



Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León  
ISSN: 2007-1639  
revista.contexto@uanl.mx  
Universidad Autónoma de Nuevo León  
México

## El camino hacia un modelo metodológico para realizar un índice de resiliencia en ciudades costeras (IRCC) del Caribe mexicano ante huracanes e inundaciones<sup>1</sup>

**Chávez Alvarado, Rosalía; Camacho Sanabria, José Manuel; Velázquez Torres, David**

El camino hacia un modelo metodológico para realizar un índice de resiliencia en ciudades costeras (IRCC) del Caribe mexicano ante huracanes e inundaciones<sup>1</sup>

Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, vol. XIII, núm. 18, 2019

Universidad Autónoma de Nuevo León, México

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353665734002>

## El camino hacia un modelo metodológico para realizar un índice de resiliencia en ciudades costeras (IRCC) del Caribe mexicano ante huracanes e inundaciones<sup>1</sup>

The road towards a methodological model to realize a resilience index in coastal cities (RICC) of the Mexican Caribbean in the face of hurricanes and floods

Rosalía Chávez Alvarado 2  
Universidad Autónoma de Nuevo León, México  
rosaliadf@gmail.com

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353665734002>

José Manuel Camacho Sanabria 3  
Universidad de Quintana Roo, México  
jmanuelcs@live.com.mx

David Velázquez Torres 4  
Universidad de Quintana Roo, México  
davvelaz@gmail.com

Recepción: 01 Mayo 2018  
Aprobación: 01 Febrero 2019

### RESUMEN:

El objetivo de este trabajo es presentar el camino hacia la construcción de un modelo metodológico que evalúe la resiliencia en tres ciudades costeras del Caribe Mexicano (Chetumal, Tulum y Playa del Carmen) ante la amenaza de huracanes. El modelo está basado en la visión de sistemas complejos adaptativos, la gestión del riesgo, algunos aspectos de gobernanza y la planificación y ordenamiento territorial. Su construcción es resultado de una serie de trabajos, metodologías y métodos cualitativos y cuantitativos que han sido consultados en documentos y acuerdos internacionales, así como, artículos de revistas indexadas sobre los conceptos mencionados, ante el cambio climático. El trabajo se estructuró ubicando una jerarquía de lecturas, para hacer una propuesta sobre la evaluación de resiliencia en la región caribeña de México la cual será de las más afectadas por el cambio climático. Construir una metodología innovadora que pudiese ser replicada en toda la nación, considerando la limitada vida de las bases de datos, además considerando que los tomadores de decisión requieren herramientas básicas y expeditas ante el cumplimiento de la norma nacional para obtener presupuestos ante la recuperación y reconstrucción tras un evento catastrófico, como los huracanes.

**PALABRAS CLAVE:** Resiliencia, sistemas complejos adaptativos, gestión del riesgo.

### ABSTRACT:

The objective of this paper is to present the path towards the construction of a methodological model that evaluated resilience in three coastal cities of the Mexican Caribbean (Chetumal, Tulum and Playa del Carmen), in the face of the threat of hurricanes. The model is based on the vision of complex adaptive systems, risk management, some aspects of governance and planning and territorial ordering. Its construction is the result of a series of qualitative and quantitative works, methodologies and methods consulted in international documents and agreements, as well as journal articles indexed on the aforementioned concepts in the face of climate change. The work was structured placing a hierarchy of readings, to make a proposal on the evaluation of resilience in the Caribbean region of Mexico, which will be the most affected by climate change. Build an innovative methodology that

---

### NOTAS DE AUTOR

- 2 Nacionalidad: mexicana; Doctora en Filosofía con orientación en Asuntos Urbanos. Universidad Autónoma de Nuevo León. Cátedra CONACYT en la Universidad de Quintana Roo. [rosaliadf@gmail.com](mailto:rosaliadf@gmail.com)
- 3 Nacionalidad: mexicano; Doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma del Estado de México. Cátedra CONACYT en la Universidad de Quintana Roo. SNI Candidato. [jmanuelcs@live.com.mx](mailto:jmanuelcs@live.com.mx)
- 4 Nacionalidad: mexicano; Doctor en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor-Investigador en la Universidad de Quintana Roo. SNI I. [davvelaz@gmail.com](mailto:davvelaz@gmail.com)

could be replicate out throughout the nation. Considering the limited life of the databases, also considering that the decision makers require basic and expeditious tools before the fulfillment of the national standard to obtain budgets before the recovery and reconstruction after a catastrophic event, such as hurricanes.

**KEYWORDS:** Resilience, complex adaptive systems, risk management.

## 1. INTRODUCCIÓN

El riesgo de desastre en los asentamientos urbanos aumenta por la concentración masiva de la población en las ciudades, sobre todo cuando están altamente expuestos por su ubicación geográfica a la ocurrencia de amenazas de origen natural, como las zonas costeras (Organización de las Naciones Unidas ONU, 2016a). Hasta ahora, las sociedades evolucionan adaptándose ante los periodos de crisis que son multidimensionales siendo más evidente en ámbitos urbanos (Fernández y Morán, 2012). El periodo de auge demográfico en América Latina y el Caribe inició en 1970 y de ahí hasta 2010 la población global se incrementó en un 87 % en áreas propensas a ciclones; esta conjugación de factores demográficos y ambientales resultó en las ciudades costeras del Caribe Mexicano que económicamente dependen del turismo y que, por la rapidez de su crecimiento, los planes de ordenamiento territorial y ambiental escasamente guían la expansión de las ciudades.

La exposición física global a ciclones tropicales aumentó en un 192 % de 1970 a 2010, es decir, prácticamente se triplicó el número de personas expuestas a riesgos por inundación concentradas las ciudades de los países emergentes (ONU, 2011). El Banco Mundial (BM) (2013) menciona que los eventos ciclónicos duplicarán sus periodos de retorno entre los años 2000 y 2050, afectando al mundo, sin embargo, la mayor vulnerabilidad social será en países emergentes. En Centroamérica, incluyendo el sur de México y el Caribe, se encuentra una región expuesta a enfrentar fenómenos hidrometeorológicos, en la que se ubican las ciudades de Chetumal, Tulum y Playa del Carmen, la elevada prevalencia de estos eventos naturales, aunado a las condiciones precarias, ha conducido al desencadenamiento de desastres (ONU, 2015), acompañados de impactos significativos en materia de pérdidas humanas, socio-ambientales y económicas (Ibarra, 2005).

Se observa que los indicadores de los Marcos Internacionales pueden resultar un largo camino hacia la construcción de un nivel de resiliencia social e institucional en países en desarrollo. Para lograr una evaluación contextualizada, se propone indagar sobre los entornos costeros actuales para construir una metodología que evaluará la resiliencia en el Caribe Mexicano, que por su dinámica demográfica y similitudes de afectación por inundación destacan en el ámbito nacional. Las preguntas que dirigen este trabajo son: ¿qué factores sociales, económicos, institucionales y ambientales que imponen los acuerdos internacionales para construir ciudades resilientes? ¿Estos acuerdos incluyen aspectos, como la interacción de las instituciones y en las acciones la participación ciudadana en la gestión del riesgo? Hasta ahora, la revisión literaria muestra trabajos sobre resiliencia enfocados a crear índices de resiliencia que engloben el total de actividades en la ciudad, lo cual resulta extenuante y complicado al manejar los datos para explicar un fenómeno de tantos que ocurren en la ciudad. El objetivo de este trabajo es mostrar un camino metodológico para determinar un índice de resiliencia, basado en los acuerdos internacionales y otros autores, cuyos métodos sean moldeables y discutibles para enriquecer el trabajo, conduciendo a los tomadores de decisiones a la elegibilidad de datos apegados a la explicación del fenómeno en un contexto específico.

## 2. MARCO REFERENCIAL

El *Marco de Acción de Hyogo 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres* (MAH), fue aprobado por los Estados miembros de las Naciones Unidas en 2005. Desde entonces sirvió de guía para las políticas nacionales y las organizaciones internacionales en sus esfuerzos para reducir

sustancialmente las pérdidas ocasionadas por las amenazas naturales, promovió la descentralización de la autoridad y de los recursos para impulsar la reducción del riesgo de desastres a nivel local.

En 2010, la United Nation Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) y sus organizaciones sociales pusieron en marcha la Campaña Mundial “Desarrollando ciudades resilientes - ¡Mi ciudad se está preparando!”, un intento de empoderar a la población en la toma de decisiones sobre la gestión del riesgo. Los objetivos de la campaña fueron aumentar la comprensión sobre los desastres naturales, fomentar el compromiso de los gobiernos locales y nacionales para que la reducción de riesgos, la resiliencia y el cambio climático sean una prioridad de sus políticas. De esta forma, el Marco de Acción de Hyogo sirvió de soporte para abordar más de cerca las necesidades locales (ONU, 2012).

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 expone la necesidad de incluir en los planes de desarrollo urbano aspectos de la gestión del riesgo o de los atlas de riesgo. Estas acciones permitirían fortalecer la gobernanza ya que implica la participación de diversos actores académicos, sociales, empresariales, así como el establecimiento o la utilización de presupuestos para prevenir y atender desastres. Hasta ahora, estos documentos han omitido mencionar cómo realizar dichos objetivos. En octubre de 2016 los países miembros de las Organizaciones Unidas (ONU) adoptaron oficialmente la Nueva Agenda Urbana en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (también conocida como Hábitat III). La Nueva Agenda Urbana promueve conceptos y lineamientos para que las ciudades sean inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles (ONU, 2016b). (Ver figura 3)

El Programa de Perfiles de Ciudades Resilientes (CRPP, por sus siglas en inglés) provee a gobiernos nacionales y locales herramientas necesarias para medir y aumentar la resiliencia frente al impacto de múltiples amenazas. Desarrolla un enfoque de planificación y gestión urbana amplio e integrado para elaborar perfiles y acompañar la resiliencia de una ciudad frente a los posibles peligros, su principal enfoque es observar la tendencia de la infraestructura en las ciudades y de ahí determinar el grado de resiliencia (ONU-Hábitat, s.f.), lo cual parece una visión parcial y diminutamente analítica. La Red de Ciudades Resilientes, de la cual forma parte México a través de la Secretaría de Gobernación (SEGOB) y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), tiene como finalidad incrementar la capacidad de recuperación de las urbes en caso de desastres provocados por fenómenos naturales. A esta red se ha integrado Playa del Carmen (SEDATU, 2016a), que el mes de junio de 2017 publicó su documento; sin embargo, presenta áreas de oportunidad para mejorar, una observación notable es la ausencia mapas y señalamiento de áreas peligrosas, datos sobre desastres, montos, afectaciones, acciones de recuperación y reconstrucción.

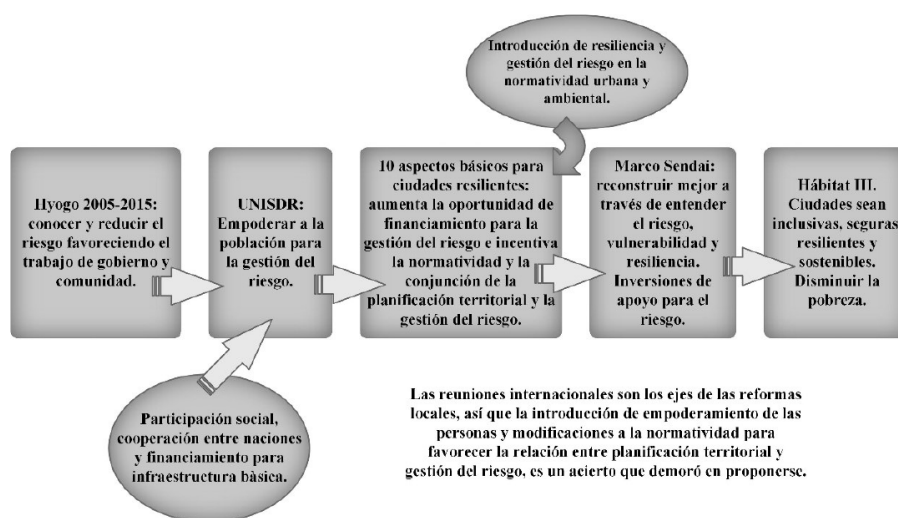


FIGURA 1

Marcos internacionales sobre la gestión del riesgo y la construcción de ciudades.

Elaboración propia con base en ONU (2005), ONU (2012), ONU (2015a), ONU (2015b), ONU (2016b).

Considerando lo anterior, en México, se elaboró a nivel federal la Guía de Resiliencia Urbana. El objetivo principal es capacitar a las administraciones locales, sociedad y sector privado sobre la urgente necesidad de transformar las ciudades en lugares seguros y habitables, a través de la incorporación de medidas de adaptación y recuperación del impacto de fenómenos naturales y antrópicos (SEDATU, 2016a). Fue evidente observar que el documento carece de especificaciones: quiénes capacitarían a funcionarios, cómo se realizará la integración entre instituciones de diversos niveles, federal, nacional y local. Un esfuerzo por lograr objetivos fue actualizar en 2017 la Ley General de Asentamientos Humanos en México, cuyas atribuciones se incrementan con factores de sanción jurídica y penal, favoreciendo la aplicación de otros instrumentos de planificación. Sin embargo, hasta ahora no está en marcha la Procuraduría de Asentamientos Humanos, así que la permisividad es un factor continuo que favorece la vulnerabilidad social. Por otro lado, la serie de atribuciones que le cedieron a la SEDATU, puede ser un estímulo para mejorar la planificación de asentamientos humanos y el ordenamiento territorial, es una Secretaría que tiene presencia en las reuniones internacionales, firma los acuerdos y distribuye la información en otras dependencias para conocer y llevar a cabo acciones a fin de cumplir los convenios firmados sobre ciudades.

### 3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS PARA SELECCIONAR INDICADORES

El enfoque de sistemas complejos adaptativos asume que los sistemas sociales y sistemas ecológicos son interdependientes y no lineales, con retroalimentaciones en diferentes niveles que permiten al sistema auto-organizarse, adaptarse continuamente y cambiar de una manera impredecible (Schianetz y Kavanagh, 2008). La complejidad de los sistemas socioecológicos conduce a incertidumbres y, a su vez, a la autoorganización de la emergencia en el comportamiento colaborativo entre los elementos del sistema, se aprende de la experiencia y en resultado se adapta siendo indeterministas (Cardona, 2001). Aunque las acciones humanas siempre han transformado el ambiente natural, una característica de nuestra época es que estas transformaciones han alcanzado escalas planetarias, por ello, algunos científicos han comparado este milenio con una nueva era geológica: el Antropoceno (Crutzen, 2002). Un sistema socioecológico es analizado considerando el subsistema social y el subsistema ecológico, el primero conformado de comportamientos, que incluyen a las instituciones políticas, económicas y sociales, y a la tecnología, e ideas, que considera los valores, el conocimiento, la ideología, la espiritualidad, las artes y la cultura.

Mientras tanto, el subsistema ecológico incluye todos los ecosistemas, minerales, hidrología, clima, procesos físicos, químicos y biológicos de la biósfera (Raskin, 2006). Se considera que las ciudades son sistemas socio-ecológicos adaptativos conformados por ambientes que interactúan entre sí, de esta manera, existen jerarquías entre los ambientes llamados factores, entre los factores de diversos ambientes existen relaciones, interacciones y adaptaciones por la dinámica. La presencia de fenómenos naturales es parte de las interacciones entre ambientes, donde el gran sistema, o sea, la ciudad, se ve modificada drásticamente y, cada ambiente deberá estar sujeto a retroalimentaciones adaptativas.

- a) **Ambiente social:** Conocer la situación actual de la población y la manera en que, tras las amenazas de huracán, se retroalimentan y auto-organizan para modificar su status a través de la experiencia hacia la construcción de la resiliencia. Es importante identificar los grupos vulnerables y las necesidades de los mismos, si hay un grupo de adultos mayores o niños en una población específica, qué tipo de apoyo requerirán al momento de un desastre, quiénes son el grupo de personas que pueden ser sustento de otros, canalizar grupos de otros lugares, entre otros.
- b) **Ambiente económico:** Ejemplifica la condición económica y la forma en que la población podrá o no enfrentar el desastre tras un huracán o inundación. En la bibliografía internacional (Cardona, 2001; Chakraborty et al., 2005; Cutter et al., 2003; HelpAge, 2007; Warner, 2007) queda expuesto que la población más vulnerable es aquella que económicamente no puede hacer frente a su recuperación y,



- en el contexto de este estudio, la población tiene empleo flotante por temporadas. Otra condición de vulnerabilidad es que la ciudad solo tenga un perfil económico, una falta de diversidad que permita que la población siga su vida y sea sólo un grupo de personas las que esperen la recuperación.
- c) **Ambiente construido:** Considerar los equipamientos y la infraestructura crítica que responde a las necesidades básicas de la población a fin de evitar que el desastre incremente otro tipo de problemas de morbilidad y mortalidad. Algunos estudios mencionan la necesidad de contar con hospitales, clínicas de especialidad, lugares que sirvan de refugios, vías de comunicación que permitan la evacuación de la población, evitar la proliferación de viviendas construidas con materiales precarios, ya que se convierten en basura y proyectiles que pueden aumentar la amenaza de la población (Cutter et al, 2003).
  - d) **Ambiente organizacional:** La estructura gubernamental y los servicios ofrecidos deben ser parte de la respuesta a las amenazas y la construcción de la resiliencia. La capacidad de gobernar debería ampliar la participación social y empresarial al tomar decisiones, elaborar normativas y defender los recursos humanos, naturales y culturales de la región. Donde hace falta reforzar la confianza es con la comunidad local. La politización de las inundaciones genera un proceso negativo en la gestión del riesgo donde los grupos vulnerables por causas distintas a la inundación, se convierten en más vulnerables. En México, hasta ahora, las obras de mitigación ante las inundaciones son: desazolver, rectificación de cauces, nuevas conducciones (entubamiento) y plantas de bombeo. La reconstrucción de las avenidas y los puentes afectados son el principal factor de inversión, dichas obras pueden tardar más de un año y la justificación sigue siendo la politización de las inundaciones, la falta de agilidad en el recurso monetario del gobierno federal al estatal, sin pasar nunca por el gobierno local. Castillo (2013) menciona que las historias causales son parte de un discurso cientificista-técnico de las autoridades que contribuye a justificar las obras de solución y la inversión gubernamental.
  - e) **Ambiente cultural:** La experiencia ante las amenazas y la forma en que se relaciona la población con su entorno son elementos indispensables para la prevención y enfrentamiento ante desastres por huracanes.
  - f) **Ambiente natural:** El IPPC (2007) expone los factores ambientales que crearán incertidumbre por efectos climáticos o puntos de inflexión, afectando zonas costeras y marinas, mayor frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos en zonas costeras, incremento de la exposición a enfermedades por vectores, aumento de temperatura y clima cambiante, impactos en las cuencas hidrográficas por la alteración de regímenes pluviométricos, posible extinción paulatina de la selva tropical y, pérdida de biodiversidad e integridad de ecosistemas.
  - g) **Ambiente de amenaza:** La oportunidad de registros históricos y conocimiento de situaciones peligrosas disminuye la vulnerabilidad social, algunos datos son, los vientos, mareas, oleaje, todos los datos que se han recopilado de los fenómenos naturales históricos, estos datos proporcionan la oportunidad de calcular periodos de retorno, tipos de afectación, coacciones continuas y duración de las mismas.

La perspectiva de la resiliencia se utiliza cada vez más para entender las dinámicas de los sistemas socio-ecológicos, donde su principal característica es la adaptación para enfrentar los cambios que surgen de crisis o disturbios del sistema (huracanes). Esta capacidad de adaptación permite la renovación, reorganización y desarrollo, en donde los disturbios, por ejemplo, eventos climáticos extremos, son parte de la dinámica del sistema y representan oportunidades para el cambio o la adaptación (Castillo et al., 2015, Yamin et al., 2013; Holling et al., 2002; Walker et al., 2002; Folke, 2006; Walker y Salt, 2006).

Se considera que una ciudad resiliente es aquella en la que los pobladores se recuperan rápidamente de los desastres, donde se construyeron barrios con infraestructura y servicios adecuados, alejados de áreas expuestas al riesgo, se cuenta con un gobierno local incluyente, competente y responsable que procura una urbanización sostenible. La resiliencia también necesita del conocimiento y comprensión de las autoridades

locales y la población sobre el significado de desastre, amenaza y riesgo, y sobre quién está expuesto y quién es vulnerable; con una población empoderada para participar, decidir y planificar su ciudad conjuntamente con las autoridades locales, tomar medidas para anticiparse a los desastres, mitigar su impacto; capaz de responder, implementar estrategias inmediatas de recuperación, restaurar rápidamente los servicios básicos para reanudar la actividad social, institucional y económica tras un desastre (ONU, 2012).

#### 4. METODOLOGÍA

##### 4.1. Área de estudio

México cuenta con 2,456 municipios de los cuales 6,7 % tienen frente de mar o están colindantes a un cuerpo de agua costero y, en conjunto, concentran el 14.7 % de la población nacional (INEGI, 2010a). Estas ciudades han sido afectadas por un incremento en la ocurrencia de desastres debido al cambio climático, principalmente por la presencia de huracanes e inundaciones. La Península de Yucatán frecuentemente azotada por huracanes provenientes de la porción Este del Mar Caribe, en el Océano Atlántico, siendo el periodo de más afectación entre los meses de junio y noviembre.

De acuerdo con Ihl y Frausto (2014), entre 1866 y 2007 se han registrado 40 huracanes de distintas magnitudes que han afectado al Estado de Quintana Roo; alta probabilidad de peligro extremo ante el impacto de huracanes. El área de estudio corresponde a las ciudades de Chetumal, Tulum y Playa del Carmen, ubicadas en el estado de Quintana Roo, representado sistemas socioecológicos expuestos a la constante presencia de huracanes y lluvias atípicas, así como sus similitudes en el tamaño demográfico y afectaciones territoriales y ambientales por el crecimiento urbano.

Su selección para este trabajo, se debe a la continua amenaza del paso de huracanes, que a cualquier distancia de las costas del Caribe, sus remanentes son causa continua de fuertes lluvias, vientos, marea de tormenta, que convierten cualquier objeto de la ciudad en proyectil, además, son las tres ciudades de la entidad y, de México, que comparten tasas de crecimiento por encima del 10% anual, siendo la representación de este proceso transversal de México, de la explosión de las ciudades en zona costera con un entorno geográfico frágil. En el estudio se consideró que Cancún quedara fuera por sus dimensiones, siendo objeto de un trabajo distinto.

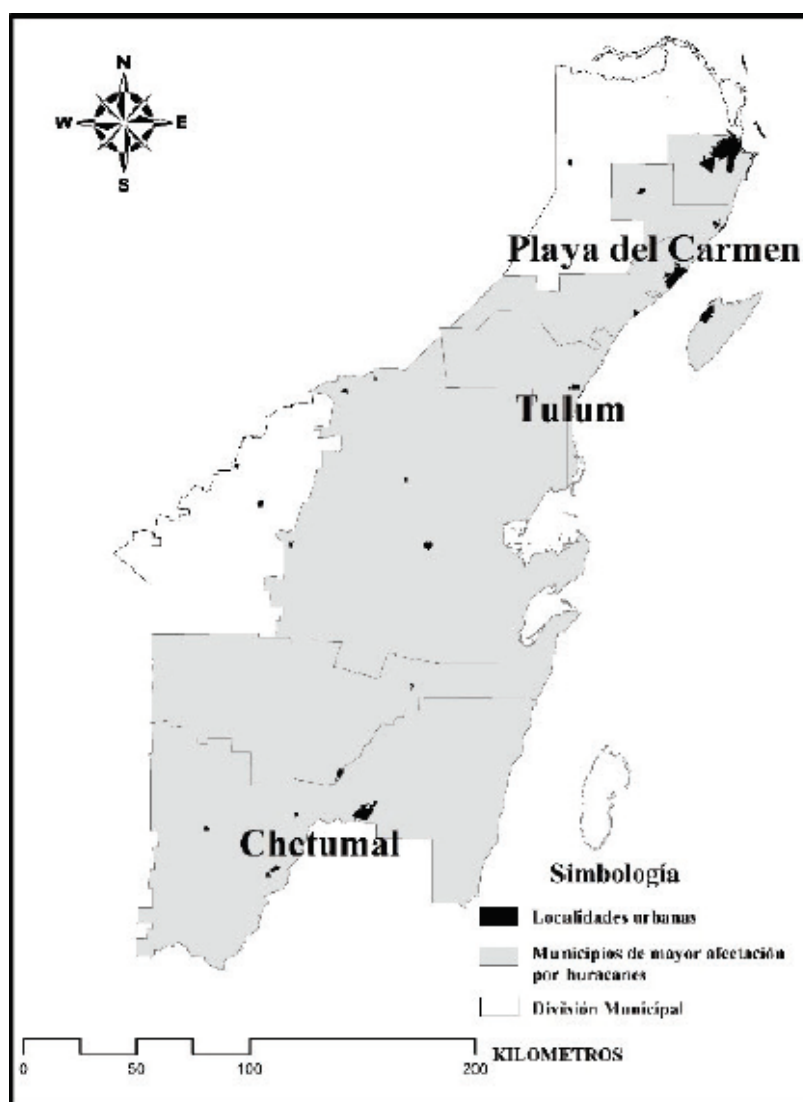


FIGURA 2

Áreas afectadas por huracanes en Quintana Roo

Elaboración propia con base en CENAPRED, 2010, en <http://132.248.68.83/portal/images/PHPcenapred/index/fase1/Hidros>

La ciudad de Chetumal tiene una población de 151.243 habitantes y una tasa de crecimiento anual de 2.18 %; Playa del Carmen registra 149.923 habitantes y una tasa de crecimiento anual de 12.7 %; y Tulum reporta 18.233 habitantes y una tasa de crecimiento anual de 10.1%, siendo la tasa nacional de 1.2 % (INEGI, 2010b). A la fecha son escasos los trabajos realizados en estas ciudades sobre temas de planificación territorial, de ahí la inquietud de proponer una forma de evaluar la resiliencia, observar las limitaciones y ventajas que tiene la geografía del lugar, la experiencia ante huracanes y, la gestión del riesgo que favorezca el bienestar de la población.

#### 4.2. Métodos para la construcción del índice de resiliencia

A fin de hacer revisiones correspondientes se formaron talleres participativos, compuestos por 19 investigadores, estudiantes y apoyo académico en cada taller se realizaba una o dos lecturas, mismas que están incluidas en el marco conceptual de este artículo para discutir todos sobre la pertinencia de seleccionar indicadores, ambientes, metodología.



CUADRO 1  
Resultado de los talleres

Taller	Integrantes	Indicadores	Ambientes
1, 2	19	189	6
3, 4, 5	19	195	8
6	19	105	6
7	19	87	6
8	19	60	5
9	19	56	7
10	19	55	6
11	19	50	7
12	19	28	7

Elaboración propia con base en CENAPRED, 2010, en <http://132.248.68.83/portal/images/PHPcenapred/index/fase1/Hidros>.

### 4.3. Los recursos disponibles para evaluar la resiliencia

La revisión de un gran marco referencial condujo a la selección de documentos que acercaran al objetivo del trabajo, hacer un marco conceptual y conocer las metodologías aplicadas y probadas para proponer una en el contexto del caribe mexicano. Referenciando lo más destacado y similar a los datos en México.

CUADRO 2  
Marco referencial

Trabajo	Relevancia	Importancia para el trabajo
City Resilience Framework. Rockefeller Foundation-Arup (2015),	Explica a las ciudades como sistemas socioecológicos complejos y da pautas para analizar la resiliencia.	Dimensiones: salud y bienestar; economía y sociedad; infraestructura y ambiente y, estrategias y líderes. Permitió la discusión del contenido de sus “conductores” para hacer un listado de factores.
Mitigation Framework Leadership Group (MitFLG) Draft Concept Paper. Draft Interagency Concept for Community Resilience Indicators and National-Level Measure. Resilience Alliance (2010),	Componentes clave y las capacidades básicas descritas para las ciudades resilientes.	Sistema de infraestructura, recursos naturales y culturales (esta variable fue importante por el contexto de la península), planificación, trabajo comunitario, reducción de vulnerabilidad a largo plazo, como indicadores. Permite incluir aspectos de participación social o ciudadana.
Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. United States Department of Homeland Security (2016).	Cómo comprender el riesgo de desastre. Respuesta eficaz, recuperación, rehabilitación y reconstrucción. Actores clave para el estudio de desastres.	Información que escasamente se genera o comparte en México sobre el riesgo y las fases de la gestión del riesgo, esquemas de participación sobre las instituciones públicas y privadas que realizan gestión del riesgo y cómo.
Grothmann y Patt (2005)	Proceso de adaptación de los sistemas socioecológicos. Capacidad individual de adaptación por experiencia. Interdisciplina de análisis de procesos de adaptación.	Trabajo de las instituciones y la respuesta de las personas. Aspectos de la percepción del riesgo que han sido escasamente examinados para explicar los procesos de adaptación ante el cambio climático. Cómo medir la adaptación social e institucional.
Davoudi, Shaw, Haider, Quinlan, Peterson y Wilkinson (2012)	Explicar la resiliencia desde los elementos distintivos de la planificación y ordenamiento territorial. Discusión sobre sistemas socioecológicos.	Factores de la planificación territorial y ambiental para explicar el proceso de adaptación y revisar el marco conceptual de los sistemas socioecológicos.
Adger, Arnell y Tompkins (2005)	Discusión sobre adaptación al cambio climático.	Quiénes definen las acciones de adaptación, formas de intervención, esquemas regulatorios. Revisión de la normatividad jerárquica y su reflejo a nivel local.
México en Hábitat III	Este documento menciona el compromiso de México ante la agenda de Hábitat III	Revisión de metas, el proyecto que se plantea requiere innovación y cercanía a los objetivos internacionales.
Guía de Resiliencia Urbana. México. SEDATU (2016b).	Descomponer la visión global en ejes o dimensiones que permitan identificar y entender los impactos sobre el continuo urbano	Observar los indicadores utilizados y las dimensiones de análisis.

Elaboración propia con base en Adger et al., (2005), Grothmann et al., (2005), Davoudi et al., (2012), SEDATU, (2016b), Resilience Alliance (2010), Rockefeller Foundation-Arup (2015), United States Department of Homeland Security (2016)

Hasta ahora, existen diversos trabajos que exponen diversos factores de análisis para la resiliencia, al comparar con la disponibilidad de información en México, es notoria la necesidad de generar estudios que permitan la conformación de bases de datos históricas, confiables y, geográficamente comparables, el proceso es contar con la oportunidad de reforzar las herramientas para las instituciones públicas, privadas, académicas, sociales e internacionales, hagan una toma de decisión más acertada y rápida.

#### 4.4. Personajes clave para la gobernanza en la gestión del riesgo

En países como México, la gestión del riesgo de desastres tiene a sus actores clave en las autoridades locales y estatales, en ellos recae la toma de decisiones, aplicación de presupuestos y, por lo que se plantea en este trabajo, el supuesto de que, sus actuaciones y discurso institucional son la representación simbólica de un bagaje sobre la adaptación forzada, que se transforma lenta y repentinamente, debido al cambio climático, plasmando la construcción limitada y parsimoniosa de su resiliencia. Las instituciones internacionales proponen la transversalización de la gestión del riesgo de desastre a fin de integrarla en todos los aspectos sociales y políticos de un país (PNUD, 2014). Aún es esencial considerar a la población en general, como parte de una estrategia social de gestión del riesgo. Si la población afectada sigue sin participar en la prevención y atención ante riesgos, será complicado el trabajo institucional, ya que se refleja la falta de liderazgo social para emprender la gestión del riesgo. Demares (2016), enfatiza la necesidad de anexar una gobernanza climática global que signifique el trabajo de gobiernos locales e internacionales para generar una conciencia social generalizada en las acciones tendientes a disminuir los efectos negativos del cambio climático. Se requiere revisar esquemas de participación ciudadana o social fomentada por las instituciones públicas para la construcción de la resiliencia, sobre todo, en incrementar la confianza social. La concepción institucional de la gestión del riesgo de desastre, su cultura y perspectiva de grupos vulnerables define la forma de actuar y responder ante un riesgo. Por ello, el trabajo incluyó la entrevista semi estructurada para conocer la forma en que se coordinan las instituciones municipales con las estatales para gestionar el riesgo de desastres. Destacó, la sumatoria de la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de adaptación como elementos comprometedores en la evaluación de la resiliencia. La comprensión de un problema social y local debe ser tarea de funcionarios y población en general, para ello, instituciones académicas y las organizaciones sociales deben tener funciones específicas en la gestión del riesgo. La formación de personas desde pequeñas en cuanto a lo que significa la amenaza continua y cómo enfrentarla, es un proceso paulatino y posible de adaptación.

En México, existen normativas de planificación urbana y rural, de ordenamiento territorial, de áreas protegidas, sin embargo, han sido las autoridades las mismas que permiten cambios de usos, invasiones y modificaciones para ampliar la mancha de asentamientos humanos, esto solo demuestra la neutralidad ante el riesgo a que se expone la población o que el riesgo se convirtió en un negocio político.

#### 4.5. Encuesta y muestreo

Se considera imponderable la aplicación de una encuesta que ofrezca información sobre población y la gestión del riesgo. Para hacer una selección de la muestra cuyo fundamento sea la población vulnerable se extrajeron datos de INEGI (2015) revisados desde el año 2000, a fin de permitir la continuidad (Cuadro 3), puede hacerse un nivel de estratificación a través del Análisis de Conglomerados con K-medias para lograr encuestar a todos los grupos socio-demográficos.

**CUADRO 3**  
Variables de estratificación por análisis de conglomerados con K-medias

No.	Nombre de la variable	Nombre corto
1	Grado promedio de educación	GRAPOES
2	Población Económicamente Inactiva	PE_INAC
3	Población derechohabiente a servicios de salud	PDER_SS
4	Viviendas particulares habitadas con drenaje	VPH_DRENAJ
5	Población en hogares indígenas	PHOG_IND
6	Población en hogares con jefe de familia mujer	PHOGJEF_F

Las variables fueron extraídas de INEGI (2010b). Variables representativas de población vulnerable.  
Elaboración propia.

La selección de indicadores requiere de considerar su manejo sencillo, la pertinencia en el análisis, accesibilidad en la información, adaptarse a los cambios del contexto, sencillez de medidas, tiempos de actualización de información y, la participación y colaboración de las instituciones y la sociedad civil. Finalmente, se decidió seleccionar tres componentes para evaluar la resiliencia dirigida a conocer el grado de involucramiento de la sociedad, de las instituciones sobre la participación ciudadana, la actualización de la normativa correspondiente y el grado de conocimiento en el tema (Cuadro 4).

CUADRO 4  
Indicadores finales y su ponderación

Componente	Clave	Indicador	Ponderación
<b>Amenaza</b>	<b>PA_IN_PREC</b>	% de área inundable por precipitación	0.4
	<b>PA_IN_MT</b>	% de área inundable por marea de tormenta	0.6
<b>Vulnerabilidad</b>	<b>DEN_POB</b>	Densidad de población	0.09
	<b>PPOB_INF</b>	% de Población infantil (0 a 14 años)	0.07
	<b>PP_65YMAS</b>	% de Población de 65 años y más	0.07
	<b>PPSINDER</b>	% de Población no derechohabientes a servicios de salud	0.07
	<b>PPCON_LIM</b>	% de Población con limitación en la actividad	0.07
	<b>PP15YM_AN</b>	% de Población de 15 años y más analfabeta	0.07
	<b>PPE_INAC</b>	% de Población Económicamente inactiva	0.07
	<b>PHC_JEF_F</b>	% de Hogares censales con jefatura femenina	0.07
	<b>PVPH_P_TIE</b>	% de Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	0.07
	<b>PVPH_1CUAR</b>	% de Viviendas particulares habitadas con un solo cuarto	0.07
	<b>PVPH_S_SER</b>	% de Viviendas particulares habitadas sin servicios básicos	0.07
	<b>PVPH_R_INU</b>	% de Viviendas particulares habitadas en riesgo de inundación	0.07
	<b>PP_DES_LAH</b>	% de Población que desconoce que la localidad es afectada por huracanes	0.07
	<b>PP_NHV_EH</b>	% de Población que no ha vivido la experiencia de un huracán	0.07
<b>Capacidad de adaptación</b>	<b>PPRES2005</b>	% de Población con residencia de más de 5 años en la ciudad	0.03
	<b>PVPH_2MTRA</b>	% de Viviendas particulares habitadas en donde dos o más trabajan	0.03
	<b>PA_VERDES</b>	% de Áreas verdes	0.02
	<b>PVPH_ASEG</b>	% de Viviendas particulares habitadas aseguradas	0.04
	<b>PVPH_C_PEF</b>	% de Viviendas particulares habitadas en donde se cuentan con plan de emergencia familiar	0.20
	<b>AR</b>	Atlas de Riesgo	0.15
	<b>PDU</b>	Plan de Desarrollo Urbano	0.10
	<b>PVPH_CQHHI</b>	% de Viviendas particulares habitadas en donde al menos un integrante de la familia ha recibido capacitación sobre qué hacer en caso de huracán o inundación	0.20
	<b>PVPH_IQHHI</b>	% de Viviendas particulares habitadas en donde al menos un integrante de la familia ha recibido información sobre qué hacer en caso de huracán o inundación	0.04
	<b>PP_CPPR_IH</b>	% de Población que conoce programas gubernamentales o no gubernamentales que promuevan la prevención de riesgos por huracán o inundación	0.04
	<b>PP_CURT_CV</b>	% de la Población que conoce la ubicación del refugio temporal más cercano a su vivienda	0.10
	<b>PP_CRE_IH</b>	% de la Población que conoce las rutas de evacuación ante inundación o huracán	0.05

Elaboración propia

**Resiliencia (RE) = Amenaza (AM) + Vulnerabilidad Social (VS) + Capacidad de Adaptación (CA)**

El valor cuantitativo de cada componente se obtuvo mediante la suma de los valores de Estandarización\*Ponderación de los indicadores que los conforman. Fue necesario hacer un tratamiento de las variables y sus componentes por separado, esto debido a las distintas escalas de cada variable, además de la forma en que se justificaba su presencia en un índice de resiliencia, por ejemplo, algunas variables de la vulnerabilidad tienen valor negativo para lograr la explicación de una pronta recuperación.

A partir de este dato y con base a las escalas de clasificación (Cuadros 5 y 6) se asignó el valor cualitativo a los componentes. Cabe resaltar que, la primera clasificación (5) se aplicó a las tablas de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de adaptación y, la segunda (6) a la tabla de indicadores en la construcción de la resiliencia urbana.

De esta manera, los rangos cercanos a cero con la clasificación cualitativa a), indican baja amenaza, vulnerabilidad o capacidad de adaptación, según sea el caso y; entre más cercanos sean a uno, ésta será mayor. En cambio, los rangos cercanos a uno con la clasificación b), expresan que, entre más próximos estén a éste, la contribución del componente amenaza, vulnerabilidad o capacidad de adaptación respecto a la resiliencia será menor y; entre más próximos sean a uno será mayor.

**CUADRO 5**  
Escala de clasificación cualitativa asignada a los componentes  
amenaza, vulnerabilidad y capacidad de adaptación

<b>Rango</b>	<b>Clasificación cualitativa</b>
0.0-0.15	Baja
0.15-0.30	Media
0.30-0.45	Alta
0.45-1.0	Muy alta

Elaboración propia.



CUADRO 6  
Escala de clasificación cualitativa asignada a los componentes  
amenaza, vulnerabilidad y capacidad de adaptación

<b>Rango</b>	<b>Clasificación cualitativa</b>
0.0-0.4	Baja
0.4-0.6	Media
0.6-0.8	Alta
0.8-1.0	Muy alta

Elaboración propia.

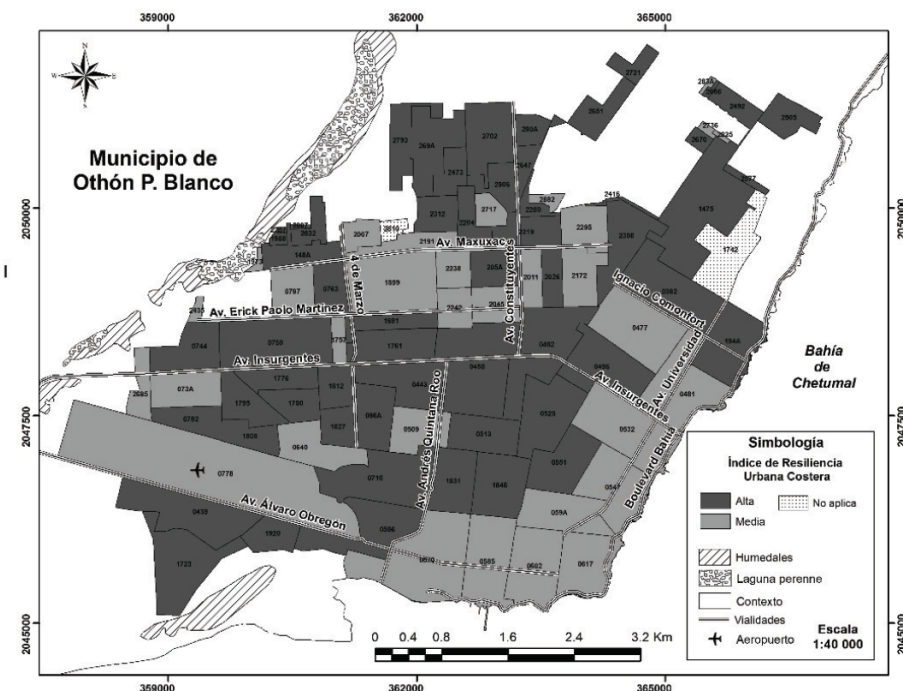
Para realizar el cálculo del (IRUC) fue necesario asignar un peso específico a cada componente, esto de acuerdo a su influencia sobre la resiliencia. Por tanto, los pesos establecidos para la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de adaptación fueron 0.25, 0.25 y 0.50, respectivamente. Posteriormente, se multiplicó el valor del indicador (ID) de cada componente con su respectiva ponderación (P), obteniendo de esta manera el valor cuantitativo. Respecto al valor cualitativo, éste se retomó de la escala de clasificación de los componentes obtenida en la tabla de indicadores. Una vez realizados los cálculos para la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de adaptación, se hizo la suma del valor cuantitativo de cada uno de estos componentes, consiguiendo así, el valor cuantitativo del índice de resiliencia y a su vez el valor cualitativo al señalarle una escala de clasificación con base en los siguientes rangos (Cuadro 7).

CUADRO 7

<b>Rango</b>	<b>Clasificación cualitativa</b>
0.0-0.4	Baja
0.4-0.6	Media
0.6-0.8	Alta
0.8-1.0	Muy alta

Elaboración propia

## 5. RESULTADOS



**FIGURA 3**  
Índice de resiliencia urbana costera de Chetumal, 2017  
Elaboración propia con base en resultados de trabajo de campo (2017) e INEGI (2010a).

La figura 3 muestra a la ciudad de Chetumal con una resiliencia Alta en las áreas más elevadas de la ciudad, donde existe un número mayor de unidades de vivienda con materiales de construcción resistentes donde habitan familias de 4 integrantes o menos, esto es familias jóvenes, que han adquirido su vivienda por medio de financiamientos, como INFONAVIT, FOVISSSTE o Marina Nacional, en fraccionamientos con todos los servicios, equipamientos y cercanos a refugios anticiclónicos. Son notorias las variables sobre la documentación y coordinación de las autoridades ante el riesgo, lo que representa que se han realizado esfuerzos por ser la capital del estado y el asiento del gobernador.

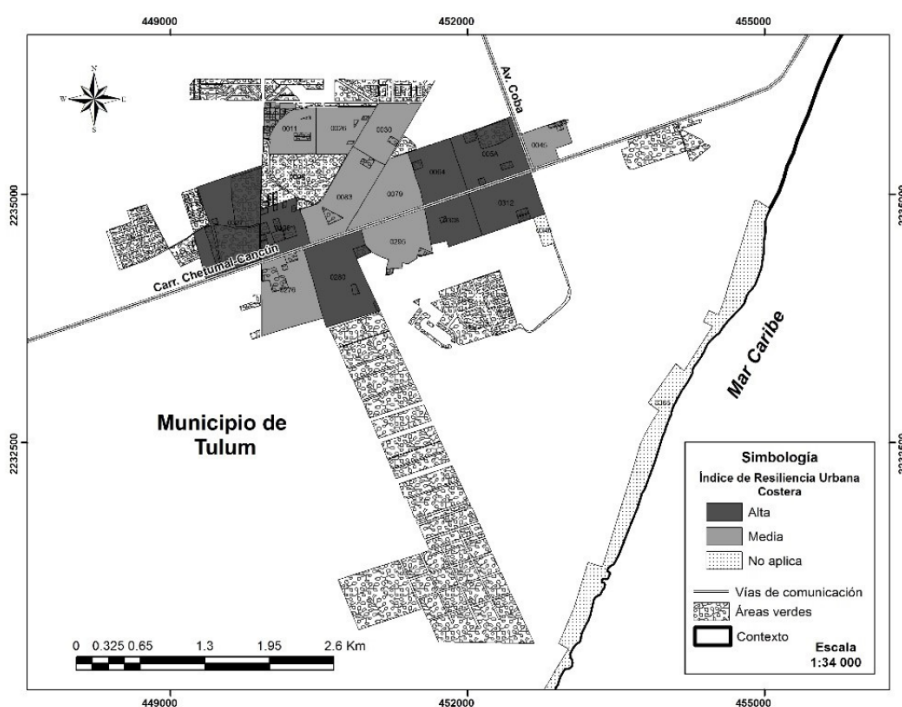


FIGURA 4

### Índice de resiliencia urbana costera de Tulum, 2017

Elaboración propia con base en resultados de trabajo de campo (2017) e INEGI (2010a).

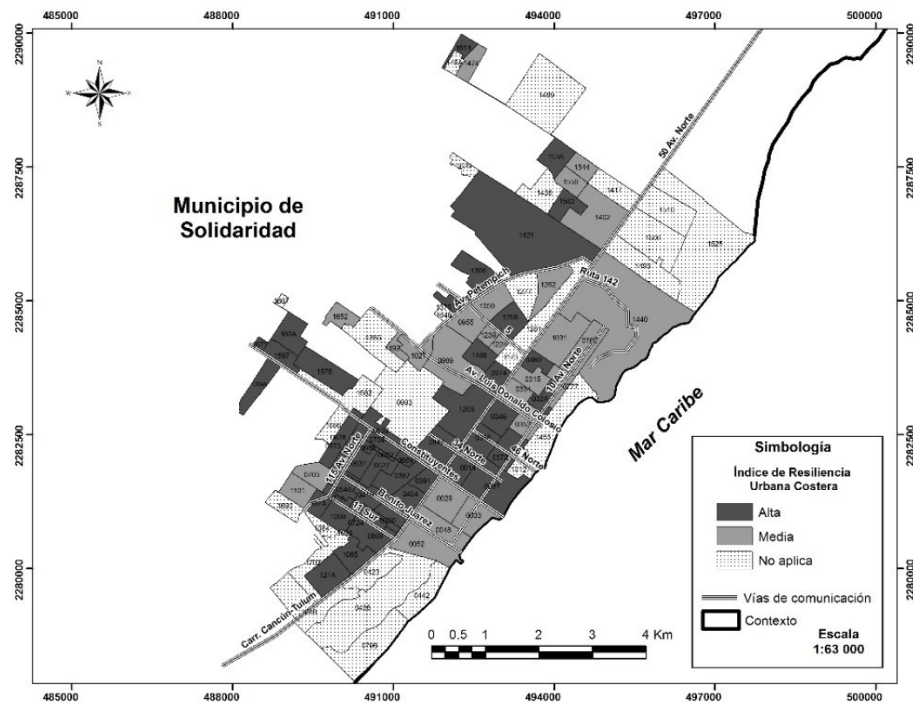
Destaca en las áreas con un índice de resiliencia Media la existencia de un mayor número de personas envejecidas, cuyos asentamientos humanos está a nivel del mar, con viviendas de más de 30 años, sin mantenimiento, en barrios deteriorados por la inseguridad y falta de servicios básicos, como el drenaje sanitario y pluvial. En las áreas más céntricas el nivel Medio está determinado por ser el asentamiento de algunas viviendas en áreas de inundación, con un suelo calcáreo que propicia movimiento y rompimiento de pavimentos y de muros de concreto. En estas áreas aún están presentes predios baldíos. Las variables que determinan el conocimiento de las familias sobre el riesgo y su organización, están dentro de la explicación de los niveles menores que explican la resiliencia. Es notoria en la ciudad en general, la indiferencia social ante la amenaza continua y la afectación cada lluvia por las inundaciones.

En Tulum se observa una mayor presencia de resiliencia Media, esto debido a la presencia de grupos vulnerables, considerados los inmigrantes nacionales e internacionales, los cuales están ajenos al conocimiento de los protocolos de actuación ante huracanes. Destaca la menor presencia de documentos de planificación urbana y atlas de riesgo, que por ser un municipio de reciente creación, las autoridades están en la articulación de instituciones gubernamentales y, presupuestos cortos por el número de población formal, ya que, las mismas autoridades declararon que el 40 % de la población está en asentamientos informales, donde se desmontó la selva y con materiales precarios se han erigido sus viviendas sin servicios básicos. Esas unidades de estudio estuvieron fuera del análisis por datos y seguridad del equipo en el levantamiento de campo.

Tulum es una ciudad lineal, las unidades territoriales con resiliencia Alta representan los sitios donde se han desarrollado unidades de vivienda con materiales de construcción resistentes, la instalación de servicios básicos y equipamientos, así como la instalación de drenaje pluvial y pozos de absorción. La población que conocía los protocolos de actuación es mayor que en las demás unidades, su capacitación se debe que, en su lugar de trabajo, hotel o restaurante, lo han capacitado para atender a los turistas extranjeros, de ahí que traslada su conocimiento a su familia.

La figura 5 muestra a la ciudad de Playa del Carmen, una de las ciudades con mayor contraste de las que componen este estudio, existe una dispersión de asentamientos humanos que se fueron desarrollando de

manera informal. A pesar de ser una ciudad que buscó tener su propio crecimiento, creando sus propios marcos normativos para el ordenamiento territorial, Playa del Carmen, creció de manera espontánea, sobre todo fuera de la zona de costa, la cual tiene un índice Medio de resiliencia debido a que es propiedad privada de extranjeros que han utilizado normas externas para la construcción y la seguridad de sus clientes, en su mayoría extranjeros que se hospedan y divierten en la Quinta Avenida. Sin embargo, la exposición se incrementa por su ubicación, debido a la marea que continuamente mueve las dunas y acerca los sitios turísticos al margen del mar. Su amenaza constante es la marea de tormenta, los vientos y el oleaje. Fuera de esta zona, el índice de resiliencia oscila entre Alto y Medio.



**FIGURA 5**  
Índice de resiliencia urbana costera de Playa del Carmen, 2017  
Elaboración propia con base en resultados de trabajo de campo (2017) e INEGI (2010a)

Aquellas unidades territoriales con índice Medio fueron asentamientos informales que aún carecen de servicios y equipamientos para salud y educación. Están habitados por familias jóvenes o personas que comparten las viviendas con otros inmigrantes, debido a ello, se considera que una variable importante es la población vulnerable, por desconocer los protocolos de actuación y hablar lengua indígena, lo que limita sus redes de apoyo.

Las unidades territoriales con índice Alto se conforman por unidades habitacionales construidas por empresas privadas, donde existen servicios básicos y equipamientos para educación, salud y recreación. Destacó la población que tiene conocimiento de los protocolos de actuación frente a huracanes, que están organizados en familia y por comunidad para enfrentar los huracanes, esto debido a su capacitación en su lugar de trabajo.

Es importante mencionar que, en las tres ciudades se ubican áreas territoriales donde No aplica el índice, en ellas, se ubican fraccionamientos residenciales cerrados, unidades hoteleras, grandes centros comerciales, asentamientos informales y predios baldíos.

## 6. CONCLUSIONES

Como parte de sistemas socioecológicos adaptables, las ciudades de estudio requieren de regulación (Adger et al., 2005; Davoudi et al., 2012) y de conjuntar la planificación territorial con la gestión del riesgo, evitando la amenaza exponencial que se reproduce cada año al exponerse al paso de los huracanes. Los resultados presentan situaciones repetitivas que ameritan modificación que favorezca la resiliencia, por ejemplo, dar continuidad en los trabajos municipales, sobre todo en lo que es protección civil, planificación territorial, vivienda y seguridad pública. Estos rubros municipales señalados como notables, deben contar con registros históricos. Por otro lado, elaborar una encuesta continua que permita observar los avances o limitaciones de la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de adaptación de una ciudad, su nivel de preocupación y preparación ante la amenaza de los huracanes.

A pesar de mostrar una serie de indicadores que podrán ser tratados de manera cuantitativa, hace falta agregar trabajo de tipo cualitativo para indagar con los actores clave sobre limitaciones y avances en materia de gestión del riesgo. La comprensión de conceptos, métodos, redes de apoyo, la forma de expresar problemas específicos y relacionados con la gestión del riesgo, abrirá más la oportunidad de crear propuestas innovadoras a fin de capacitar personal institucional que transmita mensajes a la población y a sus compañeros. Esto es crear líderes institucionales.

La elaboración de documentos como el Atlas de Riesgos merece discutir los distintos indicadores que favorecen la resiliencia, lo que obligaría a analizar cada tres años los factores sociales, económicos, políticos, ambientales, etc., que deben ser prioritarios en las agendas locales. La coordinación entre instituciones permite analizar el ambiente organizacional institucional, el liderazgo de grupos gubernamentales para coordinar acciones de prevención, atención, recuperación, reconstrucción y mitigación de los riesgos. Este trabajo evidenció la diminuta comunicación entre gobierno y sociedad, la forma en que los funcionarios transmitan datos, anuncios, alertas, es la forma en que se tendrá o no éxito con la logística para movilizar a las personas y disminuir afectaciones. Las personas se comunican a través de redes sociales, sin embargo, el uso de esta tecnología puede apoyar en la gestión del riesgo, para ello es relevante la actualización de los sistemas de alerta temprana (SAT), que, por la región y la actividad económica, deberán estar en otras lenguas e idiomas.

Los resultados por ciudad muestran las oportunidades que pueden existir de coordinación, estructurar información, organizar comunidades, transmitir alertas y, otras acciones que, en las ciudades de estudio han definido como construir una cultura ante huracanes y, que el liderazgo logrado, permita ingresar a la toma de datos de lugares aún inaccesibles, como fraccionamientos residenciales.

El uso de diversas metodologías permite acceder a la información, además refuerza el conocimiento sobre la situación actual de la gestión del riesgo, coordinaciones, redes y personajes diversos de toma de decisiones. Así, al plantear propuestas de acción, los caminos más cortos permitirán llegar a una meta real y aunque, a nivel internacional signifique un avance mínimo, en América Latina y el Caribe es un paso mayor hacia la construcción social de la resiliencia. En este continente sucede un proceso demográfico de movilidad, afectación del ambiente y el cambio climático, así que resulta importante continuar y esforzarse en la creación de información disponible para la población en general, sobre todo porque el escenario actual es un cambio mundial que merece contar con investigaciones desde diversos matices para la toma de decisiones (Aguilar y López, 2016, RF-Arup, 2015, United States Department of Homeland Security, 2016). Este primer extracto de resultados se alinea a lo enmarcado en Sendai y Quito, buscando asegurar jurídicamente la resiliencia, sin embargo, la capacitación, la razón y la lógica de funcionarios en diversos niveles de gobierno, así como empresarios, es un reto importante para que los avances, tratados y objetivos sean efectivos.



## REFERENCIAS

- Adger, N. W. Nigel W. Arnell, Emma L. Tompkins (2005). "Successful adaptation to climate change across scales". *Global Environmental Change*. Número 15. pp. 77-86.
- Aguilar, A. y López, F. (2016). "Espacios de pobreza en la periferia urbana y suburbios interiores de la Ciudad de México: las desventajas acumuladas". *EURE*, Vol. 42. Núm. 125. pp. 5-29.
- Banco Mundial (BM). (2013). *Las dimensiones sociales del cambio climático en México*. Washington, Estados Unidos: Unidad Administrativa del Sector de Desarrollo Sustentable Región de América Latina y el Caribe.
- Cardona, O. D. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*, (tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Catalunya. España.
- Castillo Oropeza, Oscar Adán, 2013, "Inundaciones: Un problema público", en *Revista Ciudades*, Núm. 98. pp. 27-33.
- Castillo, L. y Velázquez, D. (2015). "Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio-ecológicos y resiliencia". *Quivera*. Vol. 17. Núm. 2. pp. 11-32.
- Chakraborty, Jayajit; Graham A. Tobin; and Burrell E. Montz. (2005). "Population Evacuation: Assessing Spatial Variability in Geophysical Risk and Social Vulnerability to Natural Hazards". *Natural Hazards Review*, Núm. 6. pp. 23-33.
- Crutzen, P. J. (2002). "Geology of Mankind". *Nature*, Vol. 415. Núm. 6867. pp. 23.
- Cutter, S. L. Boruff, Bryan J. Lynn Shirley, W. (2003). "Social vulnerability to environmental hazards". *Social Science Quarterly*. Vol. 2. Núm. 84. pp. 242-261.
- Davoudi, S. Keith S., L. Jamila H., Allyson E. Q., Garry D. P., Cathy W., Hartmut F., Darryn McE., Libby P. (2012). *Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? Planning Theory & Practice*, Vol. 2. Núm. 13. pp. 299-333.
- Demares, M. (2016), "La importancia de la gobernanza climática global y de la vigésimo primera Conferencia de las Partes en la lucha contra el Cambio Climático", en *Observatorio Ambiental*, Núm. 19. pp. 55-69. <http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.54158>
- Fernández, J.L y Morán, N. (2012). "Cultivar la resiliencia. Los aportes de la agricultura urbana a las sociedades en transición". *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, Núm. 119. pp. 131-143.
- Folke, C. (2006). "Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological system analysis". *Global Environmental Change*, Núm. 16. pp. 253-267.
- Grothmann, T. y Anthony P. (2005). "Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change". *Global Environmental Change*, Núm. 15. pp. 199-213.
- HelpAge International. (2007). *Personas mayores en desastres y crisis humanitarias: Líneas directrices para la mejor práctica*. Washington, Estados Unidos: HelpAge International. UNHCR, United Nations, High Commissioner For Refugees.
- Holling, C.S. y Gunderson, L. (2002). "Resilience and Adaptive Cycles". En Gunderson, L. y Holling C.S. (Coord.) *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Road Island, Estados Unidos: Island Press. pp. 25-62.
- Ibarra, A.M. (2005). "Centroamérica: una región de multiamenazas y alta vulnerabilidad. Algunos apuntes conceptuales". En Andrés P. y Rodríguez, R. (Coord.) *Evaluación y prevención de riesgos Ambientales en América Latina*. Madrid, España: Documenta Universitaria. pp.17-28.
- Ihl, T. y Frausto, O. (2014). "El cambio climático y los huracanes en la Península de Yucatán". En Frausto, O. *Monitoreo de riesgo y desastre asociados a fenómenos hidrometeorológicos y cambio climático*. Chetumal, México: Universidad de Quintana Roo. pp.42-49.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010a). *Marco geoestadístico 2010 versión 5.0 (Censo de Población y Vivienda 2010)*. Áreas Geoestadísticas Municipales. México. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/mg/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010b). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>



- IPCC. (2007). "Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability", en Parry, Martin, Osvaldo Canziani, Jean Palutikof, Paul van der Linden y Clair Hanson (Eds.). Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Cambridge, Cambridge University Press.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2005). Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. Japón. Kobe Hyogo.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2011). Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres. Revelar el riesgo, replantear el desarrollo. Londres, Reino Unido: Green Ink.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2012). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Cómo desarrollar ciudades más resilientes. Un manual para líderes de los gobiernos locales. Ginebra, Suiza: ONU.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2015a). Las ciudades y la gestión del cambio climático y el riesgo de desastre. Nueva York, Estados Unidos: ONU.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2015b). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Nueva York, Estados Unidos: ONU.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2016a). El desarrollo urbano no planificado aumentará la desigualdad e impactará el clima, advierte ONU Hábitat. Centro de Noticias ONU. Recuperado de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2016/10/el-desarrollo-urbano-no-planificado-aumentara-l-a-desigualdad-e-impactara-el-clima-advierte-onu-habitat/>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2016b). Nueva Agenda Urbana. Quito. Ecuador. Nueva York, Estados Unidos: ONU.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (S/F). Programa de Perfiles de Ciudades Resilientes. Recuperado de <https://es.unhabitat.org/temas-urbanos/resiliencia/>
- Pasteur, G.A. y Reyes, G. (2015). Desigualdad y vulnerabilidad social. Reflexiones y estudios de caso. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2014). Gestión del Riesgo de Desastres ¿Qué hace el PNUD en Gestión del Riesgo de Desastres en América Latina y el Caribe?, Área de Prevención de Crisis y Recuperación, CPR, del Centro Regional del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, para América Latina y el Caribe en Panamá. Disponible en [http://www.latinamerica.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/Crisis%20Prevention%20and%20Recovery/Brochure\\_Desastres\\_sp.pdf](http://www.latinamerica.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/Crisis%20Prevention%20and%20Recovery/Brochure_Desastres_sp.pdf), [visitada el 8 de enero de 2018].
- Raskin, P (2006). World Lines. Pathways, Pivots, and the Global Future, Boston, Estados Unidos: Tellus Institute.
- Resilience Alliance. (2010). Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners. Version 2.0. Disponible en <http://www.resalliance.org/3871.php>. [Visitada el 12 de febrero de 2018]
- Rockefeller Foundation-Arup (RF-Arup) (2015). City Resilience Framework. New York, Estados Unidos: Rockefeller Foundation-Arup.
- Schianetz, K. y Kavanagh, L. (2008). Sustainability Indicators for Tourism Destinations: A Complex Adaptive Systems Approach using Systemic Indicator Systems. Journal of Sustainable Tourism. Vol. 16. Núm. 6. pp. 601-628.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) (2016a). México la nueva agenda urbana. Hábitat III. Disponible en [http://habitat3.org/wp-content/uploads/press\\_files/eZnng1RKPyHmyM4tn.pdf](http://habitat3.org/wp-content/uploads/press_files/eZnng1RKPyHmyM4tn.pdf) [Visitada el 3 de enero de 2018]
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) (2016b). Guía de Resiliencia Urbana. Ciudad de México, México: SEDATU.
- United States Department of Homeland Security (2016). Mitigation Framework Leadership Group (MitFLG) Draft Concept Paper. Draft Interagency Concept for Community Resilience Indicators and National-Level Measure. Washington, USA: Department of Homeland Security

- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G. y Pritchard, R. (2002). "Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach". *Conservation Ecology*. Vol. 6. Núm. 1. pp. 14.
- Walker, B. y Salt, D. (2006). *Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. Washington, Estados Unidos: Island Press.
- Yamin, L., Ghesquiere, F., Cardona, O. y Ordaz, M. (2013) *Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre. El caso de Bogotá, Colombia*. Bogotá, Colombia: Banco Mundial y Universidad de los Andes.
- Warner, K. (2007). *Perspectives on social vulnerability*. SOURCE, Series of UNU-EHS. No. 6. Institute for Environment and Human Security. Munich, Alemania: Munich Re Foundation, Germany.

## NOTAS

1. Este trabajo es parte de un proyecto financiado por CONACYT 248375: Resiliencia en ciudades costeras Del Caribe Mexicano ante desastres por huracanes: Chetumal, Tulum y Playa del Carmen.