

# La vulnerabilidad del desarrollo urbano de Culiacán, Sinaloa, México

## Vulnerability of urban development within Culiacan, Sinaloa, Mexico

*Adriana Aispuro Angulo y José de Jesús Cordero Domínguez*

[adrianaaispuro@gmail.com](mailto:adrianaaispuro@gmail.com), [jjcorderod@gmail.com](mailto:jjcorderod@gmail.com)

Servicios de Educación Pública Descentralizada del Estado de Sinaloa  
Universidad de Guanajuato, México

### Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la vulnerabilidad del desarrollo urbano de la ciudad de Culiacán, en el Estado de Sinaloa, México, que permite advertir los riesgos por inundación en que se encuentran la ciudad misma, los habitantes y las Instituciones políticas ante la carencia de prevención de tales eventos en la confluencia de tres ríos que surcan la ciudad de Culiacán, como aconteció en el mes de septiembre de 2013, cuando el huracán Manuel causó daños al Estado de Sinaloa y a la ciudad de Culiacán. La metodología aborda la bibliografía de texto sobre los conceptos de la vulnerabilidad física, social y política proveniente de diversos teóricos y disciplinas, focalizada en el desarrollo urbano de las ciudades y que permite reconocer la importancia de analizar los distintos aspectos que confluyen en su generación una vez que se ha modificado y ocupado el territorio. El trabajo destaca la vulnerabilidad de la zona central de la ciudad y las periferias urbanas empobrecidas como un primer acercamiento al estudio de la vulnerabilidad a las inundaciones en la ciudad de Culiacán, señalando las evidencias breves de las inundaciones recientes y sus daños.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad, Culiacán Sinaloa, México, desarrollo urbano, inundaciones, ordenamiento territorial.

### Abstract

This research paper aims to analyze the vulnerability of urban development of the city of Culiacan, state of Sinaloa, Mexico. In addition, this paper makes it possible to note the risks of flooding in which the city, inhabitant and political institutions lie due to the lack of prevention strategies associated with the confluence of three rivers that flow through the city of Culiacan. An example of this vulnerability occurred in September 2013, when Hurricane Manuel damaged the state of Sinaloa and the city of Culiacan. The bibliography, from various theorists and disciplines, approaches concepts of physical, social and political vulnerability. Furthermore, it is focused on the urban development of the cities and it shows the importance of analyzing the various aspects that generate cities once the territory has been modified and occupied. This paper highlights the vulnerability of the central area of the city of Culiacan and its impoverished urban outskirts and points out the brief evidence relating to recent floods and their damages.

**Keywords:** vulnerability, Culiacan, Sinaloa, Mexico, urban development, floods, plot planning

Este trabajo es producto del proyecto de investigación "Desarrollo urbano y vulnerabilidad. El caso de las riberas de los ríos Humaya y Tamazula en la ciudad de Culiacán, Sinaloa en el periodo 1948-2004"; director José de Jesús Cordero Domínguez.

## Introducción

La vulnerabilidad de manera general es percibida como un problema que depende del medio natural, tomando en cuenta los estudios tradicionales que se han hecho al respecto y que se inclinan a las condiciones físicas. Estos estudios se realizan en el momento con la finalidad de obtener mapas de riesgo y son tan sólo una pequeña parte de lo que significa la vulnerabilidad como un concepto integrador. Las condiciones que se observan en las riberas de los ríos Humaya y Tamazula son muy interesantes, por todos y cada uno de los factores que implica la vulnerabilidad.

La zona de estudio comprende a las riberas de los ríos Humaya y Tamazula de cuya confluencia nace el río Culiacán; ubicados dentro de un centro urbano de gran importancia en el noroeste del país, la ciudad capital del estado de Sinaloa, Culiacán. Forman un sistema de ríos que alimenta uno de los grandes centros agrícolas del país: el valle de Culiacán; productor de grandes cantidades de hortalizas y maíz. (Fig. N° 1)

**Figura N° 1.- Mapa del Estado de Sinaloa y ubicación de la ciudad de Culiacán**



Fuente: Elaboración propia en base en información de la SGP, CONAGUA 2010

Todo esto lleva a plantear el problema desde un punto de vista original, tomando en cuenta un punto de arranque territorial, pero considerando a la vez los hechos históricos y un nuevo enfoque para el estudio de la vulnerabilidad.

Este enfoque se basa en la premisa sobre vulnerabilidad propuesta por Blaikey otros autores (1996,2004), en uno de los textos más importantes de los últimos años. Se han tomado aspectos de autores como Mark Pelling (2003), Bankoff, Frerks y Hilhorst (2004), Jared Orsi (2004) y Herzer (2000) y Gustavo Wilches-Chaux(1993), quienes en su conjunto promueven una nueva forma de analizar la vulnerabilidad.

La nueva forma que se propone es abordar a la vulnerabilidad desde tres componentes principales: vulnerabilidad física, vulnerabilidad social y vulnerabilidad política. Es decir, se estudian las riberas de los ríos Humaya y Tamazula desde 1948 al año 2004, su desarrollo urbano y los efectos en la generación de vulnerabilidad, estudiando en particular los fenómenos físicos, sociales y políticos en todo ese período para justificar la hipótesis que indica que el desarrollo de esta zona obedece a intereses económicos y, por lo tanto, se ha puesto en segundo término el tema de la seguridad.

El desarrollo urbano de estas zonas ha creado nuevas áreas de exposición, que pueden ser vulnerables a los efectos del clima, ya que Sinaloa se encuentra en una zona trayectoria de huracanes que pueden causar crecidas inesperadas de sus ríos. Además del riesgo de un fenómeno climatológico extremo que puede repercutir particularmente en la presa Sanalona sobre el río Tamazula, que ya ha cumplido su vida útil, según autoridades.

Importante es el estudio histórico del asentamiento, que representa la posibilidad de acrecentar los conocimientos teóricos metodológicos acerca de cómo se han dado los asentamientos a lo largo de las riberas de los ríos Humaya y Tamazula, además de conocer las circunstancias que llevan a tal desarrollo en las márgenes. Como punto más significativo se deduce la existencia de áreas de vulnerabilidad de estos desarrollos y se visualiza de esta manera un panorama que indica las implicaciones positivas y negativas del desarrollo planeado de asentamientos en las riberas de los ríos.

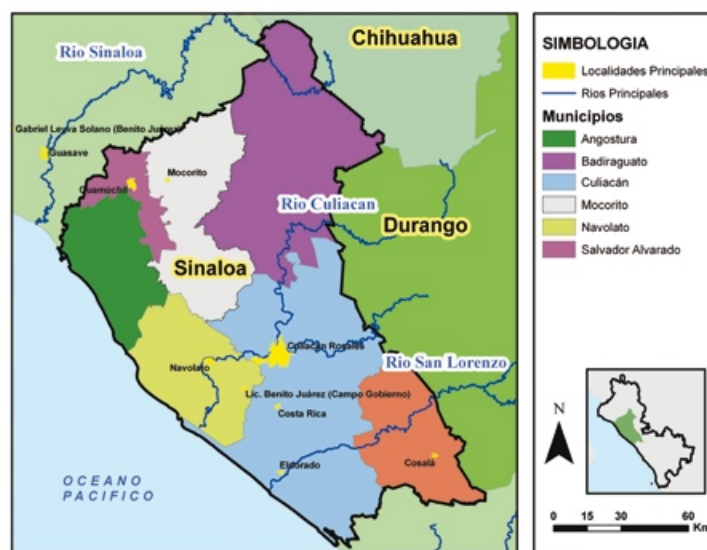
A partir de lo descrito anteriormente, el objetivo general de este trabajo es identificar el proceso de vulnerabilidad en las riberas de los ríos Humaya y Tamazula, de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, a través de su análisis por un nuevo enfoque integrador para estudiar el desarrollo urbano de las riberas de los ríos en la zona del Tres Ríos y su impacto en la generación de los tipos de vulnerabilidad física-territorial; social y política.

## La contingencia actual

A su paso por el estado de Sinaloa el día 19 del pasado mes de septiembre de 2013, el *huracán Manuel* de categoría 1- causó daños principalmente en la zona centro del estado; este fenómeno tocó tierra entre las 8:30 y 9:00hs de la mañana en la Isla de Altamura (municipio de Angostura), captando una precipitación pluvial record de 410mm en tres días de intensas lluvias.

Los municipios que resultaron con serias afectaciones fueron: Navolato, Culiacán, Angostura, Salvador Alvarado, Mocorito y Badiraguato. (Fig. N° 2)

**Figura N° 2.-, Municipios del Estado de Sinaloa afectados por el Huracán Manuel**



Fuente: SGP, CONAGUA 2010

Las afectaciones globales en los municipios señalados fueron:

- 100 mil personas afectadas en 90 comunidades.
- 142 mil usuarios sin energía eléctrica,
- 32 albergues habilitados en Culiacán,
- devastación en la zona agrícola del centro del estado,
- suspensión de actividades económicas, laborales y educativas y 3 fallecimientos.

## Marco metodológico

El tipo de investigación es descriptiva (Hernández *et al*, 2002), dado que se desea conocer un hecho que se presenta en la realidad, la vulnerabilidad en conjunto con el desarrollo urbano, como también identificar cuáles son los factores que propician dicho problema y cuáles las condiciones para los afectados directa e indirectamente por tal circunstancia. En

conclusión, se realiza una descripción del problema y de los elementos o indicadores que son parte del mismo, con base en los supuestos de la hipótesis propuesta.

Partiendo de la base teórica se determinaron los mencionados elementos e indicadores que forman parte de la información necesaria para el desarrollo del trabajo de investigación. De esta manera se identificaron cuatro ejes a desarrollar, los cuales son:

- el proceso histórico del desarrollo de la ciudad,
- la vulnerabilidad física,
- la vulnerabilidad social,
- la vulnerabilidad política

Estos ejes, en su conjunto, desencadenan el proceso general de la vulnerabilidad. Dentro de estos cuatro ejes se identificaron a su vez los indicadores y con ello se realizó el análisis.

Con la definición de los componentes de la vulnerabilidad y la identificación de los indicadores se precisa, entonces, la clasificación cualitativa para este análisis.

### **Enfoques de la vulnerabilidad**

La literatura referente a los estudios de vulnerabilidad tiene una vertiente muy útil en el tema que ocupa este trabajo de investigación. Autores como G. Bankoff, P. Blaikie, P.T. Cannon, G. Wilches-Chaux y a su vez M. Pelling, J. Orsi han comenzado a estudiar la vulnerabilidad y sus orígenes y consecuencias desde puntos de vista tanto físicos, sociales y políticos de una manera integral y en conjunto con el proceso de desarrollo.

Bajo este criterio el trabajo punta de lanza se debe a Blaikie, Cannon, Davis y Wisner quienes en 1994 presentaron *At Risk Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*, que por primera vez reúne en un mismo entramado teórico todas las vertientes que producen vulnerabilidad, no sólo la física (aquella que es debida a la naturaleza) sino también la ubicación de las construcciones y la resiliencia al impacto de un fenómeno natural.

Dentro de los autores que analizan a la vulnerabilidad de esta manera se encuentra un texto interesante por parte de Rejoice y Tsheko (2003), quienes analizan una región donde se ha desarrollado en los últimos años un fenómeno de sequía prolongado y se presenta una metodología para el cálculo de la fiabilidad a inundaciones.

Otro ejemplo de análisis de vulnerabilidad aplicado a inundaciones es el reporte aportado por Marfai y Njagih (2002), basado en una tesis de maestría sobre vulnerabilidad realizado en la ciudad de Turialba, Costa Rica.

La mayoría de los trabajos que se han hecho sobre vulnerabilidad tienen una visión más técnica, dado los métodos usados para el cálculo; coinciden en el uso de los Sistemas de

Información Geográfica, tal y como lo hacen Yalcin y Akyurek (2002) con el *análisis de áreas vulnerables* con un método llamado Evaluación por Multicriterios.

En su trabajo Lövkvist y otros autores (2004) proponen una metodología basada en campos morfológicos para ayudar en la toma de decisiones estratégicas durante una eventual catástrofe. Dicha metodología puede ser aplicada a diferentes niveles dentro de la estructura de una sociedad: local, regional o nacional e incluye la utilización del análisis morfológico asistido por computadora, de que no son tomados en cuenta por las autoridades locales de protección civil de Culiacán y el Estado de Sinaloa.

Para la definición de vulnerabilidad se encuentra un concepto al que recurren diversos autores y que de manera concreta describe a la vulnerabilidad y engloba de manera general los distintos aspectos que forman parte del fenómeno. Dicho concepto es también retomado por los nuevos estudios de vulnerabilidad realizados por instituciones como la Organización de Estados Americanos OEA, la UNESCO y una gran cantidad de organizaciones de protección civil en el mundo.

Este concepto se encuentra en el trabajo de Blaikie et al (1996) que define el concepto de vulnerabilidad de tal manera que engloba las diferentes propuestas que son interesantes para esta investigación, definición que bajo diferentes matices se ha mantenido hasta el momento y que es citada en diferentes textos actuales y dice lo siguiente:

*“Por vulnerabilidad se entienden las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural”* (Blaikie et al, 1996,p.14).

El concepto que se tiene sobre la vulnerabilidad en esta investigación incluye más que un estudio físico sobre el impacto que un fenómeno natural tiene en las estructuras y en los asentamientos, (es decir, acotarse a las características físicas del grupo), como lo han visto durante mucho tiempo. La vulnerabilidad incluye en sí un estado físico pero a su vez tiene un lazo muy fuerte con la acción del ser humano. En este sentido la vulnerabilidad es fundamentalmente un concepto ecológico político. (Bankoff et al, 2004)

### **Proceso histórico del desarrollo de la ciudad**

Se tendrá en cuenta el *Periodo contemporáneo (1931-2004)*.

Fundada en el año de 1531 por Nuño Beltrán de Guzmán, la ciudad de Culiacán es la capital del municipio homónimo y se localiza en la parte central del Estado de Sinaloa; su vida económica se orienta al comercio y los servicios. Según el XII Censo General de Población y Vivienda, en el año 2000 se contaba con una población de 540.823 habitantes urbanos en

Culiacán.

En las riberas de los ríos actualmente es el *Malecón*. Anteriormente en la década de 1930 se llamada *Calle del Río*, en la cual habitaban personas de muy bajos recursos económicos que estaban expuestas a las inundaciones provocadas por los ríos Humaya y Tamazula. A principios de dicha década, la zona correspondiente a la margen izquierda del río Tamazula, se remozó y adecuó, introduciendo banquetas y alumbrado, denominándosele “Malecón Humaya” o “Paseo Humaya” (hoy *Paseo Niños Héroes*). Para esa época, la mancha urbana de la ciudad era de 269 hectáreas y en el año 2000 la población era de 540,823 habitantes. (Culiacán, INEGI, 2000, 1998 y Verdugo, 1981).

Con la adecuación del Malecón Humaya o Paseo Humaya, que se extendía de oriente a poniente, se fueron construyendo numerosas residencias con vista hacia la otra margen del río, para personas con fuerte poder adquisitivo (Verdugo, 1981), desplazando a los colonos originales. En esta etapa se desarrolla el primer asentamiento residencial, la colonia “Chapultepec”, en la margen opuesta a los desarrollos del Paseo Humaya.

En los años siguientes continuó el crecimiento exponencial de la zona urbana propiciado por la edificación de las presas en Sanalona y López Mateos. En 1940 la ciudad ya tenía 22.025 habitantes y para el año de 1943 se observa un considerable crecimiento de la mancha urbana.

En el año de 1950 Culiacán contaba con 48.963 habitantes y, con el inicio de la agricultura de diversos granos y hortalizas a gran escala en el valle de Culiacán, se comienzan las primeras obras hidráulicas de gran magnitud; primeramente la construcción de los canales de riego hacia el valle, el canal Rosales hacia el noroeste y el canal Principal hacia el suroeste, que nacen en la presa derivadora, justo en la confluencia de los ríos Humaya y Tamazula.

La construcción de las presas Sanalona (1939-1948) y Adolfo López Mateos (1957-1964) vino a detonar el crecimiento agrícola de la zona del valle de Culiacán y el crecimiento urbano de la ciudad de Culiacán.

El 10 de diciembre de 1963 nuevamente<sup>1</sup> se presenta en Culiacán una de las peores inundaciones de su historia, debido a la constantes lluvias. (Verdugo, 1981)

Hacia los años 1970 predomina el uso de suelo residencial en la ciudad destacando el comercio solo en la zona centro, se crean asentamientos en la zona norte y la ciudad tiene en este momento 165.956 habitantes.

Inicialmente, en los asentamientos urbanos en estas zonas de principios del siglo XX, se

<sup>1</sup>El 18 de Septiembre de 1917 se tiene el primer registro de una crecida en el caudal de los ríos Humaya y Tamazula hasta su desbordamiento. Del incremento del caudal se cuenta con evidencia gráfica de la destrucción del puente del ferrocarril, situación que dejó incomunicada a la ciudad de Culiacán con el Norte del estado por espacio de varios meses.

evitaron los asentamientos en las márgenes de los ríos y, de esta manera, aprovechar todavía las grandes crecidas del río en época de lluvias para destinar a las fértiles tierras aledañas al cultivo.

Durante las décadas de 1970 y 1980 el desarrollo urbano se da a través de invasiones, sin ningún tipo de planeación, a excepción de ciertas zonas donde surgen colonias y fraccionamientos de interés social.

A partir de la década de 1990, se promueve un proyecto de rescate de las márgenes y modificación de los cauces de los tres ríos; el denominado "Desarrollo Urbano Tres Ríos". Uno de los planteamientos de este proyecto era el de reducir el riesgo de inundaciones que cada año, en temporada de lluvias, provocaban los ríos que atraviesan la ciudad de Culiacán, para de esta manera proteger la vida y propiedades de sus habitantes. (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento POES, 1991).

El Desarrollo Urbano Tres Ríos (DUTR) surge de la idea de modernizar a Culiacán y situarla dentro de las mejores ciudades del país. Contando con 1.413 hectáreas, inició sus obras en el año de 1991. Está constituido como un Organismo Público Descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, según sus estatutos; fue creado mediante decreto por el Gobierno del Estado de Sinaloa el 9 de abril de 1991 y hecho público en el Periódico Oficial del Estado de Sinaloa el 22 de abril de 1991 (POES, 1991)

Los objetivos del Desarrollo Urbano Tres Ríos son:

- reducir el riesgo de inundaciones,
- crear reservas territoriales,
- solucionar los problemas de vialidades
- mejorar el medio natural,
- aprovechar el paisaje urbano y el valor estético de la zona.

Dentro de sus atribuciones se encuentran la promoción de la construcción de obras hidráulicas para mitigar inundaciones mediante la asociación con particulares y otros organismos para lograr sus objetivos de promover y mejorar la regeneración y rehabilitación de las áreas de influencia de las riberas de los ríos, regular la tenencia de la tierra, mejorar los servicios públicos y promover la comercialización de inmuebles.

A finales del año de 1991 y principios de 1992, durante los meses de enero y febrero, se presentaron en la ciudad lluvias que se prolongaron por varios días provocando con ello un gran aforo en las presas de la región, que llegaron al 100% de su capacidad total. La intensidad de las lluvias que se presentaron ocasionaron que los trabajos del



Desarrollo Urbano Tres Ríos -que en esos momentos se realizaban en el río Tamazula- se atrasaran considerablemente.

Después del año de 1992, en la ciudad de Culiacán no se presentan fenómenos meteorológicos que impacten en grandes inundaciones; en este sentido la confianza que existe para las edificaciones del Desarrollo Urbano Tres Ríos en las riberas de los ríos Humaya y Tamazula se consolidó. En la década reciente se ubican asentamientos urbanos planeados cercanos a las márgenes del río Humaya, que se suman al desarrollo que se ha llevado a cabo mayormente en las márgenes del río Tamazula.

Este tipo de urbanización es provocada por la tendencia de crecimiento económico que se observa en Culiacán y en el resto del país donde las economías de algunas ciudades tienden a la tercerización producto de la industrialización del campo y la demanda de servicios. En la ciudad de Culiacán la experiencia se plasma principalmente en el proyecto Desarrollo Urbano Tres Ríos.

De esta manera el desarrollo urbano de esta zona ha creado nuevas áreas de exposición, que pueden ser vulnerables a los efectos derivados de fenómenos hidrometeorológicos, particularmente inundaciones.

### **Vulnerabilidad física**

Es la localización de grandes contingentes de la población en zonas de riesgo físico; éstos se refieren al territorio y al evento desencadenador: la ubicación, la dotación de servicios y las vías de comunicación. Concretamente, la necesidad de enmarcar la vulnerabilidad física dentro de los eventos hidrometeorológicos, tales como las inundaciones.

#### *Territorio*

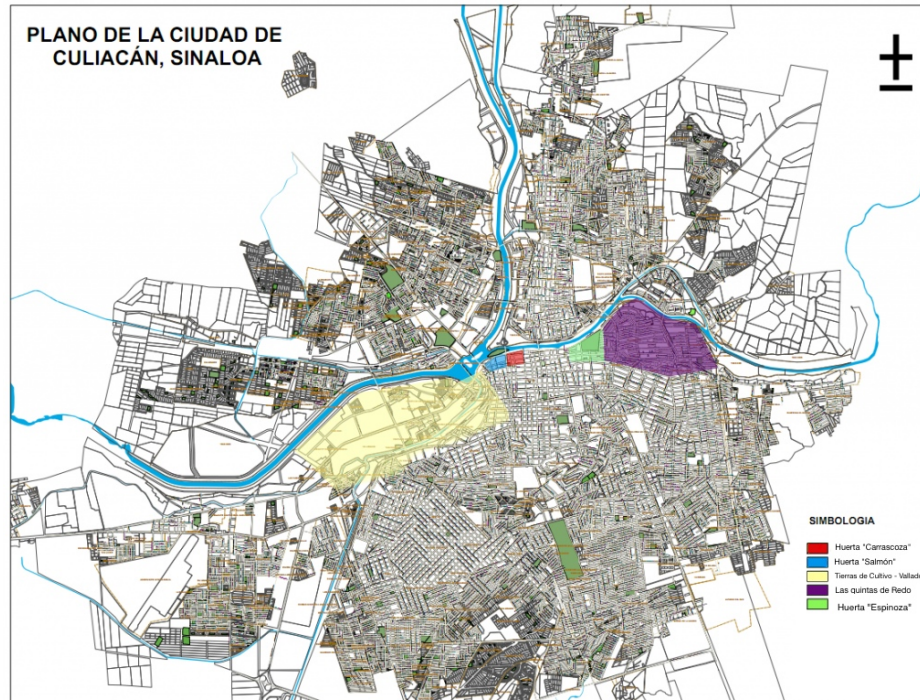
En la ciudad de Culiacán, Sinaloa, los territorios usados tradicionalmente como zonas de cultivos cambiaron su uso y dieron paso a asentamientos habitacionales y comerciales, procesos que han llevado al agotamiento de las zonas de reserva de uso habitacional dentro de la mancha urbana.

Aunado a ello, la inclusión del Desarrollo Urbano Tres Ríos (DUTR) ha propiciado la expansión de dichos asentamientos habitacionales y comerciales en las márgenes de los ríos Humaya y Tamazula, provocando con ello mayor exposición a una posible creciente de dichos ríos.

El DUTR, ha dado lugar a un fenómeno de transformación, cuyos efectos se observan en la imagen de la ciudad y en la percepción de sus habitantes sobre la misma. Desde la

fundación de la ciudad y hasta el primer tercio del siglo XX, la margen izquierda del río Tamazula (calle del río) estuvo ocupada por asentamientos rurales que, de una u otra forma, aprovechaban los beneficios que éste le brindaba a pesar de la inseguridad y la exposición a las inundaciones provocadas en la temporada de lluvias (Verdugo, 1981). (Fig. N° 3)

**Figura N° 3.- Asentamientos rurales en Culiacán, Sinaloa**



Fuente: Elaboración propia, en base al mapa de Culiacán de parquesalegres.org., 2005.

A partir de la adecuación de la margen izquierda del río Tamazula para convertirla en el malecón Paseo Humaya, a principios de la década de 1940, se comenzaron a construir grandes residencias con vista hacia el río, tratando de seguir esta tendencia en los nuevos proyectos de desarrollo.

Actualmente, de manera general, los asentamientos que se ubican en la zona de estudio son de tres tipos: interés social, residencial y campestre; los que existen del tipo popular (asentamientos no planeados) y que se ubican en las márgenes del río Humaya, generalmente son terrenos donde se encuentran fábricas rústicas de ladrillos o zonas rurales que la mancha urbana ya alcanzó.

Los asentamientos ubicados a partir de la década de 1970 en las riberas de los ríos Humaya y Tamazula se han caracterizado por grupos de población de nivel medio y alto.

A partir de la década de 1990, han quedado rodeados por una serie de zonas residenciales, comerciales y educativas que se han emplazado con mayor cercanía a los ríos, prácticamente sobre las llanuras de inundación.

A pesar de su crecimiento y de las grandes inversiones en obras urbanas de infraestructura principalmente en el DUTR, la mayor parte de la ciudad de Culiacán ha mantenido un rezago importante en los servicios básicos y vialidades, principalmente en los sectores populares.

### *Inundaciones*

Los fenómenos hidrometeorológicos, tales como sequías, inundaciones, ciclones tropicales, granizadas, lluvias torrenciales, entre otros, se consideran uno de los eventos de peligro catalogados en el territorio nacional que más fatalidades han producido -debido a su recurrencia- a lo largo del tiempo en que se tiene referentes catalogados en el territorio nacional.

Con respecto a la región donde se ubica la ciudad de Culiacán, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) explica:

*En la Región III, las inundaciones que se presentan con mayor frecuencia son las de tipo fluvial, debido a la existencia de varios ríos de importancia que, al no tener la suficiente capacidad de conducción ante las avenidas extraordinarias, terminan desbordándose, causando graves problemas en las zonas cercanas a su cauce. Este problema se hace más grande, al tomar en cuenta la gran cantidad de localidades que se encuentran localizadas en las cercanías de estos ríos. (CONAGUA, 1997, p.12)*

Uno de los principales problemas de los ríos en esta zona es la deficiencia en el acarreo hídrico y se debe a la gran cantidad de azolve<sup>2</sup> que presentan; derivando circunstancialmente en inundaciones. Estos ríos, tienen una distancia muy corta desde su origen en las montañas de la Sierra Madre Occidental hacia el mar, por lo que tienen una pendiente muy pronunciada, descendiendo el Tamazula y el Humaya 2.200 y 3.100 metros, respectivamente, en sus respectivos 152 y 126 kilómetros de longitud.

Las causas que originan inundaciones específicamente en la zona de estudio son (CONAGUA, 1997, p.12): lluvias intensas; tormentas tropicales; granizadas y desbordamiento de presas.

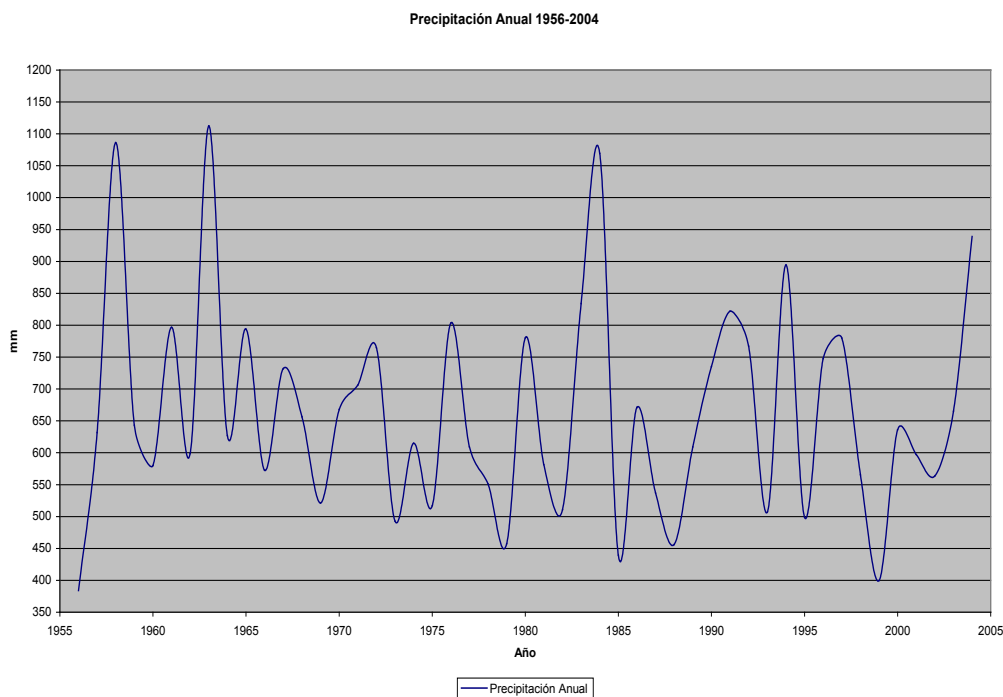
La Comisión Nacional del Agua especifica que las causas generadoras de inundación más frecuentes en la Región Hidrológica Administrativa III Pacífico Norte (RHA III) (ver Fig.1), son

<sup>2</sup>Deposición de sedimentos transportados por el agua.

las lluvias intensas y los ciclones tropicales, así como masas polares y otros fenómenos que son comunes en la costa del Pacífico, que pueden llegar a causar problemas de inundación.

Realizando un análisis de las precipitaciones pluviales reportadas por la CONAGUA para observar una potencialidad y regularidad en los ciclos de grandes avenidas de los ríos, se observó específicamente que en el municipio y ciudad de Culiacán ha acontecido, en promedio, un evento de inundación cada 2 años durante el periodo de registro. No obstante los eventos extremos consecutivos (de más de 670 mm de precipitación al año) se presentaron en cinco ocasiones en el mismo período, aumentando a 8 hasta el 2004. Asimismo los eventos extremos consecuentes se han repetido en intervalos aproximadamente de 10 años. Es la mediamóvil y serie de tiempo para las precipitaciones de 1956, primer registro, al año 2004. (Fig. N° 4)

**Figura N° 4.- Análisis de precipitaciones pluviales anuales 1956-2004, Ciudad y municipio de Culiacán, Sinaloa**



Fuente: Datos Brutos, CONAGUA, 2004. Gráfica: Adriana Aispuro Angulo, 2009.

El ciclo de máximos consecutivos por encima de 600 mm se repite en intervalos de 10-15 años aproximadamente. El ciclo de máximos se presenta durante el ciclo de lluvias de 2006-2007.

Por lo anterior, es de vital importancia considerar una planeación urbana adecuada que disminuya los riesgos de inundación, así como un estricto control para evitar que las riberas y los cauces sean ocupados por la población.

Ante los acontecimientos que se han presentado en la década y media reciente, tales como las crecidas de los ríos en los años 1991, 1992 y 2004, añadidos a los problemas de inundaciones por el deficiente drenaje pluvial en diversos puntos de la ciudad, más la presencia de tormentas, particularmente las ocurridas en el año 2006, 2007, 2009 y las más reciente en 2013, los que señalan un inminente desastre son quienes han tenido la oportunidad de presenciar inundaciones y las recuerdan; no obstante las autoridades se han inclinado a soluciones tecnocráticas permitiendo la edificación en las riberas de los ríos.

### **Vulnerabilidad Social**

La vulnerabilidad social es referida en este caso a las condiciones económicas y culturales de las personas que viven en los asentamientos ubicados en las riberas de los ríos Humaya y Tamazula. Los conocimientos que esta población tiene sobre los eventos que pueden generar una inundación, además de la organización y comunicación que existe entre ellos.

La movilidad social que se presenta en la ciudad de Culiacán producto de actividades económicas terciarias ha creado una demanda de vivienda del tipo medio y residencial con una tipología que favorece el aislamiento entre sus habitantes debido a las características climatológicas de la ciudad.

Como resultado del desconocimiento de la población; los proyectos de la iniciativa privada y las autoridades han incrementado por mucho las condiciones urbanas riesgosas que hoy presentan las riberas de los ríos. Es poca la gente que recuerda haber presenciado alguna inundación en Culiacán y quien advierte el problema que puede ocurrir, ante la indiferencia de quienes habitan en los asentamientos ubicados en las riberas de los ríos.

#### *Características de la población*

La perspectiva social sobre la vulnerabilidad indica que lo más importante son las personas, pues ante una situación de riesgo son quienes se ven afectadas directa o indirectamente; de manera concurrente se debe prestar atención a aquellos aspectos asociados con los desastres y el desarrollo.

La vulnerabilidad y el comportamiento de una comunidad ante una situación de riesgo, se vinculan estrechamente con tres aspectos: el conocimiento o percepción de su población, su entorno y sus costumbres, pues ello determina su comportamiento ante una situación de riesgo. De acuerdo con Bankoff (2004) la percepción, el conocimiento y el poder (gobierno) proporcionan los medios y la explicación que ligan a las personas con la vulnerabilidad a desastres y el desarrollo.

Hacia el año 2000, en la zona de estudio habitaban 41.551 personas con un promedio de 4 integrantes por vivienda (XII Censo de Población y Vivienda); con base en los datos arrojados por el cuestionario Vulnerabilidad en las riberas de los ríos Humaya y Tamazula, las características de la población indican que el número de habitantes por vivienda varía de 2 a 5 personas, distribuidas proporcionalmente como sigue: la menor con el 6% de viviendas con 2 personas y la mayor con 44% de viviendas con 5 personas.

En los últimos años, Culiacán ha presentado una creciente inmigración estatal y regional como respuesta al impulso económico de las empresas nacionales y transnacionales en el estado; una consecuencia de este desarrollo ha sido el crecimiento de la población, la diversificación de costumbres, la demanda de vivienda y servicios públicos.

Respecto al número de años de residencia en la ciudad, el 56% de los habitantes de esta zona tienen en su mayoría entre 31 y 40 años viviendo en la ciudad, mientras que el resto tiene entre 10 y 30 años.

En cuanto a las razones por las cuales decidieron establecerse en esos lugares; las respuestas mostraron que en el 48% de los casos no tuvieron otra opción, en el 8% no respondieron y 44% restante tomó la decisión de establecerse por distintas razones: ubicación, tipo de colonia, vivienda y servicios. Encuesta aplicada a 100 jefes de familia en la zona de inundaciones frecuentes en el centro histórico de Culiacán.

Los datos provienen de 41.551 habitantes de la zona de estudio, datos obtenidos en la AGEB (Área Geoestadística Básica del XII Censo General de Población y Vivienda INEGI 2000) empleando el método de las proporciones la varianza de una proporción es igual a:  $\sigma^2 = P(1-P)$  y con 95% de confianza y un 5% de precisión se tuvo que el total de la muestra fue entonces de:

$$n = \frac{t^2 P (1-P)}{e^2} = \frac{3.84 (0.07 (1-0.07))}{0.05^2} = 99.99 \text{ Personas (total de la zona)}$$

Lo anterior da una perspectiva de lo que sucede en los asentamientos del DUTR, si bien existen muchos otros lugares que puede considerarse seguros en la ciudad de Culiacán, las personas con poder adquisitivo (solvencia económica, acceso a créditos) eligen donde establecerse: La capacidad económica define su lugar de habitación sin darle valor a las características del entorno físico inmediato.

Los aspectos que los encuestados consideraron de mayor importancia respecto del lugar donde habitan fueron los siguientes: la vista, la ubicación, por las vías de acceso y la disposición de todos los servicios, este último el más relevante en el 44% de los casos.

Es así que el acceso a servicios es el factor prioritario, aun cuando ésta no haya sido una de las razones por las cuales decidieron habitar en este sitio, pues hay que recordar que la mayoría dijo no haber tenido otra opción.

Los asentamientos habitacionales ubicados en las riberas de los ríos son diversos, los hay desde los populares (dentro del DUTR en menor grado) interés social y hasta los del tipo residencial y privado, muy solicitados actualmente.

Una tendencia diferente en las edificaciones del río Humaya se generó inicialmente, desde épocas remotas y hasta el año 1991, los asentamientos más cercanos al río eran populares y más recientemente de interés social; en los últimos años, desde 1992 al 2008, es notorio que los habitantes de la zona tienden a tener expectativas más altas que sus pares del río Tamazula.

Independientemente del poder adquisitivo y el acceso a créditos de vivienda de las personas que habitan en la zona de estudio, casi la totalidad respondió que su casa es propia, mientras que una pequeña fracción señala que es rentada o prestada.

#### *Conocimiento*

La vulnerabilidad social, además, tiene que ver con la percepción de las personas hacia su comunidad, depende en gran medida de la cultura; en ella van implícitas las tradiciones y las costumbres.

Estas personas han presenciado inundaciones, que ellos han llegado a catalogarlas “de consideración”, en diferentes periodos de tiempo. No obstante este punto, la mayoría de ellas, el 56%, no sabe qué hacer en caso de inundación.

Los resultados de las encuestas arrojan los siguientes datos respecto al conocimiento y preparación de las personas en materia de vulnerabilidad. El 69% desconoce la existencia de alguna política de gobierno ante el escenario de inundación, que se confirma al preguntarles si sienten que las autoridades están preparadas para atender a la población damnificada, cuya respuesta muestra que en 81% de los casos se tiene una opinión negativa.

#### *Percepción de la Prevención*

Una respuesta común a las inundaciones fluviales es tratar de reducir su impacto mediante modificaciones del flujo de la corriente. Los controles de descarga incluyen soluciones tecnocráticas que casi siempre implican un alto nivel de inversión técnica y de capital.

Dentro de este contexto se utilizan los diques y represas a gran escala, desazolve de ríos, corte de vegetación, etc. En muchos casos han tenido éxito en la mitigación y prevención de inundaciones, aunque estas medidas no solucionan los efectos negativos de las amenazas a zonas vulnerables provocadas por el hombre.

Un problema de los proyectos de inversión a gran escala es que pueden inducir una falsa sensación de seguridad. Hay elementos como el azolve que pueden disminuir los cauces y causar daños y no son perceptibles.

Respecto a este punto, el 87,5 % de la población que habita las riberas de los ríos Humaya y Tamazula, cree que si se presentarán inundaciones en la ciudad; las causas que mencionan son las siguientes: 40% opina que pueden ser provocadas por lluvias fuertes y prolongadas, mientras que el 28% cree que serían provocadas por la conjunción de dos o más eventos hidrometeorológicos, como huracán y lluvias fuertes y prolongadas.

### **Vulnerabilidad Política**

La transformación del territorio implica la acción de un conjunto de elementos que determinan la forma y las medidas que se tomaran en cuenta para tomar las decisiones correctas en beneficio de sus habitantes.

La política no únicamente está referida al entramado del Estado y sus dependencias sino a las relaciones entre los individuos y las instituciones constituidas que directa o indirectamente tienen injerencia en el territorio.

Los aspectos de mayor importancia en la vulnerabilidad política corresponden a las acciones derivadas de la toma de decisiones de los distintos niveles de gobierno; de esta manera corresponde a los tomadores de decisiones verificar los aspectos físicos, sociales y culturales para elevar la calidad de vida de quienes habitan el territorio.

La ciudad de Culiacán ha requerido que sus instituciones públicas y la iniciativa privada dispongan de amplias zonas para el desarrollo de asentamientos que satisfagan en gran medida la necesidad de la población de un espacio donde establecerse. Esto se refleja en la amplitud de su mancha urbana que, en los últimos años, ha crecido notablemente.

Desde la perspectiva de los niveles gubernamentales, el territorio manifiesta diversas transformaciones; el gobierno estatal ha aprovechado el territorio para obras de gran magnitud tales como presas, carreteras y proyectos urbanos donde se conjugan tres elementos de gran importancia: la economía, la habitación y el esparcimiento.



En el gobierno municipal los proyectos son discretos y abarcan distintos puntos de la ciudad donde el territorio es favorecido, o no tanto, con infraestructura y equipamiento urbano.

Los asentamientos ubicados en las riberas de los ríos Humaya y Tamazula se han beneficiado con infraestructura, equipamiento y dotación de servicios básicos por ser parte del Desarrollo Urbano Tres Ríos (DUTR). Son mínimos los asentamientos irregulares.

El territorio muestra de esta manera marcadas diferencias en cuanto a la calidad de vida de quienes lo habitan, dependiendo donde se ubiquen en el mismo.

#### *Territorio: los planes de desarrollo urbano*

Los planes de desarrollo urbano que se han llevado a cabo en la ciudad se han proyectado cada uno con una visión distinta de acuerdo a los objetivos políticos y económicos de los distintos niveles de gobierno. Uno de ellos, el más importante para la zona de estudio y por el cual se dio el interés de realizar esta investigación es el DUTR.

El proceso de planeación de la ciudad de Culiacán es aún reciente y se ha concretado con los proyectos de planeación que se han elaborado a través del tiempo.

De 1979 a 2004 se contabilizan diversos planes de desarrollo, iniciando con el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de 1979, del cual no se han encontrado documentos concretos. Algunos planes posteriores (el desarrollo urbano tres ríos por ejemplo) hacen mención histórica de este plan de desarrollo.

El 3 de Junio de 2005 se publica el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Especial de Desarrollo Controlado “Zedec Musala Isla Bonita” del municipio de Culiacán; como antecedente de este plan se tiene el Proyecto Urbano Isla Tamazula en nivel de estudios preliminares, del año de 2002.

Este proyecto obedece los lineamientos del Proyecto Tres Ríos. Los objetivos de este plan parcial son: disponer de un instrumento legal de planeación que defina los usos, destinos y reservas y su densidad e intensidad de uso, imponer a la propiedad privada la modalidad que dicte el interés público para el desarrollo de la zona, establecer la estructura de vialidad primaria y la construcción de puentes que permitan la comunicación eficiente del sector oriente y plantear situaciones y restricciones que posibiliten el desarrollo urbano incorporando criterios que minimicen el impacto ambiental (PSZ, 2005,p.5).

El 6 de Junio de 2005 se publica la actualización del Plan Sectorial de Zonificación y Usos de Suelo para la ciudad de Culiacán; esta actualización propone una gran cantidad de objetivos todos relacionados con el funcionamiento de la ciudad, los principales son los

siguientes: Asignar al suelo susceptible de desarrollo el uso que dicte el interés público, convertirse este, en el instrumento de planeación urbana que permita a las autoridades ejercer las atribuciones de administración, proteger los sitios patrimoniales, históricos y naturales, dotar a la ciudad de los territorios ordenados de acuerdo al Plan Director Urbano de Centro de Población de 1990 y establecer las condiciones que generen una mejor calidad de vida de los ciudadanos.

Los beneficios alcanzados para la mayoría de los habitantes de la ciudad podrían considerarse relativos, puesto que la inversión no ha incluido todavía obras que logren disminución de los rezagos en cuanto a infraestructura se refiere para las zonas más desprotegidas, el cual era uno de los objetivos de dicho proyecto.

Uno de los puntos del DUTR era el de usar los excedentes que retribuyera dicho proyecto con la expropiación y venta de sus terrenos para beneficiar a la ciudad y a las zonas más precarias de la ciudad. Dicho argumento se pone en entredicho cuando la ciudad presenta fuertes retrasos en materia de infraestructura y los servicios básicos en gran parte de la ciudad (POES, 1991).

#### *Atlas de Riesgo*

El Atlas de Riesgos del municipio de Culiacán, se elaboró en el año 2007 por la empresa el Centro de Investigación y Análisis del Territorio. El Atlas se actualizó y presentó en el año de 2011 a las instancias gubernamentales estatales y municipales por el H. Ayuntamiento de Culiacán. Es un documento que la sociedad civil de Culiacán y cualquier otra instancia civil no tiene acceso público del documento impreso y digital.

La dirección de Protección civil de Culiacán, Sinaloa cuenta con la clave de acceso. Se desconoce la información acerca de las características del Atlas, así como los alcances y ante eventos como ciclones, huracanes y desastres naturales.

Los datos de eventos meteorológicos en el municipio y la ciudad de Culiacán, así como las medidas preventivas y los efectos en el estado de Sinaloa, se conocen a través de notas periódicas de la localidad, una vez que la contingencia y las afectaciones a la sociedad civil han sucedido y se cuantifican los daños, a pesar de contar con el Atlas de Riesgos.

#### *Atención en situación de peligro.*

Las instituciones con las que cuenta la población para apoyo en atención ante una situación de peligro son: Protección Civil, Cruz Roja, Policía Municipal, Tránsito Municipal y brigadas de salud.

Protección Civil, tiene unos de los roles más importantes en cuanto a las acciones que lleva a cabo antes y durante un evento que derive en peligro para la población. Son los únicos preparados para llevar a cabo rescates y evacuaciones, aunque lo hacen acompañados por equipos conformados con elementos de otras corporaciones.

Acciones de prevención, mitigación y preparación marcan el camino que puede ser adecuado para prevenir la gestación o disminuir los efectos provocados por fenómenos naturales. Si bien no es posible evitar la formación de huracanes y precipitaciones copiosas y que, a causa de ello, los ríos retomen el cauce y llanuras de inundación, las medidas de mitigación si son factibles permiten disminuir la vulnerabilidad.

La infraestructura para prevenir inundaciones en poblaciones y áreas productivas se resume, principalmente, en la rectificación de las corrientes, la construcción de bordos en tramos potencialmente inundables, el dragado y la canalización de tramos críticos de arroyos importantes.

Las acciones de ayuda se reducen a la evacuación de la población en latente peligro, aunque existen reuniones cada inicio de la temporada de huracanes (aproximadamente durante el mes de Julio) donde se ponen de acuerdo las instituciones que brindan ayuda; esta coordinación se lleva a cabo cuando existe peligro de que arribe un huracán a la ciudad.

#### *Recursos para la Recuperación*

Ante una situación latente de vulnerabilidad que pudiera desencadenar en un desastre se prevé la existencia de un fondo municipal o estatal que ayude a mitigar dicha situación. En el estado de Sinaloa en situaciones tales como sequía o huracán que tienen adversas consecuencias se recurre al FONDEN (Fondo Nacional de Desastres Naturales), entonces se depende totalmente de los recursos federales.

Los daños que causa una inundación son complicados de cuantificar, ya que dependen del criterio o punto de vista de las distintas personas o dependencias involucradas en esta tarea.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 1997:22) especifica la clasificación de daños causados por las inundaciones de la siguiente manera:

- *directos* que engloban el menoscabo físico y que afecta a las actividades que se realizan en el territorio;
- *indirectos* que representan las pérdidas económicas que se derivan de la interrupción de diversas actividades;

- *intangibles* que tienen que ver con las personas que pierden sus pertenencias, que salen heridos o pierden la vida.

Las estrategias tratan de minimizar la pérdida y facilitar la recuperación. La gama de estas estrategias es enorme y varía considerablemente entre poblaciones con diferentes patrones de acceso. En otras partes éstas se denominan "mitigación", en especial cuando son el objetivo de una política gubernamental.

En la ciudad de Culiacán el dragado del río Tamazula ha pesado en los últimos años como una gran estrategia para mitigar los efectos de una inundación recuperando la capacidad de conducción de agua. A su vez se han hecho obras también en el río Tamazula, tales como la presa Vinoramas construida en 1994, que pretende mitigar y también controlar las avenidas de agua que se pudieran presentar ante una lluvia fuerte y prolongada.

### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos del trabajo de investigación permiten conocer el proceso que ha tenido la vulnerabilidad en las riberas de los ríos en conjunto con el desarrollo urbano de la ciudad a partir del año de 1948 y que se intensifica en los últimos 10 años con la reactivación del Desarrollo Urbano Tres Ríos, así como dar un marco metodológico para analizar otros aspectos del mismo.

Las riberas de los ríos Humaya y Tamazula es una zona con riesgo a inundaciones que se han presentado en periodos largos de tiempo; su urbanización ha acrecentado la vulnerabilidad física que siempre ha existido y se ha agregado además la vulnerabilidad social, como resultado de la gran cantidad de personas expuestas y la vulnerabilidad política, producto de la toma de decisiones que han concedido que estas áreas tengan usos habitacional, comercial y de servicios.

Por el huracán Manuel de septiembre de 2013, la ciudad de Culiacán se vio afectada por inundaciones y colapsó del sistema de alcantarillado pluvial, que fue rebasado por las lluvias intensas.

Muchos de los asentamientos catalogados como zonas inundables sufrieron efectivamente serias afectaciones durante el paso del meteoro hasta con una altura de hasta 1.50 mts de nivel de inundación.

Todos los asentamientos observados y catalogados como vulnerables en la investigación fueron afectados, además de otros no analizados, pero que se encuentran en la confluencia de los ríos Humaya y Tamazula y en la zona de inundación del río Culiacán.

Además es importante señalar que el sector Humaya al norte de la ciudad sufrió de inundaciones con pérdidas materiales totales, sin estar en las riberas de los ríos, debido a construcciones de mejoramiento urbano y vial accesorios al DTUR, colapsando drenajes y creando barreras a las pendientes naturales de desagüe.

Las autoridades, así como las distintas asociaciones académicas y civiles coinciden en soluciones tecnocráticas para “evitar inundaciones futuras”, principalmente con el dragado de los ríos y dejando de lado la unión con otros aspectos de la vulnerabilidad como propone esta investigación realizada.

En cuanto a la importancia del *Atlas de riesgo de la ciudad de Culiacán* éste contiene según las autoridades de Protección Civil información reservada, por lo que no se puede consultar (además el reglamento de construcción no lo obliga) para verificar las zonas de alto riesgo para asentamientos en la ciudad.

Los hallazgos de la investigación siguen siendo vigentes y la aplicabilidad de la metodología de intervención para el desarrollo de zonas vulnerables y la mitigación de sus efectos es válida, ya que se puede probar que las soluciones aplicadas en la zona, *hasta el momento* no han sido *integrales*, como se propone.

Los habitantes, la ciudad misma, por tanto, continúan siendo vulnerables ante las decisiones políticas de los distintos niveles de la administración local y estatal, de los grupos de empresas inmobiliarias que construyen en zonas de alto riesgo y de los investigadores tecnocráticos. Pero las ganancias de la inversión urbana han aumentado, sin mejorar los asentamientos humanos ni proteger el patrimonio de cada uno de los afectados.

En tanto que crecen los gastos del erario público para reparar los efectos de los meteoros y la vulnerabilidad en que se encuentran las poblaciones por la carencia de prevención.

## Bibliografía

Bankoff, G., Hillhorst, D. & Frerks, G. (2004). *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*. Londres: Earthscan Publications Ltd.

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. & Wisner, B. (1996). *Vulnerabilidad, el entorno social, político y económico de los desastres*, La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, (1ª ed.). Bogotá: La RED/ITDG.

Cannon, T. (2006). *Vulnerability Analysis, Livelihoods and Disasters*, en Ammann, Dannenmann & Vullet (Eds.) RISK21, Coping with Risks due natural Hazards in the 21 St Century, pp.41-50 Taylor & Francis Group. London: England.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2002). *Metodología de la Investigación*. Tercera Edición. México: McGraw- Hill Interamericana.

Herzer, H., Caputo, M., Celis, A., Petit, H., Bartolomé, M., Gurevich, R, & Rodríguez, C. (2000). *Riesgo Urbano. Grandes Inundaciones en la Ciudad de Pergamino: extraordinarias pero recurrentes. Análisis de un proceso de vulnerabilidad progresiva*, en Revista IADE/Realidad Económica 175 [En línea] Ciudad Autónoma de Buenos Aires. S.I. Disponible en: <http://www.iade.org.ar>. (vi. 03/08/2004). [Accedido el 17 de marzo de 2005].

Marfai, M.A. & Njagih, J.K. (2002). *Vulnerability Analysis and Risk Assessment for Seismic and Flood Hazard in Turialba City, Costa Rica*. Enschede. The Netherlands: Editorial International Institute for Geo-information Sciences and Earth Observation (ITC).

México. Plan Sectorial de Zonificación y Usos de Suelo (PSZ) para la Ciudad de Culiacán (2005). *avances preliminares* (copia digital).

México. INEGI (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda*: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

México. INEGI (1998). *La ciudad de Culiacán. Monografía Histórica*. Programa Informático. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

México. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (1997). *Fenómenos hidrometeorológicos extremos, en Diagnóstico de la Región III, Pacífico Norte*, Capítulos 3 y 4, México: Hidroconsultoría S.A. de C.V.

México. Periódico Oficial del Estado de Sinaloa (1991), *Desarrollo Urbano Tres Ríos*, Tomo LXXXIII 2da Época, N°. 48.

Orsi, J. (2004). *Hazardous Metropolis: Flooding and Urban Ecology in Los Angeles. California*. Los Angeles: University of California Press.

Pelling, M. (2003). *The Vulnerability of Cities: Natural Disaster and Social, Resilience*. Londres: Earth Scan Publications Ltd.

Ritchey, T., -Andersen, A., Olsson, R. & Stenström, M. (2004). *Modelling Society's Capacity to Manage Extraordinary Events: Developing a Generic Design Basis (GDB) Model for Extraordinary Societal Events Using Computer-Aided Morphological Analysis*. Memorias del Congreso de la SRA (Society for Risk Analysis). Paris 15-17

November 2004. Swedish Morphological Society. Disponible en:  
<http://www.swemorph.com/pdf/sra.pdf>. [Accedido el 25 de marzo de 2006].

Tsheko, R. (2003). *Rainfall reliability drought and flood vulnerability in Bostwana*, Vol. 29, N° 4. USA: Water SA.

Verdugo, F., (1981). *Las viejas calles de Culiacán*, Universidad Autónoma de Sinaloa-. Culiacán: Impresart Editorial.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. & Davis, I. (2004). *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Second Edition, Londres: Routledge.

Wilches-Chaux, G. (1993). *La vulnerabilidad global, Panamá: Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina*. S.I. Disponible:  
en: <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap2.htm> [Accedido el 30 de septiembre de 2009].

Yalcin, G. & Akyurek, Z. (2002). *Analyzing Flood Vulnerable Areas with Multicriteria Evaluation*, Ankara, Tesis de Maestría en GGIT METU. Disponible en:  
<http://www.isprs.org/istanbul2004/comm2/papers/154.pdf>. [Accedido el 17 de julio de 2004].