólo ante la inminencia de una inundación se publican las listas de albergues.

Lo anterior denota una gran necesidad de distribuir la información climática de manera más local. Las autoridades deberían explorar la manera de corroborar qué población de Guasave y en particular la potencialmente afectable, reciba, entienda y utilice dicha información.

Se asume que por la amplia gama de medios de comunicación que existen en la actualidad, la información llega a su destino. Efectivamente la gente encuestada reconoce una diferencia entre inundaciones del pasado (1958) y las de ahora (1998) en ese sentido, pero aún no es suficiente.

¹⁷ Encuestado, Col. El Chaleco, Guasave, Enero, 2009.

Según los resultados presentados hasta este momento podemos observar la inexistencia de una eficiente transmisión de la información climática, por un lado, y la incapacidad de la población para recibirla y usarla.

Aunque se han registrado muchas inundaciones en Guasave a lo largo de los años sólo algunas han quedado registradas en la memoria colectiva, además de la de 1958 otro caso fue la de octubre de 1982 como efecto del huracán Paúl donde según la CONAGUA (2003) el río Sinaloa registró un gasto de 2826 m³/s rebasando los 1500 m³/s que se consideran críticos como para emitir una alerta severa, sin embargo la de 1998 con el huracán Isis, fue sin duda, la que la población y las autoridades consideran de mayor relevancia.



FIGURA 14. COL. TIERRA Y LIBERTAD / HURACÁN ISIS. FOTO: RUBÉN QUIÑONES, GUASAVE, OCTUBRE DE 1998

La inundación de 1998 y de acuerdo con Palafox, et al, es la mejor documentada (figura 14 y 15), aunque de ella “sólo se tiene el trabajo realizado por la CNA [CONAGUA] (1998), en el cual se presentan los hidrogramas de avenidas y planos de inundaciones por el huracán Isis” (Palafox, et al., 2014:147), además de estar muy presente en la memoria colectiva debido a su impacto, sin embargo,

es de llamar la atención que según la CONAGUA (2003), en esa ocasión el río registró un gasto de 1798 m³/s, inferior al registrado con el huracán Paúl en 1982 (Tabla 21), entonces ¿qué fue diferente?, ¿aumentó la vulnerabilidad?, se ¿construyeron nuevos riesgos?



FIGURA 15. HURACÁN ISIS (1998). FOTO: RUBÉN QUIÑONES, GUASAVE OCTUBRE DE 1998

	Precipitación máxima	Vientos máximos	Gasto registrado en el río Sinaloa
Huracán Paúl Octubre de 1982	200 a 300mm	170km/h	2228.30m ³ /s
Huracán Isis , septiembre de 1998	311mm	120km/h	1798.00m ³ /s

Tabla 21. Características de los Huracanes Paul e Isis Fuente: Con datos de CONAGUA (2003) y CENAPRED (2000)

Durante la inundación de 1998, la información que daba la CONAGUA por la radio, según uno de los entrevistados,¹⁸ decía que el agua del río no se saldría de cauce, que no era necesario evacuar. “Ya

¹⁸ Entrevista FA/Sr. Rubén Quiñones Arredondo (comisionista, habitante de la colonia 18 de marzo), Guasave, Enero de 2009.

en la madrugada, fue necesario evacuar, el agua llegaba muy rápido, en principio cada quien se las arregló con sus propios medios para salir, ya después llegó el ejército para ayudar a los que no tenían cómo o en qué salir". (Figura 16).



FIGURA 16. EL EJÉRCITO DURANTE EL HURACÁN ISIS. FOTO: RUBÉN QUIÑONES, GUASAVE OCTUBRE DE 1998

En cuanto a las autoridades, es importante destacar, específicamente en el caso del huracán Isis, que se emitieron documentos oficiales tanto por la CONAGUA como por el Ayuntamiento de Guasave, reseñando la ocurrencia y el impacto del meteoro.

El día 2 de septiembre de 1998 (...) a las 16:30 hrs alcanzó la categoría de huracán, al incrementar su intensidad lo anterior, ocasionó lluvias en el estado de Sinaloa las cuales fueron intensificando y registrándose a las 8:00hrs del día 4 de septiembre hasta 311mm según los reportes de las estaciones pluviométricas, precipitación cercana a la media anual. En la parte alta media de la subcuenca del Río Sinaloa; es decir, en las partes bajas de las presas de almacenamiento Ing. Guillermo Blake Aguilar y Li. Gustavo Díaz Ordaz.

Esto provocó de manera rápida la formación de fuertes caudales en los arroyos de Ocoroni, Cabrera, Las Viejas, Laguna de Piedra y Chinobampo afluentes del río Sinaloa, lo que aunado a las condiciones topográficas del área de la margen derecha del río, que presentan fuertes pendientes, ocasionó mayores velocidades del agua que siguió su curso, provocando el desbordamiento de algunos diques. Los escurrimientos extraordinarios originaron erosiones y

roturas afectando con inundaciones a varias poblaciones, entre ellas la ciudad de Guasave.
(CONAGUA, 1998: s/p)

Las acciones de las autoridades hasta ese momento se limitaron a la mitigación pos desastre, aunque como medidas preventivas se da mantenimiento al dragado del río Sinaloa. Por ejemplo, en los planes de desarrollo, Plan Municipal de Desarrollo. Avanzando Juntos, 2014-2016 y el Plan Municipal de Desarrollo Guasave, Resultados con Valor 2017-2018, sólo se menciona en ambos casos *en materia de ecología* el rescate de la rivera del Río.

Como ya hemos visto a lo largo de este capítulo, las inundaciones en Guasave, aunque no recurrentes si han sido significativas, y aun cuando las nuevas generaciones no posean información personal al respecto, si hay un sector de la población que las tiene presentes y será un resultado a tratar en las conclusiones de este trabajo, establecer si las experiencias del pasado han contribuido o no a la generación de estrategias adaptativas que permitan sortear exitosamente a las inundaciones.

CONCLUSIONES

Esta tesis permitió cumplir el objetivo de identificar, mediante herramientas metodológicas como fueron el análisis de lluvias extremas de tipo monzónico y el diseño y aplicación de una encuesta, que en el municipio de Guasave, la respuesta social actual frente a las inundaciones es el resultado del conocimiento y experiencias pasadas, tendiente a la disminución de la vulnerabilidad que, a la vez intenta proporcionar elementos para una gestión del riesgo más eficiente.

Se destacaron características de tipo geo-climático y social, tanto del estado de Sinaloa como del municipio de Guasave, haciendo uso de bases de datos especializadas para tal caso, así como la respectiva sistematización y análisis de los datos existentes para la región.

El análisis desarrollado en términos del exponente de Hurst y en distribuciones de probabilidad, llamadas exponentes de escalamiento, nos permitió determinar que el patrón de lluvias del municipio de Guasave, es análogo al de otras regiones de México. Los resultados obtenidos en términos de los exponentes encontrados son similares a los ya reportados para otras regiones del mundo (García Marín, et al., 2008; Andrade, et al., 1998 y Peters y Christersen, 2002), mostrando que la dinámica del régimen de lluvias de Guasave corresponde a un sistema SOC. Además, se observó que existe una diferencia en los exponentes, determinados para las seis zonas, distinguiendo dos grupos en ellas y ubicando al régimen de lluvias de Guasave como de tipo tropical o sub-tropical.

Se analizaron, mediante el diseño y aplicación de una encuesta, algunas variables sociales (alfabetismo, tipo de la vivienda, etc.) así como la percepción sobre las inundaciones ocurridas antes de 2008, no sólo en cuanto a características e impacto de las mismas, sino también sobre la actuación de las autoridades, antes, durante y después, para poder determinar si estos datos podían incidir en el aumento/disminución de la vulnerabilidad y contribuir o no a una más eficiente gestión del riesgo.

Ante las interrogantes con que iniciamos esta investigación y cuya respuesta fueron encontradas en el camino, podemos hacer algunas afirmaciones:

Las medidas de prevención en Guasave, respecto a fenómenos hidrometeorológicos extremos, han *evolucionado* a la par de las que se plantean en general en el estado. Sin embargo, pareciera que para la población no necesariamente las experiencias pasadas han generado medidas “nuevas” y a esto sumemos que hay una (o varias) brechas generacionales entre los encuestados que han

enfrentado una inundación y quienes, a todas luces, no han experimentado ninguna, lo que obedece a condiciones climáticas y no necesariamente a novedades en la infraestructura y el método para enfrentarlas por parte de las autoridades locales.

Las medidas de prevención (información ante la inminencia de una inundación) no han influido en una disminución de la vulnerabilidad, el municipio de Guasave ha seguido enfrentado algunas inundaciones como por ejemplo, la del 17 de agosto, 2017 (Figura 17), no sólo debido a la precipitación sino también a las deficientes condiciones de su infraestructura urbana.



FIGURA 17. GUASAVE (CABECERA MUNICIPAL) 17 DE AGOSTO DE 2017

Afirmamos también como resultado de esta investigación que, las medidas de prevención no son accesibles para todos los sectores de la población, aunque, en las últimas inundaciones no ha habido saldo rojo en términos de pérdidas humanas, si se han contabilizado daños en pérdidas materiales que normalmente impactan a la población de menores recursos, sin embargo, la prevención es un asunto de corresponsabilidad, no sólo de las autoridades sino también de la población que puede hacer o no uso de la información que en cuanto a prevención se genera. Parecería que, aunque los eventos sean de tipo extremo, no logran quedar en la memoria de la gente y con ello generar medidas preventivas al interior de la vivienda, por ejemplo, salvo contados casos que ya fueron expuestos en el capítulo III de esta tesis.

Consideramos que sigue prevaleciendo una cultura de remediación, es decir, más enfocada a enfrentar y sortear la emergencia que a prevenirla. Incluso hay instancias gubernamentales destinadas a tal efecto, aunque quizás es cada vez más clara la necesidad de la prevención, y sea una cuestión de tiempo y del interés de las nuevas generaciones en el tema.

Según lo observado en este trabajo, la población ha generado algunas estrategias adaptativas más con la intención de responder que de evitar, lo cual es el resultado de una longeva cultura del enfrentamiento del impacto inmediato, dejando con esto clara la necesidad de generar una verdadera cultura de la prevención, no solo basada en las experiencias del pasado, que como ya vimos en este documento, no toda la población cuenta con ellas. Es necesario entonces incorporar información generada a partir de herramientas y observaciones actuales, y hacer cada vez más uso de la multidisciplinaria a fin de contribuir a una visión holística de los desastres y sus procesos, y con ello generar una real y quizá más eficiente gestión del riesgo.

Reflexiones finales:

A lo largo de este texto se han planteado a los desastres como procesos donde los elementos que los conforman tienen nombre y apellido, es decir, que no todos los procesos de desastre son idénticos, y que dependen en gran medida de las características particulares tanto de la vulnerabilidad y del riesgo como de la amenaza en cada caso. Cabe pensar en la posibilidad de acercarnos a su reducción y sí a adaptarnos y sí a reconocer las estrategias que conduzcan a ello, pero ¿podemos pensar en prevenirlo?, ¿en evitarlos? Quizá no parezca sencillo responder a éstas y otras preguntas, sin embargo, lo que sí se vislumbra claro es que prevenir puede ser un camino claro para reducir los componentes sociales del desastre.

De acuerdo con los resultados y objetivos planteados en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres realizada en Sendai, Japón (2015), se han logrado algunos avances en el aumento de la resiliencia y la reducción de pérdidas y daños, pero seguir en ese tenor exige perseverancia y consistencia. El esfuerzo hecho por Naciones Unidas (UN) va encaminado a que en los próximos 15 años exista una “reducción sustancial del riesgo de desastre y de las pérdidas ocasionadas por los mismos, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud como bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y sus países” (UN, 2015:17), lo que podría resultar en una “cultura de la prevención” que permita reducir el riesgo y la vulnerabilidad en el proceso de desastre.

Podemos considerar a la prevención como aquellas medidas y acciones enfocadas a reducir la vulnerabilidad y gestionar el riesgo. Éste pareciera un concepto difícil de aprehender, ya que por ejemplo las leyes de Protección Civil promueven acciones “preventivas” que más bien parecen encaminadas a la remediación, ya que fomentan medidas ante la inminente presencia de una amenaza, cuando debería ser un asunto de índole cotidiana, más aún cuando en determinados lugares algunas amenazas en cuestión están claramente identificadas y consideradas típicas por la propia población.

Sin embargo, y aunque la prevención no sólo es responsabilidad de las autoridades, sí recae en éstas la tarea de legislarla y divulgarla con el fin de promover lo que se ha denominado una “cultura de la prevención” adecuada a las características específicas de cada región. Y con ello hacer prioritario este proceso, a la par de mejorar la capacidad de respuesta y mitigación de impactos en el caso de que el desastre se materialice.

Según el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), la prevención se refiere “al conocimiento del estado de las cosas previo al impacto de los fenómenos perturbadores y a las bases que permiten disminuir sus efectos, con la finalidad de **reducir** o eliminar el daño a la integridad física de las personas o a su patrimonio” (www.proteccioncivil.gob.mx/proteccioncivil/conce el SINAPROC) La anterior definición, ha sido trasladada a todos los reglamentos que involucran a la Protección Civil en el país, y hace más referencia a la respuesta que a la prevención como tal. Conocer el estado de las cosas previo al impacto no denota una posición participativa ni proactiva, sino más bien pasiva, además de abundar en generalidades, dejando de lado las características locales, mismas que implican desde el medio ambiente, las amenazas identificadas hasta las estrategias de adaptación (si las hubiera) y sobre todo el conocimiento de los fenómenos naturales del medio que en cada región se tiene.

Es fundamental, generar políticas públicas para la prevención de desastres, que sean accesibles para toda la sociedad. Instrumentos como los Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, deben contar con un enfoque preventivo (Vargas, 2002:7). Como vimos a lo largo de este trabajo, la mayoría de los Planes de Desarrollo Municipal, carecen de este rubro.

Siguiendo con el sociólogo colombiano Enrique Vargas, “No es fácil promover una cultura de prevención, porque sus costos deben pagarse en el presente, en tanto que sus beneficios sólo llegan [en su caso] a futuro” (2002:10), esto debido a que no es un asunto simple y su complejidad exige la participación activa y creativa, no sólo de las autoridades sino de la comunidad en general.

Derivado de este trabajo, se propone, generar políticas públicas enfocadas a la reducción de la vulnerabilidad que incluyan el tema, como un objetivo fundamental de los Planes de Desarrollo Municipal. Donde las políticas públicas queden entendidas como “un pacto social” que se genera a partir del interés de solucionar un problema particular. Así como, generar campañas de concientización a la población, no sólo sobre inundaciones sino también sobre la fenomenología física que caracteriza a la región (por ejemplo, por medio de infogramas y panfletos). No hay que olvidar, que no sólo los eventos de gran envergadura impactan a Guasave, sino también la suma de los que se pueden considerar “pequeños y medianos desastres” a juzgar por su menor impacto, pero que de no ser atendidos, contribuyen a la construcción, acumulación e incremento de las condiciones de vulnerabilidad y riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Altez, R., 2002, De la calamidad a la catástrofe: aproximación a una historia conceptual del desastre. III Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica, Serie Técnica N°1, 169-172.
2. Andrade, RFS, Schellnhuber HJ, Claussen M., 1998, Analysis of rainfall records: possible relation to self-organized criticality. *Phys A*, 254:557.
3. Andrade, Jr., Wainer I, Mendes Filho J, Moreira, JE., 1995. Self-organized criticality in the El Niño Southern oscillation. *Physica A*, 215-331.
4. Angulo, F., Reyes I., y Flores L., 2018, Scaling properties of rainfall records in some Mexican zones, *Acta Geophysica*, <https://doi.org/10.1007/s11600-018-0141-2>, Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences and Polish Academy of Sciences, 1-7.
5. Arcimis, A., 1986, Las Monzones, en *Rev. La ilustración Española y Americana*, N° 20 (año XL), 1-5.
6. Bak P., T. C., 1987, Self-organized criticality: An explanation of the 1/f noise. *Physical Review Letters*, 59, 381.
7. Bak P, Tang C, y Weisenfeld, K., 1988, Self-organized criticality. *Phys Rev A* 38:364.
8. Bak P. y Tang, C., 1988, Self-organized criticality. *Physical Review Letters*, 364.
9. Balanovski, V. y Reddín, M. E., 2002, Percepción social del riesgo. Inundaciones en el Arroyo Maldonado: Mapa de riesgo elaborado con participación comunitaria. Recuperado el 10 de Octubre de 2006, de <http://flacso.org.ar/areasproyectos/proyectos/pppyga/pdf/textopercepcion.pdf>
10. Beniston, M., Stephenson, D., Chrsitensen, O., Ferro, C., Frei, C., Goyette, S., Schöll, R. S., 2007, Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climate Change*, 81, 71-95.
11. Berbery, E. H., 2001, Mesoscale Moisture Analysis of the North American Monsoon. *Journal of Climate*, 15 de Enero de 2001, 14, 121-137.
12. Betanzos, M., 2012, Vivienda Maya, una solución constructiva vigente, en www.metroscubicos.com
13. Calvo, F., 1984, La geografía de los riesgos. (U. d. Barcelona, Ed.) Cuadernos críticos de Geografía Humana (CRITICA). Obtenido de <http://www.ub.es/geocrit/geo54.htm>
14. Cardona, O. D., 2001, La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Presentado en International Work Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice. Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre, Holanda, Junio.

15. Cardona, O. D., 2003, Curso Superior de Gestión de Integral de Riesgos y Desastres. Barcelona: Universidad de Cataluña. Obtenido de <http://www.structuralia.com>
16. CENAPRED (Centro Nacional para la Prevención de Desastres), 2004, Inundaciones. Series Fascículos. Fascículo Núm. 3., Secretaría de Gobernación/Sistema Nacional de Protección Civil/CENAPRED, México, 23.
17. Douglas, M., 1996, La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales, Paidós-Barcelona-Buenos Aires-México.
18. CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 1998, Carta de Daños por Huracán Isis, Guasave, Sinaloa, 30-octubre-1998, Obtenido de www.gob.mx/conagua
19. CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2003, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Río Sinaloa, estado de Sinaloa. México.
20. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), s.f., www.gob.mx/conabio, consultado entre 2015 y 2018.
21. CONAPO (Consejo Nacional de Población), 2016, Población de México en cifras, <http://www.gob.mx/conapo> , consultado entre 2015 y 2018.
22. Conde, C., 2006, Vulnerabilidad y adaptación al Cambio Climático: Descripción de un estudio de caso y los retos en las investigaciones actuales, en Urbina, J. y Martínez, J., Más allá del Cambio Climático: las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global, SEMARNAT/INEC/UNAM, 157-171.
23. Conde, C., 2011, México y el Cambio Climático global, SEMARNAT/CECDS/UNAM, México, 28.
24. De la Lanza, G., 2004, Gran escenario de la zona costera y oceánica de México, en Revista Ciudades vol. 76, Octubre-Diciembre 2004, UNAM, México, pp.4-13.
25. De la Parra, M, y Pérez, E., 2008, desastres y pobreza: múltiples escalas de fenómenos recurrentes, en Ciudades vol. 78, RNIU, México, 57-63.
26. Delgadillo, J., (coord.), 1996, Desastres naturales. Aspectos sociales para su prevención y tratamiento en México. México: UNAM/CCS/UAS/CONACyT/SI-C, 292.
27. Delgadillo, J., Torres, F. y García, F., 2006, Geografía de los riesgos. México, Divulgación Santillana, 79.
28. Dirección de Protección Civil Municipal, Guasave, 2017, en <http://www.qsl.net/xe2h1r/Aforos4.htm>
29. EmCapital, 2014, Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Guasave, Sinaloa, SEDATU, México.

30. Escobar, A., 2004, Catálogo de desastres agrícolas en México. Tomo II, Siglo XIX (1822-1900), Fondo de Cultura Económica, México.
31. Ferreira, J., Romero, E., Soriano, M. y Flores, J., 2012, Clima monzónico, Climatología, Universidad de Sevilla, 10.
32. García Acosta, V. y Suárez, G., 1996, Los sismos en la historia de México, UNAM/CIESAS/Fondo de Cultura Económica, México.
33. García Acosta, V., 2001, Proyecto Gestión de Riesgos de Desastre ENSO (El Niño Southern Oscillation) en América latina: el caso de México. Seminario Teórico-Metodológico. México: CIESAS/La RED/IAI.
34. García Acosta, V., 2004, Curso: Vulnerabilidad social. Reflexiones teóricas y experiencias en el tiempo. Santo Domingo, Instituto de Verano IAI sobre Vulnerabilidad asociada a la variabilidad climática y el Cambio Climático.
35. García-Acosta, V., 2005, El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos, en: Desacatos. Revista de Antropología Social, septiembre-diciembre, CIESAS, México, 19: 11-24.
36. García, V., 2006, Estrategias adaptativas y amenazas climáticas, en Urbina, J. y Martínez, J., Más allá del Cambio Climático: las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global, SEMARNAT/INEC/UNAM, 29-46.
37. García Acosta, V., en prensa, Vulnerabilidad y desastres: génesis y alcances de una visión alternativa, en González de la Rocha, M. y Saraví, G., Pobreza y Vulnerabilidad: debates contemporáneos y desafíos pendientes, Ciudad de México: Colección México del CIESAS.
38. García Acosta, V., Pérez, J.M. y Molina, A., 2003, Desastres agrícolas en México. Catálogo Histórico, Tomo I, Épocas prehispánica y colonial (958-1822), CIESAS/FCE, México.
39. García-Marín, A., Jiménez-Ornero, F. y Ayuso, J.L., 2008, La criticalidad autoorganizada y el análisis de datos históricos de lluvia en Córdoba (Andalucía). Ingeniería del Agua, 13.
40. Gobierno del Estado de Sinaloa. (s.f.). Obtenido de www.gob.mx/sinaloa, consultado entre 2015 y 2018.
41. Geller, R. J., Jackson, D., Kagan, Y. y Mulargia, F., 1997, Earthquakes cannot be predicted. Science, DOI:10.1126/science.275.5306.1616.
42. GeoEnciclopedia, 2017, <http://www.geoenciclopedia.com/monzones/>, consultado 2 de abril de 2017.
43. Grumbacher, D.T., McEwen, K.M., Halverson, D.A., Jacobs, D.T. y Lindner, J., 1993, Self organized criticality: an experiment with sandpiles, Am J Phys, 61, 329.

44. Gutenberg, B y Richter. C.F., 1944, Frequency of earthquakes in California, en Bulletin of the Seismological Society of America, 34(4), 34-185.
45. Hernández, D., 2003, El riesgo como producto social. Pobreza y reproducción cotidiana en hogares de la colonia Roma, Tesis de Doctorado en Sociología, UNAM, México.
46. Hernández, R., 2015, Guasave. Historia de un pueblo, Culiacán, Sinaloa, Universidad Autónoma de Sinaloa.
47. Hewitt, K., 1997, Regions of Risk. A geographical introduction to disasters. Singapur, Longman.
48. Hurst, H.E., Black, R.P. y Simaika, Y.M., 1965, Long-term storage: an experimental study, Constable, London.
49. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), Censos de Población y Vivienda: 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, Obtenido de www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/
50. IPCC, 2013. Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
51. Jáuregui, E., 2003, Climatology of landfalling hurricanes and tropical storms in Mexico, *Atmósfera* (2003), 193-204.
52. Kanamori, H. y Anderson, D.L., 1964, Bulletin of the Seismological Society of America, 54, 1875.
53. Konrad, H., 1996, Caribbean tropical storms. Ecological Implications for pre-Hispanic and contemporary Maya subsistence practices on the Yucatán Peninsula. *Revista Mexicana del Caribe* I, 1, 98-130.
54. LA RED (La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina), 2004, Software: Desinventar. Sección México. Sistema de inventarios y análisis de desastres. La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
55. Lorenz, E. N., 1963, Deterministic nonperiodic flow. *Journal of Atmospheric Science*, 20, 130-141.
56. Lugo, J. y Moshe, I., 2002. Desastres Naturales en América Latina. México, Fondo de Cultura Económica, México, 501.
57. Magaña, V., 1999, Los impactos de El Niño en México. SEP/CONACyT/IAI, México.
58. Magaña, V., 2004, El Cambio Climático global: comprender el problema, en: Martínez, J. y Fernández A. (Comps.), Cambio Climático: una visión desde México, SEMARNAT/INEC, México, 17-27.

59. Magaña, V., 2006, Programa de Modelación del Clima en México. México: CCA/UNAM.
60. Mandelbrot, B. B., 1977, The fractal geometry of nature, WH Freeman.
61. Maskrey, A., 1993, Los Desastres No son Naturales. Bogotá: LA RED.
62. Maskrey, A., (ed.), 1998, Navegando entre brumas. La aplicación de los sistemas de Información Geográfica al análisis del riesgo en América Latina, ITDG/LA RED, Colombia.
63. Maskrey, A., 2016, Prólogo, en Oliver-Smith, A.; Alcántara-Ayala, I.; Burton, I. y Lavell, A., Investigación Forense de Desastres. Un marco conceptual y guía para la investigación, IGG/UNAM/IRDR, 7-10.
64. McCabe, J. T., 2005, El impacto y la respuesta a la sequía entre los pastores turkanas. Implicaciones para la teoría antropológica y la investigación del riesgo, en Desacatos, Revista de Antropología Social, 19, (Septiembre-Diciembre), 25-40.
65. McEntire, D. A., 2001, Triggering agents, vulnerabilities and disaster reduction: towards a holistic paradigm. Disaster Prevention and Management, 10(3), 189-196.
66. Monterroso, A., Conde, C., Gay, C., Gómez, D. y López, J., 2012, Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. Springer Science + Business Media Dordrecht 2012: 1-17
67. Olami Z, Feder HJS, Christensen K (1992) Self-organized criticality in a continuous, nonconservative cellular automaton modeling earthquakes. Phys Rev Lett 68:1244–1248
68. Oliver-Smith, A., 1998, Global changes and the definition of disaster, en Quarantelli, E. L., (ed), en What is a disaster? Perspectives on the question; Routledge: London and New York, 177- 194.
69. Palafox, G., Herrera, J., Ladrón de Guevara, M., Peinado, H., Peinado, L. y Campos, J., 2014, Riesgos potenciales de inundaciones en la ciudad de Guasave, Sinaloa, en Flores, L., Morán, R. y Karam, C. (eds), Sinaloa ante el Cambio Climático global, UAS, México, 145 -165.
70. Peters O., Hertlein, C, y Christensen, K., 2002, A complexity view of rainfall. Phys Rev Lett 88:018701–1.
71. Peters O, y Christensen, K., 2002, Rain: relaxations in the sky, en Phys Rev E 66:036120–1
72. Plan Director de Desarrollo Urbano de Guasave, 2008, en guasave.gob.mx/s/implan/
73. Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa (PEDUES), 2007, Secretaría de Desarrollo Social y Sustentable.
74. Plan Municipal de Desarrollo Avanzando Juntos 2014-2016, en guasave.gob.mx/s/implan

75. Plan Municipal de Desarrollo Guasave Resultados con Valor 2017-2018, en guasave.gob.mx/s/implan
76. Prince, S.H., (1920), Catastrophe and social change: based upon a sociological study of the Halifax disaster, en: Studies in History, Economics and Public Law, Vol. 94, Columbia University Press, Nueva York, 152 p.
77. Quarantelli, E. L., 2001, Statical and conceptual problems in the study of disasters, en Disasters Prevention and Managment, 10(5), 325-338.
78. Richter, C. F. (1958). Elementary seismology. W. H. Freeman.
79. Scholz, C. H., 1992, The mechanics of earthquakes and faulting. Cambridge University Press.
80. SINAPROC, Sistema Nacional de Protección Civil, en [www.proteccioncivil.gob.mx/proteccioncivil/conce el SINAPROC](http://www.proteccioncivil.gob.mx/proteccioncivil/conce_el_SINAPROC), consultado entre 2015 y 2018.
81. Sorokin, P., 1942, Man and Society in Calamity, Dutton and Company, Inc., Nueva York, 642.
82. Svensson C., Olsson J., Berndtsson R. (1996) Multifractal properties of daily rainfall in twp different climate. Water Resour Res 32:2463
83. Thyès, J., 1987, La société vulnérable, en Fabiani, J.L. Y Thyès, J., La société vulnérable. Évaluer et maitriser les risque, École Supérieure, arís, 3-35.
84. Tierney, K., 1999, Toward a Critical Sociology of Risk, en Sociological Forum, vol.14, N°2, 215-242.
85. U N (United Nations), 2015, Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, en https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf
86. Utsu T, Seki A. (1954) A relation between the area of aftershocks regions and the energy of main shock. J Seism Soc Jpn 7:233
87. Wilches-Chaux, G., 1993, La vulnerabilidad global, en Andrew Maskrey (Comp.), Los desastres no son naturales, LA RED/Tercer mundo Editores, Colombia. Pp. 9-50.
88. Wilches-Chaux, G., 2007, ¿Qu-ENOS pasa?, Guía de la red para la gestión radical de riesgos asociados con el fenómeno ENOS. Basado en los resultados del proyecto IAI-LA RED sobre el tema. Colombia.
89. Wisner, B., Blaikie, P. y Davis, I., 2003, At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters. (Second ed.), Routledge. United Kingdom.
90. Word Meteorological Organization, 2006, Final Statement. Third International Conference on Early Warning. UN-IRSD. Obtenido de <http://www.unisdr.org/ppew/about-ppew/in-brief.htm>



Scaling properties of rainfall records in some Mexican zones

Fercia Angulo-Fernández¹ · Israel Reyes-Ramírez² · Elsa Leticia Flores-Márquez³

Received: 13 November 2017 / Accepted: 2 February 2018
 © Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences & Polish Academy of Sciences 2018

Abstract

Since the 1990 decade, it has been suggested that atmospheric processes associated with rainfall could be a self-organized critical (SOC) phenomenon similar, for example, to seismicity. In this sense, the rain events taken as the output of the complex atmospheric system (sun's radiation, water evaporation, clouds, etc.) are analogous to earthquakes, as the output of a relaxation process of the earth crust. A clue on this possible SOC behavior of rain phenomenon has been the ubiquitous presence of power laws in rain statistics. In the present article, we report the scaling properties of rain precipitation data taken from meteorological stations located at six zones of Mexico. Our results are consistent with those that assert that rainfall is a SOC phenomenon. We also analyze the Hurst exponent, which is appropriate to measure long-term memory of time series.

Keywords SOC systems · Precipitation processes · Scaling laws

Introduction

During the first half of twentieth century, several empirical relationships in seismology were established, such as the Gutenberg–Richter, Utsu and Omori laws (Gutenberg and Richter 1944; Richter 1958; Scholz 1992; Kanamori and Anderson 1974; Utsu and Seki 1954). These relations were elaborated from seismic catalogs by means of statistical methods. The mathematical expressions corresponding to these empirical relations are power laws, that is, they have the form $N(M) \sim M^\beta$, where $N(M)$ is the number of events with magnitude larger than M and β is a scaling exponent. The Gutenberg–Richter laws for the energy and the frequency of earthquakes in terms of their magnitudes were explained on the basis of physical principles in the decade of 80s of the past century. In 1987, Bak, Tang and

Weinsfeld (BTW) (Bak et al. 1987, 1988) coined the concept of self-organized critical systems, which are open systems, that is, they can exchange matter and energy with their surroundings. These systems are formed by a very large number of constituents which do not have a characteristic size, and between them predominate short-range interactions. Since its publication, the concept of self-organized criticality (SOC) became a paradigm to explain the dynamics of a variety of complex systems. BTW introduced these ideas using the sand pile model, which consists of adding sand grains one by one over a plane surface. As the grains accumulate, a pile is formed which, upon reaching a certain critical angle of inclination, begins to have a complex behavior in the sense that as more grains are added, avalanches of any size are generated. Interestingly, the statistical distribution of the avalanche sizes is analogous to the Gutenberg–Richter law of seismicity. The sand pile self-organizes to reach a critical state. The original BTW model was a computer simulation using cellular automata. However, later the model was experimentally implemented (Grumbacher et al. 1993) obtaining a similar behavior. In 1992, Olami, Feder and Christensen (OFC) proposed a spring-block model to explain in a first approximation the seismic dynamics (Olami et al. 1992). OFC reproduced a Gutenberg–Richter law for the synthetic seismicity generated by means of this model. Nowadays, the idea that the earth's crust is a SOC system has gained

✉ Fercia Angulo-Fernández
 ferciaa@gmail.com

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, Circuito Institutos s/n, Ciudad Universitaria, 04510 Mexico City, Mexico

² Instituto Politécnico Nacional-UPIITA, Av. IPN 2580, 07340 Mexico City, Mexico

³ Instituto de Geofísica, UNAM, Circuito Institutos s/n, Ciudad Universitaria, 04510 Mexico City, Mexico

terrain (Geller et al. 1997). According to Fraedrich and Lander (1993), "the dynamic relevant to atmospheric phenomena may be characterized by a wide range of scales which exhibit scale invariance or scaling behavior; that is, fluctuations at small scale, are related to larger ones by the same scaling law without showing any preferred mode". However, for the case of frequency–magnitude relationship of seisms (Gutenberg–Richter law), it is well established that there exists a crossover between the scaling of small and large earthquakes for a magnitude around $M = 7.5$ (Pacheco et al. 1992). Later, we will see that an analog crossover is observed in the scaling relationships corresponding to the rainfall statistics.

On the other hand, since 1990 it has been proposed that the registers of rain intensities in meteorologic stations can be interpreted within the context of SOC theories, that is, the different stages of the rain phenomenon, mainly in the precipitation phase, interpreted as the water relaxation in the troposphere, could be an indication of self-organized criticality (Andrade et al. 1998; Peters et al. 2002; Peters and Christensen 2002; García-Marín et al. 2008; Svensson et al. 1996). Interestingly, Peters and Christensen (2002) suggest an analogy between earthquakes and rain events as SOC phenomena. This analogy is as follows: (a) for the crust of Earth the energy source are the convective currents of the mantle, and for the atmosphere is the Sun; (b) for the Earth's crust the energy storage is the tension and for the atmosphere is the evaporated water; (c) for the Earth's crust the threshold is friction and for the atmosphere is saturation; (d) for the Earth's crust the release of energy is by means of earthquakes and for the atmosphere is through rain events.

According to Andrade et al. (1998), an important consequence of SOC models could be to improve the managing of early warning, protection, adaptation, etc. for the case of disasters detonated by geophysical forces. One of the main sources of catastrophes affecting the human kind are the climatic variability and extreme hydrological events. According to these authors (Andrade et al. 1998), extending the SOC concept to the analysis of meteorologic phenomena such as droughts, big storms and floods (Lovejoy and Schertzer 1991) can be of great usefulness. Recently, Andrade et al. (1995) analyzed historical registers of surface temperatures of the south Pacific ocean and they found that the EL NIÑO phenomenon is an example of SOC behavior in the climatic context.

On the other hand, according to Mandelbrot's ideas, many of the scale invariance properties associated with fractals did not have their own physical sense. However, by linking these properties with the power laws derived from some physical phenomena such as annual river discharges or seismicity, the physical sense of fractality was understood. Hurst studied the river Nile flows and reservoir

modeling (Mandelbrot 1977; Mandelbrot and Hudson 2004), discovering a major empirical law concerning long-range dependence in geophysics, using what is now called the Hurst exponent (H). The H exponent is computed using rescaled range analysis (R/S), which has been introduced in the study of climate time series, such as precipitation data. As shown by Schepers et al. (1992) and later used by Andrade et al. (1995), a good estimate of H for a given time series can be obtained from the relation $H = \beta - 1/2$ where β is the absolute value of the exponent in the Fourier amplitude spectrum, which is very important to determine the SOC nature of some complex phenomena (Bak et al. 1987, 1988).

Some efforts to study the climatic conditions have been made by several authors such as Rangarajan and Sant (2004) that used the fractal analysis in data series of some regions of India, and Rehman and El-Gebily (2009), who used H exponent to compute a climate predictability index based on barometric pressure and temperature series analysis.

In the present work, we use rain intensity (in mm/day) data obtained from meteorological stations in six different zones in Mexico. We report data from stations located at several zones of Mexico. The studied zones are north of Baja California state (Z1); Hermosillo in Sonora state (Z2); Guasave municipality in Sinaloa state (Z3); Mexico city north (Z4); Mexico city south (Z5) and Tuxtla Gutierrez at Chiapas state (Z6) (see the map in Fig. 1). The data cover periods larger than two decades of registers. The analysis of the data suggests the SOC behavior reported by other authors (Fraedrich and Lander 1993; Andrade et al. 1998; Peters et al. 2002; Peters and Christensen 2002) for rain intensities. Additionally, we present a study of the Hurst exponent for the six mentioned zones. The connection of H with the spectral exponent β leads to β -values consistent with a SOC behavior of the rain events. The article is

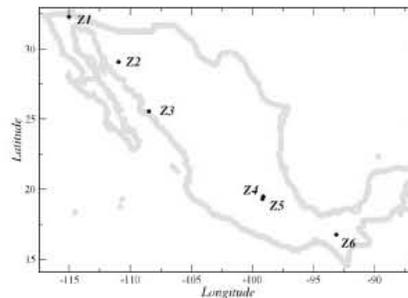


Fig. 1 Location of the six studied Mexican zones

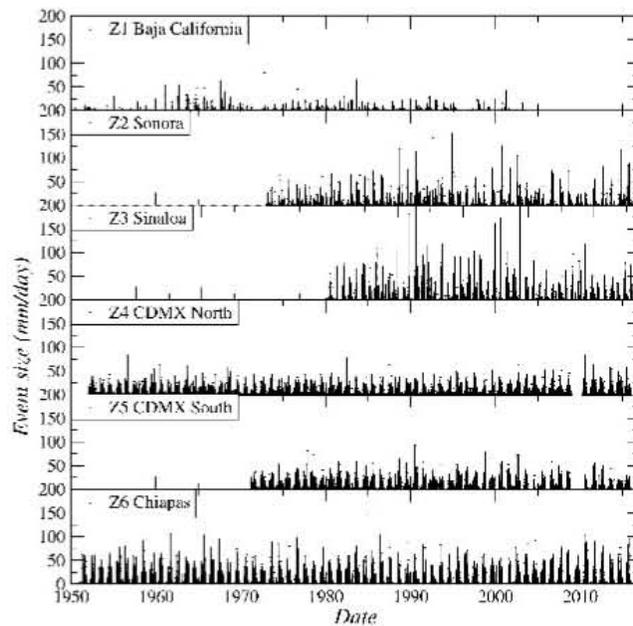
organized in the following manner: the next section is dedicated to the employed data followed by which our methodology and results are shown, and finally the conclusions are presented.

Data

In the present study of rain intensities in Mexico, we use data obtained from the web page of CONAGUA (<http://www.conagua.gob.mx>), which is a government agency in charge of water management in Mexico. This work started focusing on the municipality of Guasave which has a warm-desert climate, where we take data from seven weather stations (defined as Z3, see Fig. 1) located in Sinaloa state in northwestern Mexico. The data available for these stations range from 1962 to 2015. To improve the statistics, we pooled the data under the assumption that all these stations are from the same region, resulting in more than 6000 points for the analysis. In Fig. 2 (Z3), we show the time series corresponding to the weather station Guasave-25038, which is representative of this municipality. Subsequently, we add five zones of other climatic regions

of Mexico. The typical climate of the other five studied zones are the following ones: Z1 and Z2 have a warm-desert climate; Z4 and Z5 have climates ranging from temperate to humid cold alpine tundra and Z6 has a climate warm subhumid with rains in the summer. In Fig. 2, we show six time series corresponding to one representative station of each of the six zones. In each zone, we analyze a number of stations in the following way: in Z1 two stations (9003, 9009; ranging from 1945 to 2003), in Z2 three stations (26138, 26139, 26179; ranging from 1965 to 2016), in Z3 seven stations (25013, 25027, 25038, 25039, 25048, 25080, 25178; ranging from 1962 to 2015), in Z4 two stations (9003, 9029; ranging from 1933 to 2015), in Z5 three stations (9014, 9024, 9070; ranging from 1961 to 2015) and in Z6 three stations (7165, 7176, 7202; ranging from 1951 to 2016). For the six zones we pooled the data of the meteorological stations of each zone, the minimum number of data points is 1012 corresponding to Z1, and the maximum number is 12772 for Z6. However, due to the old registration technology used by these stations (it comes from the 50 s of the past century), the low-intensity values have great uncertainties. We remark that we are analyzing precipitation events, all data points that report zero

Fig. 2 Time series of rain intensities in mm/day for six representative meteorological stations of each zone. The studied data were the result of pooling all the stations of each zone. The time period and the number of points n (after removing zero values) for each zone are, respectively, the following ones: Z1 (1945–2003, $n_1 = 1012$), Z2 (1965–2016, $n_2 = 2699$), Z3 (1962–2015, $n_3 = 6619$), Z4 (1933–2015, $n_4 = 12407$), Z5 (1961–2015, $n_5 = 9171$) and Z6 (1951–2016, $n_6 = 12772$)



precipitation are removed from the statistics, such as it was made in Olami et al. (1992).

Methods and results

As we said in the "Introduction", we are looking for evidence that the statistical behavior of rain intensities in six Mexican zones supports the previously reported idea that the rain can be seen as a SOC phenomenon. To study the available data we will use two approaches: a frequency-size distribution and the Hurst exponent.

Frequency-size distribution

Many complex systems and processes cannot be characterized by means of one or few space and time scales. On the contrary, behind complex system behavior underlies a large variety of scales, described in general by power laws, which are of the form

$$p(x) \propto x^{-\tau}, \quad (1)$$

where τ is a parameter of the probability distribution $p(x)$ called the scaling exponent. The SOC systems are characterized by hyperbolic distributions of several quantities (Andrade et al. 1995). One of them is the relative frequency n of avalanches releasing energy (or mass), with a power law of the form

$$n(x) \propto x^{-\tau}. \quad (2)$$

As asserted by Andrade et al. (1998), the overall balance of water content in the atmosphere is governed by evaporation from subtropical oceans and transport within the atmosphere. After a certain residence time in the atmosphere and throughout the water cycle, the water is released by rainfall in avalanche-like events. This behavior suggests a SOC-type dynamics. Since long time ago, the most used procedure to register the intensity of precipitation of rain-water has been simply to collect the water in a container and measuring the amount of water after a certain time (hours or days). Despite the imprecision of this method it is able to capture the global statistical behavior of the rain. According to Peters et al. (2002), avalanches in a pile of grains or earthquakes do not look very different to rain, that is, the three phenomena are of the SOC type reaching for themselves a stationary critical state. For the case of rain events, these represent fluctuations of the water content in the atmosphere, hence with avalanches (Peters et al. 2002; Peters and Christensen 2002). Here, we use the cumulative distribution function $C(x)$ of the power law distribution given by the following equation:

$$C(x) = \int_x^M n(x) dx, \quad (3)$$

where $n(x)$ is the number of events with size x and M is the maximum event in the data set. Eq. (3) gives

$$R(x) = \frac{C(x)}{x} \propto \frac{x^{-\tau}}{\tau-1} \left[1 - \left(\frac{x}{M} \right)^{1-\tau} \right], \quad (4)$$

When we plot $\log(R(x))$ versus $\log(x)$ for the rain data from the six Mexican zones studied, we obtain a behavior as those shown in Fig. 3. The six curves have a bimodal behavior with a crossover x_c between small and large rain intensities. For Z3, we found for $x < 30$ mm/day a slope of $\tau_1 = 1.34$ and for $x > 30$ mm/day a $\tau_2 = 3.72$, that is, there exists a crossover in $x_c = 30$ mm/day. A similar behavior was found for the other five zones (see Table 1).

All the values of τ_1 corresponding to $x < x_c$ are not so far from the $\tau_1 = 1.36$ found by Peters et al. (2002) and Peters and Christensen (2002) using high-resolution data collected with a compact vertically pointing Doppler radar at the Baltic coast Zingst with a resolution of minutes. On the other hand, our results for τ_2 are in reasonable agreement with those reported by Andrade et al. (1998) which are $\tau_2 = 1.1$ for Paris and $\tau_2 = 1.58$ for Karwar, and by García-Marín et al. (2008) for Cordoba (Spain) which is $\tau_2 = 1.17$. As asserted in Andrade et al. (1998) and García-Marín et al. (2008), Eq. (4) fits very well the bimodal curves of rain intensities for the cases of Paris (Andrade et al. 1998) and Cordoba (Spain) (García-Marín et al. 2008). In Fig. 3 we observe that for the six Mexican studied zones also bimodal curves of rain intensities are found using Eq. (4).

The fact that experimental data of rain intensities satisfy Eq. (4) is taken as a support of the SOC nature of the rain phenomenon (Andrade et al. 1998; García-Marín et al. 2008). According to Andrade et al. (1998), the ratio $\sigma =$

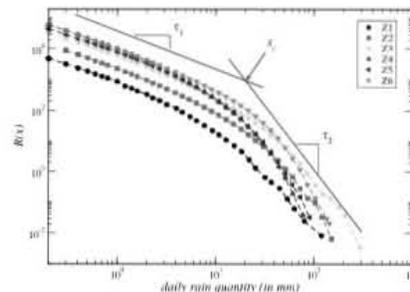


Fig. 3 Log-log plot of the distribution function $R(x)$ (Eq. 4) against x for the six zones

Table 1 Second column: τ_1 values; third column: τ_2 values; fourth column: crossover point x_c for each zone; fifth column: σ values; sixth column: Hurst exponent values

Zone	τ_1	τ_2	x_c (mm)	σ	H
Z1	1.37	3.23	25	2.35	0.57
Z2	1.44	3.94	25	2.73	0.60
Z3	1.34	3.72	30	2.77	0.60
Z4	1.46	4.87	20	3.33	0.65
Z5	1.38	4.51	20	3.26	0.64
Z6	1.39	5.22	36	3.75	0.65

τ_2/τ_1 can give information on the specific interplay between the so-called large-scale and convective precipitation at a given location. For the case of tropical and subtropical regions, where convective precipitations abound, σ is in the range 2–3. In Table 1 we observe that for Z1, Z2 and Z3, the values of σ are $\sigma_1 = 2.35$, $\sigma_2 = 2.73$ and $\sigma_3 = 2.77$, respectively, which are in the interval 2–3 reported by Andrade et al. (1998) for tropical and subtropical regions, which is the case of Z1, Z2 and Z3. Interestingly, for Z4, Z5 and Z6, which are very rainy regions, the corresponding σ s are $\sigma_4 = 3.33$, $\sigma_5 = 3.26$ and $\sigma_6 = 3.76$, respectively, which are in the range of $\sigma = 3.62$ reported for the case of Paris (Andrade et al. 1998), which also is a very rainy location.

In summary, the distribution of the number of rain intensities by size is reminiscent of the frequency–magnitude relationship for earthquakes (the GR law). Both distributions present a crossover between small and large scales reflecting a finite-size effect which for the case of seismicity has been explained by Pacheco et al. (1992) in terms of the width of the seismogenic layer. This finite-size effect is also evident in the synthetic seismicity modeled by SOC spring-block simulations made using cellular automata (Olami et al. 1992). It would be very interesting to investigate the cause of the finite-size effect in rain intensities. On the other hand, the values found for τ_1 are not so far from the characteristic scaling exponents appearing in other SOC phenomena (Olami et al. 1992; Angulo-Brown and Muñoz-Diosdado 1999).

Hurst exponent

In 1951, Hurst introduced the rescaled-range R/S analysis to study temporal correlations in annual Nile river discharges (Hurst et al. 1965). This method is appropriate to measure long-term memory of time series. To calculate the amount R/S first the mean of each n th segment of length T is obtained:

$$\langle x \rangle_{n,T} = \frac{1}{T} \sum_{i=(n-1)T+1}^{nT} x_i. \quad (5)$$

The standard deviation $S_{n,T}$ of the n th segment of length T is defined as

$$S_{n,T} = \left[\left(\frac{1}{T} \right) \sum_{i=(n-1)T+1}^{nT} (x_i - \langle x \rangle_{n,T})^2 \right]^{1/2}. \quad (6)$$

For each point i in the time series, it is calculated,

$$y_{i,n,T} = \sum_{k=(n-1)T+1}^i (x_k - \langle x \rangle_{n,T}), \quad (7)$$

for $(n-1)T+1 < i < nT$. The range $R_{n,T}$ in the n th segment is then calculated by subtracting the smallest value of $y_{i,n,T}$ from the largest value of $y_{i,n,T}$. The range is divided by the standard deviation to determine the rescaled range and define an average rescaling range as

$$\langle R/S \rangle_T = \frac{1}{N(T)} \sum_{n=1}^{N(T)} (R_{n,T}) / (S_{n,T}). \quad (8)$$

The rescaled range is calculated for different time durations T , and the logarithm of $\langle R/S \rangle_T$ against the logarithm of T is plotted. The slope of this graph is H , the so-called Hurst exponent. The exponent H takes values in the interval (0,1). The value $H = 0.5$ corresponds to a R/S local dependence and it suggests that observations sufficiently distant from each other in time are statistically independent. In fact, for a series of Gaussian random variables (white noise) the value of H should be 0.5 (Siu-Ngan Lam 1993). On the other hand, $H \neq 0.5$ corresponds to a R/S -global dependence (Mandelbrot 2002), when $\frac{1}{2} < H < 1$, the difference between consecutive values of the time series are said to be persistent, that is, increases at one time are more likely to be followed by increases at later times, and decreases at one time are more likely to be followed by decreases at later times. On the other hand, when $0 < H < 0.5$, the time series behavior is antipersistent, that is, increases at one time are more likely to be followed by the decreases at later times, and decreases at one time are more likely to be followed by increases at later times (Liebovicitch 1998).

Another common method to investigate correlations in time series is the detrended fluctuation analysis (DFA) (Peng et al. 1994). The DFA scaling exponent α is nearly related to the Hurst exponent (Kantelhardt 2008) (see below).

According to Mandelbrot (2002), typically in geophysics $H > 0.5$. However, in a recent paper, López-Lambráño et al. (2017) presented an extensive compilation

of H values for precipitation time series around the world, including some cases where $H < 0.5$, as, for example, in Tamil Nadu, India (Rehman and El-Gebeily 2009) with a tropical steppe climate, $H = 0.21$. Other cases with $H \leq 0.5$ are some places at the south Baltic sea in Europe (Domino et al. 2014). For example, in Kolobrzeg $H = 0.45$, that is, a case of negative autocorrelations and in Swinoujscie $H = 0.49$, that is, near a white noise type behavior with no correlations.

In Fig. 4, we depict a double log plot of R/S against lag for the six Mexican zones under study. The corresponding values of H are shown in Table 1, and they are $H_1 = 0.57$, $H_2 = 0.60$, $H_3 = 0.60$, $H_4 = 0.65$, $H_5 = 0.64$ and $H_6 = 0.65$, that is, all these values correspond to persistent time series. These results of H correspond to around 1.5 decades in the T -axis (lags from 6 days to 200 days). This time interval is limited by the duration of the rain seasons in Mexico and by the low resolution of the measurement technology of the meteorological stations (the minimum resolution is 1 day). However, our estimation of H is reasonably consistent with the H behavior reported by Peters et al. (2002) in the range from 10^3 to 10^5 minutes. In addition, our results are also consistent with the number of decades reported in the original work of Hurst [Sutcliffe et al. (2016); Hurst (1949)]. On the other hand, if we use the detrended fluctuation analysis (DFA) (Kantelhardt 2008) for the same data, we found that the DFA exponent α has the following values: $\alpha_1 = 0.57$, $\alpha_2 = 0.53$, $\alpha_3 = 0.55$, $\alpha_4 = 0.62$, $\alpha_5 = 0.62$ and $\alpha_6 = 0.61$, no so far from the relation $H \approx \alpha$, which is valid for α in the interval (0.5, 1) (Kantelhardt 2008). Interestingly, if we use the relation between the spectral exponent β and the Hurst exponent H mentioned in the "Introduction", that is, $H = \beta - 0.5$, we find that $\beta_1 = 1.07$, $\beta_2 = 1.1$, $\beta_3 = 1.1$, $\beta_4 = 1.15$, $\beta_5 = 1.14$ and $\beta_6 = 1.15$. All these values are very close to the

so-called flicker noise or $1/f$ noise, which is a characteristic of self-organized critical systems (Bak et al. 1987, 1988).

Conclusions

Peters and Christensen suggest that rain is an excellent example of a self-organized critical process (Peters and Christensen 2002). However, Andrade et al. (1998) had suggested since 1998 this same idea by analyzing rain data taken from several stations from several regions of the world. In the present paper, we have analyzed precipitation data from six zones of Mexico by means of two scaling approaches: the relative frequency N of rain events and the Hurst exponent.

Essentially, we found power laws with exponents in the same range reported by Peters and Christensen (2002), Andrade et al. (1998) and García-Marín et al. (2008), that is, our results support the hypothesis that the rain process has a SOC behavior. The precipitation data we used have inaccuracies for low-intensity values; nevertheless, seemingly the statistical behavior is robust enough to obtain scaling exponents within the intervals reported by other authors. In summary, the SOC hypothesis is very suitable to describe the different stages of the rain phenomenon as the relaxation output of the complex system, that is, the troposphere, which is the part of the atmosphere where the climatic phenomenon occurs. Finally, we suggest that it would be very interesting to investigate the cause of the finite-size effect in rain intensities proceeding perhaps by analogy with the possible cause of the finite-size effect observed in the Gutenberg–Richter law.

Acknowledgements This work is part of the doctoral research of FAF supported by a CONACyT fellowship. FAF thanks Professor Virginia García Acosta for fruitful discussions and the kind hospitality of CIESAS. IRR thanks CONACyT, COFAA-IPN and EDI-IPN from Mexico.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare no conflict of interest.

References

- Andrade JS Jr, Wainer I, Mendes Filho J, Moreira JE (1995) Self-organized criticality in the El Nio Southern oscillation. *Phys A* 215:331
- Andrade RFS, Schellnhuber HJ, Claussen M (1998) Analysis of rainfall records: possible relation to self-organized criticality. *Phys A* 254:557
- Angulo-Brown F, Muñoz-Diosdado A (1999) Further seismic properties of a spring-block earthquake model. *Geophys J Int* 139:410–418

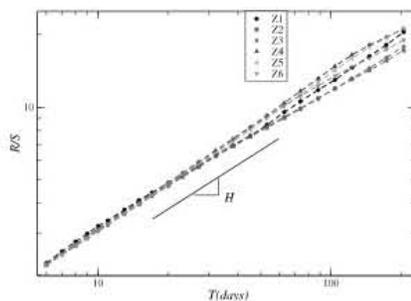


Fig. 4 Hurst exponents for the six zones

- Bak P, Tang C, Wiesenfeld K (1987) Self-organized criticality: an explanation of the $1/f$ noise. *Phys Rev Lett* 59:381
- Bak P, Tang C, Wiesenfeld K (1988) Self-organized criticality. *Phys Rev A* 38:364
- Domino K, Blachowicz T, Ciupak M (2014) The use of copula functions for predictive analysis of correlations between extreme storm tides. *Phys A* 413:489
- Fraedrich K, Lander C (1993) Scaling regimes of composite rainfall time series. *Tellus* 45A:289
- García-Marín A, Jiménez-Otero F, Ayuso JL (2008) La criticidad autoorganizada y el análisis de datos históricos de lluvia en Córdoba (Andalucía). *Ingeniería del Agua* 15:13
- Geller RJ, Jackson DD, Kagan Y, Mulargia F (1997) Earthquakes cannot be predicted. *Science* 275:1616
- Grumbacher SK, McEwen KM, Halverson DA, Jacobs DT, Lindner J (1993) Self organized criticality: an experiment with sandpiles. *Am J Phys* 61:329
- Gutenberg B, Richter CF (1944) Frequency of earthquakes in California. *Bull. Seism. Soc. Am.* 34:185
- Hurst HE (1949) The capacity needed in reservoirs for long-term storage. The Nile Basin, Supplement to, vol. VII. Government Press, Cairo
- Hurst HE, Black RP, Simaika YM (1965) Long-term storage: an experimental study. Constable, London
- Kanamori H, Anderson DL (1974) Theoretical basis of some empirical relations in seismology. *Bull Seism Soc Am* 54:1073–1095
- Kantelhardt Jan W (2008) Fractal and Multifractal Time Series, arXiv:0804.0747v1 [physics.data-an]
- Liebovitch LS (1998) Fractals and chaos simplified for the life sciences. Oxford University Press, Oxford
- López-Lambraño A, Carrillo-Yee E, Fuentes C, López- RA, López-Lambraño M (2017) Una revisión de los métodos para estimar el exponente de Hurst y la dimensión fractal en series de precipitación y temperatura. *Rev. Mex Fis* 63:244
- Lovejoy S, Schertzer D (eds) (1991) Nonlinear variability in geophysics: scaling and fractals. Kluwer, The Netherlands
- Mandelbrot BB (1977) The fractal geometry of nature. WH Freeman, New York
- Mandelbrot BB (2002) Gaussian self-affinity and fractals. Springer, Berlin
- Mandelbrot BB, Hudson R (2004) The (mis)behaviour of markets: a fractal view of risk, ruin and reward. Profile Books, London
- Olami Z, Feder HJS, Christensen K (1992) Self-organized criticality in a continuous, nonconservative cellular automaton modeling earthquakes. *Phys Rev Lett* 68:1244–1248
- Pacheco JF, Scholz CH, Sykes LR (1992) Changes in frequency-size relationship from small to large earthquakes. *Nature* 335:71–73
- Peng C-K, Buldyrev SV, Havlin S, Simons M, Stanley HE, Goldberger AL (1994) Mosaic organization of DNA nucleotides. *Phys Rev E* 49:1685
- Peters O, Christensen K (2002) Rain: relaxations in the sky. *Phys Rev E* 66:036120–1
- Peters O, Hertlein C, Christensen K (2002) A complexity view of rainfall. *Phys Rev Lett* 88:018701–1
- Rangarajan G, Sant DA (2004) Fractal dimension analysis of Indian climatic dynamics. *Chaos Solit Fract* 19:285–291
- Rehman S, El-Gebeily M (2009) A study of Saudi climatic parameters using climatic predictability indices. *Chaos Solit Fract* 41:1055
- Richter CF (1958) Elementary seismology. W. H. Freeman, New York
- Schepers HE, van Beek JHGM, Bassingthwaite JB (1992) Four methods to estimate fractal dimension from self-affine signals. *IEEE Eng Med Biol* 11:57
- Scholz CH (1992) The mechanics of earthquakes and faulting. Cambridge University Press, Cambridge
- Siu-Ngan Lam N, De Cola L (1993) Fractals in geography. Prentice Hall, Upper Saddle River
- Sutcliffe J, Hurst S, Awadallah AG, Brown E, Hamed K (2016) Harold Edwin Hurst: the Nile and Egypt, past and future. *Hydrol Sci J* 61:1557–1570
- Svensson C, Olsson J, Berndtsson R (1996) Multifractal properties of daily rainfall in two different climates. *Water Resour Res* 32:2463
- Utsu T, Seki A (1954) A relation between the area of aftershocks regions and the energy of main shock. *J Seism Soc Jpn* 7:233

APÉNDICE 2. “CUESTIONARIO SOBRE INUNDACIONES EN GUASAVE, SINALOA, MÉXICO”

MÓDULO I. CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y DE LA VIVIENDA

I. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y DE LA VIVIENDA

I.1.1 Total de viviendas en el predio _____

I.1.2 Tipo de Vivienda: _____

- Casa Independiente ()
- Departamento ()
- Vivienda en Vecindad ()
- Vivienda en Azotea ()
- Vivienda Móvil ()
- Refugio ()
- Otra, ¿Cuál? _____

I.2 Total de personas residentes en la vivienda _____

I.3 Sexo, I.4 Edad y I.5 Escolaridad

Persona 1 Sexo _____ Edad _____ Escolaridad _____

Persona 2 Sexo _____ Edad _____ Escolaridad _____

Persona 3 Sexo _____ Edad _____ Escolaridad _____

Persona 4 Sexo _____ Edad _____ Escolaridad _____

Persona 5 Sexo _____ Edad _____ Escolaridad _____

Persona 6 Sexo _____ Edad _____ Escolaridad _____

Persona 7 Sexo _____ Edad _____ Escolaridad _____

Persona 8 Sexo _____ Edad _____ Escolaridad _____

I.4 Ocupación e Ingresos mensuales

Persona 1 Ocupación _____ Ingreso _____

Persona 2 Ocupación _____ Ingreso _____

Persona 3 Ocupación _____ Ingreso _____

Persona 4 Ocupación _____ Ingreso _____

Persona 5 Ocupación _____ Ingreso _____

Persona 6 Ocupación _____ Ingreso _____

Persona 7 Ocupación _____ Ingreso _____

Persona 8 Ocupación _____ Ingreso _____

¿Esta familia recibe remesas? _____ ¿Cuánto? _____

I.8 Ingreso Familiar Total Mensual \$_____ (el resultado es la suma de los anteriores, incluidas las remesas)

I.9 Bienes en la Vivienda

I.9.1 Televisión Sí () NO ()

I.9.2 Radio Sí () NO ()

I.9.3 Refrigerador Sí () NO ()

I.9.4 Boiler Sí () NO ()

I.9.5 Aire Acondicionado Sí () NO ()

I.9.6 Otros ¿cuáles?_____

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

II.1. Fecha de Construcción de la vivienda _____

II.1.1 De qué Materiales es la mayor parte de:

II.1.2 Techo

a) Desecho o Cartón ()

b) Lámina ()

c) Madera ()

d) Adobe ()

e) Cemento ()

f) Otros ¿cuáles?_____

II.1.3 Paredes

a) Desecho o Cartón ()

b) Lámina ()

c) Madera ()

d) Adobe ()

e) Cemento o Tabique ()

f) Otros ¿cuáles?_____

II.1.4 Piso

a) Tierra ()

b) Cemento Firme ()

c) Madera, Mosaico ()

d) Otros ¿cuáles? _____

II.2 Servicios en la Vivienda

II.2.1 Agua Entubada en la vivienda SI () NO ()

II.2.2 Drenaje conectado a Red Pública SI () NO ()

II.2.3 Excusado SI () NO ()

II.2.4 Energía Eléctrica SI () NO ()

II.2.5 Otros ¿cuáles? _____

MÓDULO III. INUNDACIONES

III. EXPERIENCIAS SOBRE INUNDACIONES

III.1 ¿Ha habido inundaciones aquí en Guasave? SI () ()

III.1.1 En caso de sí, ¿en qué año(s)? _____

III.2 ¿Entonces, cuántas inundaciones ha habido?

ÚLTIMA

III.3.a Características de la última inundación que usted recuerde

III.3.1.a ¿En qué año fue y cuánto tiempo duró? _____

III.3.2.a ¿Cuál fue el nivel que alcanzó el agua en la ciudad? _____

III.3.3.a ¿Cuál fue el nivel que el agua alcanzó en su predio? _____

III.3.4.a ¿Cuál fue el nivel que alcanzó el agua en su vivienda? _____

III.3.5.a ¿Se le dañaron sus cosas? _____

III.3.6.a Si, fue así, ¿qué cosas? _____

III.4.a Evacuación

III.4.1.a ¿Los evacuaron? SI () NO ()

III.4.2.a ¿Por cuánto tiempo? _____

III.4.3.a ¿Dónde estuvieron? _____

Albergues SI() NO()

Parientes SI() NO()

Amigos SI() NO()

MÓDULO IV. INSTITUCIONES

IV.5.a Organización Institucional durante la Inundación

IV.5.1.a ¿Autoridades del Municipio los ayudaron durante la inundación?

SI () NO ()

IV.5.2.a ¿Cómo? _____

IV.5.3.a ¿Autoridades del gobierno estatal los ayudaron durante la inundación?

SI () NO ()

IV.5.4.a ¿Cómo? _____

IV.5.5.a ¿El ejército los ayudó durante la inundación?

SI () NO ()

IV.5.6.a ¿Cómo? _____

IV.5.7.a ¿existe organización vecinal para “enfrentar” las inundaciones?

SI () NO ()

IV.5.8.a ¿cuál? _____

IV.5.9.a Usted o su familia ¿cómo enfrentaron esa inundación? _____

IV.5.10.a ¿A qué atribuye Usted esa inundación?

OTRA INUNDACIÓN QUE RECUERDE

MÓDULO IIIb

III.3.b Características de **otra** inundación que usted recuerde

III.3.1.b ¿En qué año fue y cuánto tiempo duró? _____

III.3.2.b ¿Cuál fue el nivel que alcanzó el agua en la ciudad? _____

III.3.3.b ¿Cuál fue el nivel que el agua alcanzó en su predio? _____

III.3.4.b ¿Cuál fue el nivel que alcanzó el agua en su vivienda? _____

III.3.5.b ¿Se le dañaron sus cosas? _____

III.3.6.b Si, fue así, ¿qué cosas? _____

III.4.b Evacuación

III.4.1.b ¿Los evacuaron? SI () NO ()

III.4.2.b ¿Por cuánto tiempo? _____

III.4.3.b ¿Dónde estuvieron? _____

Albergues	SI()	NO()
Parientes	SI()	NO()
Amigos		

MÓDULO IV b

IV.5.b Organización Institucional durante la Inundación

IV.5.1.b ¿Autoridades del Municipio los ayudaron durante la inundación?

SI () NO ()

IV.5.2.b ¿Cómo? _____

IV.5.3.b ¿Autoridades del gobierno estatal los ayudaron durante la inundación?

SI () NO ()

IV.5.4.b ¿Cómo? _____

IV.5.5.b ¿El ejército los ayudó durante la inundación?

SI () NO ()

IV.5.6.b ¿Cómo? _____

IV.5.7.b ¿existe organización vecinal para “enfrentar” las inundaciones?

SI () NO ()

IV.5.8.b ¿cuál? _____

IV.5.9.b Usted o su familia ¿cómo enfrentaron esa inundación? _____

IV.5.10.b ¿A qué atribuye Usted esa inundación?

MÓDULO V. POSINUNDACIONES

V.6 A partir de la(s) inundaciones

V.6.1 ¿han hecho algo para que ya no vuelvan a pasar por lo Mismo? _____

V.6.2 ¿Quiénes? _____

V.6.2.1 ¿El municipio? _____

V.6.2.2 ¿Ustedes? _____

V.6.2.3 ¿Alguien más? _____

MÓDULO VI.7 ALERTAS.

VI.7.1 ¿Sabe usted qué es?

SI () NO ()

VI.7.2 ¿Sabe usted cómo funciona una alerta temprana?

SI () NO ()

VI.7.3 ¿Recibe información sobre tormentas y huracanes con anticipación?

SI () NO ()

VI.7.4 ¿Quién da esa información? _____

VI.7.5 ¿Por qué medio de comunicación la recibe?

Radio () Televisión () Carteles ()

Otro, ¿cuál? _____

VI.7.6 ¿Con qué frecuencia a lo largo del año recibe información?

VI.8 AUTORIDADES

VI.8.1 ¿Conoce a las autoridades de Protección Civil de su municipio?

SI () NO ()

VI.8.2 ¿Quiénes son? _____

VI.8.3 ¿Mantiene comunicación con las autoridades acerca de las inundaciones?

SI () NO ()