

VULNERABILIDAD URBANA Y DESASTRES EN HÁBITATS CAMBIANTES

Silverio Hernández Moreno
Sonia Mercedes Fuentes Padilla
Marcos Mejía López
Coords.





**VULNERABILIDAD
URBANA Y
DESASTRES EN
HÁBITATS CAMBIANTES**

Universidad Autónoma del Estado de México

Dr. en Ed. Alfredo Barrera Baca

Rector

Dr. en C. I. Amb. Carlos Eduardo Barrera Díaz

Secretario de Investigación y Estudios Avanzados

Dra. en C. S. Martha Patricia Zarza Delgado

Directora de la Facultad de Arquitectura y Diseño

Mtra. en Admón. Susana García Hernández

*Directora de Difusión y Promoción de la Investigación
y los Estudios Avanzados*



VULNERABILIDAD URBANA Y DESASTRES EN HÁBITATS CAMBIANTES

Silverio Hernández Moreno
Sonia Mercedes Fuentes Padilla
Marcos Mejía López

Coords.



TOLUCA, 2020

Vulnerabilidad urbana y desastres en hábitats cambiantes

Silverio Hernández Moreno
Sonia Mercedes Fuentes Padilla
Marcos Mejía López
Coords.

Primera edición: junio de 2020
ISBN 978-607-633-163-7

D. R. © Universidad Autónoma del Estado de México
Instituto Literario núm. 100 Ote.
C.P. 50000, Toluca, Estado de México
www.uaemex.mx

El presente libro cuenta con la revisión y aprobación de dos pares doble ciego externos a la Universidad Autónoma del Estado de México. El arbitraje estuvo a cargo de la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados, según consta en el expediente 194/2019.

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Autónoma del Estado de México.

El contenido de esta publicación es responsabilidad de los autores.



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 4.0 Internacional. Puede ser utilizada con fines educativos, informativos o culturales, ya que permite a otros sólo descargar sus obras y compartirlas con otros siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de manera comercial. Disponible para su descarga en acceso abierto en: <http://ri.uaemex.mx>

Hecho en México

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	11
-----------------	----

INTRODUCCIÓN	13
--------------	----

I

PLANEACIÓN URBANA Y RESILIENCIA EN ZONAS DE MAYOR VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

INTRODUCCIÓN	25
NECESIDAD DE UNA PLANEACIÓN URBANA RESILIENTE O DE CAPACIDAD ADAPTATIVA ANTE LOS RIESGOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO	30
VULNERABILIDAD DE LAS CIUDADES, CONSTRUCCIONES Y CENTROS DE POBLACIÓN A RIESGOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS	33
<i>¿Cuáles son los principales problemas que son consecuencia de una ciudad vulnerable al cambio climático?</i>	33
<i>¿Cómo planear y diseñar las ciudades según su nivel de vulnerabilidad ante los riesgos naturales y humanos?</i>	34
<i>Peligros de inundación</i>	39
<i>Peligros por erosión y sedimentación</i>	43
<i>Peligros por deslaves y derrumbes (deslizamientos de tierra)</i>	46
<i>Huracanes y tormentas costeras</i>	49
<i>Incendios</i>	51
<i>Temblores</i>	54
<i>Hundimientos</i>	57
<i>Por erupción de volcanes</i>	59
<i>Tsunamis</i>	61
<i>Materiales peligrosos</i>	62
<i>Ruido</i>	66
CONCLUSIÓN	69

II CAMBIO CLIMÁTICO Y VULNERABILIDAD: EL IMPACTO DE LOS FACTORES SUBVALORADOS

INTRODUCCIÓN	71
VULNERABILIDAD Y FENÓMENOS INADVERTIDOS O SUBVALORADOS	72
EJEMPLO: EL ADOBE ANTE UNA COMBINACIÓN DE SISMO Y HUMEDAD	73
CAMBIO CLIMÁTICO Y LO IMPREDECIBLE:	
CUANDO LA EXPERIENCIA NO BASTA	79
RESPUESTAS ANTE AMENAZAS CLIMÁTICAS	84
CONCLUSIÓN	86

III RIESGO EN LAS CONSTRUCCIONES POR CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

INTRODUCCIÓN	87
IDENTIFICACIÓN DE LOS MAYORES RIESGOS Y VULNERABILIDADES EN LA ARQUITECTURA GUATEMALTECA DERIVADO DE LOS FENÓMENOS NATURALES Y CAMBIOS CLIMÁTICOS	88
<i>Placas tectónicas y amenaza sísmica</i>	90
<i>Amenaza volcánica y el peligro de las erupciones</i>	92
<i>Riesgos hidrometeorológicos</i>	93
<i>Huracanes en Guatemala y sus consecuencias</i>	93
GUATEMALA REACTIVA Y NO PREVENTIVA	96
ESTRATEGIAS DE PLANEACIÓN Y DISEÑO ANTE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES A RIESGOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS	97
CONCLUSIÓN	98

IV VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUITECTÓNICO EN MÉXICO

INTRODUCCIÓN	101
DEFINICIONES	102
<i>Monumento</i>	102

IMPORTANCIA DE LA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO	103
VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO	104
ESTRATEGIAS DE RESILIENCIA	106
METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LA VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO	109
<i>Vulnerabilidad del patrimonio del núcleo central histórico de Toluca</i>	111
<i>Fase del análisis</i>	111
Análisis histórico-geográfico	111
Análisis urbano-arquitectónico	111
Fase 1 (1522-1819)	111
Fase 2 (1820-1939)	113
Fase 3 (1940-1960)	114
Fase 4 (1960-1980)	115
Fase 5 (1980-2000)	115
Fase 6 (2000-actualidad)	115
Análisis funcional	116
Análisis normativo	117
<i>Diagnóstico de vulnerabilidades y cualidades</i>	117
Riesgos geológicos	119
Riesgos químicos	120
Riesgos hidrometeorológicos	120
<i>Antecedentes del río Verdiguél</i>	120
<i>Riesgos sociorganizativos: Dirección de Seguridad Pública</i>	122
<i>y Palacios de Gobierno Estatal y Municipal</i>	122
Fase de intervención	122
CONCLUSIÓN	123

V

VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO URBANO EDIFICADO EN EL PUEBLO MÁGICO DEL MUNICIPIO DE METEPEC, ESTADO DE MÉXICO

INTRODUCCIÓN	125
EL PATRIMONIO EDIFICADO Y LOS PUEBLOS MÁGICOS DE LA SECTUR	128
CASO DE ESTUDIO: METEPEC, ESTADO DE MÉXICO	133
<i>Diagnóstico de vulnerabilidad</i>	138
CONCLUSIÓN	146

VI
VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA.
PATRIMONIO CULTURAL CONSTRUIDO DE GUATEMALA

INTRODUCCIÓN	149
VARIABLES ESPECÍFICAS Y PARTICULARES PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA EN EL PATRIMONIO CONSTRUIDO DE GUATEMALA	150
<i>Temporalidad</i>	151
<i>Contexto</i>	153
<i>Ubicación</i>	154
<i>Usos</i>	155
<i>Estado de conservación</i>	155
<i>Valor patrimonial</i>	155
<i>Fenómenos naturales</i>	156
CAMBIO CLIMÁTICO	157
CONCLUSIÓN	159
REFLEXIONES FINALES	161
ACERCA DE LOS AUTORES	165
LISTADO DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS	173
REFERENCIAS	177

AGRADECIMIENTOS

El presente libro nace como resultado del trabajo entre investigadores de México y Guatemala. Por tal motivo, los coordinadores expresamos nuestro agradecimiento a varios actores sustanciales. En primer lugar, a la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) por el apoyo económico que brindó al proyecto Planeación Urbana y Resiliencia en Zonas de Mayor Vulnerabilidad al Cambio Climático, con clave institucional 4568/2018/CIV; así como para la publicación electrónica de este texto.

En segundo lugar, y no menos importante, los coordinadores manifestamos nuestra gratitud a cada uno de los autores de los capítulos; con su participación, se logró integrar un trabajo en donde se analizó un tema muy significativo en la actualidad: la vulnerabilidad en las ciudades y en el patrimonio edificado de dos países que se encuentran en alto riesgo natural y antropogénico de desastres (CAF, 2014) y, por tanto, su estudio fue perfectamente justificado.

Por último, agradecemos, asimismo, a la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEM por su apoyo incondicional al quehacer investigativo de todos sus profesores, en específico al cuerpo académico Patrimonio, Ambiente y Tecnología, en donde fue posible el trabajo en equipo, de alcance internacional, sin demoras ni contratiempos.

INTRODUCCIÓN

Los desastres para la humanidad son acontecimientos que por cuestión de la naturaleza siempre han existido. Desde la época de las cavernas, ya sea directa o indirectamente, el ser humano ha sufrido cambios y padecido catástrofes: inundaciones, terremotos, sequías, erupciones volcánicas, socavones, incendios. La mayoría de estos fenómenos son de origen natural, pero con el surgimiento de la agricultura y posteriormente la industria, se han incrementado, por lo que las causas también son antropogénicas. Aún la sociedad sigue discutiendo qué tanto las actividades humanas están interviniendo e influenciando a los ciclos naturales y al hábitat para originar cambios climáticos en el ámbito global.

Con esta reflexión, se presenta este análisis de índole urbano-arquitectónico y se explica desde esta perspectiva disciplinaria cómo se puede evitar y mitigar, en la medida de lo posiblemente humano, el riesgo inminente a los desastres naturales en México y en Guatemala, sobre todo con el fin principal de salvaguardar la seguridad de la población, del hábitat y del patrimonio edificado que poseen estos dos países.

Por ello, este libro estudia la vulnerabilidad y riesgo de algunas ciudades y patrimonio edificado desde el punto de vista del arquitecto y urbanista de México y Guatemala. Para el caso mexicano, las ciudades de Toluca y Metepec (Estado de México) fueron el objeto de estudio; mientras que para el caso guatemalteco se tomó como referencia a la ciudad de Antigua Guatemala. En cada capítulo, se analiza la temática central sobre vulnerabilidad y riesgo enfocado a un caso en particular en el ámbito urbano-arquitectónico y de patrimonio edificado tanto de México como de Guatemala, países con alto riesgo

y vulnerabilidad a desastres, debido a su localización geográfica y a las condiciones socioeconómicas de ambos territorios (CAF, 2014). Asimismo, en este texto, se desarrolla la fundamentación teórica del problema identificado sobre vulnerabilidad urbana y resiliencia al cambio climático. Para lo cual, el libro se divide en seis capítulos:

El primero “Planeación urbana y resiliencia en zonas de mayor vulnerabilidad al cambio climático”, de Silverio Hernández Moreno y José Antonio Hernández Moreno, presenta un panorama general sobre el estudio de la vulnerabilidad respecto a la infraestructura, equipamiento y patrimonio edificado ante el riesgo del cambio climático, no sólo del deterioro y degradación progresiva de la vida útil de los inmuebles e infraestructura, sino también la existencia de riesgos a desastres naturales y antropogénicos que pueden afectar de manera intempestiva a la infraestructura y a sus componentes: inundaciones, erosión y sedimentación, huracanes, derrumbes, hundimientos, temblores, incendios, residuos peligrosos, *tsunamis*, ruido y vibraciones. En este apartado, se tomaron algunos datos relacionados con riesgos naturales y antropogénicos de la ciudad de Toluca, Estado de México, como caso de ejemplificación.

René Lauro Sánchez Vértiz Ruiz, en el capítulo segundo “Cambio climático y vulnerabilidad: el impacto de los factores subvalorados”, explica cómo la sociedad en general (incluyendo “especialistas” del tema) pasan inadvertidos problemas severos de calentamiento global y cambio climático; de igual forma, subestiman los riesgos, tanto naturales como humanos, que estos fenómenos climatológicos están trayendo al medio urbano y natural, es decir, al hábitat que ocupamos los seres humanos; por tanto; el autor, además, menciona que el clima es un sistema abierto de difícil predicción, y que las visiones simplistas ya no bastan en un marco de cambio climático. Por ello, la arquitectura y el urbanismo requieren incorporar procesos de análisis integrales y complejos, que tomen en consideración factores que antes eran invisibles o parecían despreciables.

En el capítulo tercero titulado “Riesgo en las construcciones por cambio climático en la ciudad de Guatemala”, Sonia Mercedes

Fuentes Padilla menciona y describe un enfoque sobre la vulnerabilidad del medio ambiente construido en Guatemala, país que históricamente ha estado afectado por fenómenos naturales, al grado de verse en la necesidad de cambiar su ciudad capital varias veces. Asimismo, la mano del ser humano no ha tenido clemencia en temas de deforestación y contaminación, lo que vuelve más vulnerable a nuestro medio ambiente. Se presentan los diferentes fenómenos ocurridos en ese territorio en los últimos dos siglos. También se hace una reseña de las iniciativas que se han presentado en el país, aunque no se estén llevando a cabalidad. Se concluye este capítulo en que se requiere educación, planes operativos de prevención para el desarrollo en Guatemala, pues sigue siendo un país reactivo y no preventivo, por lo que se espera que este documento genere conciencia y reflexión.

Marcos Mejía López y Gabriela Sánchez Zavala, en el capítulo cuarto “Vulnerabilidad del patrimonio histórico arquitectónico en México”, estudian el patrimonio y cómo los recursos de una sociedad del pasado prevalecen en el presente, ya que transmiten información histórica, artística o científica con valor universal. Dicho valor se define por expertos y la participación de una comunidad, considerando la autenticidad de conservación del sitio o monumento y el estudio de la excepcionalidad de su carácter. Entre más elementos se estudien e identifiquen como auténticos, mayor arraigo surgirá por parte de la comunidad. El patrimonio existe y existirá por naturaleza en todas las civilizaciones; pese a su importancia, no hay leyes que tomen en cuenta al patrimonio vulnerable y lo consideren en estrategias de resiliencia para protegerlo y prolongar su tiempo de vida previniendo los desastres sociales y naturales que pudieran presentarse. En este capítulo, de igual forma, se analiza el patrimonio del centro histórico de la ciudad de Toluca, Estado de México, y los riesgos a los que se encuentra expuesto, con una metodología de identificación de vulnerabilidad de patrimonio, con la finalidad de asentar las bases para que la información obtenida sea considerada en estrategias de resiliencia para la ciudad.

El capítulo quinto “Vulnerabilidad del patrimonio urbano edificado en el pueblo mágico del municipio de Metepec, Estado de México”, de Ignacio Mendiola Germán, tiene por objetivo identificar las teorías y acciones que se dan en los ámbitos local y nacional en México, para la protección del patrimonio urbano edificado. Con el fin de relacionar el patrimonio edificado con la vulnerabilidad, se inicia con un marco teórico sobre ambos conceptos. Después se detecta la política nacional que ayuda a proteger y financiar el patrimonio cultural. También se identifica el caso particular de la Secretaría de Turismo de México (Sectur) por medio del programa Pueblos Mágicos. Y al final se hace un análisis de la vulnerabilidad del patrimonio urbano edificado del municipio de Metepec, Estado de México, como muestra o ejemplo práctico.

Para finalizar, Javier Quiñónez Guzmán, en el sexto y último capítulo “Vulnerabilidad y resiliencia. Patrimonio cultural construido de Guatemala”, describe desde su experiencia académica y profesional el tema de la conservación del patrimonio cultural en dicho país. Para ello, identifica las variables más significativas para la medición del nivel de vulnerabilidad y la capacidad de resiliencia para un fenómeno natural o un evento provocado por el cambio climático, de un bien inmueble patrimonial. La intención es llamar a la reflexión para que las políticas de Estado y las líneas de investigación académicas profesionales pongan atención en el tema y definir estrategias a corto, mediano y largo plazo; en función del análisis de las mismas variables para la generación de acciones inmediatas en beneficio de la conservación y preservación del patrimonio cultural inmueble con enfoque en el desarrollo sostenible de las comunidades guatemaltecas; disminuyendo su vulnerabilidad y aumentando la capacidad de resiliencia ante un fenómeno natural o un evento provocado por el cambio climático en el país.

Con esta descripción de cada apartado, se pretende de manera general adentrar al lector en el tema de la vulnerabilidad; no obstante, para llegar a la formación de este texto, no se pueden dejar de mencionar los antecedentes y la fundamentación teórica del problema

identificado sobre vulnerabilidad urbana y resiliencia al cambio climático, pues se considera que más del 68% de la población mundial en 2050 vivirá en zonas urbanas (ONU, 2018). Debido a que los principales problemas de desarrollo urbano van muy ligados con los de tipo ambiental y originados por actividades antropogénicas y en distintas escalas y niveles (de lo local a lo global, y que como consecuencia acarrea problemas económicos y sociales). México ha reiterado su compromiso recientemente en el Acuerdo de París, Francia en 2015, para reducir en 50 % sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2050 (Gobierno de México, 2015). La lucha contra las consecuencias de cambio climático ha ganado relevancia en las últimas tres décadas, y países de todo el mundo están tomando medidas contra los impactos de cambio climático (UE Commission, 2013).

Los principales problemas urbano-ambientales que nos aquejan son:

- Degradación y deterioro del agua, aire y suelo debido a edificación de ciudades (ciudades como sistemas antropogénicos), lo cual trae como consecuencia la falta de recursos básicos para la vida como alimentos, materiales de construcción, energía, agua y diversos insumos que se consumen diariamente en las ciudades.
- Degradación y deterioro de recursos bióticos, abióticos y paisaje (medio ambiente y sistemas ecológicos), debido a la edificación de ciudades y otras construcciones.
- Deterioro del metabolismo urbano.
- Movilidad y transporte urbano.
- Interacción entre las dinámicas urbanas y rurales.
- Deterioro de la imagen urbana en la mayoría de ciudades mexicanas.
- Deterioro económico y social de la población.
- Falta de financiamiento para transitar a la sustentabilidad en las ciudades.
- A su vez, los problemas de tipo urbano generan o van ligados con otros de distinta índole, como pobreza, salud pública,

riesgo a los grupos de personas más vulnerables, inoperante gestión ambiental, deficiente calidad de vida, problemas demográficos, culturales y de identidad.

Por tal razón, es muy conveniente saber a quiénes van dirigidas las mejoras en materia de problemas urbanos (nos queda claro que al grueso de la población y a los más vulnerables, pero desafortunadamente, no siempre es así). Por tal motivo, el presente documento se centra en el intento de crear conciencia en el ámbito urbano-arquitectónico para mejorar las condiciones de la población. Además, factores como cambio climático y desastres naturales son variables que debemos tomar en cuenta en cualquier proyecto referente a planeación urbana y regional.

Las ciudades y su infraestructura son altamente vulnerables a los cambios climáticos, ya sea de forma global y local, debido a que están muy expuestas a diversos desastres originados tanto por la naturaleza como por las propias actividades antropogénicas; por lo que existen grupos de personas con mayor vulnerabilidad a esos cambios, ya que no sólo no cuentan con los servicios públicos básicos, sino que se encuentran desprotegidas en todo sentido, tanto física como estratégicamente debido a multifactores de índole social, económico y el ambiental. Se puede considerar a la infraestructura de las ciudades que brindan el saneamiento y proveen recursos externos como energía, alimentos y agua como las más críticas en materia de vulnerabilidad al cambio climático y desastres naturales y antropogénicos. Vulnerabilidad entendida como el riesgo que una persona, sistema u objeto puede sufrir frente a peligros inminentes, sean ellos desastres naturales, desigualdades económicas, políticas, sociales o culturales.

La infraestructura más vulnerable a riesgos está adoptando diversos avances tecnológicos ambientales para garantizar un alto nivel de confiabilidad y seguridad, y al hacerlo, también, han crecido en tamaño y complejidad (Torabi *et al.*, 2017). Por lo anterior, los planeadores de ciudades deben tomar en cuenta el diseño de estrategias de resiliencia urbana ante estos peligros; resiliencia entendida como

la capacidad de un sistema para restablecer su estado de equilibrio anterior después de un desastre, reconociendo la posibilidad de alcanzar diferentes condiciones de equilibrio después de posibles interrupciones (Holling, 1973).

Los escenarios climáticos proyectados para los próximos 30 años señalados en el último informe del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) destacan la gravedad de los impactos previstos y exigen medidas urgentes para reducir los efectos de cambio climático y, al mismo tiempo, enfrentar sus impactos (De Coninck, 2018). Algunos de los efectos que ya son visibles son el aumento del nivel del mar, la disminución del hielo marino ártico o eventos climáticos más extremos, como los días y noches extremadamente calurosos (Van Oldenbourg, 2018). Al proteger al medio natural con mayor vulnerabilidad al cambio climático y desastres de todo tipo, estaremos protegiendo también a los grupos más vulnerables de la sociedad, quienes son los del medio rural y quienes producen la mayoría de los alimentos que se consumen en las ciudades; pero en zonas urbanas, se deben implementar estrategias de diseño urbano arquitectónicas de tipos más tecnológicas y con mayor resiliencia para poder proteger a las personas más vulnerables y disminuir su situación de riesgo.

Por tanto, los principales problemas identificados en ciudades y centros de población son:

- Desmesurado crecimiento urbano espontáneo debido al acelerado incremento de la población y de la migración del campo a la ciudad.
- Disminución de recursos básicos en las ciudades: alimentos, agua, energía, materiales de construcción, entre otros.
- Aumento de riesgo en grupos de personas y zonas más vulnerables.
- Incremento constante en la demanda de nuevos servicios públicos.
- Falta de resiliencia en el diseño y planeación de las ciudades ante el cambio climático.

- Incremento constante en la demanda de nuevos recursos naturales y materiales (mal funcionamiento del metabolismo urbano en las ciudades y centros de población).
- Deterioro de la infraestructura y del equipamiento urbano (degradación de su vida útil).
- Contaminación ambiental debido a la industria, comercio, vivienda y otras actividades antropogénicas.
- Contaminación por transporte y uso de energías fósiles.
- Incremento de desechos sólidos y líquidos.
- Mal uso de los recursos hídricos.
- Deterioro de los ecosistemas naturales insertados en áreas urbanas y rurales.
- Deterioro de monumentos y sitios históricos.
- Falta de gestión ambiental y de servicios ambientales en las ciudades.
- Deficiente movilidad y transporte en las ciudades.
- Deterioro de la imagen urbana en las ciudades mexicanas.
- Falta de financiamiento para transitar a la sustentabilidad en las ciudades.

Las instancias gubernamentales en todos sus niveles deben establecer programas bien estructurados basados en la ciencia de las ciudades, descarbonización de ciudades y diseño de infraestructura clave para ayudar a los más vulnerables en todos estos problemas antes citados. En materia de normatividad en México referente al tema de impacto ambiental, en primera instancia, destacamos la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012); en su sección de impacto ambiental, artículo 28, menciona que tanto obras como actividades que modifiquen el ambiente deben ser evaluadas para que sean autorizadas, a través de estudios de manifiesto de impacto ambiental.

De la misma forma, destacamos el acuerdo referente a la Estrategia Nacional de Cambio Climático (3 de junio de 2013) emitida

también por la Semarnat como un instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono, elaborada por la Semarnat, con la participación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y la opinión del Consejo de Cambio Climático; aprobada por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y publicada en el *Diario Oficial de la Federación (DOF, 2013)*.

En 2014, ha sido introducido un impuesto al carbono como parte de un impuesto especial a bienes y servicios en México y otras iniciativas por sector: transporte, energía, industria, electricidad, bosques, infraestructura y equipamiento, entre otros aspectos, aunque aún son insuficientes en lo global, pero definitivamente suma a los objetivos parciales de reducciones futuras de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Con todo y este marco normativo en materia de reducción de carbono, impacto ambiental y cambio climático, México y Guatemala no cuentan con un modelo de planeación de ciudades de bajo carbono unificado y eficaz para combatir problemas existentes en las ciudades y sus dinámicas urbanas, así como los problemas que están por venir y por incrementarse en materia de metabolismo urbano y fragmentación del medio natural y artificial. Por lo que, en México, el modelo actual de ciudades ha concentrado a la población en zonas urbanas y semiurbanas ineficientes e improductivas que profundiza la desigualdad social y genera contaminación, y a grandes sectores de la población los pone en situación de riesgo ante el cambio climático (CMM, 2014).

Se necesita reducir entonces las emisiones de GEI y los impactos ambientales durante todo el ciclo de vida de las ciudades, desde varios enfoques: uno de ellos es el urbano-arquitectónico de bajo carbono, en donde se podrían reducir, evitar y mitigar muchos de los impactos ambientales causados por la edificación de las ciudades a través del desarrollo de un nuevo modelo de planeación de ciudades basado en herramientas de sistemas expertos o sistemas basados en conocimiento especializado.

En México y Guatemala, como en todo el mundo, se ha observado que en las últimas dos décadas ha aumentado considerablemente la migración de zonas rurales a zonas urbanas y, por lo tanto, la concentración de la población en las ciudades (Yaolin *et al.*, 2015) trae cambios significativos en materia de estructura urbano-demográfica, sin éxito para la mayoría de dichos migrantes, porque incluso la mayoría de ellos tiene una menor calidad de vida tras ese cambio.

Se observa también en todas partes del mundo, que los modelos y las políticas de gestión, diseño y planeación del uso de suelo han fallado notablemente a causa de una ausencia de planeación urbana especializada (por medio de expertos en la materia) a mediano y largo plazos y a diversas escalas y niveles (Parkes, 2012), que incluye también una ausencia del control en el uso del suelo, que lejos de ordenar los asentamientos humanos están incrementando el problema alrededor de las dinámicas entre el medio urbano y el medio rural.

Por fortuna, algunos estados de la República Mexicana están legislando y aprobando normas técnicas para solucionar parte del problema central referido, pero aún no se cuenta con un modelo unificado sobre planeación sustentable de clústeres de bajo carbono controlado con sistemas expertos que facilite la fase de implementación y que en realidad coincidan con la Agenda del Hábitat de la ONU.

Asimismo, existen en México y Guatemala algunas comunidades que tratan de integrar el medio rural con el medio urbano en zonas de uso de suelo en transición; pero, para tener éxito, faltaría integrar un modelo unificado de planeación urbana de bajo carbono y una herramienta de control y toma de decisiones mediante inteligencia artificial o sistemas expertos o sistemas basados en conocimiento e inteligencia artificial, los cuales pueden hacer inferencias y responder a la solución de problemas y llegar a una conclusión específica pudiendo diagnosticar la causa del problema y proponer una solución, así como realizar y contestar preguntas tal y como un experto humano lo hace, pero de manera más rápida y con gran cantidad de información o *big data* para procesar.

También el uso de otros sistemas similares a los sistemas expertos podrían contribuir a la toma de decisiones en materia de planeación y diseño urbano; estas tecnologías se basan en sistemas computacionales de inteligencia artificial que pueden auxiliar a la toma de decisiones integrando a los procesos de inferencia el manejo de *real data* y *big data* para la solución de problemas tanto de manera lineal como no lineal.

Dichos estudios debemos de encaminarlos no sólo hacia la reducción de impactos ambientales y huella ecológica, sino directamente con fines de conservación y restauración de la biodiversidad ecológica de un sitio, ciudad, pueblo o región (Shinji *et al.*, 2015) y mejorando la calidad de vida, del hábitat y de los servicios públicos para el grueso de la población, lo cual consideramos muy atractivo e importante como propuesta de investigación emergente en ciencia de frontera con fines transformadores, de solución de problemas y de cambio de paradigmas.

Se observa que uno de los principales problemas por cambio climático y a su vez por desastres naturales y antropogénicos es la disminución de recursos básicos para vivir: alimentos, energía, agua, materiales de construcción. Por supuesto, la cuestión del agua y de los alimentos es fundamental, ya que desastres naturales como sequías e inundaciones agravan el problema. Tan sólo el tema de la producción de alimentos es muy complejo, en donde numerosos actores interactúan con muchas instituciones involucradas en la agricultura, ventas de insumos, mercados, educación, investigación y transferencia de tecnología, agencias reguladoras gubernamentales, consumidores, salud y nutrición, seguridad alimentaria, la cadena de valor, desperdicio de alimentos, energía, el comercio, las finanzas y la banca se presentan en la producción de alimentos (Lienhard *et al.*, 2018).

Según el *Informe anual 2018* de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sobre el estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo (FAO *et al.*, 2018), casi 821 millones de personas en el mundo enfrentaron privación crónica de alimentos en 2017, y considerando que en 2016 fueron

804 millones de personas con esa privación, con el tiempo, esto irá en aumento (FAO *et al.*, 2018).

Por lo anterior, los autores consideramos que el presente libro puede servir como referencia básica o introductoria a los problemas que los arquitectos y urbanistas debemos enfrentar en relación con la planeación de ciudades vulnerables a riesgos y desastres tanto naturales como humanos, así como reflexionar y crear conciencia de los daños que se están presentando y que incluso se irán incrementando.

I

PLANEACIÓN URBANA Y RESILIENCIA EN ZONAS DE MAYOR VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

SILVERIO HERNÁNDEZ MORENO JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ MORENO

INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de los edificios y de la infraestructura que estará disponible para las próximas tres o cuatro décadas es precisamente con lo que se cuenta hoy, por lo que la manera en que se planea, se diseña, se opera, se mantiene y se conservan las ciudades y edificios será determinante para contar con infraestructura y equipamiento que afronten esos años venideros de manera exitosa.

Para alcanzar este éxito desde el enfoque de la ciencia de las ciudades, es necesario trabajar de manera multidisciplinaria para alcanzar los objetivos. Arquitectos, urbanistas, geógrafos, biólogos, ingenieros, ecólogos, abogados, matemáticos, físicos, químicos, políticos, académicos, empresarios, ciudadanos, entre otros, deben integrarse de manera coordinada y organizada para alcanzar objetivos comunes.

Esta infraestructura urbana y su equipamiento no sólo están expuestos al paso de los años, que de manera gradual deteriora a los materiales y a los componentes constructivos afectando directamente su vida útil,¹ sino también, existen riesgos a desastres naturales y

¹ Se refiere al periodo después de la construcción o instalación, durante el cual el edificio y sus partes cumplen o exceden los requerimientos de rendimiento para lo cual fueron diseñados y construidos; por lo que es necesario hacer uso de mantenimiento correctivo significativo, de reparaciones, remplazos de los materiales y componentes constructivos (ISO, 2000).

antropogénicos que pueden afectar de manera intempestiva a la infraestructura y a sus componentes. Riesgos tales como inundaciones, erosión y sedimentación, huracanes, derrumbes, hundimientos, temblores, incendios, residuos peligrosos, *tsunamis*, ruido y vibraciones.

Por un lado, Riesgo (R), según el Cenapred (2018 a), se entiende como:

El producto de tres factores: el valor de los bienes expuestos (c), tales como vidas humanas, edificios, carreteras, puertos, tuberías, entre otros; la vulnerabilidad (v), que es un indicador de la susceptibilidad a sufrir daño, y el peligro (p) que es la probabilidad de que ocurra un desastre en un lugar determinado; así $R = c \times v \times p$. El grado de preparación de una sociedad determina la disminución de la vulnerabilidad y, en consecuencia, del riesgo (Cenapred, 2018 a).

Por otro lado, el concepto *desastre* se puede definir de la siguiente manera:

Entendido como una disrupción importante del funcionamiento de una comunidad o sociedad causando pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales generalizadas, que exceden la capacidad de la comunidad o sociedad afectadas para hacerla frente con sus propios recursos (ONU, 2005 a).

En la actualidad, poco más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas; su adaptación ante el cambio climático, y los riesgos a desastres resultan más relevantes e importantes (ONU, 2010).

Una publicación² de la ONU sobre reducción de riesgos a desastres y los gobiernos locales señala que el rol de los gobiernos es crucial para la adecuada planeación resiliente de ciudades ante desastres y ante el cambio climático (ONU, 2010: VIII).

² *Local governments and disaster risk reduction; good practices and lessons learned.*

Con datos de 1983 al 2012, un estudio realizado en Bruselas, Bélgica, por una parte, señala que los mayores desastres naturales ocurridos han sido de tipo hidrológico acompañado del tipo meteorológico, seguido del geofísico y posteriormente del biológico (CRED, 2012). Por lo que hay que poner especial atención en la planeación y diseño antinundaciones y, en particular revisar cómo, cuánto y dónde se está extrayendo agua de los mantos acuíferos, lo cual es uno de los principales factores de hundimientos y fracturas de la infraestructura y equipamiento urbano.

Por otra, las zonas más vulnerables, a escala continental, son África y América, las menos vulnerables Oceanía y Europa, y en calidad intermedia está Asia (CRED, 2012).

Las zonas de mayor vulnerabilidad al cambio climático se entienden en el presente trabajo como las zonas en las ciudades, regiones habitadas o centros de población en donde se concentran significativamente diversos riesgos y peligros de tipo natural o antropogénico que pueden dañar a la población, así como a la infraestructura y equipamiento.

Sólo en las últimas cuatro décadas los desastres naturales han causado poco más de 3.3 millones de vidas humanas y 2.3 trillones de dólares en pérdidas económicas (World Bank, 2010: 10).

Es fundamental, además del diseño y la planeación resiliente de las ciudades y centros de población, que éstos puedan evaluarse y monitorearse con frecuencia, con el fin de identificar fallas específicas para poder proponer así soluciones eficientes. Para ello, existen diversas herramientas que pueden usarse, desde herramientas de políticas públicas hasta herramientas 100 % de carácter técnico como Planeación de Ciudades de Bajo Carbono (PCBC), Evaluación de la Vulnerabilidad (EV), Evaluación de Impactos Ambientales (EIA), Diseño por Ciclo de Vida (DCV) e incluso Sistemas Expertos (SE) aplicados al Diseño y Planeación Urbana Sustentable (DPUS), entre otras más.

Hablando sobre sustentabilidad en las ciudades, según Kenworthy (2006: 67), una ciudad sustentable debe estar caracterizada por 10 puntos esenciales:

1. Debe tener una forma urbana compacta y mixta, la cual protege el ambiente natural, su biodiversidad y que cuide también las áreas para la producción de alimentos al interior.
2. Que el ambiente natural se integre a los espacios de la ciudad.
3. La cuestión del transporte y movilidad se deben des-motorizar.
4. Se debe incrementar el uso de tecnologías ambientales para la gestión del agua, energía y desechos. Se debe optar por sistemas cerrados y lo más independientes del exterior en materia de recursos e insumos.
5. La ciudad debe organizarse en subcentros para contar con una mejor distribución, no solamente del transporte, sino también de la integración de distintos usos de suelo.
6. La ciudad debe contar con una gobernanza que sea equitativa y que permita acceso a la cultura a toda su población.
7. Toda la infraestructura física, sobre todo pública, debe estar perfectamente diseñada acorde con las necesidades humanas, de la población más vulnerable a riesgos.
8. Las oportunidades económicas deben estar optimizadas y maximizadas para alcanzar altos niveles de calidad de vida, equidad social y alta protección al medio ambiente local.
9. La ciudad debe estar diseñada y proyectada a futuro.
10. Los procesos de toma de decisiones sobre los cambios que requiera la ciudad deben ser democráticos y consensuados por la sociedad involucrada.

Shanghái recientemente anunció planear la construcción de la ciudad del futuro en una isla en la desembocadura del río Yangtsé de China (Van Dijk, 2011); de igual manera, numerosas ciudades en el mundo como Singapur y Róterdam están construyendo barrios ecológicos que no sólo responden a la inclusión de criterios de sustentabilidad de actualidad, sino también a aspectos de vulnerabilidad y control de riesgos ante el cambio climático o para el control de diversas amenazas naturales y también de orden antropogénico.

El crecimiento demográfico y otros problemas de distinta índole y sobre todo de tipo económico obligan a emigrar a las personas de zonas rurales a zonas urbanas. Aunado con esto, los problemas de cambio climático están ocasionando, diferentes problemas que ponen en riesgo a la población, ante todo a la de mayor vulnerabilidad que son, por lo general, los de bajos recursos económicos.

El aumento del nivel del mar y la erosión costera son los fenómenos del cambio climático más comunes que conducen a frecuentes acontecimientos peligrosos y a gran escala (especialmente inundaciones) debido a mareas altas y flujos más altos de los ríos, inundaciones que ocasionan severos daños a la producción de alimentos (McGrath *et al.*, 2007). Una forma de reducir estos riesgos de manera eficiente es por medio de la Evaluación de la Vulnerabilidad (EV), lo que puede ser de gran interés e importancia para los tomadores de decisiones (Kumar *et al.*, 2016); (Adger *et al.*, 2007).

Ante los diversos niveles de variabilidad climática en las urbanizaciones alrededor del mundo, se propone que, como primer factor, por cada país o región se construyan las metodologías apropiadas a cada región y a determinadas características geográficas y estos dé lugar para diseñar y medir dicha vulnerabilidad. El segundo factor es el geográfico, pues es fundamental resaltar que el tamaño de la urbe o centro de población será crucial para la construcción y diseño metodológico. Un tercer factor sería determinar el sector específico al que se enfoca (tales como transporte, alimentos o vivienda). También se propone que la variable —resiliencia o capacidad de adaptación— se tome en cuenta de manera transversal y horizontal para los tres factores mencionados. La resiliencia se puede medir de acuerdo con la planeación y diseño que se hace de las ciudades o centros de población.

México, como muchos países en el mundo, está integrando, hoy en día, políticas de Gestión Integral de Riesgos (GIR) a través de planes y programas con bases jurídicas diseñadas tanto por instancias gubernamentales nacionales tales como la Secretaría de Gobernación, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, e internacionales como la ONU-Hábitat (Sedatu, 2016).

NECESIDAD DE UNA PLANEACIÓN URBANA RESILIENTE O DE CAPACIDAD ADAPTATIVA ANTE LOS RIESGOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

No se puede negar, en la actualidad, la necesidad de planear de manera sustentable, inteligente y resiliente a nuestras ciudades con la finalidad específica de evitar riesgos naturales y humanos que puedan afectar directamente a nuestros centros de población, así como a la infraestructura que los componen y de la cual nos apoyamos para realizar nuestras actividades cotidianas.

Con anterioridad, se mencionó que el nivel de resiliencia de una ciudad o centro de población es resultado directo del diseño y de la planeación urbana, y que se debe seguir una metodología específica y local para su determinación.

La ONU, en la Conferencia Mundial para la Reducción de Desastres en *Kobe, Hyogo*, Japón, en enero de 2005, revisó la Estrategia Yokohama y el Plan de Acción para un Mundo más Seguro (1994), que se concentra sobre todo en establecer directrices para la prevención de los desastres naturales, la preparación para casos de desastre y la mitigación de sus efectos (ONU, 2005 a). Después surgió, de igual manera, un Índice de Capacidad Adaptativa (ACI, por sus siglas en inglés) de aspectos económicos y ecológicos aplicado a micro y macro escalas, que es usado en distintas áreas y disciplinas del conocimiento desde Medicina y Biología hasta Planeación Urbana e Ingeniería, usando distintos tipos de indicadores y categorías de manera tanto cuantitativa como cualitativa, acordes con la disciplina y a las necesidades propias del contexto y objetivos de análisis en cuestión. Las principales categorías de este índice (ACI) se resumen en los siguientes aspectos:

- a) Físicoambiental
- b) Demográfico
- c) Económico
- d) Social
- e) De infraestructura e instalaciones

El *Índice de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en la región de América Latina y el Caribe (IVACC)* se debe estimar de acuerdo

con tres índices de riesgo diferenciados esenciales (CAF, 2014) que cada ciudad o centro de población pueda tener, independientemente de su tamaño, forma y otros tipos de indicadores y factores. Son los siguientes:

- Su exposición al cambio climático (50 %)
- Su sensibilidad al cambio climático (25 %)
- Su capacidad adaptativa (25 %)

De acuerdo con el CAF:

En lo concerniente a la exposición, la variabilidad climática acentúa el riesgo. Por ejemplo, en la región de América Latina y el Caribe los países del Caribe y de Mesoamérica son los que enfrentan los mayores riesgos de exposición. Más de la mitad de las naciones caribeñas enfrentan riesgos “extremos” de exposición, mientras 75 % de los países de Mesoamérica se encuentran en situación de “riesgo alto”. Mientras tanto, Sur América es la región menos expuesta (2014 [en línea]).

Además, esta institución de América Latina (2014) menciona que Jamaica, Dominica y Cuba, las naciones caribeñas del norte, son las que presentan el mayor riesgo de vulnerabilidad frente al cambio climático.

En lo concerniente a la sensibilidad que pesa 25 % en la estimación del IVACC, la pobreza, la desigualdad y las altas tasas de urbanización resultan factores significativos en la vulnerabilidad de la población y de los componentes físicos de las ciudades al cambio climático (CAF, 2014).

Para la capacidad adaptativa, un factor crucial es la capacidad del gobierno para hacer frente al cambio climático y todos los riesgos que conlleva, por tanto, es fundamental potenciar las capacidades de las instituciones, así como de las técnicas de resiliencia económica (CAF, 2014).

Por un lado, el Banco de Desarrollo de América Latina (2014: 9) y su metodología sobre el IVACC, México se encuentra en el lugar 17

de 33 países de América Latina y el Caribe con 4.47 puntos, en una escala de uno a 10 en donde la más baja es la de mayor vulnerabilidad al cambio climático, clasificado como de alto riesgo, entre otros, junto con Colombia y Perú. Los tres primeros países clasificados como de riesgo extremo son Haití, Guatemala y El Salvador (CAF, 2014: 9).

Por otro lado, la Sedatu ha desarrollado el Programa de Prevención de Riesgos, en el cual cada municipio mexicano deberá optar por su inscripción para elaborar de manera conjunta un Perfil de Resiliencia Urbana (PRU), que será único en cada ciudad, así podrán proponer acciones de resiliencia urbana (Sedatu, 2016).

Para realizar el PRU, la Sedatu plantea cinco dimensiones (2016):

1. Organizacional. Consiste en la interacción de las diferentes escalas de organización administrativa, es decir, nacional, estatal, municipal, distrital e individual.
2. Espacial. Se refiere a la dimensión del territorio, que puede ser manzana, colonia, municipio, entidad federativa o nacional.
3. Física. Incluye el análisis de las diferentes redes de infraestructura —hidráulicas, sanitarias, eléctricas, de gas—, equipamientos —salud, educación, cultura, abasto, comercio, transporte— y servicios —comerciales, financieros, del sector habitacional—.
4. Funcional. Considera los diferentes planes y programas urbanos, los programas de respuesta ante emergencias, los planes operativos, así como los programas operativos anuales, entre otros.
5. Temporal. Incluye el análisis en varios periodos de tiempo.

La elaboración del PRU se desarrollará en cuatro pasos (Sedatu, 2016):

1. Identificación de la ciudad. Se deberá realizar una descripción sintética de la situación de la ciudad.
2. Actores que intervienen. En este paso se estudia la capacidad de respuesta de los diferentes actores involucrados en la recuperación de las zonas afectadas.

3. Desastres naturales y artificiales. En este apartado se analizarán los diferentes fenómenos que impactan en la ciudad, así como la frecuencia, la intensidad, los niveles de afectación y su grado de vulnerabilidad.
4. Infraestructura de la ciudad. Consiste en examinar tanto los elementos que componen la ciudad como la capacidad que tienen de recuperarse ante el impacto de un fenómeno natural y restaurar infraestructura, equipamientos, economía y servicios, por mencionar algunos.

Estos pasos forman una metodología que hoy en día se están poniendo en uso y se espera que garanticen la seguridad nacional ante diversos riesgos ya señalados.

Por tanto, el nivel de resiliencia medida en su perfil de resiliente, propuesto por la Sedatu, México, debe ir acompañada también de un indicador específico o único por ciudad, sobre la capacidad de adaptación a los riesgos naturales y humanos y acorde con el grado de vulnerabilidad de la ciudad o centro de población en cuestión.³

En el presente libro se considera básico el diseño y planeación urbana ante el grado de vulnerabilidad, resiliencia y adaptación de cada ciudad o centro de población en cuestión. Para esto es necesario atender, evitar, mitigar o disminuir los principales riesgos naturales o de origen antropogénico que se presentan directamente en las ciudades y centros de población.

VULNERABILIDAD DE LAS CIUDADES, CONSTRUCCIONES Y CENTROS DE POBLACIÓN A RIESGOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS

¿Cuáles son los principales problemas que son consecuencia de una ciudad vulnerable al cambio climático?

³ Para ampliar el conocimiento acerca de cómo elaborar un PRU de determinada ciudad, consulte el documento citado anteriormente.

Cuando una ciudad o centro de población falla por alguna razón, usualmente, es porque presenta vulnerabilidad en su funcionamiento, por ejemplo:

- Fallas técnicas en la distribución de energía y alumbrado
- Mala distribución del agua potable
- Inundaciones en calles y avenidas, principalmente por obstrucción en coladeras y desagües
- Caos vial
- Fallas en el desalojo de desechos municipales
- Contaminación ambiental en lo general. En lo particular, malos olores, agua y aire contaminados, contaminación sonora, acústica, entre otros factores
- Afectación del suelo y de las recargas acuíferas
- Afectación en los cultivos y producción de alimentos
- Deterioro de componentes constructivos y de las instalaciones
- Afectación en lo general de las actividades cotidianas y de la gobernanza de la ciudad

¿Cómo planear y diseñar las ciudades según su nivel de vulnerabilidad ante los riesgos naturales y humanos?

De inicio, se requieren nuevos métodos, técnicas y herramientas para el diseño y planeación de las ciudades que respondan a los problemas señalados.

La planeación y diseño urbano de ciudades resilientes debe ser de tipo transformativo, es decir, mediante un proceso que va por etapas y que opera bajo ciertas reglas de diseño adaptativo y flexible, apoyados con el uso de técnicas de diseño resiliente.

Es muy importante mencionar que estas transformaciones deben de diseñarse en dos escalas principales: la urbana y la arquitectónica, de manera paralela o simultánea en donde las soluciones no afecten ni a las cuestiones urbanas ni viceversa. Por ejemplo, en el ámbito arquitectónico, se puede diseñar un edificio para captar el agua de lluvia para consumo propio o enviarla a pozos de absorción

para recargas de los niveles freáticos, o bien, para enviarlas a los desagües o colectores generales de agua de lluvia en el ámbito municipal debidamente diseñados para descargar aguas no contaminadas, en pro de evitar inundaciones en el medio urbano. A escala en el ámbito urbano, estos colectores generales deben estar destinados a desalojar el líquido vital de la ciudad, así el agua se dividiría en tres distintas: negras, pluviales y grises, para poder incluso no sólo desalojarlas de la ciudad, sino darles su adecuado tratamiento para volverlas a incorporar a los ciclos naturales.

A continuación, se enlistan 10 puntos en materia de planeación de resiliencia urbana, que propone Moraci *et al.* (2018):

1. Asegurar que el gobierno local tenga ya identificados los riesgos de desastres y los puntos o zonas geográficas más vulnerables. Y que la ciudadanía, en general, participe en estos diagnósticos.
2. Contar con un presupuesto en materia de recursos para hacer uso de ellos en caso de desastres y además incentivar económicamente a los dueños de edificios vulnerables que hagan algo por mejorar sus propiedades ante la vulnerabilidad mencionada.
3. Asegurarse que los planes de resiliencia urbana sean de información clara y concisa sobre lo que se tiene que hacer tanto para prevenir como para corregir.
4. Actualizar frecuentemente los planes y programas de resiliencia urbana.
5. Invertir en infraestructura y equipamiento urbano de tipo sustentable y resiliente para hacer frente a los problemas naturales y humanos que se puedan presentar.
6. Poner atención especial en asegurar a los centros educativos, así como los centros de salud que pudieran ser afectados durante desastres.
7. Prestar, igualmente, atención especial en asentamientos humanos de personas de escasos recursos económicos, que, por lo general, son los de mayor vulnerabilidad a los riesgos de todo tipo.

8. Reducir los riesgos de desastres por medio de cursos de entrenamiento y programas de educación para reducir peligros ante los desastres que pudieran ocurrir.
9. Implementar programas de monitoreo para alertar y prevenir distintos tipos de desastres, tanto naturales como humanos e implementar planes de gestión de emergencias que incluyan directamente a los ciudadanos.
10. Asegurarse, después de cada desastre, que las necesidades de las víctimas sean atendidas de inmediato con total prioridad.

La figura 1 presenta el mapa o plano de la ciudad de Toluca (Sedum, 2013). En dicha imagen, se señalan las principales zonas vulnerables, lo cual es de utilidad para los desarrolladores inmobiliarios en la ejecución de sus proyectos; asimismo, es benéfico para varios sectores tanto de iniciativa pública como privada para la toma de decisiones. Dividiendo a los riesgos en cuatro categorías:

1. Riesgos geológicos: deslizamiento de tierras, remoción,⁴ deslizamiento de rocas, caídas de rocas, fallas geológicas y fracturas. Señalando tanto la zona de restricción como zona del análisis de riesgo.
2. Riesgos químicos: gasolineras y gaseras con sus respectivos radios de afectación.
3. Riesgos hidrometeorológicos: inundaciones, encharcamientos, zona de restricción federal, bóvedas de ríos, colapso y bordos contaminados.
4. Riesgos sociorganizativos: Departamento de Seguridad Ciudadana, Academia de Policía, Dirección de Seguridad Pública Municipal, área contaminada por tiraderos, estadio de fútbol, Palacios de Gobierno Estatal y Municipal.

⁴ Acción y efecto de remover en todas las direcciones y sentidos, que para este caso se presenta cuando el suelo y la tierra han sido removidos o cambiados de lugar, incluyendo todos sus componentes como pudieran ser rocas de cualquier tamaño.

Cabe señalar que los principales datos estadísticos de la ciudad de Toluca, se enlistan a continuación (Coespo, 2010), con el fin de proporcionar al lector una idea más clara de las características básicas de la ciudad como referencia y caso práctico para ejemplificar los distintos riesgos identificados en esta ciudad y su vulnerabilidad por cambio climático y por actividades antropogénicas:

1. Nombre oficial: Toluca de Lerdo
2. Cabecera municipal: Toluca de Lerdo
3. Extensión territorial: 452.37 km²
4. Clima: templado frío subhúmedo. Aunado con esto, la ciudad tiene cerca al volcán Xinantécatl o Nevado de Toluca, el cual afecta de forma indirecta al clima de la ciudad, sobre todo en los meses fríos de octubre a febrero.
5. Colindancias. Norte: Lerma, Xonacatlán, Oztolotepec, Temoaya. Sur: Coatepec Harinas, Villa Guerrero, Tenango del Valle, Calimaya. Este: Metepec. Oeste: Almoloya de Juárez, Zinacantepec y Temascaltepec.
6. División territorial: 100 localidades, 31 urbanas y 69 rurales.
7. Coordenadas geográficas: Longitud 99°39'38", Latitud 19°17'29", altitud 2680 msnm. Por su altura Toluca tiene una alta incidencia de radiación solar durante todo el año, lo cual se considera dañino. Población total: 819 mil 561 habitantes.
8. Población económicamente activa: 338 mil 926 (54.91 %) y de acuerdo con su condición de actividad, 95.28% está ocupada y 4.72 % desocupada.
9. Viviendas ocupadas: el municipio cuenta con 194 mil 760 viviendas particulares habitadas.
10. Distribución de la población: 94 % urbana y 6 % rural.
11. Derechohabiencia: 65.51 % (536 mil 874) tiene algún tipo de servicio de salud.
12. Discapacidad: 2.86 % de su población padece algún tipo de discapacidad.
13. Porcentaje de población de tres años y más que habla lengua indígena: 3.02 %.

Es importante señalar que la ciudad de Toluca, junto con los municipios circunvecinos que forman el valle de Toluca, forma parte también de la megalópolis⁵ central de la República Mexicana, compartiendo esta gran mancha urbana con las siguientes metrópolis, las cuales en su conjunto contienen características que también comparten: ZMCM, Valle de México, Puebla, Cuernavaca, Cuautla, Apizaco-Tlaxcala, Pachuca, Tula y Tulancingo (Sedesol-Conapo-INEGI, 2012).

En los siguientes incisos, se explica, desde un enfoque urbano-arquitectónico, los principales riesgos que hacen vulnerables a las ciudades y centros de población: inundaciones, erosión y sedimentación, huracanes, deslaves y derrumbes, hundimientos, temblores, incendios, residuos peligrosos, *tsunamis*, ruido, entre otros.

Peligros de inundación

Inundación significa ‘desbordamiento de agua sobre la superficie de tierra’, éste puede ser provocado por diversos factores en donde hay que poner especial atención en los niveles de los cuerpos de agua cercanos a las superficies de tierra, y estudiar específicamente las probabilidades de que el agua pueda elevarse a determinada altura sobre sus niveles normales.

Otra definición de inundación según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) se refiere a: “La acumulación de niveles extraordinarios de agua, sobre terrenos normalmente planos y de poca elevación con respecto al nivel medio de agua presente en los receptáculos naturales y artificiales circundantes a una región” (2018 a [en línea]).

⁵ Una megalópolis es un conjunto de áreas metropolitanas conurbadas unas con otras y se seleccionó esta debido a que es la zona de mayor conflicto urbano y de consumo de recursos en el país, por lo tanto, puede ejemplificar perfectamente lo que sucede en otras ciudades de la República Mexicana.

Un factor importante, aparte del cambio climático, es la topografía del terreno junto con las obstrucciones construidas artificialmente como diques, represas, edificios, carreteras, canales, entre otros, que influyen directa o indirectamente en el movimiento y flujo natural de las aguas.

Según el Cenapred, el riesgo por inundaciones, por ejemplo, en la ciudad de Toluca, se encuentra en un nivel medio (2018 b) utilizando una metodología basada en mapas de precipitación pluvial con diferentes probabilidades de recurrencia (Cenapred, 2016).

La urbanización y los nuevos desarrollos y construcciones de las ciudades y centros de población normalmente traen como consecuencia la reducción de la permeabilidad del agua y, por tanto, las probabilidades de inundación y encharcamientos aumentan proporcionalmente. Como arquitectos y urbanistas se pueden recomendar varias acciones al respecto; la principal es diseñar y construir pavimentos con alta capacidad permeable y, por supuesto, planear de manera tal que se dejen grandes superficies libres para captación natural del agua, evitando destruir y contaminar los cuerpos de agua y los humedales del lugar.

Otra recomendación obvia, pero igualmente importante, es el diseño adecuado de alcantarillas, drenes, niveles de drenado, colectores, pozos de absorción, entre otros, para el adecuado y oportuno desalojo del agua tanto de lluvia, como torrencial. Una recomendación complementaria a la anterior será asegurar que los niveles de piso terminados de los edificios e infraestructura, al menos, estén por arriba de los niveles base de inundación histórica.

Por supuesto, la limpieza de los sistemas de drenaje deberá ser regular y frecuente para evitar obstruir el paso del agua, tanto a los sistemas de drenaje como a las áreas libres en caso de precipitación pluvial muy elevada.

Los responsables de desarrollo urbano municipal deberán diagnosticar por zonas y áreas los grados de vulnerabilidad a inundación en las ciudades y centros de población para identificar, primero, la localización de las personas y segundo la ubicación de infraestructura

y equipamiento de mayor vulnerabilidad al riesgo de este tipo, para prevenir su protección física a riesgos de inundación.

Por tanto, se deberá analizar con Sistemas de Información Geográfica (SIG) la infraestructura para el control de agua de lluvia, las redes de hidrología natural, los límites de la cuenca en cuestión, las condiciones del suelo incluyendo topografía, los patrones de lluvia y sus efectos en la ciudad, las superficies potenciales de inundación, usos de suelo, espacios abiertos existentes y áreas libres para recarga directa de los mantos acuíferos.

Una medida importante de mitigación es diagnosticar los usos de suelo con mayor vulnerabilidad a inundaciones y poner especial atención en estas zonas, con programas y proyectos que puedan coadyuvar.

Además de lo anterior, se debe coordinar con las instancias tanto municipales como federales encargadas de la protección civil tanto para la prevención del riesgo como para la corrección integral en casos de desastres.

Un *checklist* propuesto por L. R. Johnston puede ser adaptado a muchos contextos en el mundo como estrategias para la mitigación de inundaciones (Steiner y Butler, 2007) y es:

1. Modificar la susceptibilidad al daño y interrupción por inundación:
 - Demolición o reubicación de infraestructuras, equipamiento y propiedades de alto riesgo de inundación
 - Legislar y regular las zonas de riesgo de inundación
 - Afianzar las políticas públicas sobre desarrollos y desarrollos urbanos
 - Enfatizar el diseño y planeación de componentes de la ciudad para que sean construidos a prueba de inundaciones o alejados lo más posible del fenómeno
 - Preparar planes adecuados a cada tipo de desastre
 - Mejorar los sistemas de prevención y advertencia sobre inundaciones y riesgos
2. Cambiar los impactos de la inundación:

- Información y educación oportuna
 - Seguros contra inundaciones
 - Ajuste respecto a los impuestos prediales
 - Medidas de emergencia por inundaciones
 - Asistencia de todo tipo por el desastre
 - Recuperación posdesastre
3. Gestionar los recursos naturales y culturales:
- Estrategias de preservación y restauración (como proteger los humedales y cuerpos principales de agua)
 - Estrategias para la protección de zonas naturales y culturales susceptibles a inundaciones (como el ordenamiento sustentable de los usos de suelo o la construcción de infraestructura que coadyuve a la protección)
 - Desarrollo y redesarrollo de políticas y programas
 - Medidas administrativas y de gestión gubernamental
4. Transformar el fenómeno de inundación:
- Modificación y rediseño de la topografía del lugar (formas de topografía óptima) de la manera más natural posible para permitir el control del flujo del agua, principalmente a través de simulaciones de distintos escenarios y mediante datos y métodos numéricos basados en ciencia hidrológica
 - Construcción de presas y embalses
 - Construcción de diques y muros contenedores
 - Alteración de canales y desagües
 - Desvíos y aliviaderos de alta capacidad de fluido
 - Medidas de tratamiento de suelos

FIGURA 2

Plano parcial de la ciudad de Toluca, en donde se muestran zonas urbanas vulnerables de inundación y encharcamiento



Fuente: Sedum y PMDU, 2013

La figura 2 muestra zonas vulnerables de inundación de una parcialidad del municipio de Toluca y aunque el plano muestra una cantidad de superficie relativamente muy baja de riesgo a inundación, ésta se determinó sólo por registros históricos recientes por lo que podría haber casos extremos en donde no se pudieran predecir, además existen zonas en la ciudad, donde la inundación es tan severa, que se bloquean tanto el tránsito vehicular como las actividades cotidianas de los habitantes.

Peligros por erosión y sedimentación

Erosión, según el “Glosario” del Cenapred, es “la remoción de suelo y partículas de roca por el viento, ríos y hielo, y por tanto la erosión diferencial es el proceso de desgaste desigual del terreno natural, normalmente por acción del agua o del viento. La sedimentación es un proceso mediante el cual se asienta la materia orgánica y la mineral” (2018 a [en línea]).

La erosión también es un proceso en el cual el sedimento⁶ es arrastrado y removido de su ubicación original a través de agentes gradacionales⁷ (gravedad, agua, viento, hielo y actividades humanas).

El fenómeno de erosión y sedimentación es gradual y puede dañar a la infraestructura y al equipamiento urbano o rural de distintas maneras, dispersando contaminantes que pueden ser incluso abrasivos.

La erosión y sedimentación destruye principalmente el suelo original y por tanto su mayor daño lo puede hacer en zonas costeras, seguida de áreas verdes y agrícolas y, por último, pero no menos impactante, a zonas con áreas de edificios, infraestructura como carreteras, caminos, puentes, diques, presas, entre otros, que no sólo se dañan a éstas, sino a la población que dependen de ellas.

Por un lado, la pérdida de suelos agrícolas daña directamente al medio natural involucrado, pero indirectamente al suministro de alimentos para la población (ONU, 2005 b).

Por otro lado, el sedimento en zonas urbanas puede dañar los procesos de construcción y componentes constructivos (como cimientos y tuberías de sistemas de alcantarillado y drenaje) o dañar severamente otros componentes de instalaciones de tipo sanitaria, hidráulica, de transporte y telecomunicaciones, entre otros. Por supuesto daña áreas verdes o con potencialidad de áreas libres para recarga de acuíferos.

Las estrategias para el control y mitigación del fenómeno de erosión y sedimentación dependerán, en primer caso, del tipo y lugar del daño (en áreas agrícolas, en áreas urbanas, en áreas costeras). En todos los casos, el primer consejo es evitarlo, identificando los sitios dañados históricamente. En segundo caso es reubicar las actividades que ahí se realicen.

⁶ Deposición y acumulación de material que está o ha sido transportado de un lugar a otro.

⁷ Que actúan por gradación o por fases y de manera gradual.

Por supuesto las medidas de tipo urbano-arquitectónico e ingenieriles serán de vital importancia para evitar, reducir y mitigar los daños por este fenómeno. Una medida importante es planear los niveles de las cuencas más cercanas, controlando el agua y protegiendo tanto las áreas libres permeables, como las superficies del suelo en su estado original y estable.

Un principio fundamental para el control de la erosión y sedimentación desde el punto de vista urbano-arquitectónico es básicamente controlar el sentido y dirección del fluido natural del agua, viento u otros agentes, reincorporándolos en la medida de lo posible a su ciclo natural, sin afectar físicamente a los edificios o estructuras, a través de construcciones o instalaciones que ayuden para tal efecto.

En materia de paisaje y áreas naturales esta reincorporación (de estos agentes como agua y viento) debe ser lo más natural posible, es decir, con el menor volumen de construcción e instalaciones para tales efectos.

Un plan de control de la erosión debe superponerse en los planes de sitio del proyecto, debe mostrar qué medidas preventivas se usarán y dónde, así como también el área de perturbación total,⁸ también debe incluir medidas para prevenir la erosión, contener sedimentos y controlar el drenaje.

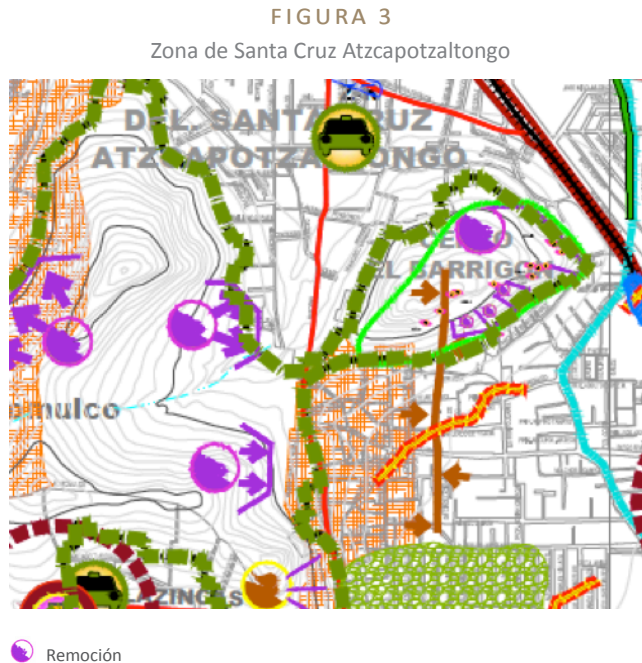
Entre otras medidas, se pueden usar:

- Mallas o mantas para el control de la erosión
- Rollos de fibra para retener sedimentos
- Cercas especiales para diferenciar tipos de suelo
- Protectores de entradas al drenaje o al sistema de alcantarillado
- Camas de construcción estabilizantes (de grava)
- Sistemas especializados de drenes
- Fardos y rollos de paja

⁸ Se refiere básicamente a la suma de las superficies dañadas o perturbadas que fueron objeto del desastre o cualquier otro evento significativo hablando en términos de conservación del ambiente.

- Capas de vegetación controlada
- Suelo almacenado para control de erosión
- Sumideros, canales y pozos de absorción
- Uso de bordes, bordillos y canales
- Filtros en mallas
- Bolsas o costales de arena y grava

Cabe señalar que, por ejemplo, en el *PMDUT*, las zonas vulnerables a riesgos de erosión y sedimentación vienen marcadas como remoción. Por ejemplo, la zona de Santa Cruz Atzacapotzaltongo, en Toluca, es muy vulnerable a erosión y sedimentación (figura 3).



Fuente: Sedum y *PMDUT*, 2013

Peligros por deslaves y derrumbes (deslizamientos de tierra)

Los deslaves y derrumbes, por un lado, son movimientos de grandes masas de tierra y roca, provocados por el efecto del deslizamiento del

suelo por gravedad. Los factores principales que ocasionan estos fenómenos son el agua, el viento y actividades humanas que modifiquen los suelos. Por otro lado, temblores también pueden originar grandes deslizamientos, aunque las consecuencias de los temblores se clasifican en otro tipo de riesgos, como incendios o pérdida espontánea de vegetación. De acuerdo con el Cenapred, “el deslizamiento aplicado a suelos y a material superficial se refiere al movimiento plástico lento hacia abajo. Aplicado a sólidos elásticos, alude a deformación permanente a causa de algún esfuerzo” (2018 a).

En sí, se puede decir que los deslaves y derrumbes por deslizamiento del suelo representan un caso extremo de erosión. La lluvia intensa en laderas naturales o recortadas por el hombre es un claro ejemplo de las zonas más vulnerables a deslizamientos y derrumbes por este tipo de riesgo.

Según el Cenapred, el riesgo por deslaves y derrumbes en la ciudad de Toluca, por ejemplo, está marcado en el *Atlas nacional de riesgos* como susceptibilidad de laderas, y se encuentra en un nivel alto (2018 b), por lo que se debe poner atención especial en este riesgo.

Dependiendo de factores como humedad, erosión y construcciones, los deslizamientos pueden ser de arcilla blanda, rocas, masas grandes de terreno, flujo de lodo (Cenapred, 2018 b).

Como cualquier desastre natural, humano o mixto, el caso de los deslaves y derrumbes es muy costoso económicamente, hablando por las pérdidas de infraestructura y equipamiento urbano, pero también el costo ambiental y social resulta muy elevado e impactante. Como costo ambiental, se puede mencionar principalmente la pérdida de suelo natural que impacta, por ejemplo, en la erosión masiva de suelo natural o urbano, pérdida de capas de vegetación, desvío de cauces naturales. Impacta en lo social, generalmente, en época de lluvia, en la pérdida irreparable de vidas humanas, sobre todo de personas vulnerables por su posición económica y social, es decir, los más pobres de la sociedad.

En el sector rural, los deslaves y derrumbes afectan de manera similar en zonas urbanas, con la diferencia de que en zonas rurales se

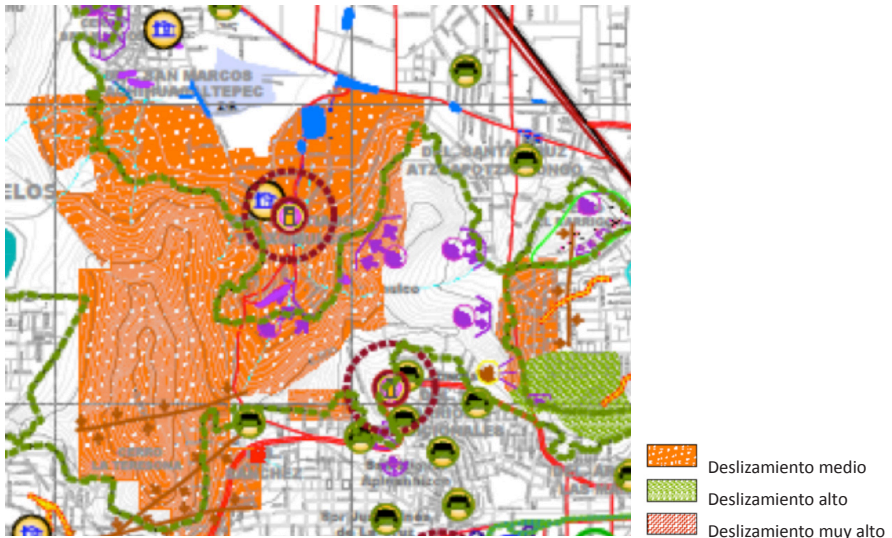
produce la mayoría de los alimentos y de la energía de las ciudades; lo cual implica pérdidas de todo tipo que se traduce, en países como México, en retraso y subdesarrollo generalizado.

Como es el mismo caso de las inundaciones, predecir las probabilidades de deslaves y derrumbes resulta muy difícil, ya que de forma cualitativa se pueden ubicar zonas de riesgo a través de métodos estadísticos, pero predecir de manera cuantitativa y exacta resultaría imposible de establecerse.

Los errores más comunes derivados de actividades humanas o antropogénicas en materia de urbanización, que provocan derrumbes y deslaves, son rellenar por encima de pendientes estables, cambiar los cauces naturales, recortar pendientes en un ángulo demasiado agudo o empinado, remover la vegetación del suelo, principalmente de tipo leñosa, troncos o tallos gruesos (lo que da mucha estabilidad a las laderas, humedecer con demasiada agua las laderas y, por supuesto, construir en laderas demasiado empinadas.

FIGURA 4

Riesgos por deslizamiento de tierras según el PMDUT en una parte de Toluca



Fuente: Sedum, 2013

Como todo lo relacionado con las áreas para desarrollo urbano, la planeación adecuada de los usos de suelo evita muchos de los problemas que se presentan como riesgosos. En el caso particular de los derrumbes y deslaves, se debe evitar por todos los medios el cambio de uso de suelo forestal o agrícola a urbano, ya que de lo contrario se podría incurrir fácilmente a errores que, por lo general, resultan con consecuencias fatales.

Huracanes y tormentas costeras

Por ejemplo, en la ciudad de Toluca, con datos del *Atlas nacional de riesgos* (Cenapred, 2018 b), el riesgo por ciclones tropicales es el valor más bajo en la escala de riesgo y vulnerabilidad, por estar situada en el centro del país y a una altura de 2 667 msnm, entre otros factores. No obstante, el riesgo por tormentas eléctricas, nevadas y granizo está en el valor más alto según la misma fuente (Cenapred, 2018 b), por lo que las categorías altas de ciclones traen consecuencias de índole global, y hay que tomarlo siempre en cuenta en los procesos de diseño y planeación de ciudades.

El peligro se identifica por medio de información satelital de acuerdo con la temporada en cuestión y por supuesto a la localización geográfica del sitio que determina la exposición a la tormenta o ciclón y el riesgo de qué tanto puede “tocar tierra”.

Por supuesto, las zonas costeras son las de mayor vulnerabilidad de riesgo por ciclones, y lo primero en que se debe pensar al planear las ciudades o centros de población es en la capacidad de evacuación de la población; aún, cuando éstos se pueden predecir e identificar, no se sabe a ciencia cierta su dinámica de movimiento y velocidad.

Hay zonas de mayor riesgo, estadística e históricamente, que están registradas en mapas al respecto, pero debido al cambio climático, el peligro está latente en diferentes puntos geográficos e incluso la superficie de riesgo ha crecido mucho más que en años pasados, debido al crecimiento demográfico y otras dinámicas urbanas y rurales.

Por tanto, la planeación de los usos del suelo es clave en este sentido para la mitigación de los posibles daños en los centros de población y en el medio ambiente en general. Los sitios más vulnerables son:

- Zonas costeras de mar abierto
- Zonas susceptibles a inundación
- Infraestructura urbana frágil
- Cuerpos de agua continental
- Islas
- Humedales

En relación con huracanes y tormentas tropicales, la evaluación del riesgo en los centros de población debe estar enfocada en el daño que pudiera ocasionar el viento y el agua, debido a la magnitud del fenómeno.

En lo referente al viento, arquitectos y urbanistas deben conocer las principales normas y lineamientos respecto al diseño por viento y cargas laterales; además, estas normas deben estar actualizadas y debidamente sustentadas con estudios y modelos especializados respecto a diagnósticos, análisis y soluciones para mitigar este tipo de riesgo en las ciudades y en los centros de población, incluso también en todo tipo de medio ambiente, ya sea construido o natural.

En cuanto al agua en zonas costeras, arquitectos, constructores y desarrolladores inmobiliarios deben poner especial atención en la probable magnitud del daño evaluado al igual que en deterioros por viento, la posible intensidad y magnitud del evento, determinado esto con estudios especializados y monitoreo meteorológico, además de datos e información histórica de tipo estadística. La construcción de barreras y las estructuras rompeolas pueden ser de gran ayuda para mitigar el problema simplemente porque disminuyen la fuerza del fenómeno, pero la tarea más importante es prever el diseño y planeación en los centros de población al interior o tierra adentro, proporcionando elementos de diseño resiliente para la disminución del detrimento, desde un trazado urbano orientado al menor daño

hasta la construcción que cumpla con los códigos y normas para solventar estructuralmente las fuerzas laterales y construyendo, en la medida de lo posible, de manera resistente a los impactos y evitando lo más posible construcciones ligeras y con materiales efímeros. El uso de vegetación en las zonas costeras y de playa puede evitar la erosión de las zonas vulnerables a huracanes y tormentas tropicales. Por ejemplo, en la República Mexicana las principales especies fijadoras de dunas, según datos de la Semarnat (2013: 40), son:

Del sur de México:

- *Canavalia rosea*
- *Ipomoea pes-caprae*

Del Pacífico:

- *Abronia maritima*
- *Scaevola plumieri*
- *Uniola pittieri*

Las principales técnicas de reconstrucción de dunas, de acuerdo con la Semarnat (2013: 42), son:

- Construcción de dunas con equipo pesado
- Geobolsas
- Captadores de arena
- Restos vegetales

Incendios

Un incendio es un descontrol de fuego originado de forma fortuita o provocado, el cual quema a su paso cosas que no están destinadas a quemarse y que se originan tanto en el medio natural, en el campo, así como en el medio urbano. El Cenapred lo define como “un incendio es fuego no controlado de grandes proporciones al que le siguen daños materiales y que puede causar lesiones o pérdidas humanas y deterioro al ambiente” (2018 a).

Por lo general, lo que ocurre en el campo o en la naturaleza es que existen condiciones que pueden ocasionar los incendios, por

ejemplo, el elevado volumen de combustible como árboles, arbustos o pastos. Sea cual fuera la causa (natural o antropogénica) un factor grande para la generación de un siniestro de este tipo aparte de la concentración de grandes volúmenes de combustible es la temporada de secas que es un factor que aumenta exponencialmente este riesgo.

La caída de relámpagos o rayos podría ser una causa natural, pero la mayoría de las veces un incendio es provocado por descuidos humanos, tales como restos de fogatas, cigarrillos o incluso puede ser originado intencionalmente para distintos propósitos (en donde algunos fines podrían ser para la agricultura y otros para especular con los cambios de uso de suelo, lo que ambas cosas están fuera de la ley y se deben castigar).

Por ejemplo para el caso del municipio de Toluca, el *Atlas nacional de riesgos* no contiene datos para el caso de riesgos por sustancias inflamables, ni tampoco señala de manera explícita riesgos por incendios, por lo que se deben tomar en cuenta no sólo factores como sustancias inflamables, sino también la vulnerabilidad a sequías y a ondas cálidas, en donde el *Atlas* marca como un riesgo bajo para estos dos eventos, por lo que el municipio de Toluca posee un riesgo bajo a incendios, al menos en áreas de transición entre el medio urbano y el medio rural (Cenapred, 2018 b).

La topografía del lugar también es un factor que puede alentar o acelerar el incendio, dependiendo de la temporada y de los volúmenes de combustible en cuestión.

Los estados de la República Mexicana con un mayor riesgo a incendios forestales son Coahuila, San Luis Potosí, Estado de México, Veracruz, Oaxaca, Nuevo León, Tamaulipas y Guerrero. La primera temporada de incendios en México es de enero a principios de junio; la segunda que afecta más al noroeste del país es de mayo a septiembre.

Registros históricos y estadísticos pueden ser de gran utilidad para planeadores urbanos, ya que por lo general de estos hechos es donde se aprende mucho para poder hacer frente y mitigar los daños

a los habitantes, a la naturaleza y a la infraestructura vulnerable de este tipo de siniestro.

Los planeadores urbanos y rurales deben tener pleno conocimiento de los ecosistemas locales, ya que el cuidado de estos dependerá de cómo el humano transforme el medio natural a medio artificial y cómo deje las condicionantes para que siniestros como incendios, inundaciones, temblores, entre otros, puedan avanzar o detenerse.

En materia de planeación urbana, se deben considerar los siguientes aspectos para una evaluación adecuada y así evitar fenómenos de este tipo:

1. Evaluar el sitio del lugar, en donde los factores clave son: topografía y el tipo y volumen potencial de material combustible. Cómo se distribuye la vegetación del lugar y cómo están dispuestos los accesos, salidas y caminos en el lugar para posibles evacuaciones; identificación de cuerpos de agua y zonas abiertas, pendientes empinadas, terrenos planos, entre otros.
2. Materiales empleados en las construcciones, infraestructura y equipamiento urbano o rural, y qué tipo de materiales se tiene planeado implementar. Qué tipo de materiales se usan especialmente en los techos y en las grandes superficies de volúmenes de obra.
3. Identificar las zonas, infraestructura y equipamiento con mayor potencial de incendio en el sitio o lugar en cuestión.
4. Qué tipo de protección antifuego se puede usar y en dónde, por ejemplo: materiales en estructura, envolvente, muros cortafuego o incluso trincheras corta fuego, poda especial antipropagación, entre otros.

Los gobiernos locales, sobre todo municipales, deben tener preparado un plan de mitigación de incendios en las zonas urbanas, zonas de transición y zonas rurales para hacer frente oportuno a este tipo de siniestros y tenerlo contemplado en el plan de desarrollo de la

localidad, incluido en los planos de diagnóstico de riesgos naturales y antropogénicos.

Temblores

El Cenapred define temblor como “el fracturamiento repentino de una porción de la litósfera terrestre (cubierta rígida del planeta) como consecuencia de la acumulación de esfuerzos de deformación. La energía liberada por el rompimiento se propaga en forma de ondas sísmicas, hasta grandes distancias” (2018 a [en línea]).

Un temblor es, en consecuencia, una serie de vibraciones de la Tierra ocasionadas por la propagación, en el interior o en la superficie de ésta, de varios tipos de ondas elásticas. Asimismo, el Cenapred manifiesta:

La energía que da origen a estas ondas proviene de una fuente sísmica. Comúnmente se habla de que un sismo tiene carácter oscilatorio o trepidatorio. Ambos términos se derivan de la percepción que ciertas personas tienen del movimiento del terreno y no de un parámetro instrumental. El terreno, ante el paso de las ondas sísmicas, no se mueve exclusivamente en dirección horizontal (oscilatorio) o vertical (trepidatorio) sino más bien de una manera compleja por lo que dichos términos no son adecuados para caracterizar completamente el movimiento del terreno (Cenapred, 2018 a [en línea]).

Por tanto, un riesgo sísmico es producto de tres factores:

El valor de los bienes expuestos (C), tales como vidas humanas, edificios, carreteras, puertos, tuberías, entre otros; la vulnerabilidad (V), que es un indicador de la susceptibilidad a sufrir daño, y el peligro (P) que es la probabilidad de que ocurra un sismo de cierta intensidad en un lugar determinado; así $R = C \times V \times P$. El grado de preparación de una sociedad determina la disminución de la vulnerabilidad y, en consecuencia, del riesgo (Cenapred, 2018 a [en línea]).

En México las zonas (epicentros) donde se originan la mayoría de los temblores que aquejan a estados como Chiapas, Guerrero, Jalisco, Morelos, Puebla, Michoacán, Colima, Oaxaca o Ciudad de México están ubicados en diversos puntos del océano Pacífico, en una de las regiones sísmicas más activas del mundo: Cinturón Circumpacífico (conocido como Cinturón de Fuego).

FIGURA 5
Regionalización sísmica de la República Mexicana



Fuente: SGM, 2017; CFE, 2008

Aunque la Ciudad de México se encuentra en una zona intermedia de intensidad sísmica (figura 5), es muy vulnerable por su mecánica de suelo inestable y por la extracción desmedida del agua para consumo en la ciudad.

Por un lado, para un adecuado diseño y para ampliar lo que es el sismo, existe numerosa literatura científica, de reglamentos y lineamientos de construcción de los cuales podemos apoyarnos.

Por otro lado, se cuentan con cuatro subcategorías de peligros sísmicos:

- Movimiento de tierra. Dependiendo del tipo de onda y de su velocidad.

- Actividad sísmica. Dependerá a su vez de su magnitud y de su intensidad medidas en una escala logarítmica de Richter que se caracteriza por el total de la energía liberada, que es un determinado valor numérico relacionado con todo el evento.
- Fallas superficiales. Aquí es donde se producen fallas estructurales en los elementos o componentes constructivos, ya sean concreto reforzado, estructuras metálicas, de madera, entre otros. Por tanto, los constructores se asegurarán de cumplir con las normas técnicas marcadas en los reglamentos locales de construcción. Especial atención se debe poner en infraestructura como tuberías o vías férreas que van ya sea por debajo o por encima de la superficie del suelo, en donde las normas para edificios comunes no son suficientes y que las soluciones deben venir de la creatividad del ingeniero o inclusive del arquitecto.
- Falla de tierra. Los suelos débiles o inestables pueden presentar licuefacción que podría conducir a la falla de tierra o del suelo. La licuefacción ocurre por lo general en algunos suelos libres de arcilla, en su mayoría de arena y limo y saturados con agua, los cuales se convierten en fluidos viscosos bajo el impacto de vibraciones del suelo y ondas por cortante. En los suelos, se debe poner especial atención en cada uno de ellos para contemplarlos en el diseño y planeación de edificios e infraestructura urbana.

El gobierno, asimismo, debe proveer a los planeadores y constructores mapas actualizados, gratuitos y oportunos de distribución geográfica y niveles de riesgo por sismo, tanto en un nivel general o federal como en un nivel local o municipal. Precisamente estos últimos son los que están haciendo falta que se presenten detalladamente para que constructores, desarrolladores inmobiliarios y planeadores urbanos se ajusten de forma adecuada a las zonas más propicias para desarrollo, en la medida que se puedan utilizar herramientas tecnológicas tales como los SIG que incorporan información detallada en correspondencia con

la calidad y seguridad de las edificaciones y otro tipo de datos como la mecánica de suelos, información geológica, demográfica y otros datos duros importantes en todas las escalas posibles.

El plan general postsismos debe quedar integrado por las tres órdenes de gobierno para salvaguardar la seguridad de la población y de la infraestructura en cuestión.

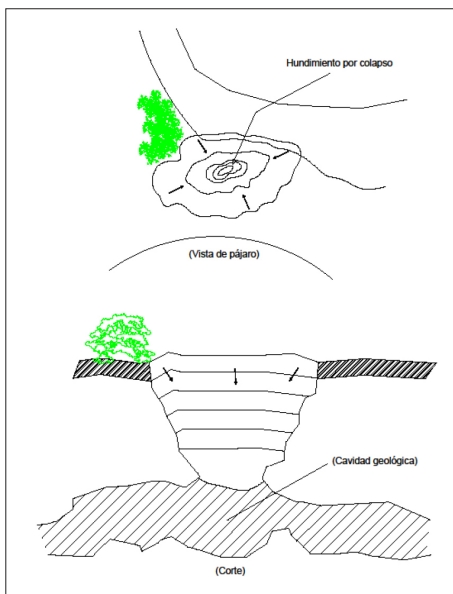
Hundimientos

Muchas veces durante el diseño y planeación de las ciudades y centros de población, la topografía es determinante. Primero, por la capacidad del suelo para soportar las edificaciones, y segundo, por la morfología principal de la ciudad en el sentido de que la misma forma del relieve topográfico determina dónde y cómo se construye. De acuerdo con el Cenapred, hundimiento se define como “(en la parte alta de una ladera), el movimiento hacia abajo y hacia afuera de la roca o del material sin consolidar, como una unidad o como una serie de unidades. Se le llama también falla de pendiente” (2018 a [en línea]).

De igual forma, el hundimiento de tierra es un movimiento que tiene lugar sobre la superficie de la tierra, en donde predominan momentos descendentes, causados por diversos factores de fallas geológicas, que pueden ser propiciados por eventos naturales o humanos.

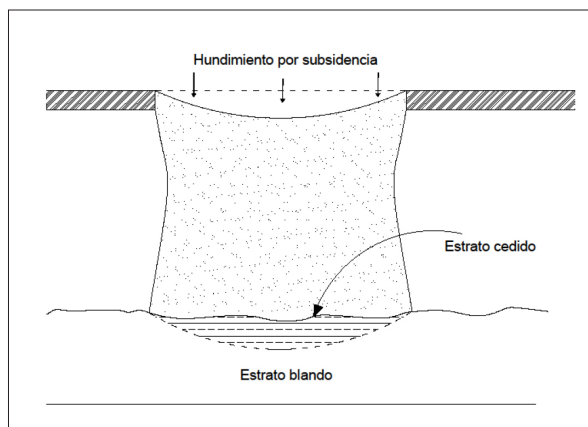
Existen dos tipos de hundimientos de tierra, el colapso (figura 6) y por subsidencia (figura 7). Por un lado, colapso se define como el abandono repentino del suelo en una parte del lado o del fondo de una depresión, lo que resulta una caída de la porción de tierra en forma de embudo que se extiende profundamente en el subsuelo; su vista transversal asemejaría a un cuenco. Por otro lado, los hundimientos por subsidencia no presentan el hundimiento de la superficie del suelo como un colapso típico, sino que presenta el hundimiento de forma progresiva y paulatina, que por lo general es causado por los asentamientos de las diversas capas del subsuelo.

FIGURA 6
Hundimiento de tierra por colapso



Elaboración propia

FIGURA 7
Hundimiento de tierra por subsidencia



Elaboración propia

Desde un punto de vista geotécnico y de mecánica de suelos, es fundamental que el diseño por sismo sea acorde con el tipo de suelo y su resistencia, pero también es de vital importancia que se consideren las posibles fallas por subsidencia y por colapso. Por lo que el riesgo por hundimiento va muy ligado al riesgo por sismos. Por tanto, los sitios de fracturamiento o de probable fracturamiento deben quedar bien identificados por los desarrolladores inmobiliarios, realizando los estudios geofísicos correspondientes para evitar futuros desastres por la vulnerabilidad física al fracturamiento de la infraestructura y equipamiento urbano.

Por erupción de volcanes

En México, existe un alto riesgo permanente e inminente por los daños que pudiera ocasionar la erupción de varios volcanes activos que se encuentran en territorio nacional, entre los más activos están Popocatepetl, Volcán de Colima, Pico de Orizaba, Bárcena, El Chichón, Everman, Parícutín, Tres Vírgenes.

La vulnerabilidad por la erupción de volcanes es latente y permanente, por lo que los planeadores de ciudades deben poner especial atención sobre todo en la localización de los asentamientos humanos para evitar exponer a los pobladores a los riesgos principales, que un evento de estos podría ocasionar.

La planeación del uso del suelo, por un lado, debe basarse en información científica adecuada y en metodologías de mitigación de riesgo ya probadas y confiables. Por supuesto que un plan de prevención y gestión de riesgo por erupción de volcanes debe estar preparado y listo para cualquier eventualidad.

Por otro lado, lo que más se debe proteger, primero y ante todo, son las vidas humanas, posteriormente la actividad agrícola y pecuaria, seguida de la infraestructura y equipamiento de los centros de población. Infraestructura que incluye transporte, comunicaciones, energía, agua potable y sanidad.

Para ello y en caso de siniestro, los sistemas de salud y de protección civil deben estar intactos para poder realizar su trabajo en caso de emergencias.

¿Qué información básica es necesaria para la correcta y adecuada planeación urbana en casos de erupción de volcanes?

1. Preparación de un plan maestro de prevención y mitigación de riesgos naturales y humanos, así como de planes locales.
2. Localización clara y precisa de las mayores concentraciones de población en riesgo (tanto urbana como rural) por medio de un mapeo multirisgo basado en SIG.
3. Usos de suelo actualizados con un modelo integral de sustentabilidad y vulnerabilidad a riesgos naturales y humanos.
4. Datos e información estadística e histórica de desastres de este tipo (erupción de volcanes) ocurridos en el pasado que sirva como retroalimentación en el procesamiento de datos.
5. Medidas de prevención ante el riesgo de erupción volcánica.
6. Medidas de protección y mitigación del desastre.
7. Localización de los principales edificios que pudieran servir como albergues en caso de desastres (estadios, escuelas, templos, auditorios, mercados).
8. Localización estratégica de los edificios e infraestructura que alberguen los sistemas de salud, seguridad, armada y gobierno, bancos, fábricas y centros turísticos.
9. Preparar y diseñar con especial atención la infraestructura que sea útil para transportar, comunicar y sanear el lugar con el propósito de mantener una estrecha relación entre la zona dañada y el exterior para llevar agua, alimentos, medicinas, maquinaria y toda la ayuda complementaria para mitigar el desastre.
10. Acompañamiento de políticas públicas y normas oficiales respecto al tema de prevención, control y mitigación de riesgos.
11. Protección de los sistemas naturales de la zona como: biodiversidad, vegetación, fauna, hidrografía, plantaciones de alimentos, entre otros.

12. Educación, cultura y políticas ante riesgos y desastres naturales y humanos, que guarda la población y las autoridades.
13. Especial atención en el riesgo potencial sobre el tema de temblores de tipo volcánico que, en la medida de lo posible, el daño se mitigará de igual manera que el riesgo por sismos.⁹

El Cenapred monitorea diariamente al Popocatepetl e indica la fase en la que se encuentra y las principales indicaciones para conocer la situación completa del fenómeno. Asimismo, en el *Atlas nacional de riesgos* se puede observar el grado de vulnerabilidad de este tipo de riesgo y otros más, lo cual es una herramienta muy útil tanto para encargados de protección civil como para planeadores de ciudades y centros de población.

Por ejemplo, en el *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca*, en el plano de vulnerabilidad y riesgos, no incluye el mapeo del riesgo por erupción de volcanes, por lo que los autores del presente trabajo recomiendan su inclusión porque, aunque históricamente el Nevado de Toluca no ha tenido actividad, el riesgo sí está latente.

Tsunamis

De acuerdo con el Cenapred, el *tsunami* se define como “una ola con altura y penetración tierra adentro superiores a las ordinarias, generalmente causada por movimientos del suelo oceánico en sentido vertical, asociado a la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud con epicentro en alguna región oceánica” (2018 a).

Maremotos con más de siete grados Richter de magnitud pueden ocasionar *tsunamis* de tal intensidad que podrían provocar

⁹ Es importante recordar que toda esta información debe ser recabada, analizada e interpretada por un conjunto de especialistas con un afán multidisciplinario para optar por mejores resultados principalmente por una mejor y mayor visión del problema.

daños tierra adentro, dependiendo de varios factores y condiciones. En Japón, por ejemplo, los *tsunamis* de mayor peligro se provocaron por maremotos de nueve o más grados en escala de Richter.

En México no se tienen registros históricos de *tsunamis* que hayan provocado pérdidas severas, pero el riesgo siempre está latente sobre todo en la zona del océano Pacífico y el mar Caribe.

De cualquier forma, se deben mapear las zonas más vulnerables o de alto riesgo y estar conscientes de que un evento mayor podría ocurrir, ya que hay que estar atentos a *tsunamis* con fuentes remotas, pero también locales que, aunque con daños menores, serían de manera más rápida e impredecibles.

El fenómeno llamado reflexión de la ola es la transformación de la fuerza de la ola medida en la altura al llegar a la costa (ocasionada por cierta topografía del océano o de determinada forma de las bahías), y por tanto del impacto potencial de la ola en tierra, es en donde se debe poner mucha atención por parte de los especialistas y hacer el esfuerzo de predecir acontecimientos por estos efectos para poder mitigarlos.

Estructuras rompeolas a veces no son suficientes por lo que los planes de evacuación deben estar perfectamente diseñados y planeados dentro de los planes municipales de desarrollo de las comunidades y centros de población costeros de mayor riesgo como los ya citados en México: Pacífico sur y mar Caribe.

Materiales peligrosos

Son aquellas sustancias que tienen el potencial de poner en riesgo la salud pública, la seguridad y a la infraestructura ya sea pública o privada.

Antes de seguir mencionando otras definiciones y conceptos importantes relacionados con el tema, debemos preguntarnos: ¿quién regula en México las sustancias peligrosas? Quienes realicen actividades altamente riesgosas, y según la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) deberán formular y presentar ante

la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) un estudio de riesgo ambiental, que involucren materiales peligrosos y en donde se realicen además actividades altamente riesgosas.

La Semarnat, con el fin de controlar sustancias peligrosas para el medio ambiente se coordina con otras instancias: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Dirección General de Industria, Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Federal para Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Energía, Secretaría de Marina, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Centro Nacional de Metrología de la Secretaría de Economía, Secretaría de Relaciones Exteriores, Secretaría de la Defensa Nacional, Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad, Servicio de Administración Tributaria de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público; Centro Nacional de Prevención de Desastres de la Secretaría de Gobernación y además del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, así como de la UNAM y otras instituciones involucradas en estos temas de protección al ambiente.

La ley considera materiales peligrosos, residuos peligrosos y sustancias tóxicas que puedan contaminar el medio ambiente laboral y que su manejo pueda representar un riesgo al trabajador (DOF, 2012).

El reglamento cubre cualquier material y sustancia química peligrosa, definido por el mismo ordenamiento como: “aquellos que, por sus propiedades físicas y químicas al ser manejados, transportados, almacenados o procesados, presentan la posibilidad de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica dañina, y pueden afectar la salud de las personas expuestas o causar daños materiales a instalaciones y equipos” (DOF, 2012).

Los encargados de la planeación urbana deben de prever que no sólo existen sitios fijos en donde se puedan localizar o concentrar manejo de sustancias peligrosas, sino también a través de las vías y medios que se utilizan para el transporte que pueden ser por tierra, aire o agua y que, de hecho, son los de mayor riesgo público. Los encargados de planeación de las ciudades y centros de población deben asegurar la práctica segura de los usos de suelo para poder mitigar los riesgos no sólo de sustancias peligrosas, sino cualquier riesgo o peligro que se pudiera presentar sobre la población.

Por un lado, como es el mismo caso de la necesidad de sustentabilidad en las ciudades, el gobierno debe proveer incentivos a los desarrolladores inmobiliarios para diseñar y planear la infraestructura bajo los modelos de ciudades resilientes a todo este tipo de peligros, tanto de procedencia natural como humana.

Por otro lado, la clasificación de estos materiales peligrosos puede variar según las nomenclaturas de cada país, pero en lo general se clasifican en nueve tipos de sustancias peligrosas (Steiner y Butler, 2007: 105):

- Explosivos
- Gases flamables
- Líquidos flamables
- Sólidos flamables
- Oxidantes y peróxidos orgánicos
- Materiales tóxicos y sustancias infecciosas
- Materiales radioactivos
- Materiales corrosivos
- Varias mercancías o productos peligrosos

Los planeadores de las ciudades y centros de población deben trabajar en coordinación de especialistas en manejo de riesgos y sustancias peligrosas para realizar propuestas que mitiguen los impactos ambientales causados por este tipo de riesgo. Los derrames y las grandes concentraciones de este tipo de sustancias son el mayor riesgo que evitar, ya que pueden presentar en los sitios o áreas vulnerables y en

las rutas de transporte y sus alrededores. Por supuesto que su manejo y transporte está debidamente regulado bajo determinadas normas ambientales, tanto locales como internacionales.

A continuación, se presentan algunos casos de legislación y regulación en México en materia de manejo y control de materiales peligrosos:

- De la Ley Federal del Trabajo; artículos: 1, 2, 3, 51, 166, 167, 175, 176, 208, 244, 512, 513 y 527.
- NOM-002-SCT-2003. Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados. Norma multimodal.
- NOM-012- SCT 2-2008. Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
- NOM-012- SCT 4-2007. Lineamientos para la elaboración del plan de contingencia para embarcaciones que transportan mercancías peligrosas.
- NOM-015- SCT 4-1994. Sistema de separadores de agua e hidrocarburos. Requisitos y especificaciones.

Por ejemplo, en la capital del Estado de México, dentro del *PMDUT*, se registran como riesgos químicos con sus respectivos radios de afectación (25 a 50 m y 300 m de afectación por daño por incendios), únicamente lo siguiente:

- Gasolineras
- Gaseras
- Área de gasolineras

Y se dice únicamente porque los datos —a juicio de los autores— parecen incompletos, ya que aún estarían haciendo falta el manejo de otras sustancias peligrosas que inevitablemente se manejan, almacenan y transportan en la ciudad con fines de actividades industriales claramente definidas y registradas. Por lo que la recomendación de los autores es la realización de un inventario acompañado de un

diagnóstico de estas sustancias peligrosas (clasificadas en nueve tipos anteriormente mencionados) y que sería de gran utilidad para planeadores urbanos contar con dicha información.

FIGURA 8
Riesgos químicos por sustancias peligrosas según el PMDUT



Fuente: Sedum, 2013

Ruido

Significa ‘sonido no deseado’, por lo tanto, la molestia del ruido dependerá de su intensidad y ésta a su vez tendrá que medirse en decibeles (dB). Según el *Diccionario de la lengua española* un decibelio es la “unidad de intensidad acústica equivalente a la décima parte de 1 belio” (RAE, 2020 [en línea]), y éste a su vez, es la unidad con que se miden diversas magnitudes sonoras.

En lo referente al confort al interior de los edificios, el desempeño acústico mínimo está regulado por la norma ISO 12354: 2017 en los ámbitos internacional, nacional, no hay una equivalencia como

tal, pero hay un apéndice informativo número 13, llamado Recomendaciones acústicas, en la norma oficial mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 sobre edificación sustentable, criterios y requerimientos ambientales mínimos de los cuales, se pueden determinar los valores recomendables para dichos fines.

La norma oficial mexicana NOM-011-STPS-2001, determina las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, igualmente puede ser de gran utilidad para fijar estándares de niveles de ruido permitido.

En el ámbito urbano y en relación con el ruido de los edificios, en México está la norma NOM-081-Semarnat-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición (tabla 1); sin embargo, es recomendable también usar los valores mencionados en ISO-R 1996 *Acoustics-Assessment of Noise with Respect to Community Response* con el fin de cotejar y tratar de emparejar los datos de la norma internacional y de la nacional.

La Semarnat, en su reciente modificación a la norma NOM-081-Semarnat-1994, establece lo siguiente:

TABLA 1

Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas

Zona	Horario	Límite máximo permisible dB (a)
Residencial * (exteriores)	6:00 a 22:00	55
	22:00 a 6:00	50
Industriales y comerciales	6:00 a 22:00	68
	22:00 a 6:00	65
Escuelas (áreas exteriores de juego).	Durante el juego	55
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento.	4 horas	100

* Entendida como vivienda habitacional unifamiliar y plurifamiliar; vivienda habitacional con comercio en planta baja; vivienda habitacional mixta; vivienda habitacional con oficinas; centros de barrio y zonas de servicios educativos.

Fuente: Semarnat, 2013

En lo referente a fuentes móviles de ruido (que por lo general son las más molestas) el planeador y diseñador tanto urbano como arquitectónico deberán prever las condiciones de los impactos por contaminación acústica de fuentes como el transporte y otras fuentes no fijas como actividades de mantenimiento y construcción de infraestructura y equipamiento.

Para ambos casos básicamente (tanto ruido al exterior como al interior) se deberá planear que el ruido no interfiera en una conversación entre dos personas, ya que se considera que ese sería el parámetro básico de confort acústico.

También se pueden utilizar los lineamientos de la Federal Highway Administration (Administración Federal de Carreteras, FHA por sus siglas en inglés) del Departamento de Transporte de Estados Unidos de América (US Department of Transportation), la tabla 2 describe los valores máximos permisibles de ruido en cuatro categorías de espacios urbanos.

TABLA 2
Valores máximos permisibles en dB (a) de ruido
en cuatro categorías de espacios urbanos

<i>Categoría</i>	<i>Rango permisible en dB (a)</i>	<i>Descripción de la actividad por categoría</i>
A	57-60 (exteriores)	Espacios de alta quietud y serenidad.
B	67-70 (exteriores)	Espacios recreativos, parques, jardines, residencias, hoteles, moteles, iglesias, escuelas, bibliotecas y hospitales.
C	72-75 (exteriores)	Espacios y áreas que no están incluidas en las categorías A y B.
D	52-55 (interiores)	Áreas residenciales, hoteles, espacios de encuentro público, escuelas, iglesias, hospitales, auditorios.

Fuente: Federal Highway Administration, 2011

Nótese que los valores de la tabla 1 referente a la modificación de la norma NOM-081-Semarnat-1994 sobre valores límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas son menores que los valores recomendados en la tabla 2 referente a los valores máximos permisibles de ruido en cuatro categorías de espacios urbanos del Departamento de Transporte de Estados Unidos de América, por lo que se sugiere siempre revisar varias normas que se puedan cumplir y empatar dichos valores en la medida de lo posible.

Se puede observar también que, por ejemplo, en el caso del *PM-DUT*, específicamente en el plano de zonas vulnerables y riesgos, no se incluye el ruido como riesgo, y por tanto se sugiere que se incluya para que esté más completa la información al público.

CONCLUSIÓN

Hoy en día, existe una gran necesidad de planear y diseñar las ciudades y los centros de población con medidas resilientes y de adaptación al cambio climático y, sobre todo, se ha notado que las actividades antropogénicas son las de mayor riesgo a la población y al ambiente.

Todas las ciudades y centros de población, por un lado, tienen su propio grado o nivel de vulnerabilidad, el cual se puede medir con metodologías establecidas para tales fines. El nivel de vulnerabilidad y resiliencia de las ciudades mexicanas se puede medir con políticas de Gestión Integral de Riesgos, que incluyen métodos particulares como el Adaptive Capacity Index (Índice de Capacidad Adaptativa).

Por otro lado, la Sedatu desarrolló el Programa de Prevención de Riesgos. En este documento, cada municipio mexicano deberá optar por su inscripción para elaborar de manera conjunta un Perfil de Resiliencia Urbana.

Los riesgos que hacen vulnerables a las distintas poblaciones, como se mencionó líneas atrás, son inundaciones, erosión y sedimentación, huracanes, deslaves y derrumbes, hundimientos, temblores, incendios, materiales peligrosos, *tsunamis*, ruido y vibraciones y erupción de volcanes.

La mejor forma de hacer frente a todos estos problemas de riesgo y vulnerabilidad en las ciudades y centros de población es realizando planes de prevención y mitigación de peligros y riesgos que puedan impactar a los más vulnerables de la población a través de equipos multidisciplinarios debidamente capacitados y especializados en temas de salud, higiene, infraestructura y ciencia de las ciudades, equipamiento, seguridad, construcción, diseño, clima y protección civil.

II CAMBIO CLIMÁTICO Y VULNERABILIDAD: EL IMPACTO DE LOS FACTORES SUBVALORADOS

RENÉ LAURO SÁNCHEZ VÉRTIZ RUIZ

INTRODUCCIÓN

El término *calentamiento global* paulatinamente entra en desuso para ceder al de *cambio climático*, pues el primero indica sólo la primera fase del problema, mientras que el segundo alude a su consecuencia. El simple concepto de *calentamiento global* propicia que ciertos grupos de poder interesados en mantener el *status quo* económico aprovechen cualquier descenso local de temperaturas para negar la existencia del fenómeno ante un público con visión limitada.

El debate público sobre el cambio climático confronta a “creyentes” y “negacionistas” (Arellano, 2014: 128-129). Algunos de los últimos, muy ligados a entornos políticos conservadores de los Estados Unidos,¹ ya no se concentran en negarlo, sino en cuestionar su origen. De este modo, se enfrentan dos teorías sobre el origen del calentamiento global, las que sostienen que es de origen natural, en controversia con las que lo atribuyen a causas antrópicas (Arellano,

¹ Fred Singer, uno de los pocos científicos que cuestionan la existencia del calentamiento global, ha variado sus posiciones en varias ocasiones, pasando por el “negacionismo”, por la elaboración de la teoría de que el calentamiento de los océanos generaría más nubes, produciendo un mecanismo autoprotector ante la radiación solar (olvidando que la nubosidad también mantiene el calor durante las noches), hasta la aceptación de que el calentamiento sería bueno, pues estimularía el turismo. En el pasado, Singer también ha negado que los fumadores pasivos tengan más riesgo de desarrollar cáncer.

2014: 95). Aunque es válido preguntarnos si ambas causas pueden actuar simultáneamente y en que proporciones, sin importar el origen del problema, es necesario actuar para que la actividad humana no tenga posibilidades de incrementar el fenómeno.

Aun cuando la mayoría de las zonas del planeta se experimentarán incrementos de temperatura, en otras descenderán en ciertas épocas y circunstancias, debido a efectos secundarios que van en dirección contraria a la tendencia general.

La razón de esto radica en que los sistemas tienden a equilibrarse. Según Eduardo Cesarman, la energía, en búsqueda del equilibrio de la mayor estabilidad posible, da lugar al gran desorden, al caos y a la entropía máxima (Cesarman, 1982: 1). Los complejos reajustes en algunos casos puntuales tienen un efecto inverso, como ocurre al hacer girar espuma en una taza: en torno a un gran remolino general central, se pueden formar pequeños remolinos periféricos que giran en sentido inverso al mayor. De hecho, algunos anómalos temporales de frío — como los que afectaron a Norteamérica a inicios de 2019— pueden ser efectos secundarios de la elevación de temperaturas en otros lugares.

VULNERABILIDAD Y FENÓMENOS INADVERTIDOS O SUBVALORADOS

Se sabe que el derretimiento de las superficies de hielo global elevaría el nivel de los océanos e inundaría zonas costeras densamente pobladas; también se conoce que el aumento de temperatura del océano Atlántico produciría más huracanes en el Caribe. Pero el cambio climático amenaza a otros hábitats —por no decir que a todos— con otros fenómenos no tan estudiados o difundidos, casi inadvertidos, pero no menos preocupantes.

Poco se escribe sobre las amenazas que nacen, por una parte, de la combinación de una contingencia climática de mediana o escasa magnitud con otra incidencia aparentemente poco importante, pero cuya interacción puede desencadenar efectos devastadores. De hecho, la mayoría de las tragedias se producen de este modo y son muy difíciles de prever, al ser poco perceptibles sus síntomas. El aprendizaje

llegará tarde, tras analizar y dimensionar las causas del desastre y hasta entonces se comprenderá la importancia de evitar la combinación de factores antes despreciados.

Por otra parte, la mala lectura e interpretación de las causas de una catástrofe puede propiciar una solución errónea o poco efectiva. No habrá verdaderos progresos de cara a otra contingencia similar. La aguda atención a la lectura de los pequeños factores se asemejará a la que se necesita para saber distinguir el caos de la complejidad. En estricto sentido, el caos no existe, sino que se trata de una situación tan compleja, que es imposible de leer y de predecir. Cuando se desarrollan las herramientas para interpretarla, el caos desaparece y deviene en complejidad, cuyos componentes pueden ser leídos correctamente, así como las consecuencias de sus interacciones pueden predecirse. Moisés J. Sametband afirma que el caos será controlable (Sametband, 1999: 151). Si después de una catástrofe existe una lectura incompleta de sus causas, se tiende a culpabilizar inmediatamente a algo o a alguien de manera simplista —hallando a veces un chivo expiatorio— sin hallar una verdadera solución y arriesgándose a repetir la historia.

A continuación, se muestra cómo una catástrofe natural se magnifica al concatenarse con otras condiciones inadvertidas o aparentemente despreciables. Se ejemplifica con algunas construcciones tradicionales, más vulnerables ante un sismo si tienen humedades o fueron modificaciones inadecuadas.

EJEMPLO: EL ADOBE ANTE UNA COMBINACIÓN DE SISMO Y HUMEDAD

Después de que sismo del 19 de septiembre de 2017 afectó a parte del centro de México, se difundió y generalizó la errónea apreciación de que las construcciones realizadas con adobe tradicional son poco resistentes a los terremotos, opinión también expresada por el entonces presidente de México. Podría decirse que el adobe fue el chivo expiatorio del terremoto. En realidad, las capacidades del material dependen de varias condicionantes y el adobe se comportará bien o mal en función de la combinación de diversos factores. De hecho,

otros sistemas constructivos no garantizan mejores respuestas ante un evento similar si también se enfrentan a condiciones desfavorables.

Cabe puntualizar que el término *adobe* corresponde exclusivamente al sistema constructivo a base de bloques de tierra cruda. La acepción no aplica para otros sistemas constructivos de tierra sin cocción no dispuesta en forma de bloques, como el tapial, el cob, el zacatlanillo o el bajareque, por citar sólo a algunos de ellos.²

Aunque es verdad que una importante cantidad de construcciones de adobe resultaron dañadas, por una parte, buena parte de ellas presentaban previamente problemas de conservación, o habían sido modificadas durante décadas pasadas con intervenciones poco compatibles con las prestaciones del material. Por otra parte, numerosas construcciones edificadas con materiales más industrializados y recientes —sin adobe— también sufrieron graves daños por el terremoto.

En la región afectada por dicho sismo, se habían acumulado durante décadas y de forma paulatina una serie de condiciones desfavorables —naturales y antropogénicas— que comprometían cada vez más las capacidades del adobe. Hassan Fathy, famoso arquitecto egipcio del siglo pasado y experto constructor con tierra cruda, decía que el principal enemigo de este sistema es la humedad (Fathy, 1975: 112), que reduce su resistencia y también lo erosiona. Además de un buen diseño, es imprescindible una labor de mantenimiento para impedir el deterioro.

Puede afirmarse que el sismo ocurrido en México no hubiese tenido efectos tan graves de haber acontecido en un mes menos lluvioso, o

² En el altiplano central mexicano abunda el bloque de adobe con fibras vegetales cortas ahogadas. En otras zonas del país no es difícil encontrar la técnica del bajareque, elaborado con una estructura de carrizos o ramas recubiertas de lodo. Más raro es el zacatlanillo, que ahoga larguísimas fibras de zacate en un lodo muy líquido y no se apisona, sino que se modela; la técnica del cob, apisonado con poca humedad, seco y fibras muy cortas tampoco es poco frecuente. El tapial es prácticamente desconocido en la arquitectura vernácula mexicana y consiste en largos estratos apisonados casi en seco.

si se hubiesen tomado ciertas medidas precautorias. Se podría agregar a lo dicho por Fathy, que el otro enemigo principal del adobe es la falta de cuidado. Tales afirmaciones se explican a continuación:

En el altiplano central mexicano, la temporada pluvial inicia entre marzo y mayo, alcanzando las máximas precipitaciones hacia agosto; el terremoto ocurrió en septiembre, mes aún muy lluvioso y que presenta ya una gran acumulación “crónica” de humedad ambiental, absorbible por varios materiales de construcción. Lo anterior vuelve más pesadas las tejas demasiado porosas, la madera mal sellada de la cubierta y las partes mal aisladas de los muros, es decir, el agua no sólo reduce la resistencia de un muro descuidado, sino que incrementa el peso. Esta peligrosa relación, más peso-menos resistencia, provocada por el exceso de agua absorbida inadvertidamente por el material, fue comprobada por un experimento realizado con una cúpula de adobe en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEM en el lluvioso agosto de 2014. Aunque se tenía contemplada la posibilidad de una falla, ésta apareció de forma más rápida de lo usual. Una serie de lluvias nocturnas más intensas de lo normal habían introducido inadvertidamente agua a la construcción desde una cubierta vecina. La humedad ambiental también fue excesiva. Poco después del descimbrado, las primeras fisuras aparecieron; éstas se desarrollaron tan velozmente, que ni siquiera hubo tiempo de hacer el registro fotográfico antes del colapso del experimento.

Las casas de adobe tradicional suelen tornarse aún más vulnerables debido a otros factores de tipo antropogénico, algunos de los cuales son descritos someramente a continuación:

En un afán de mejora mal entendido y peor implementado, la creencia de que las cubiertas o entrepisos de concreto armado son mejores que las soluciones vernáculas propicia las intervenciones lesivas a las construcciones de adobe. Aunque se supriman ciertas inconveniencias inherentes a la construcción tradicional, la sustitución de un tejado ligero por una losa de concreto, o un tapanco de madera por un pesado entrepiso puede comprometer seriamente la capacidad de carga del adobe, que al ser baja (pruebas de laboratorio

de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEM muestran que rara vez se alcanzan resistencias superiores a 17 kg/cm² con tierras locales) siempre se paliaba mediante un grosor generoso de los muros o con la ligereza del resto de los elementos constructivos. Hassan Fathy logró en Egipto adobes con una resistencia de 40 kg/m², pero reconoció su inutilidad, pues se requería un laboratorio fuera del alcance de los campesinos, a quienes mejor convenía más fabricarlos ellos mismos, aunque menos resistentes (Fathy, 1975: 150).

El concreto de entrepisos y cubiertas no sólo puede ser demasiado pesado, sino también demasiado rígido para el muro de tierra, pues ya no es posible disipar la energía durante un sismo como lo hacía la flexible madera. En este caso, es preferible la combinación de ligereza y flexibilidad, pues el binomio rigidez-pesadez sólo es ideal en otros contextos y circunstancias.

La adición de ampliaciones a los costados de la construcción original, sin una separación adecuada, puede producir durante un sismo un efecto similar al de un ariete. También se suelen añadir cargas que anteriormente no solían convivir con un sistema tradicional: el agua dejó de almacenarse en pozos y depósitos a nivel de tierra para elevarse hacia el tinaco, cuyo contenido se comporta no muy predeciblemente durante un sismo

Uno de los métodos para conservar la tradicional casa de adobe en buen estado se basa en la reducción de los excesos de humedad. Una vivienda de adobe y vigas de madera que deja de ventilarse, comienza a deteriorarse en un proceso relativamente veloz. Si se ventila, su duración podrá sobrepasar el siglo, tarea que se cumplía al abrir diariamente puertas, ventanas o balcones durante varias horas, empatando las aperturas con ciertos rituales cotidianos rigurosamente cumplidos (saludar a los vecinos, movilizar a los menores de edad y las mascotas, tender las camas, efectuar la limpieza).

La renovación de aire también facilita el acondicionamiento térmico al remover el aire frío o caliente, según lo exija el clima local: en climas fríos, la casa se abre cuando hace sol y el aire exterior, ya tibio, puede introducirse (Sánchez Vértiz, 2013: 160); en climas cálidos,

la casa se cierra al sol, para abrirse cuando afuera ya hace fresco y se puede intercambiar el aire recalentado del interior por aire exterior a menor temperatura.

Con el transcurrir de las décadas y a medida que se modifica la configuración familiar y sus costumbres, desaparecen los motivos para airear la casa de adobe, que se humidifica en exceso. Los juegos infantiles al aire libre ceden ante las pantallas exigentes de espacios interiores sombreados y con conexiones, las horas de vanos abiertos se reducen también por temor a la inseguridad.

En la casa tradicional escaseaban los muebles, lo que favorecía la ventilación de los muros, hoy atiborrados de objetos de todo tipo, de materiales plásticos y de pinturas de esmalte. Varios materiales contemporáneos tampoco permiten “respirar” al adobe. Al cubrir el suelo con un piso cerámico o un firme de concreto, las humedades que tradicionalmente se liberaban por éste ascienden ahora por el muro, por capilaridad. Antiguamente no existía el cartón asfáltico, de modo que el ascenso por capilaridad era paliado en la parte baja del muro, desplantado sobre hiladas de piedra —resistente a la humedad— hasta una altura dictada por la experiencia local. En otras ocasiones se colocaba un piso de madera ventilado por debajo mediante cámaras de aire, en ocasiones tan amplias que permitían incluir un sótano (Sánchez Vértiz, 2013: 161). Al desaparecer todas estas formas de ventilación, los muros se vuelven vulnerables y con ellos el resto de la vivienda.

Cuando sobreviene un sismo y se producen severos daños, el veredicto más fácil de emitir se basa en culpabilizar al material de construcción, sin contemplar lo demás.

En suma y para demostrar que el adobe no representa un problema *per se*, se muestra un ejemplo de una fachada afectada por el sismo del 19 de septiembre de 2017 (figura 1). El sector intacto —que comprende desde el desplante hasta las vigas— data del siglo XIX y está manufacturado en adobe de 49 a 51 cm de espesor; en contraste, el área superior desprendida fue construida un siglo después con tabique recocido y ladrillo unido con mortero de cemento (figura 2).

Al parecer, se trataba de un elemento añadido por un programa de imagen urbana de los años 70 del siglo xx. El nuevo elemento tenía otro espesor (15 centímetros, contra 50 del muro de adobe) y estaba cargado excéntricamente por la cornisa. Las dos técnicas resultaron incompatibles ante un sismo de esta magnitud.

FIGURA 1

Sismo del 19 de septiembre de 2017
en Tenango del Valle, México



Fotografía: René Lauro Sánchez Vértiz Ruiz (en adelante: RLSVR)

Contrariamente a lo que se suele creer, esta casa del siglo XIX (figura 1) no sufrió daños en las partes construidas con adobe; en contraste, el pretil de ladrillo añadido en el siglo posterior no resistió el terremoto.

FIGURA 2

Vivienda afectada en las hiladas de adobe superiores
y a causa del desprendimiento del ladrillo añadido en el siglo xx



Fotografía: RLSVR

El adobe no será problemático si se mantiene seco y es sometido a esfuerzos proporcionales a su resistencia. El anterior ejemplo es sólo una demostración de que las lecturas sobre la vulnerabilidad de las construcciones no deben ser tan simples. No existen los malos materiales de construcción, sino que existen soluciones incompatibles con una circunstancia y contexto determinados.

CAMBIO CLIMÁTICO Y LO IMPREDECIBLE: CUANDO LA EXPERIENCIA NO BASTA

Si en un contexto climático predecible —aun poco alterado— como en el que vivimos en constante riesgo, ¿qué amenazas se cumplirán cuando los verdaderos efectos del cambio climático ocurran?

El cambio climático puede producir consecuencias predecibles sólo hasta cierto punto. La combinación y recombinación de sus efectos quedan fuera de nuestro alcance predictivo. Ya no se trata sólo de enfrentar a los fenómenos naturales, sino que se mezclará el factor humano: podrá haber migraciones masivas de las costas al interior, devastaciones agrícolas con efectos en la economía, conflictos entre

países y jurisdicciones, o una serie de situaciones no experimentadas aún a escala global.

Un fenómeno desconocido es por sí mismo una amenaza. La aparición de varios nuevos fenómenos concatenados, que se alteran entre sí en procesos de iteración a escala global puede desquiciar cualquier método predictivo.

Los cambios fácilmente podrán ir a más velocidad que la de la capacidad de adaptación de las especies, incluyendo la humana. La sabiduría basada en la experiencia se torna casi inútil cuando se enfrenta a lo desconocido. Tal vez la única defensa sea estar listos para los imprevistos, dicho de otro modo, para esperar lo inesperado, creando herramientas para acelerar la capacidad de adaptación.

Los conocimientos constructivos vernáculos suelen ser muy efectivos en su propio contexto, pues han sido modelados por mejoras paulatinas y en un aprendizaje generacional que puede abarcar varios siglos. Los errores se corrigen hasta convertirse en aciertos, que después tomarán las vías de la perfectibilidad. Aunque un arquitecto no hace construcción vernácula —que es hecha por el pueblo no especializado en arquitectura— se apoya en una serie de sabidurías locales.

La descontextualización de un diseño por exportación a un lugar distinto al de origen podrá llevar a un fracaso: tal vez será inconfortable, o escaseará un material de construcción, o se comportará inadecuadamente ante una catástrofe natural o será económicamente inconveniente. Habrá que recomenzar el proceso, hasta adaptarlo al lugar, como ocurrió en México con la arquitectura importada de España durante la etapa colonial, que tras unos inicios muy complicados por desconocimiento de los nuevos territorios (Kubler, 1982), fue adaptándose y mejorándose generación tras generación.³

³ En diversos capítulos del libro *Arquitectura mexicana del siglo XVI*, de George Kubler, se puede leer entre líneas que en los inicios del periodo colonial abundaron los problemas de cimentaciones, disponibilidad de materiales pétreos, herramientas adecuadas, dispendio de madera para las vigas, colapsos de construcciones, entre otros aspectos.

No sobrevivieron las construcciones coloniales que no superaron las pruebas de los terremotos, inundaciones, deterioros, incendios o demás retos de los entornos locales; en contraste, las edificaciones que pasaron las pruebas fueron replicadas con adaptaciones a cada nueva circunstancia, de modo análogo a lo que ocurre con la adaptación de las especies en la naturaleza.

Por desconocimiento del lugar, la primera etapa colonial, por una parte, provocó catástrofes de tipo antrópico, como las inundaciones registradas en el entorno del Valle de México o la devastación de bosques. Al parecer, algunas inundaciones coloniales fueron consecuencia de la falta de mantenimiento o alteraciones a obras hidráulicas prehispánicas, siendo una de las más notables el albarradón edificado en tiempos del rey Nezahualcóyotl. Hubo incluso pueblos, como Acolman, que debieron ser abandonados tras recurrentes inundaciones, cuyo origen parece radicar en errores humanos.

Por otra parte, Kubler menciona que a mediados del siglo XVI se tuvo que expedir una ley para controlar la tala de bosques propiciada por la masiva producción de vigas para las nuevas y enormes construcciones de Ciudad de México (Kubler, 1982: 174-176).⁴

Con el cambio climático no será necesario desplazarse geográficamente para que una construcción sea descontextualizada. Basta con quedarse en el sitio y después esperar a que el contexto sea cambiado por el clima. Pero no habrá aquella oportunidad que tuvo la arquitectura criolla para adaptarse a un nuevo territorio, pues anteriormente lo territorial no mutaba. Antes de poder adaptarse al nuevo clima, la arquitectura del futuro tal vez se enfrente a una segunda o tercera mutación climática.

⁴ Kubler menciona que el problema se agravaba por la carencia de herramientas metálicas para aserrar la madera, por lo que la mano de obra indígena formaba las vigas a base de hachas que generaban enormes desperdicios de madera. Por lo general, de un árbol sólo se obtenían una o dos vigas.

En todo caso, siempre la experiencia será un buen punto de partida. En el verano de 2003, Europa experimentó una elevación desproporcionada de temperaturas, falleciendo miles de personas, muchas de ellas de edad avanzada y viviendo solas. París fue una de las ciudades más afectadas, pero no por registrar las temperaturas más altas —que ocurrieron en otros puntos de Europa—, sino por la falta de experiencia local para lidiar con el calor excesivo: ni la arquitectura parisina ni las costumbres de sus habitantes propiciaban las condiciones para enfrentar la emergencia. En contraste, el sur de España registró temperaturas aún peores, pero estuvo muy lejos de sufrir consecuencias tan graves gracias a diversas sabidurías locales para lidiar con el calor, desde las arquitectónicas, hasta los ajustes a las actividades cotidianas y sus horarios. De hecho, los principales afectados eran turistas de países más al norte.

El aumento global de temperatura significa que el agua se evaporará más rápidamente, secando algunos entornos, para después precipitarse en otros lugares, con intensidades y circunstancias no previstas. También el alza de temperaturas reducirá la cantidad de hielo y nieve sobre las montañas, de modo que los entornos que sobreviven de los deshielos se verán gravemente afectados.

Debido a que tres cuartas partes de la superficie planetaria son acuáticas, la alteración climática exigirá desgastantes y tal vez insuficientes procesos de adaptación imposibles de prever en su totalidad, dada la complejidad e interacción de los sistemas que integran el planeta.

Entre los sectores más vulnerables ante reposicionamiento global de las lluvias y la reducción agua de deshielos, se encuentra el sector agrícola; pero es también el de los ámbitos construidos. Más vulnerable aún podrá ser un entorno urbano extremadamente dependiente del agro, pues sufre ambas presiones simultáneas.

La ciudad argentina de Mendoza es conocida en el mundo por su connotada producción de vinos; dentro del contexto sudamericano es también afamada por su generoso arbolado urbano y áreas verdes de gran calidad. Dicha metrópoli se ubica en el árido oeste argentino,

región de escasas lluvias que no superan los 200 milímetros anuales. Los suministros de agua dependen del deshielo de los Andes vecinos, amenazado por el calentamiento global que hace escasear nieves y hielo, hasta amenazar con afectar de forma simultánea a los cultivos y al suministro urbano, con el agravante de que gran parte de la economía regional reposa directa e indirectamente en la industria vitivinícola (buena parte del turismo se aboca a la visita de viñedos). Las ciudades o sociedades que dependan de pocos o un solo insumo serán más vulnerables. De cumplirse la amenaza climática, en Mendoza se podría suscitar una desfavorable reacción en cadena que afecte a factores sociales económicos y ambientales con consecuencias difícilmente previsibles. La mejor defensa radica en diversificar los orígenes de los insumos.

FIGURA 3

Agua corriente producida de deshielos en la ciudad
de Mendoza, Argentina



Fotografía: RLSVR

Ubicada en el árido oeste argentino, la vitivinícola y muy arbolada ciudad de Mendoza depende de los escurrimientos por deshielo de los andes vecinos. El calentamiento global ha empezado a reducir su disponibilidad de agua.

FIGURA 4

La red de acequias que surcan toda la ciudad
de Mendoza, Argentina



Fotografía: RLSVR

RESPUESTAS ANTE AMENAZAS CLIMÁTICAS

El reposicionamiento global de la lluvia y el incremento de temperaturas plantean varias amenazas al hábitat. Los efectos de éstas podrán combinarse y recombinarse entre sí, hasta quedar fuera del alcance de toda predicción. Se enumeran aquí sólo algunas de ellas:

1. Incremento de humedad ambiental. En ciertos materiales, la humedad puede reducir su resistencia, o también incrementar su peso por absorción de aire húmedo o capilaridad.
2. Alteraciones en los regímenes de lluvia. Podrían desquiciar los sistemas de drenes y drenajes diseñados con base en experiencias locales (que quedarán obsoletas con el cambio climático).
3. Erosión de materiales que anteriormente no estaban sometidos a lluvias más potentes y frecuentes.
4. Modificaciones en flora. Pueden propiciar nuevas patologías en los materiales de construcción de una región, por

- migración de especies ajenas a una zona o por proliferación excesiva de las ya existentes. Adicionalmente, los cambios en la flora propician cambios en la fauna.
5. Cambios en fauna. Reposicionamiento de especies, algunas de las cuales atacan los materiales de construcción (insectos o aves) o directamente a los seres humanos. El paludismo, dengue o chikunguña se propician en ambientes más cálidos y húmedos.⁵
 6. En zonas costeras. Incremento del nivel del mar por dos razones: 1) derretimiento de glaciares y polos, 2) incremento adicional de volumen del agua oceánica por aumento de temperatura.
 7. En lugares desertificados, mayor riesgo de incendios por vegetación aleña.

¿Cómo enfrentar dichas amenazas? La mejor manera de enfrentar un problema es prevenirlo. Cada región geográfica y cada sociedad deberán ser dueñas de su propia respuesta. La solución no puede ser de tipo genérico. Supongamos el caso de un desastre a gran escala, paliado con un diseño de arquitectura de emergencia, fabricado en serie, en versión única e invariable y con determinado material industrializado: muy posiblemente se agotarán las existencias de sus materiales o componentes antes de cubrir su objetivo; también es muy probable que su habilitación, mantenimiento o reemplazos sólo puedan ser efectuados por especialistas y con herramientas no disponibles en ciertas circunstancias. También existe el riesgo de que una solución genérica no se adapte bien a cada realidad local. Es preferible disponer de diversas alternativas que al implementarse simultáneamente no agoten la disponibilidad de recursos materiales o humanos, que se adapten a cada lugar y que no dificulten ulteriores reajustes o reparaciones. Dicho

⁵ Nairobi, la capital de Kenya y anteriormente de clima frío, estaba exenta de un peligroso mosquito que ahora puede reproducirse en el lugar.

de otro modo, ante la amenaza de los cambios climáticos, no hay que buscar “la solución”, sino una batería de soluciones que no se contrarresten entre sí al aplicarse de forma simultánea y que den opción a adaptaciones, corrección de errores y flexibilidades.

En todo caso, hay que considerar que toda respuesta debe cumplir tres compromisos: uno social, otro económico y otro ambiental.

CONCLUSIÓN

El clima es un sistema abierto, de difícil predicción. Las visiones simplistas ya no bastan en un marco de cambio climático. La arquitectura y el urbanismo requieren incorporar procesos de análisis integrales y complejos, que tomen en consideración factores que anteriormente eran invisibles o parecían despreciables.

Las ciudades o sociedades que dependan de pocos o un solo insumo (agrícola, turístico o de cualquier recurso susceptible de ser afectado por el clima) serán más vulnerables ante el cambio climático.

En conclusión, para enfrentar las amenazas del reposicionamiento global de la lluvia y el incremento de temperaturas, cada sociedad, de acuerdo con sus contextos geográficos, deberá encontrar sus respuestas, las cuales no deben ser genéricas, dependientes de factores externos, ni ajenas a cada realidad local. La sociedad debe pensar en diversas alternativas que puedan implementarse de manera simultánea, sin contrarrestarse entre sí y permitan ajustes. Con ello, se cumplirán los tres compromisos antes citados: social, económico y ambiental.

III

RIESGO EN LAS CONSTRUCCIONES POR CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

SONIA MERCEDES FUENTES PADILLA

INTRODUCCIÓN

La vinculación entre el desarrollo de un país, su población y su arquitectura no pueden aislarse de los problemas que surgen de la relación del hombre con todos los recursos que dispone: agua, tierra, bosques, entre otros, los cuales definen su medio ambiente natural. En la actualidad, todos los países del mundo afrontan el gran debate de la crisis ambiental, el cual está afectando a las ciudades de una forma sostenible.

Según el Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola (ICATA) (1987: VII), Guatemala es un país rico en cuanto en recursos naturales, culturales y humanos. En pocos lugares del mundo se encuentran, en tan sólo un centenar de miles de kilómetros cuadrados, tanta diversidad de especies silvestres y riqueza de suelos, tanta abundancia en especies forestales y diversidad climática, tanto contraste fisiográfico y variedad paisajística, así como un gran potencial para el desarrollo turístico. Esta riqueza en recursos naturales se ha visto afectada por factores naturales y antropogénicos, ya que nuestro país está susceptible de sismos, inundaciones, erupciones y la amenaza más grande: el crecimiento desmedido y poca o ninguna planificación de los poblados.

En la era actual de la globalización, el reto para poder proponer arquitectura sostenible y de menor impacto negativo para nuestro ecosistema es muy grande, en una sociedad en donde prácticamente ya todo está construido, la responsabilidad del arquitecto

y urbanista se duplica porque se trata de reinventar la forma de diseñar ante los riesgos y vulnerabilidades en los que el mundo se encuentra en la actualidad.

IDENTIFICACIÓN DE LOS MAYORES RIESGOS Y VULNERABILIDADES EN LA ARQUITECTURA GUATEMALTECA DERIVADO DE LOS FENÓMENOS NATURALES Y CAMBIOS CLIMÁTICOS

El *Atlas nacional de Guatemala* (MAGA, 2005) indica que este país cuenta con una superficie geográfica de 108 889 km, su población aproximada es de 11 millones de habitantes. El relieve que presenta en su mayoría tiene características diversas y complejas en las que se pueden identificar montañas con diferentes alturas, altiplanicies y valles.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, se menciona: “En ese sentido, se tienen dos orientaciones estructurales y fisiográficas, las cuales se conocen como: Sierra del Norte de América Central y la Provincia Volcánica. Según el Atlas Nacional de Guatemala” (MAGA, 2005).

Guatemala está dividida por cuatro provincias geológicas, las cuales son identificadas por la orientación en las que se encuentran ubicadas (figura 1). Dichas provincias se reconocen como:

- Planicie Costera del Pacífico
- Tierras Volcánicas
- Cordillera Central
- Tierras Bajas de Petén
- Y una quinta que se conoce como Tierras Metamórficas.

FIGURA 1

Mapa fisiográfico de Guatemala



Fuente: MAGA, 2005

Asimismo, dicho Ministerio manifiesta:

La diversidad observada tanto en su fisiografía o en las diferentes formas del relieve se debe fundamentalmente a su complejo proceso geológico, así como a su ubicación natural, dentro de una de las superficies geográficas del planeta, que experimenta continua actividad sísmica. Dentro de esta diversidad fisiográfica, destaca el Volcán de Tajumulco, cuya cima se encuentra a 4 272 msnm, por lo cual constituye el relieve más alto del país y de Centro América (MAGA, 2005).

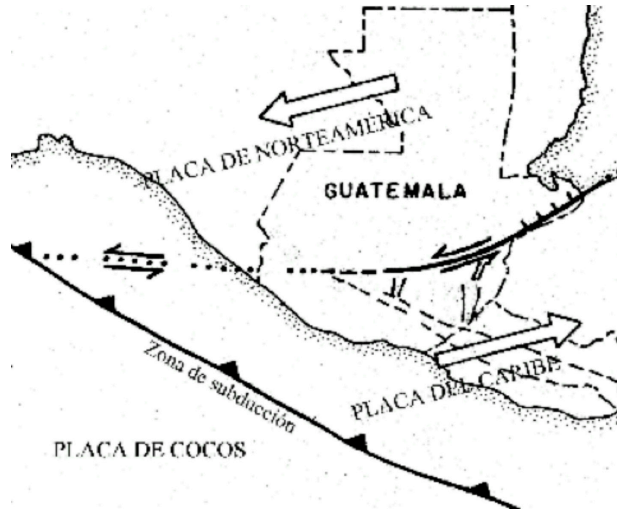
Entre los principales problemas que padece el medio ambiente guatemalteco se encuentran la deforestación, la erosión de suelos, el uso de agroquímicos, la contaminación del aire, suelo y alimentos, impactos industriales, la carencia de políticas para manejar el crecimiento de poblados en nuestro país.

Derivado de lo anterior, se logran identificar las principales vulnerabilidades que vienen en aumento y que en la última década han provocado desastres en Guatemala.

Placas tectónicas y amenaza sísmica

Las placas tectónicas en las cuales está repartido el territorio nacional de la República de Guatemala (figura 2) son las siguientes: Norteamérica, Caribe y Cocos. Cabe mencionar al respecto que “los movimientos relativos entre éstas determinan los principales rasgos topográficos del país y la distribución de los terremotos y volcanes. El contacto entre las placas de Norteamérica y el Caribe es de tipo transcurrente. Su manifestación en la superficie son las fallas de Chixoy-Polochic y Motagua” (MAGA, 2005).

FIGURA 2
Marco tectónico para Guatemala



Fuente: INSIVUMEH, 2018

El contacto entre las placas de Cocos y del Caribe ha dado lugar a una gran cantidad de movimientos telúricos por ser éstas de tipo convergente. El fenómeno provoca que la placa de Cocos se meta por debajo de la placa del Caribe, dicho fenómeno es conocido como subducción. La longitud del contacto entre estas dos placas es de aproximadamente 50 km y se encuentra frente a las costas del océano Pacífico.

A su vez, estos dos procesos generan deformaciones al interior de la placa del Caribe, produciendo fallas secundarias en Jalpatagua, Mixco, Santa Catarina Pinula, entre otras (INSIVUMEH, 2018). Como consecuencia de lo explicado con antelación, Guatemala ha sido víctima de un sinnúmero de eventos sísmicos que han sido reportados por los diferentes medios informativos del país.

En 1942, un terremoto de 7.9 grados vuelve a sacudir al país, pero a pesar de su fuerza no generó pérdidas materiales ni humanas. Todo indica que el mismo fue de carácter oscilatorio. En 1959 se produjo otro fuerte sismo en la región del Ixcán ubicado en el departamento del Quiché y la mayoría de los daños registrados se dieron en las viviendas y construcciones de adobe.

De los terremotos más destructivos que se hayan registrado en la historia presente en Guatemala fue en 1976. La magnitud de dicho terremoto fue de 7.5 grados, el cual se generó en la falla de Motagua. Es el terremoto que más víctimas humanas, desapariciones y destrucción material ha causado en el país.

FIGURA 3

Hotel Terminal después del terremoto de 1976



Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4324221>

FIGURA 4

Línea del ferrocarril después del terremoto de 1976



Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4324507>

Amenaza volcánica y el peligro de las erupciones

En la historia de Guatemala, la presencia y efectos de los volcanes siempre han tenido un papel protagónico.

Los volcanes son una parte importante de la historia de Guatemala. Desde tiempos inmemoriales, han hecho erupción violentamente, lanzando grandes cantidades de tefra y vertiendo ríos de lava que fluyen pacíficamente, creando capas de suelo aluvial en dirección al océano, y depositando minerales que han hecho que el suelo de la zona costera del sur del país sea muy fértil.

La agricultura y ganadería deben su desarrollo en gran medida a los volcanes, que convirtieron a la tierra en gran parte del territorio nacional en una fuente de riqueza, prosperidad y trabajo para miles de guatemaltecos, con suelos pastizales aptos para el ganado y grandes plantaciones de caña de azúcar.

Pero los volcanes también han sido responsables de destrucción y tragedias. La fuerza indomable e impredecible de estos colosos ha sido descrita desde que los primeros españoles se asentaron en

Guatemala en 1524. Tan impresionados quedaron los colonizadores que los volcanes dominan desde entonces los escudos de armas de Guatemala y el resto de Centroamérica.

Riesgos hidrometeorológicos

Al igual que los riesgos naturales descritos en los subincisos anteriores, Guatemala ha sido víctima de fenómenos hidrometeorológicos a lo largo de la historia, los cuales han dejado, como consecuencia, grandes pérdidas humanas y materiales. Los fenómenos más comunes identificados en Guatemala son ventarrones, correntadas, desbordamiento de ríos, lagunas, represas, entre otros, temporales, inundaciones, fuertes lluvias, huracanes, heladas, tempestades, granizadas, marejadas, tormentas eléctricas y sequías (Manuel Basterrechea y Asociados, 2000).

El huracán Mitch y la tormenta tropical Agatha cuentan como los fenómenos más destructivos que Guatemala ha sobrevivido después del Terremoto de 1976. Es imposible no relacionar estos cambios meteorológicos con los cambios climáticos, ya que en años anteriores, cuando no existía tanta contaminación ni depredación de los recursos naturales, las épocas secas y lluviosas de nuestro país estaban bien definidas y se presentaban de forma regular; sin embargo, con los años, las lluvias intensas, la saturación de los suelos, la deforestación constante han venido a agravar la situación de nuestro país en función de las inundaciones y deslaves que se dan y en nuestro país cada día se vuelve más vulnerable ante este tipo de desastres. El año pasado las autoridades registraron 270 emergencias a causa de la lluvia, como inundaciones, derrumbes y deslizamientos.

Huracanes en Guatemala y sus consecuencias

El huracán Fifi ingresó a las costas de Honduras entre el 16 y el 19 de septiembre de 1974 y tocó suelo guatemalteco, en Petén, el 19 a la medianoche, después de haber pasado por Belice, indica *Prensa Libre* en su edición del 21 de septiembre de 1974. Según los datos

estadísticos de pérdidas humanas y físicas Fifi ha sido considerado como uno de los más devastadores y con mayor fuerza destructiva, hasta el paso del huracán Mitch, en 1998.

El National Hurricane Center (Centro Nacional de Huracanes) de los Estados Unidos informó que el huracán Fifi era el más fuerte que durante el siglo pasado había azotado las costas de Honduras y golpeó las de Guatemala.

FIGURA 5

Portada del periódico *Prensa Libre*, en donde se anuncia daños por ciclones



Fuente: prensalibre.com

Desde Fifi hasta Adrián, transcurrieron 31 años en donde se registraron mayores acontecimientos que tuvieran relación con fenómenos hidrometeorológicos en el país. El huracán Adrián fue el primer ciclón tropical de la temporada de los huracanes en el Pacífico de 2005 afectando a El Salvador, Honduras y Guatemala.

En Guatemala, hubo evacuaciones a mediana escala en varios partes del país. Así también se declaró, por parte de la Coordinadora de Reducción de Desastres (Conred), un estado de máxima alerta mientras se esperaba que las precipitaciones torrenciales de Adrián provocaran inundaciones, indica el periódico de mayor circulación del país.

Se cuantificaron aproximadamente 400 mil personas afectadas y en riesgo por la tormenta. Lamentablemente murieron dos personas.

El huracán Mitch fue uno de los ciclones tropicales más poderosos y mortales que se han visto en el siglo xx. Este fenómeno se quedó estancado en territorio centroamericano del 22 de octubre al 5 de noviembre de 1998, su paso causó la pérdida de millones de dólares.

Por un lado, Guatemala, por medio de la Conred, fue designada para generar las alertas correspondientes al tener en puerta la entrada de tan poderoso huracán. Dicha institución hizo las recomendaciones pertinentes de precaución a todas aquellas personas que se encontraban en posibles situaciones de vulnerabilidad y advirtiéndoles a la población de todas las posibles consecuencias que podría acarrear Mitch.

Conred, por otro lado, se dedicó a preparar y abastecer los diferentes refugios y a evacuar a todas aquellas personas que se encontraban viviendo cerca de ríos, lagos y costas, recomendando a los barcos mantenerse en los puertos, aconsejando a la población a prepararse y buscar refugios y avisando sobre el desbordamiento potencial de algunos ríos. A pesar de los esfuerzos y las alertas, cuando Mitch tocó el suelo guatemalteco, se produjeron inevitablemente deslizamientos e inundaciones, las cuales dejaron aproximadamente 268 personas sin vida. De todos los países por los que pasó Mitch, Guatemala fue el más afectado.

En 2005 el huracán Stan afectó a Guatemala, El Salvador, sur y este de México, Nicaragua, Honduras y Costa Rica. Una de las principales ciudades dañadas del país fue Santiago Atitlán, ubicada en el altiplano de Guatemala, donde un grave corrimiento de tierra se produjo causando decenas de víctimas.

En 2010, la tormenta tropical Agatha proveniente del océano Pacífico afectó a Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras y México. En la población de Almolonga, situada también en el altiplano del país, los deslizamientos causados por la tormenta mataron a cuatro personas luego de destruir sus hogares. Las autoridades declararon el estado de emergencia durante la tarde del día 29, ya que las condiciones parecían empeorar.

Los principales impactos negativos fueron registrados como destrucción de muchos hogares, también se registraron en inundaciones generalizadas y hubo que realizar docenas de rescates de emergencia.

Se registraron 500 mm de lluvia, lo que provocó el crecimiento inmediato de los ríos que se dirigen hacia la costa del pacífico, provocando serios daños a viviendas y puentes. Por último, en 2007, se registró la tormenta tropical Bárbara, la cual fue considerada como el primer ciclón tropical de la temporada de huracanes en el Atlántico. Afectó al suroeste de México y Guatemala, destruyó grandes áreas de cultivo causando grandes pérdidas informó *Prensa Libre*, en su edición digital del 22 de diciembre de 2016.

GUATEMALA REACTIVA Y NO PREVENTIVA

Guatemala ha sido, a lo largo de la historia, un país sujeto de muchos riesgos y vulnerabilidades por las condiciones en las cuales está conformado su perfil geomorfológico y su ubicación geográfica. Paradójicamente y a pesar de conocer las características que componen a nuestro país, las diferentes catástrofes de las cuales Guatemala ha sido víctima, la cultura de prevención no se ha dado en el país. Muchas pueden ser las razones por las cuales el país es reactivo y no preventivo, pero todo se resume a un problema de educación y de voluntades y conveniencias políticas para poder obtener del desastre beneficios económicos, los cuales no siempre llegan a donde deberían.

Guatemala carece de planes de desarrollo integral, pues éstos se necesitan con urgencia, y si existieran, deberían ser acompañados de un aparato que se encargara de la gestión para llevarlos a andar. Las diferentes ideologías políticas que han llegado al poder de nuestro país, lamentablemente, no han tenido una actitud de continuidad de los planes que, de pronto, podrían ser beneficiosos para nuestro país.

ESTRATEGIAS DE PLANEACIÓN Y DISEÑO ANTE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES A RIESGOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS

La asesoría realizada por la empresa Manuel Basterrechea y Asociados, 2000 propone acompañar a las autoridades de Conred y brindarles asistencia técnica para llevar a cabo las siguientes acciones:

- Elaborar propuestas de plan de acción que se pueda ejecutar conjuntamente con Conred y Segeplan, para construir en el ámbito nacional un sistema de planificación para el desarrollo, que incluya las actividades de prevención, mitigación y respuesta a desastres.
- Realizar propuestas de cooperación, colaboración para la prevención, mitigación y respuesta a desastres por parte del sistema de Naciones Unidas, especialmente Unicef, en coordinación con Conred.
- Proporcionar a Conred las herramientas para que la información recabada se pueda actualizar constantemente, en sistemas que se instalarán o acondicionarán en la base de datos que posee la institución y estará conectada con aquellas que se encuentran en las universidades del país.
- Facilitar los programas correspondientes para que la diagramación de los mapas de vulnerabilidad sea actualizada periódicamente por Conred conjuntamente con IGN. Proporcionar información a las instituciones ligadas con la planificación estratégica y relacionada con los programas de desarrollo, para evaluar el impacto por desastres naturales.
- Apoyar a las organizaciones locales para llevar a cabo propuestas que contribuyan a preparar, elaborar, desarrollar y revisar planes en el ámbito local que contribuyan a la ejecución de planes de emergencia, sistemas de evacuación y fortalecer los planes de mitigación.

Paralelo a las directrices anteriores, la consultoría también propone las siguientes medidas enfocadas al diseño, planeación y ordenamiento (Manuel Basterrechea y Asociados, 2000).

- Políticas legislativas para el ordenamiento del uso del suelo y su mejor aprovechamiento, empleando para ello códigos adecuados de construcción al tipo de desastre que ocurre en el área de acuerdo con la zonificación regional.
- Propiciar el desarrollo económico en lugares apropiados y seguros.
- Creación de infraestructura para el desarrollo en zonas adecuadas con políticas a largo plazo, intersectoriales y espaciales, que faciliten el crecimiento económico social y cultural de las regiones con menores riesgos que desactiven las zonas propensas a catástrofes.
- Creación de programas de educación y capacitación comunitaria a todo nivel en las zonas propensas a desastres especialmente.
- Comunicación y capacitación pública, a través de programas de emergencia, fuentes de información y responsabilidades individuales.
- Capacitación escolar en todos los niveles educativos: primario, secundario y universitario profesional por medio de programas informativos.
- Capacitación técnica canalizada a las autoridades públicas y privadas responsables directamente del desarrollo, planificación y construcción en el ámbito nacional.

CONCLUSIÓN

Guatemala ha sido afectada constantemente por una serie de desastres naturales a lo largo de la historia: terremotos, inundaciones, huracanes, deslizamientos, entre otros fenómenos.

El terremoto de 1976 y el huracán Mitch en 1998 fueron fenómenos naturales que más han impactado negativamente a Guatemala, y al analizar dichos eventos es evidente que aquel país no cuenta con sistemas efectivos de prevención y mitigación. Algunas evaluaciones realizadas por expertos han tenido como resultado las

recomendaciones pertinentes para evitar a largo plazo más daños derivados de los desastres naturales, lamentablemente han sido acciones aleatorias y coyunturales, esfuerzos e intentos aislados que distan mucho de pertenecer a un plan integral de nación que promueva con efectividad la prevención de desastres.

Algunas instituciones internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas, han contribuido con el gobierno de Guatemala en algunas estrategias a mediano plazo, en especial después del huracán Mitch, pero tampoco han logrado generar en el país la conciencia necesaria para fomentar una cultura de prevención.

La Conred cuenta con muy poco apoyo económico y posee escasos recursos, le ha tocado mantener un papel más reactivo que preventivo a pesar de contar con planes de prevención.

El gobierno central debe priorizar los planes de desarrollo integral para asignarles los recursos necesarios para poder llevarlos a cabo y legislarlos para que, con los cambios de gobierno, éstos sean afectados lo menos posible.

La educación, actualización, divulgación y concientización de los planes de prevención y mitigación debe conocerse en todos los niveles educativos y sociales e involucrar a las comunidades para que se den de manera participativa y se mantengan en una constante actualización.

IV VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUITECTÓNICO EN MÉXICO

MARCOS MEJÍA LÓPEZ GABRIELA SÁNCHEZ ZAVALA

INTRODUCCIÓN

La tendencia inevitable del hombre a entender su pasado es la clave que comprende la pertinencia para que el patrimonio se conserve: testigo físico del conocimiento que se vuelve parte de la identidad de una comunidad para ser transmitido generacionalmente. Durante la Segunda Guerra Mundial, en 1942, surge la preocupación de los países europeos de reconstruir los sistemas educativos al término de la guerra. Es cuando se lleva a cabo la Conferencia de Ministros Aliados de Educación (CAME) en Inglaterra. El rápido crecimiento del movimiento llamó la atención de países de todo el mundo, incluyendo Estados Unidos de América.

Consecuentemente, en 1945, se organizó una conferencia de las Naciones Unidas, donde se discutieron temas sobre educación y cultura. En este evento, 37 países firmaron para que se integrara la Unesco, concretando su función.

El objetivo de dicha organización es modernizar e impulsar el progreso de las naciones del mundo sin que pierdan su identidad y diversidad cultural mediante la orientación de las sociedades a una gestión eficaz para su desarrollo a través de sus recursos naturales y valores culturales. Así como salvaguardar el patrimonio cultural.

Hacia 1964, la *Carta de Venecia*¹ asentó los conceptos principales que engloban a la Restauración.

¹ También se conoce como *Carta Internacional para la Conservación y Restauración de Monumentos y Sitios*.

DEFINICIONES

Monumento

De acuerdo con la *Carta de Venecia* el monumento se define como: “La creación arquitectónica aislada así como el conjunto urbano o rural que da testimonio de una civilización” (1965 [en línea]).

Es aquel que constituye la memoria de la humanidad que enmarca el pasado.

La restauración tiene como finalidad reestablecer la unidad formal de un monumento para revelar sus valores históricos, técnicos y estéticos.

La conservación busca detener las alteraciones inevitables del inmueble y así prolongar su ciclo de vida, funcionamiento y retener su importancia cultural (*Carta de Venecia*, 1964). El mínimo de pérdida posible se garantizará solamente poniendo en práctica los principios de conservación descritos en las cartas internacionales (tabla 1) y apeándose a la normatividad de protección del sitio.

TABLA 1
Prácticas de conservación

<i>Intervención mínima</i>	<i>Pérdida mínima</i>	<i>Reversibilidad</i>	<i>Sostenibilidad</i>	<i>Legibilidad</i>
Procedimientos fundamentados en investigación con materiales y procesos originales.	Trabajos básicos. No se busca el embellecimiento.	Las intervenciones realizadas deberán ser susceptibles de correcciones por necesidades que surgen a lo largo del tiempo.	Protección a largo plazo por buenas prácticas de mantenimiento que garanticen la longevidad del monumento integrando este a la naturaleza.	Las intervenciones deberán ser distinguibles y no darán pie a la falsificación de elementos. Permitir reconocimiento científico.

Fuente: INAH, 2017

Se define patrimonio a los recursos de una civilización del pasado que transmiten información histórica, artística o científica y que tienen un valor universal al día de hoy.

Existen tres catalogaciones principales dentro del patrimonio:

TABLA 2
Catalogaciones del patrimonio

<i>Patrimonio de origen cultural</i>	Arquitectura monumental, obras de escultura, obras de pintura, y estructuras arqueológicas. Conjuntos: construcciones aisladas que se integran con el paisaje por su arquitectura. Lugares: obras del hombre que en conjunto con la naturaleza dan valor estético, etnológico y antropológico al contexto.
<i>Patrimonio de origen natural</i>	Son monumentos formados por la naturaleza y el cosmos, con valor excepcional.
<i>Patrimonio de origen mixto</i>	Se refiere a los monumentos que involucran características de los anteriores.

Fuente: INAH, 2017

Una vez realizada la intervención del patrimonio, debe seguirse con el mantenimiento gestionado para evitar el deterioro.

IMPORTANCIA DE LA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO

Cuando en un lugar existe patrimonio, se debe al valor que se le da al objeto. Dicho valor se establece por expertos con la participación de la comunidad, basándose en objetivos concisos de conservación, disponibilidad de datos que verifiquen su autenticidad y un estudio de la excepcionalidad de su carácter patrimonial (Orbasli, 2008). Entre más valores se analicen y demuestren, mayor identificación y arraigo existirá por parte de la comunidad y se asegurará la conservación para su beneficio.

La Unesco describe al patrimonio como el *capital cultural* de las sociedades contemporáneas. Económicamente, el consumo de bienes culturales equivale al 3.2 % de la aportación anual al PIB en México, es decir, 661 505 millones de pesos; del cual sólo 1.5 % proviene directamente del patrimonio material y natural. Sin embargo, la venta de artesanías, la formación y difusión cultural en el sitio aportan 23.3 % (INEGI, 2017).

Durante 2017, México se posicionó por primera vez en el sexto lugar de la lista de países más visitados alrededor del mundo, con más de 39 millones de turistas, siendo la riqueza patrimonial histórica la principal causa de atracción (OMT, 2018).

VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO

En la actualidad, el patrimonio edificado se ve altamente vulnerable al cambio climático, desastres naturales y problemas sociales que abarcan la educación, salud, emigración, urbanización, entre otros; es por eso que debe considerarse, no sólo frente a desastres y situaciones ambientales, sino también con mantenimiento habitual e intervenciones de restauración. De este modo, la sociedad podrá relacionarlos con la problemática actual y se involucrará a mantener su valor, significado y funcionamiento en el futuro, obligando a las autoridades a tomar decisiones para salvaguardar el patrimonio edificado sosteniblemente (Unesco, 2014).

Para que esto funcione, la Unesco propone un marco multidimensional y un método de cálculo, en el ámbito nacional, que evalúa las propuestas y acciones de las autoridades públicas, así como la participación ciudadana que funciona como indicador nacional, por medio de los siguientes componentes:

1. Registros e inscripciones: revisar, reorganizar y actualizar catálogos que involucren al patrimonio catalogado de un país y que son merecedores de protección oficial que sea manejado con la prioridad que merece el ámbito cultural (30 % del indicador final).

2. Protección, salvaguardia y gestión: parte de la medida en que las autoridades aseguran la conservación y valorización: aprobación específica de medidas, infraestructuras y disponibilidad de presupuestos destinados a salvaguardar.
3. Creación de capacidades y conocimientos: formación académica y capacitación para que los involucrados tengan el perfil necesario, así como un margen de lo que procedería de acuerdo con cada situación.
4. Participación comunitaria: esfuerzo por parte de las autoridades para considerar a los habitantes autóctonos en la resolución de varias alternativas y gestión relacionada al patrimonio (40% del indicador final).
5. Transmisión y movilización de apoyos: poner al alcance de las comunidades la información de riesgos a los que es vulnerable su patrimonio, por medio de señalética, campañas de prevención y protocolos de seguridad. En este punto, se atienden también las inversiones de promoción del patrimonio por parte del sector privado y público (30 % del indicador final) (Unesco, 2014).

El propósito de este marco es generar una imagen global con las fortalezas y debilidades de los esfuerzos de las autoridades por difundir la sostenibilidad del patrimonio poniendo al alcance información como:

- Los métodos de un país para catalogar su patrimonio, así como los requisitos para inscribirlo en los ámbitos nacional o internacional.
- El grado en que las autoridades públicas aplican políticas y medidas clave que comprendan desastres naturales o actividades ilegales que afecten al patrimonio y promuevan la conservación de éste.
- La manera en que las autoridades han promovido el rescate del patrimonio logrando la participación e interés ciudadano.

Al mismo tiempo, la intención de este proyecto es evidenciar la prioridad de conservación del patrimonio por parte del Estado; poniendo en marcha los puntos expuestos anteriormente.

Este plan de gestión debe ser único y planeado respecto al sitio de estudio y especificar la postura del propietario en relación con el uso y función del inmueble (en caso de que el patrimonio no pertenezca al Estado) para buscar una estrategia donde las posturas se apeguen al marco de patrimonio sostenible. Si así lo requiere el sitio, podría existir más de un plan de gestión para el mismo lugar.

Complementando lo anterior, existen diferentes organizaciones para concientizar sobre planeación y prevención de desastres que consideran la vulnerabilidad del patrimonio como son el GFDRR (por sus siglas en inglés, Fondo Mundial para la Reducción de Riesgo de Desastres), UNISDR (por sus siglas en inglés, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastres) y ONU-Hábitat (por sus siglas en inglés, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos), universidades, así como centros de investigación, tienen como objetivo establecer estrategias de desarrollo urbano.

ESTRATEGIAS DE RESILIENCIA

Retomando los conceptos del capítulo uno, resistir y recuperarse de los imprevistos de manera eficiente y oportuna es tan necesario que está llamando la atención en el ámbito mundial. La planeación de ciudades resilientes debe involucrar debilidades y fortalezas de medio ambiente, sociedad, economía y política, entre otros.

En noviembre de 2014, se llevó a cabo la primera Cumbre de Oficiales en Jefe de Resiliencia (CRO) en el mundo, donde se eligieron 100 Ciudades Resilientes (100RC), entre ellas la Ciudad de México, para romper fronteras y compartir soluciones contra el cambio climático.

100RC plantea una metodología para definir una estrategia resiliente aplicable a cualquier ciudad y que se divide en dos fases explicadas en la figura 1.

FIGURA 1

Fases para definir una estrategia de resiliencia



Fuente: The Rockefeller Foundation, 2016

En la fase uno, se recopilan datos de la urbe y se involucra a la comunidad para entender el funcionamiento actual de la ciudad, así como sus problemáticas para crear un plan preliminar de trabajo que describa dónde y por qué se enfocará la estrategia.

La siguiente fase (figura 2) propone iniciativas y proyectos que atacan lo observado previamente. Se analiza de lo general a lo particular y se plantean opciones de financiamiento y se exponen los modelos de riesgo de cada caso.

FIGURA 2

Fase 1 para definir una estrategia de resiliencia



Fuente: The Rockefeller Foundation, 2016

La estrategia funciona, por último, como guía para definir las prioridades que resolver en una ciudad en diferentes plazos. Todas las estrategias deberán actualizarse conforme se vayan aplicando, considerando también el crecimiento de la ciudad, los desastres que pudieran presentarse, la normatividad ajustada y cualquier imprevisto que se diera.

Motivada por esta cumbre, en 2016, la Ciudad de México publicó la primera estrategia de resiliencia en el país y la incluyó en la *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*, volviéndose obligatoria de aplicar para todas las dependencias gubernamentales y se resume en cinco ejes principales:

- Eje 01. Fomentar la coordinación regional: crear, impulsar y apoyar proyectos regionales que contribuyan a la resiliencia.
- Eje 02. Impulsar la resiliencia hídrica como nuevo paradigma para el manejo de agua en México: reducir la desigualdad hídrica promoviendo el uso sustentable mediante la planeación de recursos.
- Eje 03. Planear la resiliencia urbana y territorial: proteger suelos de conservación y reducir riesgos a través de la planeación.
- Eje 04. Favorecer aspectos de traslado, con sistemas integrales y seguros.
- Eje 05. Desarrollar la innovación y capacidad adaptativa: integrar los principios de resiliencia al equipamiento existente y nuevos proyectos a través de la participación ciudadana, revisar y ajustar la normatividad de la ciudad para que contemple las propuestas de la estrategia (Sedema, 2016)

Entre otras características, la estrategia plantea los conceptos *reflexiva*, donde se evalúan experiencias pasadas para informar las decisiones de transformaciones futuras; *robusto*, con sistemas administrados para resistir a cualquier crisis sin daños estructurales o pérdida de funcionamiento; *redundante* e *ingenioso*: capacidad creada para adaptarse con diversas vías que resuelvan la misma necesidad;

flexible, respuesta dinámica según la situación lo requiera; e *inclusivo* o *integrado*: considerando los factores sociales, económicos e institucionales que pudiesen interferir (Sedema, 2016).

A pesar de que la estrategia de la Ciudad de México es buena, en la actualidad, no contempla al patrimonio histórico-arquitectónico dentro de ningún eje. Cabe mencionar que dentro de la metodología de planeación de estrategias de 100RC se demanda la actualización y mejora constante de éstas, por lo que en este trabajo se sugiere la aplicación de las mismas estrategias enfocadas a una gestión resiliente que involucre al patrimonio, ya que todos estos conceptos también pueden y deberían ser aplicables en esta rama bajo un enfoque de resiliencia ambiental (respuesta a condiciones climáticas), sociocultural (el apego de identidad, tradiciones y costumbres que genera una comunidad a través del tiempo) y socioeconómico (relación entre productividad y bienestar social administrando los recursos con la participación de la gente).

No obstante, se deben considerar los aspectos de vulnerabilidad particulares del patrimonio que serían un obstáculo al aplicar los modernos modelos de mitigación, principalmente, por las restricciones de normatividad en cuanto a intervenciones en el inmueble protegido. Como alternativa, se ha planteado una metodología que permita identificar y controlar los factores que interfieren en la resistencia de los inmuebles.

METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LA VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO

Esta metodología surge de la relación de las tres categorías principales de resiliencia: ambiental, sociocultural y socioeconómico. Se integra por dos fases (figuras 3 y 4) de una restauración en el patrimonio histórico construido: recopilación de información, análisis, diagnóstico, intervención y abarca de lo macro (urbanístico) a lo micro (construcciones en particular) (Rehabimed, 2007 a).

FIGURA 3

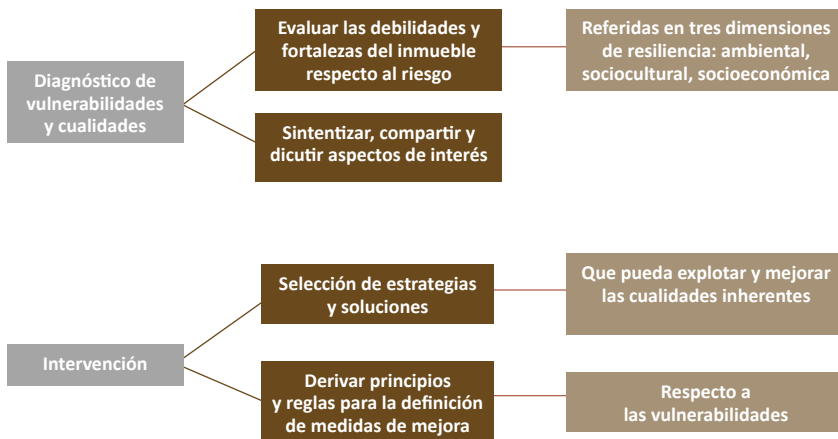
Fase de análisis para definir una estrategia de resiliencia



Elaboración propia con base en Fatiguso *et al.*, 2017

FIGURA 4

Fases de diagnóstico e intervención para definir una estrategia de resiliencia



Elaboración propia con base en Fatiguso *et al.*, 2017

Vulnerabilidad del patrimonio del núcleo central histórico de Toluca

Con base en la metodología observada, aplicada en práctica de asentamientos históricos del mediterráneo, el presente trabajo utilizará brevemente los puntos expuestos dentro del núcleo central histórico de Toluca.

Fase del análisis

Análisis histórico-geográfico

El bosque de las Cruces delimita el Valle de Toluca de la zona de la Ciudad de México. La cuenca del Lerma hidrológicamente comprende este valle.

Registros mencionan el año 600 como comienzo de la llegada de grupos de matlazincas, principalmente, asentándose en el cerro de Tolotzin o Toloche (ubicado en la sierrita que domina la vista de la plaza de los mártires, y la vertiente del río Verdiguél se asomaba a un lado de esta plaza). En esta serranía fueron conquistados por los aztecas en 1474. Como asentamiento urbano sólo existió hasta la llegada de los españoles en 1522. La ciudad se encuentra a 2 680 msnm.

La ciudad de Toluca, en un principio conocida como villa, fue fundada y planificada por los conquistadores españoles. El primer plano (figura 8) se delineó el espacio denominado hoy Los Portales, y contiene los vestigios de la primera iglesia levantada por los franciscanos. El interior de la villa de Toluca, o de San José como fue originalmente, se consolidó por las edificaciones religiosas que se levantaron para evangelizar a sus pobladores.

Análisis urbano-arquitectónico

La centralidad de la población se formó por seis fases:

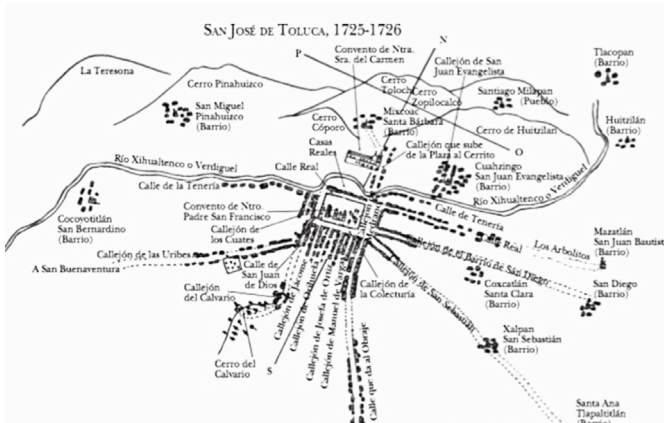
Fase 1 (1522-1819)

La traza urbanística es ortogonal y dentro del núcleo se emplazó una plaza de armas. Con la delineación del virreinato. Se componía de

seis o siete barrios y, para 1725, tenía una superficie de 21.36 hectáreas (Quezada, 1996).

Se puede decir que la Villa de San José de Toluca, hacia 1725, siglo XVIII, tuvo como geometría un núcleo rodeado de pequeños centros de barrio (figura 5). La concentración poblacional rodea a las iglesias y dio la base de estructuración de caminos, cuadras y espacios ciudadanos contemporáneos.

FIGURA 5
Cartografía de la ciudad de Toluca en el siglo XVIII



Fuente: Romero, 1973

En el centro de la población, se erigió el Convento Franciscano de la Asunción y en el norte el Convento del Carmen, por esta razón la plaza central se encuentra en medio de estas dos congregaciones.

Para 1791, la estructura compacta y reticular con composición dispersa al norte se mantenía, rompiéndola sólo por el trayecto del río Verdigué, que se comenzaba a contaminar por desechos. Esta morfología integraba calles empedradas, callejones y casas vernáculas, según se puede apreciar en los viejos mapas.

En 1799 el sitio es declarado ciudad mediante *Cédula real*. Pero hasta 1812 el ayuntamiento de la ciudad se establece, dándole autoridad política.

El espacio Plaza Central, antes Plaza de Armas, funge como núcleo, concentrando acciones de gobierno, comercio y religión del urbanismo virreinal. La organización socioespacial siguió el esquema jerarquizando y fragmentando socioeconómicamente, como funcionaba en aquel tiempo en el virreinato (Bordsdorf, 2003).

Fase 2 (1820-1939)

Años más tarde, le otorgan la denominación de municipio en 1824 y seis años más tarde se convertiría en capital institucional del Estado de México (figura 6). En esta fase, inicia un crecimiento de la población en la región que se despliega al sur, oriente y poniente que conserva su morfología policéntrica religiosa que se puede observar en la figura 6 (Liévanos, 2016).

FIGURA 6
Mapa de Toluca, 1837



Fuente: Real Academia de Historia, 2010

En la figura 6 se puede observar claramente el curso del río Verdiguél, que atraviesa el centro. Se tomará de referencia posteriormente.

El nombramiento como capital atrajo burócratas y trabajadores industriales, lo que desencadenó construcciones de gran importancia como Los Portales (1836), que quitaron relevancia al Convento Franciscano y convirtieron el centro de espacio religioso, en un lugar activo de mercadeo y actividades públicas limitando la plaza central de Toluca y construcciones políticas (GEM y SDU, 2010).

Aunado con esto, en 1880 se introduce el Ferrocarril Mexicano en época del porfiriato, y Toluca se convierte en la conexión de la Ciudad de México con el occidente del país. No cabe duda que el ferrocarril trajo crecimiento económico; también se remodelaron edificios públicos y se introdujeron aspectos como agua, drenaje, mejora de vías, luz eléctrica, monumentos y jardines públicos. El área central tuvo una expansión hacia el área ferroviaria al oriente de la ciudad, incorporando servicios de transporte y actividades del sector terciario a lo largo de sus calles.

Al final de la etapa, en 1930, Toluca albergó a una población de 41 234 habitantes y estaba constituida por 10 barrios con identidad propia (Liévanos, 2016).

Fase 3 (1940-1960)

Debido al crecimiento y la industrialización de la zona, resulta una reconfiguración urbana de barrios fundacionales, la expansión genera conurbaciones con las localidades rurales al municipio. La morfología del centro se mantiene, sin embargo, hay un crecimiento lineal sobre Paseo Colón, conectando a Toluca con Capultitlán.

Para esta época hubo un incremento positivo de la industria, comercio y los servicios. En 1955 comienza la zona industrial en la trayectoria de la autovía que va de la ciudad de México a la de Toluca, que impactó como el primer paso para la metropolización de la zona, ya que unificó municipios aledaños de la zona. También se consolida y termina el policentrismo barrial religioso, ya que se edifican nuevos y amplios espacios de vivienda populares.

Fase 4 (1960-1980)

La compactación de la ciudad deja de existir y el centro pierde algo de prioridad con el crecimiento comercial en otras zonas de la ciudad. Para el final de esta fase de restructuración funcional, se pueden distinguir cinco zonas de la metrópoli: 1. Núcleo central, el origen de la ciudad. 2. Corredor industrial al oriente. 3. Zonas habitacionales al norte, principalmente dada la conurbación con Metepec. 4. En el este de la capital se incluye una zona o localización secuencial de tiendas de firma. 5. Nuevo núcleo comercial y de servicios en la terminal de autobuses (Hoyos, 2005; GEM y SDU, 2010).

Fase 5 (1980-2000)

Aquí se consolida el área metropolitana y comienza a integrarse funcionalmente con la zona metropolitana de la capital del país, con la puesta en marcha de la autovía de Ciudad de México a Toluca, así como la construcción del moderno aeropuerto Adolfo López Mateos de Toluca con alcance internacional en 1983. Obras que impulsaron mejora y bienestar para la población y el territorio. Para este momento, la población de Toluca era de 357 071 habitantes y la ZMT se integraba por siete localidades aledañas como Metepec y Lerma, entre otras. Con cerca 900 mil pobladores en la ZMT.

Con el temblor de 1985, se incrementó la población en el valle dada la cercanía con la Ciudad de México y su expulsión poblacional.

La ciudad sufre una descentralización de las actividades económicas y Metepec se solidifica como un nuevo núcleo de servicios, dado el crecimiento provocado por el sector habitacional y la construcción de plazas comerciales (Liévanos, 2016).

Fase 6 (2000-actualidad)

Para 2010, la zona metropolitana del valle consta de 15 municipios y concentra 819 561 habitantes (INEGI, 2017). En esta fase se presenta policentrismo metropolitano mediante una reconfiguración urbana

y sus centralidades. A pesar de que existen 10 subcentros urbanos, el centro histórico conserva la jerarquía.

Análisis funcional

Fase 1. Evangelización y urbanización del sitio.

Fase 2. Economía mercantil. El centro de los barrios eran los templos católicos. Comienza la industrialización del valle por actividad ferroviaria.

Fase 3. Actividad agrícola e inicio de urbanización.

Fase 4. Inicio y consolidación de industrialización.

Fase 5. Consolidación de la metrópoli.

Fase 6. Nueva geografía de la zona metropolitana.

Para el caso particular del caso de estudio, el centro histórico ha mantenido un funcionamiento administrativo, mercantil y de recreación con escasez de vivienda histórica. Sin embargo, en los últimos años, se presenta ya una gentrificación que es posible observar en la construcción de grandes edificios habitacionales de alto costo.

Todo núcleo histórico concentra la totalidad de actividades humanas y esta centralidad da la balanza para un asentamiento humano, y el centro histórico de Toluca no es la excepción:

- Función simbólica: identidad histórica de la ciudad.
- Función utilitaria con diversos tipos de asentamiento político espacial como el estatal y municipal.
- Funcionamiento económico a partir de la localización de principales oficinas bancarias y de negocios como ciudad industrial.
- Función derivada del intercambio comercial: mercados y comercio de distintos tipos.
- Funciones que muestran difusión cultural variada desde la educativa hasta la artística.
- Funcionalidad del tejido social: espacios de esparcimiento y ocio para todos los niveles socioeconómicos (Carrión, 2010; Liévanos, 2016).

Análisis normativo

En México, la normatividad que involucra al patrimonio es escasa. Derivada de esta reflexión, se mencionan dos de las relevantes que la regulan:

Ley Federal de Bienes Nacionales, 1994. Es una ley muy determinante acerca de los bienes patrimoniales pertenecientes a México. Además, regula la adquisición, requerimientos, así como trámites en el ámbito nacional del dominio de los inmuebles propiedad del país. Interviene también en el ámbito legal para la observación y revisión de la correcta administración, protección y conservación de éstos (Profepa, 2016).

En la Ley Federal sobre Monumentos Artísticos e Históricos y Zonas Arqueológicas (2018), se establece que la investigación como base, así como el aporte de varias áreas científicas, tecnológicas y artísticas son fundamentales para la conservación patrimonial mexicana. Todos los monumentos sin importar su cronología son propiedad de la nación. Y su relevancia pertenece a la colectividad de México siendo propiedad pública o privada. Por lo tanto, sus propietarios deberán conservarlos, siendo todas las intervenciones aprobadas y monitoreadas por el instituto correspondiente.

Cuando el propietario del inmueble no haya intervenido para conservarlo, el instituto a cargo efectuará las obras de conservación y restauración, siendo la Tesorería de la Federación quien aporte la remuneración económica para llevarlas a cabo.

Diagnóstico de vulnerabilidades y cualidades

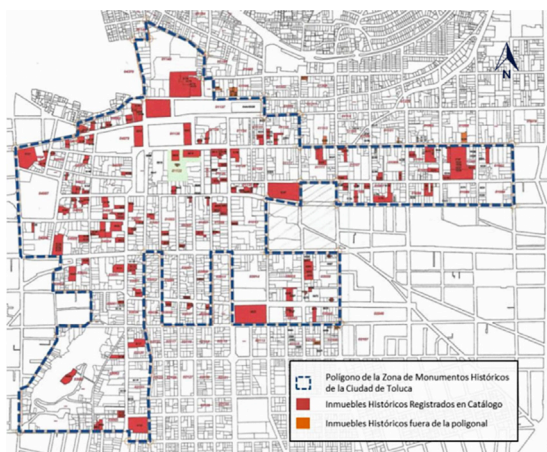
Con base en el análisis descrito en los apartados anteriores, el método RehabiMed (2007 b) sugiere un diagnóstico enfocado en los ámbitos de resiliencia (ambiental, sociocultural y socioeconómico) y toma en cuenta los factores de riesgo que se presentan. Las vulnerabilidades se identifican proyectando el futuro de la evolución de riesgos, mientras que las cualidades de acuerdo con el desempeño de las condiciones generadas en el sitio histórico superarán las

presiones ambientales, sociales y económicas. Esta condición provocará que sean monumentos resistentes, receptivos y adaptativos en la actualidad (Fatiguso *et al.*, 2017).

El centro histórico (figura 7) comprende el polígono de siete colonias: Clara, Centro, Santa Bárbara, La Merced, 5 de Mayo, Francisco Murguía (El Ranchito) y El Calvario. Y se extiende a lo largo de Paseo Colón (recortado en la imagen). Se conforma por 145 ha, con 76 manzanas. Además, existen inscritos como patrimonio catalogado 179 inmuebles, que pertenecen a los siglos desde el XVI al inicio del XX.

FIGURA 7

Plano de monumentos históricos de la ciudad de Toluca dentro del centro histórico



Fuente: Implan, 2013.

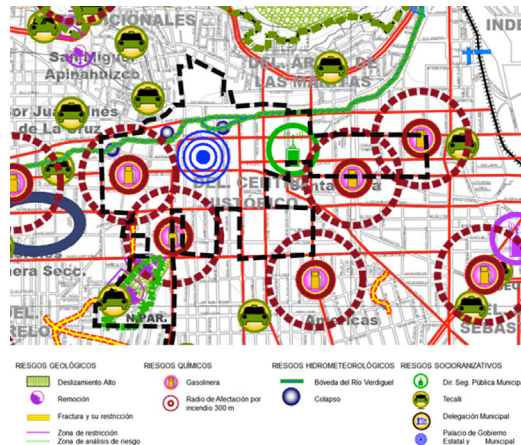
En 2016, el grupo encargado de la salvaguarda de la población y la ciudad en Toluca anunció una integración de 152 inmuebles protegidos por el INAH al *Atlas municipal de riesgos*. Dicha acción busca privilegiar el análisis de los eventos de desastre naturales o antrópicos, antes de que se manifiesten; asimismo se planean las estrategias de protección civil. De igual manera, se pretende informar

a la sociedad de Toluca el tipo de riesgos a los que se encuentra expuesta con la finalidad de lograr su participación (CMPC, 2016). Pese a que existe la difusión de planeación de estrategias para prevención de riesgos, no existen planos actualizados con acceso al público; el más reciente, de 2013, no contempla los daños ocasionados por el sismo de septiembre de 2017.

En el siguiente plano, se muestran los riesgos que en la actualidad existen dentro del polígono del centro histórico (figura 8).

FIGURA 8

Plano de riesgos en Toluca dentro del polígono de su núcleo histórico-arqueológico



Fuente: Sedum, 2013

El centro histórico de Toluca se presenta vulnerable ante los siguientes aspectos:

Riesgos geológicos

Principalmente en el cerro El Calvario que presenta riesgos de deslizamiento alto, remoción, fractura al oeste, una zona de restricción que no se encuentra respetada, ya que existen asentamientos de

servicio y vivienda y una zona general de análisis de riesgo. Según el plano de monumentos históricos, estos riesgos comprometen seis edificios de patrimonio cultural, los cuales son la iglesia de San José El Ranchito, capilla de Nuestro Señor de El Calvario y algunas casonas del siglo XVIII y XIX.

Riesgos químicos

Por explosión de gasolineras con radios de 300 m por incendio, que afectan alrededor de 75 inmuebles catalogados, entre los que destacan la Alameda Central, museos y casonas que la rodean, el Teatro Morelos, Plaza González Arratia, entre otros.

Riesgos hidrometeorológicos

En este punto se encuentra el riesgo más latente del polígono, ya que existen tres puntos de colapso que ponen en riesgo monumentos como el edificio del Tribunal Superior de Justicia, el conjunto de Cámara de Diputados, el conjunto del Teatro Morelos, el Palacio de Gobierno y algunas casonas que hoy son museos y el conjunto que hoy se denomina Paseo Molino.

Antecedentes del río Verdiguél

A inicios del siglo XIX, la Diputación de Toluca emprendió un desarrollo de obras relacionadas con el agua de la ciudad, se retiraron los obstáculos del río, con ello se prolongó su longitud y se niveló el cause. Dado que el crecimiento se generaba por los escurrimientos del cerro La Teresona, se niveló también el terreno. En la calle Independencia, se construyó un bordo y un muro de mampostería para evitar inundaciones.

En 1874 se propone embovedar el río, ya que era utilizado como desagüe de aguas negras de la ciudad y no había ninguna estrategia de limpia o rescate, sin embargo, la propuesta fue rechazada debido a

que los habitantes se negaron a ceder sus tierras para la construcción. Es hasta 1944 que comienza el embovedado por etapas.

Hoy en día, el ancho del río es de 4.65 metros y su caudal se extiende a más de cinco metros. La Ley General de Aguas establece que las fajas pueden tener un límite de 10 metros (CMPC, 2016). Es decir, existe una restricción de 10 metros por derecho de vía nacional, previniendo riesgo por colapso de la bóveda que causaría inundaciones de aguas residuales y pérdida de vidas, así como de edificios con valor histórico para la ciudad. Existen estudios que demuestran que el río ya sale de su propio afluente. En la tabla 3 se sintetizan los datos relevantes de la bóveda:

TABLA 3
Longitud del río Verdiguél en su trayectoria

	<i>Longitud</i>	<i>Inmuebles en riesgo</i>
Extensión total	37 150 m	
Longitud a cielo abierto	28 163 m	
Longitud de la bóveda	8 978 m	398
Longitud de la bóveda en zona de riesgo inminente	3 144 m	158
Longitud de la bóveda en la zona territorial de riesgo	5 843 m	240

Fuente: CMPCB, 2016

Finalizando con este riesgo, a lo largo de los años, se han presentado siete importantes colapsos, inundaciones, desbordamientos y falla en los muros de mampostería, consecuencia de que las construcciones se ejecutaron de manera emergente y temporal. Las condiciones actuales de la bóveda no garantizan el adecuado comportamiento ante las cargas a las que se encuentra sujeta, por lo que es una zona de riesgo permanente para el tránsito vehicular, edificaciones y servicios que se encuentran sobre ésta y que no se apegan a las restricciones que marca la ley (Vera Noguez *et al.* 2002).

*Riesgos sociorganizativos: Dirección de Seguridad Pública
y Palacios de Gobierno Estatal y Municipal*

Fase de intervención

El *Plan de Desarrollo Municipal de Toluca (2016-2018)* y la Coordinación Municipal de Protección Civil han publicado dos estrategias de auxilio para atender los desastres en el momento, la primera es “propiciar la coordinación en la atención de emergencias, siniestros o desastres”, la cual busca generar programas de comunicación social de emergencia que promuevan el desarrollo coordinado de alerta temprana ante riesgos y desastres, también se proponen esquemas operativos metropolitanos de coordinación de emergencias, que desarrolla e instrumenta el Centro Municipal de Operaciones en Protección Civil (CMOPC) como máximo organismo en ejecución en presencia de desastres. Asimismo, se establece un manual los lineamientos a los que debe acatarse la operación durante el siniestro, se diseñan e implementan esquemas para el CMOPC y se actualizan actividades durante un desastre.

La segunda estrategia tiene como objetivo “fortalecer la operación y coordinación de bomberos” que busca dotar a los elementos de protección civil de todos los materiales necesarios para intervenir en cualquier situación de desastre, realizar convenios con instancias de protección civil y emergencias médicas para la mitigación de accidentes, propiciar la capacitación del personal según las especialidades de auxilio que se requieran, entre otros aspectos.

También se plantean estrategias de recuperación que establezcan acciones para lograr la vuelta a la normalidad y mejorar las zonas afectadas, contando con estudios e investigaciones recientes que generen advertencia científica y se incentive una cultura paliativa de peligros y amenazas en la ciudad, según experiencias con los desastres proporcionando el apoyo necesario a la población afectada. Cabe mencionar que los programas estatales y federales deberán establecer líneas de acción, claras y específicas que contempla el diseño participativo, con colaboración especializada, así como financiamiento de las reconstrucciones necesarias.

Una vez superado el desastre habrá una evaluación de daños humanos (lesionados, desaparecidos, muertos) de la misma manera que una evaluación de daños materiales por medio de dictámenes que determinen las condiciones de seguridad de la zona afectada; si la evaluación determina que la zona no es segura, se acordonará y se evitará el paso de los usuarios al inmueble. Sólo si no hay daños que comprometan la estabilidad del edificio, se podrá continuar ocupándolo.

CONCLUSIÓN

Por último, cabe resaltar la importancia del patrimonio en una sociedad, ya que no suele tenerse en cuenta en las estadísticas mundiales de riesgos y vulnerabilidad.

No se conocen estudios que incluyan la interrelación entre los riesgos actualizados y el patrimonio de la ciudad de Toluca. Una estrategia, particularmente para estos inmuebles, pudiera ser la restauración o modernización de éstos, con el fin de reforzar con técnicas tradicionales para dar continuidad cultural y técnica al sitio y así preservar la identidad histórico-arquitectónica que escasea en la ciudad.

Es importante que el municipio de Toluca plantee escenarios que pongan a prueba la capacidad de resiliencia del centro histórico y sus alrededores, así como la intervención de la sociedad. Hoy en día, los usuarios temporales de todos estos edificios históricos no conocen un protocolo de actuación durante y después de un siniestro, a pesar de que existen riesgos inminentes catalogados en la zona.

V

VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO URBANO EDIFICADO EN EL PUEBLO MÁGICO DEL MUNICIPIO DE METEPEC, ESTADO DE MÉXICO

IGNACIO MENDIOLA GERMÁN

INTRODUCCIÓN

¿Qué es el patrimonio? Cuando se trata el punto del patrimonio es recomendable recordar su definición. El origen del concepto se remonta a la raíz latina de *pater*, ‘padre’ y *-monium*, ‘recibido’, que se expresa con la idea de lo recibido por línea paterna. Por tanto, el patrimonio en cada territorio se va a relacionar con la cultura, la cual conlleva tradiciones y costumbres. También se reconoce que en todos los colectivos humanos aparece la idea de bueno y poder. Ambas ideas, de jerarquía positiva, han regulado la cultura.

En el caso de la edificación, la cultura histórica se reconstruye por investigaciones arqueológicas, etnográficas, sociológicas y antropológicas. Cada tiempo y espacio intenta conservar las construcciones de valor patrimonial y en lo que respecta al tiempo contemporáneo, lo que se valora son las construcciones más significativas con aportes sociales y estéticos. La intención de conservar las edificaciones y la imagen urbana histórica (de valor patrimonial) es porque la cultura que se hereda crea el patrimonio y éste a su vez, la identidad. Y las diversas identidades llevan de manera implícita la seguridad de existencia de cada generación.

Néstor García Canclini (1993) da una visión de la existencia del consumo. La cultura patrimonial, además de dar identidad, también se consume. Y se puede deducir que habrá consumo cultural local y global. Este último podrá interpretar como industria turística. Por lo que habrá que valorar y revalorar el patrimonio de un territorio, a

través de una selección estética para que se pueda ofrecer al consumidor garantías de placer y éxito en la experiencia de vida.

En lo que respecta a la presente reflexión del constructo cognitivo de vulnerabilidad patrimonial, es menester dedicar espacio al concepto de *vulnerable*. La palabra tiene su origen en la lengua latina *vulnus*, ‘herida’ y *-abilis*, ‘que puede’, y el sufijo *-ad*, que es una cualidad o posibilidad. Entonces la vulnerabilidad significa ‘la capacidad de herir o ser herido’. Lo vulnerable da la idea de un daño que puede ser físico o moral. Por tanto, nos cabe la pregunta ¿la vulnerabilidad del patrimonio edificado es física o moral?

Al unir nuestro constructo cognitivo —vulnerabilidad patrimonial edificada— nos lleva a pensar que varias construcciones que consideramos una herencia, que apreciamos, pueden estar abandonadas, no atendidas e indefensas, lo cual nos da una vulnerabilidad física. Y nos implica un concepto de pobreza, que inciden directamente a un colectivo social y, en consecuencia, provoca pobreza cultural territorial. Entonces también existe vulnerabilidad moral.

La edificación la podemos clasificar en ambas visiones de cultura griega. Por un lado, la arquitectura es parte de las bellas artes y por otro cubre varias necesidades básicas y de poder. Los griegos dividían la cultura en dos partes: la alta cultura que se dedicaba a las bellas artes y humanidades, y por otra parte la cultura como un conjunto de saberes, creencias y pautas de conducta social, lo que les permitía comunicarse y resolver necesidades.

Conforme avanzan las civilizaciones se observa, en el ámbito mundial, un mercado y consumo de los bienes simbólicos (García Canclini, 1993). Se crea un imaginario globalizado que pretende realizar una revalorización del patrimonio cultural. Aparece el fenómeno turístico que nos conduce a la mercantilización. Se idealiza la práctica cultural y se recrean identidades locales (práctica cultural idealizada).

Las ciudades patrimonializadas transforman sus usos y espacios al consumo de visitantes: gentrificación y turistificación, se requieren hoteles, estacionamientos, potencial comercial, se recurre

a la reutilización de las edificaciones patrimoniales, que son positivas cuando los inmuebles están en ruinas o mal estado. El riesgo es producir una “arquitectura fachadista”, la cual se entiende como modificaciones de tipología original: cambios de herrería, uso de marquesinas, señalización (Navarrete, 2017).

La vulnerabilidad de un patrimonio se percibe como elementos tangibles e intangibles, frágiles al ser expuestos a cambios constantes dentro de las dinámicas sociales, económicas y culturales. Los intereses diversos de una sociedad que se van presentando, con el tiempo, provocan que el patrimonio cultural se exponga a un proceso de olvido. Borrar o esfumar la memoria de un patrimonio edificado provoca el inicio de las ruinas o deterioro. Ante esta situación, considerando positiva la revaloración patrimonial, destacan acciones locales e internacionales a través de convenciones, reuniones y acuerdos. La Organización de la Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (Unesco) es un organismo que tiene como propósito fundamental la paz del mundo y a la vez tiene varios subtemas y acciones que vigilar, entre los cuales destaca la salvaguarda del patrimonio cultural de las naciones. Se opta por considerar al patrimonio como un recurso económico y ser apropiado por los inversionistas empresariales. Son estrategias neoliberales en las que el patrimonio se convierte en una empresa turística. Acciones que apuestan al bienestar social, de protección y salvaguarda del patrimonio (Sánchez, 2018).

La arquitectura no sólo nos descubre la estética de la construcción, también nos ofrece los hábitos, los propósitos de una comunidad o civilización, las necesidades particulares, la disponibilidad de recursos y el porqué de la morfología. También permite hacer diagnósticos del avance cultural de la sociedad. En el momento que la edificación se considera un patrimonio tiene la capacidad de dar identidad, cultura, patrimonio y territorio. La acción para proteger la edificación y que sea menos vulnerable es la patrimonialización. Ésta es la apropiación colectiva y valorización que permite construir referencias de identidad durables. El patrimonio cultural es la expresión básica de la identidad.

La patrimonialización se debe regular para lograr resultados favorables y no tener riesgos de destrucción. En el caso de México, existen organismos gubernamentales que coadyuvan en la salvaguarda y difusión del patrimonio tangible e intangible. Los destacados organismos nacionales son el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (Conaculta), el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) y la Secretaría de Turismo (Sectur), esta última en colaboración con la Unesco, promueve la distinción de pueblos mágicos con el propósito de preservar la imagen urbana tradicional de una localidad. En el contexto nacional mexicano también se crean comisiones y fomentos en apoyo a la protección y propagación del patrimonio y la cultura.

Las políticas económicas en el ámbito global, sobre el patrimonio cultural, son un importante recurso económico, y de gran apoyo en comunidades tradicionales. La lógica del consumo construye el patrimonio como espectáculo. En este punto, el fenómeno turístico implica la mercantilización del patrimonio cultural, ofreciendo éste como producto atractivo, siendo los bienes patrimoniales la fuente fundamental en la industria turística (García Canclini, 1993).

Patrimonializar un espacio es tener en cuenta índices de satisfacción. El reto del hoy es la competitividad y también puede lograr, con apoyo de distinciones nacionales e internacionales, ingresar al Programa Pueblos Mágicos. La competitividad se logra cuando se da valor añadido, lo que significa que se piensa en valores subjetivos de orden superior. Un espacio patrimonializado debe ofrecer diferencias sustanciales, en relación con la calidad. Es importante contar con capital humano certificado, empresas y servicios certificados y el control de la calidad turística, así como programas y planes que protejan y fomenten el turismo (López, 2017).

EL PATRIMONIO EDIFICADO Y LOS PUEBLOS MÁGICOS DE LA SECTUR

El patrimonio edificado se puede proteger con normas y políticas establecidas por el gobierno de una nación. En el caso de México,

existe un departamento o secretaría llamada Secretaría de Turismo. Su propósito general es la detección del patrimonio cultural tangible e intangible de los diversos estados de la República Mexicana para poder establecer estrategias y políticas de conservación y difusión turística. Estas acciones tienen un beneficio de crecimiento económico para las poblaciones nacionales y uno de sus objetivos es la competitividad turística nacional.

La visión de Sectur, de manera general, es potenciar al país como una oferta turística global con servicios y destinos competitivos. Con el propósito de brindar beneficios económicos y sociales. También se apoya en el concepto *desarrollo regional equilibrado*. Es responsabilidad de cada estado o territorio de la nación la creación de una secretaría de turismo, como ejemplo, el Estado de México tiene su secretaría, quien se encarga de poner en marcha y dar seguimiento a acciones y programas que estimulan y fortalecen la actividad económica turística de la entidad. Dicha Estancia gubernamental nació en 2004 con el nombre de Secretaría de Turismo y Desarrollo Artesanal, y en 2006 quedó registrada sólo como Secretaría de Turismo.

La Secretaría de Turismo del Estado de México tiene diversas funciones que apoyan el objetivo de ofrecer turismo en cantidad y calidad. Varias de sus funciones se dirigen a políticas de incremento turístico, desarrollo artesanal y difusión de zonas turísticas atractivas. Asimismo propone normas y acuerdos para la correcta atención y funcionalidad de la actividad turística, tanto social como económicamente. A principios de 2001, México promovió el Programa Pueblos Mágicos. La intención fue focalizar los puntos de mayor atracción turística en relación con la conservación histórica de un espacio nacional. Lo importante es que el turista perciba un ambiente de folclor, calles, edificaciones y actividades que denoten que se ha parado el tiempo, es decir, no hay nuevos diseños urbanos arquitectónicos que connoten modernidad. Se ve con claridad que se han conservado edificios de una época antigua, ya sea prehispánica, vernácula o novohispana. También se conserva el desarrollo artesanal y la gastronomía

típica, así como costumbres de indumentaria indígena y patrimonio intangible como lengua, usos y costumbres.

Con el fenómeno de la modernidad urbana arquitectónica, varios pueblos nacionales inician con la modificación de la infraestructura y equipamiento. ¿Qué significa la modificación urbana arquitectónica para un pueblo típico? En relación con la edificación, los habitantes aceptan las nuevas propuestas de procesos constructivos y materiales y se inicia una transformación de la imagen urbana, a veces para bien y a veces para mal. El problema que se percibe es la destrucción literal de inmuebles con valor histórico y patrimonial para dar entrada a nuevas actividades contemporáneas: oficinas, comercios (franquicias), departamentos multiniveles, hoteles y estacionamientos. No obstante, el Programa Pueblos Mágicos fue una adecuada solución para incentivar a localidades nacionales a preservar toda la tipología patrimonial. El incentivo más apreciado fue la gestión de recursos económicos para la preservación, mantenimiento y mejora de la imagen urbana.

Para ayudar a los pueblos mágicos, el Gobierno de México, por medio de la Secretaría de Turismo crea programas que van a apoyar económica y socialmente a las localidades que cumplan con un diagnóstico de excelente oferta y demanda del turismo nacional. Un programa destacado es el llamado Programa de Desarrollo Regional Turístico Sustentable y Pueblos Mágicos (Prodermágico). Éste establece para otorgar beneficios económicos, en especial, a los pueblos mágicos, zonas arqueológicas y patrimonio con reconocimiento Unesco, con el objetivo de conservar, difundir y mejorar su patrimonio para la atracción del turismo, así como incrementar la inversión pública y privada, tanto de la localidad como la del país. La idea es que el pueblo, con denominación de *mágico*, mejore su infraestructura y su imagen. Así se da inicio al apoyo económico anual y se inician con acciones en diversos estados de la República Mexicana. Con la denominación de pueblo mágico y apoyos económicos, se reglamenta y se rediseña la publicidad, se rediseñan banquetas y parques, se ocultan instalaciones (cableados) visibles, se arreglan las

fachadas típicas, se diseñan corredores urbanos recreativos y culturales, y también se protegen zonas naturales.

En relación con lo social se fomenta la protección, la atracción y la movilidad del turista. Las acciones son de mejora, rehabilitación o creación de sitios de interés turístico, asistencia técnica y servicios relacionados con las obras de los proyectos. Los apoyos económicos nacionales, en 2018, iban desde los 78 mil dólares (USD) hasta los 13 millones de dólares (MUSD) aproximadamente. La vulnerabilidad del patrimonio se presenta cuando un proyecto ejecutivo de mejora carece de una inadecuada instrumentación y, por tal motivo, existen acciones que desvían recursos económicos y no se cubre las acciones señaladas en el plan de mejoras. Lo que significa que los responsables de proyectos turísticos patrimoniales tienen derechos, obligaciones y sanciones como lo estipulan las normas que establece el gobierno nacional. Y la sanción más lamentable es retirar la nominación de pueblo mágico o la distinción de patrimonio de la humanidad.

El inicio de un punto vulnerable, para la población de un pueblo mágico y en específico para la edificación e imagen patrimonial, es la inversión pública y privada que fomenta la aparición de nuevo equipamiento necesario para dar calidad y confort al turista. Los estacionamientos, hoteles, restaurantes, entre otros, aparecen en edificios patrimoniales con diseño de reciclaje arquitectónico; el problema inicia cuando se recurre a la demolición patrimonial, el cambio de imagen urbana por marcas comerciales y construcción de obra nueva con estilo posmodernista (fachadas típicas: elementos arquitectónicos de estilo retro). A este fenómeno se le puede llamar equipamiento turístico inevitable.

Los pueblos mágicos son entendidos por la Sectur como la imagen real de un espacio que se edificó a partir de un estilo novohispano e incluso arqueológico y que en ocasiones comparte elementos constructivos vernáculos. La edificación patrimonial se comparte con otras manifestaciones culturales típicas como son las costumbres gastronómicas, el quehacer artesanal y las expresiones artísticas autóctonas de la danza y la música, así como lo intangible: lenguas y

leyendas. Este conjunto de tradiciones y costumbres enmarcadas en un escenario de edificación patrimonial (zonas arqueológicas y estilos coloniales) logran que una localidad tenga una percepción mágica, detectada por todos los sentidos humanos. Dichas manifestaciones socioculturales son significativas para la oferta y demanda del turismo. Por lo que es del interés de los organismos relacionados con el turismo gestionar recursos económicos y crear programas de conservación y protección del bien patrimonial.

Para poder ingresar a una denominación de pueblo mágico se ha elaborado una guía de incorporación y permanencia para dicha asignación por parte de la Sectur. Estos parámetros son los que permiten estimar el reconocimiento de una localidad en relación con sus valores patrimoniales. Una vez que se otorga la denominación patrimonial se pueden llevar acciones de preservación, restauración y adecuación para dar calidad de servicios turísticos. La guía contempla las siguientes actividades significativas que debe considerar un pueblo con la denominación de mágico (Sectur, 2018):

1. Inversión pública para favorecer el desarrollo turístico local
2. Desarrollo e innovación de productos turísticos
3. Certificación turística
4. Sustentabilidad turística
5. Coordinación social, interinstitucional e intergubernamental
6. Mercadotecnia integral

Para poder aspirar a un reconocimiento o denominación de pueblo mágico y poder contar con recursos financieros el territorio debe cumplir con cinco obligaciones, de acuerdo con la guía (Sectur, 2018):

1. La localidad postulante deberá contar con un área o unidad administrativa dedicada al turismo con poder de decisión.
2. Contar con directorio de prestadores de servicios turísticos.
3. Contar con un inventario de recursos y atractivos turísticos del municipio.
4. Condiciones de conectividad y comunicación.
5. Plan o Programa de Desarrollo Turístico Municipal.

Sin embargo, desde 2012, incrementó considerablemente el número de nominaciones de pueblos mágicos, siendo 83 pueblos y para el 2018 ya se contaba con 121 pueblos con registro. La hipótesis que se plantea es que no existe un riguroso análisis de las solicitudes de un municipio que aspira a nominar una localidad como pueblo mágico. ¿Cuál es el problema? Por una parte, se corre el riesgo de no dar la calidad adecuada para el turismo y por otra parte un número excesivo de pueblos mágicos reduce los beneficios económicos. Por tanto, la acción vulnerable es la progresiva disminución de recursos económicos para el Programa Pueblos Mágicos.

Pero se reitera que la vulnerabilidad patrimonial de un contexto territorial, con edificaciones típicas y elementos tangibles e intangibles, se observa cuando las acciones de intervenciones tecnológicas y de diseño no son adecuadas (equipamiento turístico inevitable). Los análisis conceptuales de diseño patrimonial se deben adecuar a un contexto histórico de origen: estudios de materiales, técnicas de restauración y conservación, protección de áreas naturales, respeto por la vegetación endémica y fauna de la región e imagen urbana coherente con el estilo, así como el respeto de la dinámica social (costumbres y tradiciones). No obstante, en varios pueblos mágicos, se observa el correcto uso de tecnologías actuales para mejorar la infraestructura y la imagen urbana: cableado oculto, diseño retro para iluminación, vialidades, fachadas e innovaciones para integrar los servicios de energía eléctrica y abastecimiento de agua.

CASO DE ESTUDIO: METEPEC, ESTADO DE MÉXICO

Se elige, por un lado, un caso de estudio para percibir la vulnerabilidad patrimonial de un pueblo mágico. La investigación de campo fue el proceso para identificar algunas acciones que dañan un patrimonio reconocido; por otra, se comentan acciones que no se consideran para potenciar un pueblo con riqueza patrimonial. Primero se presenta datos generales del municipio de Metepec y posteriormente, de manera gráfica y descriptiva, se mencionan las observaciones que se

detectaron, en relación con la vulnerabilidad patrimonial. El Estado de México, zona central de México, cuenta con nueve nominaciones de pueblos mágicos (reconocidos hasta 2019):

1. Villa del Carbón
2. Aculco
3. Valle de Bravo
4. Tepotzotlán
5. Teotihuacán y San Martín de las Pirámides
6. Ixtapan de la Sal
7. El Oro
8. Malinalco
9. Metepec

El ejemplo y caso de estudio es el municipio de Metepec.¹ El municipio está ubicado en el Estado de México, zona centro de México y Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Con una extensión territorial de 70.43 km² (figura 1).

FIGURA 1

Mapa de la República Mexicana. Ubicación del Estado de México.

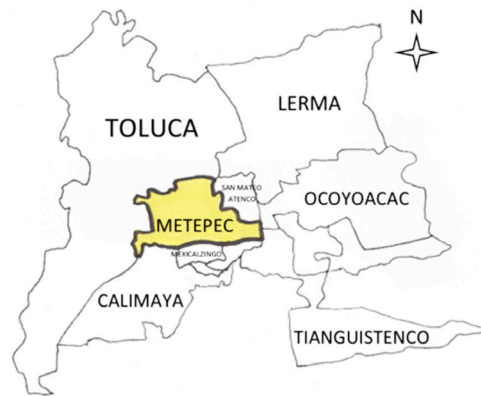


Elaboración propia

¹ La palabra *metepec* proviene del náhuatl: *metl*: ‘maguey’, *-tepetl*: ‘cerro’, *-co*: ‘localidad’ y significa ‘en el cerro de los magueyes’.

FIGURA 2

Ubicación del municipio de Metepec y municipios aledaños



Elaboración propia

De acuerdo con el INEGI, se mencionan los siguientes datos del municipio de Metepec:

Su población total (quinquenal) en 2010 era de 214 162 (número de personas). El total de viviendas particulares habitadas (quinquenal) para 2015 era de 59 571 (viviendas). La población de cinco años y más habitantes de lengua indígena, (quinquenal) para 2010 fue de 814 (número de personas). En 2015, se reportó un 52.7 % de población económicamente activa. De acuerdo con las estadísticas de servicios financieros y no financieros, Metepec, al pertenecer al Estado de México, se ubica en las unidades económicas de actividades terciarias: 71 servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos por estado (INEGI, 2017).

De igual forma la *Plataforma Electoral Municipal 2016-2018* menciona de este pueblo mágico:

El municipio de Metepec cuenta con tres programas sociales federales: programas del Fondo Nacional de Fomento a las Artesanías. Se

reportan 300 artesanos y 270 familias dedicadas a la alfarería. Se observa que el sector de servicio turismo va en crecimiento en el país y por tanto se debe impulsar con diferentes rubros como políticas y administración turística, esquemas de seguridad, convenios locales, estatales y nacionales, promoción de la protección patrimonial, impulsar microempresas ecoturísticas, calidad en infraestructura vial, incluir las zonas del municipio con potencial turístico (Metepec, 2016 [en línea]).

¿Por qué Metepec logró la denominación de pueblo mágico? El municipio tiene una historia que data de 1120 d.C., cuando una tribu de nahuatlacas (lengua náhuatl) llega al valle de México. Se establece la cultura Matlazinca.² Primero se da el pueblo de Tollocan y posteriormente Metepec. Pero con la fundación española se consolida en 1524 como pueblo de San Juan Bautista de Metepec. Se da inicio a una edificación colonial con sus características clásicas: empleo de arco en puertas y algunas ventanas, uso de la bóveda, columnas, materiales de piedra, ladrillo y adobe. La tipología es de grandes casas solariegas, edificaciones de templos y conventos, casas de gobierno y militares.

En el transcurrir del tiempo llega la modernidad y se inician proyectos de viviendas. El ayuntamiento municipal logró mantener una imagen urbana llamada típica, a través de sus políticas locales. El concepto *típico* indica que se deben conservar estilos novohispanos. Los arquitectos acudían al uso de cubiertas inclinadas con teja, herrería de diversos diseños, muros con sillares aparentes, uso de balcones y de madera. Este diseño colonial se respeta en el centro histórico. Cuando llegan grandes marcas comerciales alrededor de Metepec, por la década de 1980, se recurre al estilo posmodernista. Éste es aquel que tiene un carácter contemporáneo con toques de elementos retro: uso de arcos, portales, cantera, frontones griegos,

² La palabra *matlatzinca* significa ‘señor de la red’.

y demás elementos constructivos históricos. Con el propósito de integrarse a la imagen urbana del centro histórico del municipio de Metepec, aparecen diversas plazas comerciales y hoteles con estilo posmodernista.

Una joya de arquitectura monumental del siglo xvi es el ex Convento Franciscano de San Juan Bautista, ubicado en el centro de la cabecera municipal. Fue fundado por la orden religiosa de los franciscanos, bajo la advocación de San Juan Bautista, y terminado en 1585, según relatoría de fray Alonso Ponce. Estaba integrado originalmente por dos claustros, alto y bajo; así como dormitorios, iglesia y huerta.³

Otro atractivo es la artesanía de barro y su tradicional Árbol de la Vida. La alfarería en barro se remonta al periodo preclásico con modelos de figurillas y juguetes. Los españoles trataron de eliminarlas porque las consideraban del diablo; sin embargo, la parroquia conserva dichas figuras de ángeles y demonios. Así varias familias mantienen la tradición y la costumbre del modelado en barro. En el siglo xx, se toma el concepto religioso de modelar el árbol con manzanas, representando el bien y el mal. Se incorporan las figuras de Adán y Eva, iniciando el reconocido Árbol de la Vida. El trabajo artesanal ha sido conservado por las familias y éstas han logrado registrar sus marcas.

Existe otro tipo de artesanía que apoya a consolidar una identidad como la cestería, el vidrio soplado y emplomado, talabartería, trabajo con hoja de maíz y papel picado. Todo este conjunto de edificaciones y artesanías lograron que Metepec fuera reconocido como un pueblo mágico. El contexto sociocultural histórico del municipio logra el propósito de mercantilizar sus tradiciones y costumbres. Las edificaciones típicas (estilo colonial y neocolonial) también fortalecen la atracción turística.

El Calvario, llamado también Cerro de los Magueyes, posee en su parte alta un inmueble religioso (santuario dedicado a la Virgen de

³ Por acuerdo presidencial del 6 de septiembre de 1934, se decretó monumento nacional.

los Dolores), cuya función es de mirador turístico, es decir, un turista puede subir varios escalones y lograr tener una vista panorámica del municipio. En este sitio, se realizan varias actividades tradicionales temporales como la gastronomía típica, exposición y venta artesanal y celebración del ritual del Fuego Nuevo (21 de marzo). Los habitantes de Metepec reconocen como una de sus principales costumbres el festejo a San Isidro Labrador que se da en el mes de mayo. Para el turista, es atractivo ver varios desfiles, durante mayo y junio, en los que se presentan indumentarias folclóricas y yuntas (bueyes o mulas que apoyan en las actividades agrícolas). De manera contemporánea y de atracción turística, surge el Festival Cultural Quimera, el cual se realiza cada año en octubre, en el que varios artistas y artesanos, con sus diversas expresiones, tienen la oportunidad de deleitar a los visitantes locales y extranjeros.

Además de estas festividades, se han creado nuevas actividades que fortalecen la recreación cultural durante todo el año. Haciendo mención de nuevas acciones, se tienen las siguientes: Cultura para Todos en Metepec: los fines de semana participa la banda de música del ayuntamiento, talleres infantiles, obras de teatro y exposiciones. Festival del amor: Callejoneada del Amor y la Amistad. Música de danzón, mariachi y rondallas, talleres y actividades culturales, danzas folclóricas. Metepec Canta Festival Musical: en marzo participan artistas con géneros musicales de trova, música cubana y rock. Gastrotur Metepec: se fomenta el turismo en las vacaciones de pascua con un concurso culinario típico. También se acompaña de actividades culturales, y del 30 de octubre al 2 de noviembre, se realiza una exposición de ofrendas del tradicional Día de Muertos, así como venta de dulces tradicionales (Estado de México, 2019).

Diagnóstico de vulnerabilidad

Con el logro de la nominación de pueblo mágico, Metepec obtiene recursos económicos para fortalecer y difundir turísticamente su imagen urbana, sus tradiciones y cultura típica. A partir del 2012,

se percibe en su centro histórico (polígono central urbano) la remodelación de fachadas y aplicación de múltiples colores brillantes (figura 3). Uso de sillares de adobe o adocreto (adobe estabilizado con apoyo de cemento gris), uso de herrería en ventanas y puertas, uso de la madera (estilo rústico: estandarización de la madera con aspecto rugoso). En lo que respecta al templo de San Juan Bautista, del siglo XVI, se restauró el piso exterior (banqueta fuera del terreno particular). Las marcas comerciales se debían adecuar a una imagen neocolonial.

FIGURA 3

Aplicación de color en fachadas



Fotografía: Ignacio Mendiola Germán

(en adelante IMG)

La vulnerabilidad se observa en edificaciones sin terminar. Se puede observar, en varias construcciones, que hay acciones que faltan realizar como la remodelación o rediseño de la parte alta (azoteas). Las azoteas no son coherentes con el estilo colonial. Por lo que se necesita crear un programa sociopolítico que fortalezca la imagen urbana.

FIGURA 4

Venta de artesanía de barro. Aplicación de pintura y colores brillantes en fachadas



Fotografía: IMG

Las acciones de mejora de fachadas tratan de unificarse con el uso de rodapiés, uso de marquesinas con tejas y herrería. Los artesanos tienen la autorización de invadir el paso peatonal en banquetas. Otra acción que se debe atender es un proyecto de rediseño para la exposición de artesanía para que el peatón pueda circular con seguridad y comodidad.

FIGURA 5

Vía principal de Metepec: Avenida Estado de México



Fotografía: IMG

FIGURA 6

Colores, herrería y uso de balcones en fachadas



Fotografía: IMG

FIGURA 7

Uso de sillares, balcones, herrería. Cerro El Calvario



Fotografía: IMG

En la Avenida Estado de México, se observa la diversidad de opciones a las que se acude para tratar de conservar una imagen típica: uso de colores brillantes, herrería, balcones y zonas verdes (figuras 4, 5 y 6).

FIGURA 8

Fomentar el cultivo del maguey, por origen del nombre Metepec



Fotografía: IMG

La planta del maguey se considera como una especie endémica en peligro de extinción por los beneficios que se obtienen: fibras textiles, pulque, mixiote, tequila, mezcal. Durante 2011, en el estado de Hidalgo, México, se promulgó la Ley para el Manejo Sustentable del Maguey del Estado de Hidalgo (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2016). Estos acuerdos lograron sensibilizar a los demás estados de la República para mejorar y cuidar la producción de esta planta (figuras 7, 8, 9 y 10).

FIGURA 9

Planta del maguey como ornato para el centro histórico de Metepec



Fotografía: IMG

Por el origen prehispánico de la palabra *metepec*, el municipio ha recurrido a un diseño del paisaje con la planta del maguey. Los diseñadores del paisaje han tenido que solicitar permisos especiales para la plantación de dicha planta. Fuera del centro histórico del municipio, también se han sembrado magueyes.

FIGURA 10

Escultura de la planta del maguey en el centro histórico del municipio de Metepec



Fotografía: IMG

Las nuevas edificaciones tienen un concepto de arquitectura posmoderna. El estilo posmodernista permite al constructor integrar elementos de *diseño retro*. Pero hace vulnerable la imagen urbana típica del municipio de Metepec. Autorizar una edificación posmoderna en el centro histórico, de un pueblo con reconocimiento nacional e internacional, hace que tengan derecho otras nuevas edificaciones posmodernas. En perspectiva, se intuye una vulnerabilidad del reconocimiento (denominación) de pueblo mágico. La aparición consecutiva de un estilo modernista tiende a dominar un espacio regionalista, y por tanto el daño será la caída de una industria turística. Además de motivar el desaliento por conservar las tradiciones y costumbres culturales de los habitantes (figuras 11 y 12).

FIGURA 11

Autorización de nuevas edificaciones posmodernistas



Fotografía: IMG

FIGURA 12

Autorización de nuevas edificaciones



Fotografía: IMG

Las propuestas de diseño en pisos con concreto son otro punto que hace vulnerable a un pueblo con potencial turístico. Hacen faltan programas de diseño en banquetas y calles. Errores son el piso de

concreto estampado del templo religioso de San Juan Bautista (figuras 13 y 14). Se han mantenido las calles vehiculares con asfalto y las banquetas con concreto armado.

FIGURA 13

Contraste entre piso de estampado y piedra natural



Fotografía: IMG

FIGURA 14

Piso con piedra natural y piso de concreto aparente en el exterior del templo religioso de San Juan Bautista



Fotografía: IMG

FIGURA 15

Calles y banquetas sin propuesta de diseño. Vista del templo El Calvario



Fotografía: IMG

CONCLUSIÓN

La vulnerabilidad de la edificación urbana se considera antrópica y social. Cuando existe un territorio que ha mantenido una herencia cultural arraigada en diversas actividades tangibles como la artesanía y la imagen urbana, se recurre a la industria turística. La atracción de un pueblo típico aprovecha la visita turística. También se beneficia de apoyos económicos de políticas nacionales e internacionales. Por lo anterior, se han detectado tres problemas significativos, los cuales hacen vulnerable a un territorio y a su edificación patrimonial:

1. No se desarrolla un programa adecuado para mantener la imagen urbana típica y se inicia con equipamientos inevitables por medio de una arquitectura posmoderna y propuestas no acordes con lo original.
2. Actividad incoherente con los diseños de conservación y restauración de un pueblo mágico.

3. El riesgo de carecer de recursos económicos nacionales e internacionales y no fomentar la autogestión financiera.

Como línea de investigación quedan planteadas las propuestas de programas sobre resiliencia para las edificaciones y zonas de patrimonio cultural. No obstante, la resiliencia patrimonial ya se ha iniciado por la Unesco y se preve que en determinados tiempos habrá carencia de recursos económicos, desastres naturales y humanos.

VI

VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA. PATRIMONIO CULTURAL CONSTRUIDO DE GUATEMALA

JAVIER QUIÑONEZ GUZMÁN

INTRODUCCIÓN

El patrimonio cultural de Guatemala es muy diverso debido a sus distintas temporalidades, a sus distintas ubicaciones, y muy influenciado por su multietnicidad y sus particularidades a lo largo del tiempo; razón por la cual resulta difícil enmarcar los temas de vulnerabilidad y resiliencia en un sólo ámbito para todo el país. Eso sería ignorar las variables descritas anteriormente. El contexto específico del patrimonio construido de Guatemala hace complejo analizar los temas del presente ensayo.

Para iniciar este texto, se necesita aclarar al lector que lo plasmado acá resulta del conocimiento y experiencia personal en la materia Conservación del Patrimonio Cultural del País, y no como consecuencia de una investigación científica en los temas del ensayo; con la intención de poner en conocimiento del público en general la necesidad de analizar dentro de las políticas públicas y el ámbito académico profesional, las estrategias específicas y la generación de metodologías que puedan ser aplicables (no como receta debido a lo ya expuesto, sino como métodos de aplicación) en los múltiples casos que conforman el patrimonio construido de Guatemala. De manera que lo plasmado acá no es el resultado de una línea de investigación en el tema ni tampoco obedece a una propuesta científica específica, sino más bien de la opinión personal del autor.

Con este breve panorama, el contenido del presente ensayo se limita a una descripción de las variables más significativas que influyen

para la toma de decisiones dentro de la elaboración de metodologías que estudien tanto el tema de vulnerabilidad como el de resiliencia al momento de un fenómeno natural o de las consecuencias de los eventos provocados por el cambio climático en Guatemala.

VARIABLES ESPECÍFICAS Y PARTICULARES PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA EN EL PATRIMONIO CONSTRUIDO DE GUATEMALA

Los acontecimientos, consecuencia del cambio climático y los diferentes fenómenos naturales a los cuales está expuesto Guatemala, influyen en la vulnerabilidad del patrimonio cultural construido para su conservación o permanencia en el tiempo. Los mismos eventos y fenómenos predominan en la capacidad de resiliencia que el ser humano tenga para sobreponerse a ellos; tema que dentro de la conservación y preservación del patrimonio construido aún no ha sido tratado lo suficiente y provoca una deficiencia y carencia dentro de esta capacidad de resiliencia.

Consciente de la importancia de los temas, es necesario visibilizar las variables que deben de ser tomadas en cuenta para entender la vulnerabilidad específica del patrimonio construido y de donde depende la capacidad de resiliencia que se tenga al momento de activarse esta cualidad. Esto tomando en cuenta que los bienes culturales se encuentran en un contexto específico que hace que las variables aumenten o disminuyan su influencia para con los temas centrales de vulnerabilidad y resiliencia aplicados a ellos. Para visibilizar las principales variables, se presenta la siguiente figura que las relaciona entre sí con la finalidad de tener una lectura rápida y su consideración dentro de la temática estudiada debido a su importancia:

FIGURA 1

Variables relacionadas con la vulnerabilidad y la resiliencia respecto al patrimonio construido de Guatemala



Elaboración propia

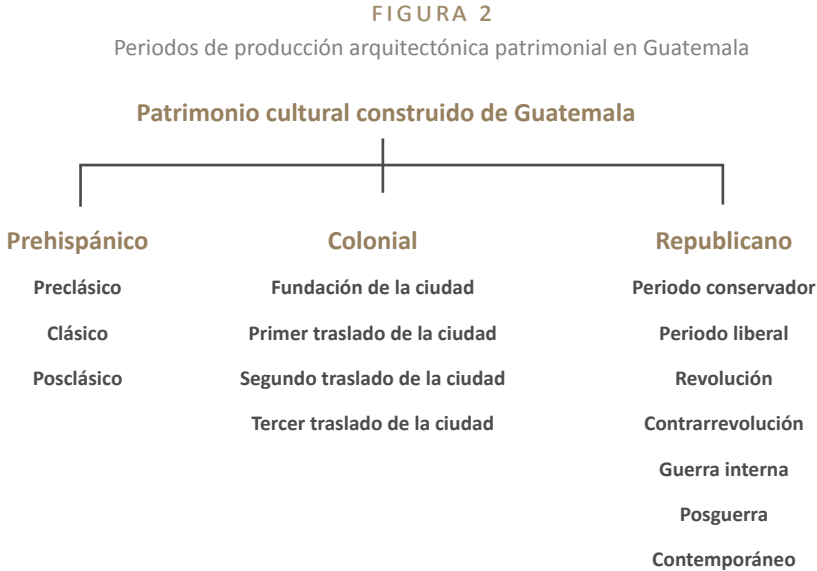
El esquema anterior (figura 1) refiere a que el grado de vulnerabilidad se ve influenciado por las variables escritas y a su vez éstas determinan también la capacidad de resiliencia al momento del evento por cambio climático o fenómeno natural; desde la temática específica de conservación del patrimonio cultural construido de Guatemala.

Al mismo tiempo, cada una de las variables lleva consigo una subdivisión que vale la pena mencionar para visibilizarlas y ejemplificarlas con la finalidad de ser tomadas en cuenta para la generación y aplicación de futuras metodologías en políticas públicas y en el ámbito académico profesional referidas a la vulnerabilidad y resiliencia para con el patrimonio construido de Guatemala.

Temporalidad

El patrimonio cultural construido de Guatemala puede dividirse cronológicamente en tres grandes periodos (figura 2), que a su vez se

subdividen en otros periodos más cortos, donde se gestó la arquitectura patrimonial del país. La figura 2 ilustra de manera general lo referido.



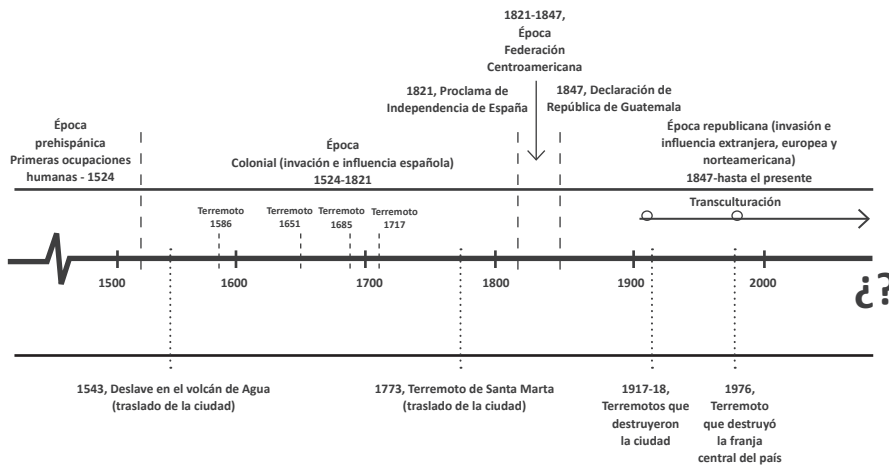
Elaboración propia

Esta variable permite estudiar y entender la tipología arquitectónica patrimonial que se gestó en el país dependiendo de los contextos específicos de la época. Esto provocó que existan diversos sistemas constructivos y diversidad de materiales utilizados para la construcción dentro del patrimonio cultural construido; influyendo directamente en el grado de vulnerabilidad que presentan y en la capacidad de resiliencia de éstos dependiendo de su contexto, variable que se coloca a continuación. Por evidenciar una diferencia, uno de los materiales de construcción predominantes de los bienes inmuebles patrimoniales del periodo pre hispánico es la piedra, la cual presenta diferente vulnerabilidad que uno de los materiales más predominantes en la arquitectura industrial del periodo liberal en la época republicana: la madera, o el material tierra utilizado en la época colonial en el segundo traslado de la ciudad; poco comparable

con el concreto utilizado con más insistencia desde el periodo de la posguerra. Los diversos materiales presentan distinto nivel de vulnerabilidad como consecuencia de los fenómenos naturales y los eventos por cambio climático.

FIGURA 3

Periodos en la historia de la arquitectura patrimonial guatemalteca, refiriendo los terremotos más devastadores que han afectado a la misma



Elaboración propia

Contexto

La variable contexto está conformada por una serie de cualidades que la hacen particular, dentro de las cuales se pueden mencionar las siguientes, (aunque puedan existir otras específicas que también puedan ser tomadas dentro del contexto): cualidades físicas, legales, socioculturales, ambientales, políticas, y de densidad demográfica. Lo que esto refiere es que el grado de vulnerabilidad y la capacidad de resiliencia para con un bien inmueble patrimonial también se ven influenciados por estas cualidades específicas que presenta el inmueble según el lugar donde se encuentre, evidente razón para comprender su diferente modo de abordaje al momento de un evento por cambio

climático o fenómeno natural, así como su grado de vulnerabilidad que posee.

Esta variable es de suma importancia porque dentro de ella se puede incluir la falta de políticas integrales de gestión y conservación del patrimonio, el registro de su estado de conservación y la catalogación específica para su protección, la existencia y particularidades de los instrumentos legales para ejecutar proyectos de conservación al patrimonio, la falta de identificación y concientización por parte de las personas (consecuencia en gran medida por el desconocimiento y falta de educación), la falta de políticas ambientales y los grandes proyectos inmobiliarios desmedidos que afectan e influyen en el crecimiento de la densidad demográfica, así como la falta de planificación estratégica integral tomando en cuenta el tema de vulnerabilidad y resiliencia aplicado a todo el contexto específico.

Ubicación

La variable de ubicación se separa del contexto físico por su grado de vulnerabilidad que presenta dependiendo del lugar, y no sólo por sus cualidades físicas del entorno, influenciada principalmente por los accidentes geológicos inmediatos. Esta vulnerabilidad está relacionada por las siguientes condicionantes: su cercanía a la cadena volcánica y por tal razón el riesgo a erupciones, incendios, sismos, tsunamis, vibraciones, hundimientos, inundaciones, vandalismo, derrumbes, entre otros. Razón por la cual un bien cultural inmueble puede ser más vulnerable que otro y a su vez estar relacionado con su capacidad de resiliencia. La vulnerabilidad que presenta la ciudad de La Antigua Guatemala relacionada con esta variable, no puede ser comparable con la que presenta Tikal en el norte del país; los riesgos de inundación, erupción, sismos e incendios distan uno del otro, razón por la cual las políticas públicas de gestión de su conservación deben estar abordadas de diferente manera desde la perspectiva de vulnerabilidad y resiliencia.

Usos

La variable de usos está relacionada con las actividades que en el pasado se le han dado al inmueble patrimonial o las que presenta en la actualidad, lo cual hace al inmueble más o menos vulnerable y más o menos capaz desde el punto de vista de resiliencia dependiendo de los usuarios temporales y permanentes que lo ocupen. Esta variable también se relaciona con el mantenimiento que se le ha dado al inmueble patrimonial, y el deterioro que se le ha causado por el uso adecuado o inadecuado de éste.

Estado de conservación

El estado de conservación también es una diferencia que se hace sensible entre un inmueble patrimonial y otro, ya que no es lo mismo estar en un estado de conservación relativamente bueno a otro en riesgo de colapso parcial o total. Esta condición está relacionada con la propiedad del inmueble, los usos mencionados anteriormente, las políticas de conservación de éste, sus condicionantes físicas y de ubicación, así como su valor patrimonial intrínseco; variable que se explica a continuación. El estado de conservación de un inmueble es determinante para su capacidad de resiliencia y elevar su nivel de vulnerabilidad a desastres naturales o eventos por cambio climático.

Valor patrimonial

Se puede evaluar desde dos grandes subdivisiones: su valor tangible y su valor intangible, los cuales le confieren a esta variable la identificación que el inmueble patrimonial representa para con sus usuarios temporales o permanentes, o la comunidad en donde se encuentra inmersa éste; en muchas ocasiones un valor es mayor que el otro aun hablando del mismo bien inmueble. Un bien patrimonial con valor tangible e intangible alto será menos vulnerable a otro con un valor relativamente bajo; cualidades que incidirán en la capacidad de resiliencia frente a evento por cambio climático o fenómeno natural.

El valor tangible e intangible de un inmueble está influenciado por la identidad, el aspecto de percepción y sensación, y el aspecto cognitivo de las personas.

Lo anterior pretende exponer que las variables citadas deben de ser abordadas dentro de las metodologías o políticas con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad de los bienes culturales y aumentar la capacidad de resiliencia frente a eventos por cambio climático o fenómenos naturales. Pero en definitiva, los eventos que se suscitan por el cambio climático deben tener iniciativas globales o regionales para reducir el impacto futuro (aunque muchos de los daños causados hasta el momento ya son irreversibles); no así con los fenómenos naturales que ya han dejado huella y desde esa experiencia habría que planificar a futuro cuando se presenten sismos, erupciones, inundaciones, incendios, entre otros (aunque no se sabe si un fenómeno natural de magnitud sin precedentes pueda atacar a alguna región del planeta en el futuro).

Fenómenos naturales

En términos generales dentro de los fenómenos naturales que han causado desastre en la historia del país hacia con el patrimonio cultural edificado se pueden mencionar con repetición sismos, erupciones, terremotos, inundaciones y huracanes o tormentas intensas. Dentro de éstos, los terremotos han sido los que mayor daño han causado a los bienes culturales inmuebles de Guatemala, y junto a los sismos han sido los más intensos y destructivos para con ellos.

La ciudad de Guatemala ha sufrido tres traslados en cuanto a su asentamiento físico desde su fundación, debido a desastres naturales; en 1543, con el deslave que se generara por las constantes e intensas lluvias de esa época en las faldas del Volcán de Agua en donde se asentaba la ciudad, y en 1773 por causa de los constantes sismos y terremotos que se sufrieran en La Antigua Guatemala. Durante el siglo xx también fue víctima el país de varios terremotos y sismos que causaron daños irreversibles, dentro de los que se pueden mencionar los de 1917,

1918 y 1976, entre otros. Y más recientemente, el Departamento de San Marcos (frontera con Chiapas, México) ha sufrido, en dos ocasiones, de violentos sismos que han causado daño al patrimonio cultural construido, siendo el más dañino el de 2012.

Es decir, la vulnerabilidad ante desastre natural causado por sismo y terremoto es latente y de consideraciones relevantes para con el patrimonio cultural construido de Guatemala (figura 4); a pesar de ello, no hay acciones claras para su preservación en función de este riesgo.

FIGURA 4

Daños ocasionados por sismo en viviendas del centro histórico de la ciudad de Guatemala



Fotografía: Javier Quiñonez Guzmán (en adelante JQG)

CAMBIO CLIMÁTICO

El tema del cambio climático, siendo más reciente que el de desastre natural, ha sido más difícil medirlo y contrarrestarlo dentro de las políticas públicas y las propuestas científicas académicas. La lluvia ácida (y con ello el deterioro para con los materiales), la deforestación, el incremento de tornados y tormentas, las olas de calor o aumento de la temperatura, entre otros, son elementos que deterioran el patrimonio;

ahora se suman otros como la invasión de turistas, la urbanización, la polución, la falta de planificación y los desastres naturales en contra de la preservación del patrimonio cultural construido. Nuevas necesidades de planificación y gestión han surgido, y el tema de conservación del patrimonio cultural ahora debe ser integral para con el entorno ambiental de los bienes culturales al momento de la intervención, tomando en cuenta su vulnerabilidad para con los desastres naturales y los eventos por el cambio climático.

En definitiva, es el calentamiento global y el efecto de las lluvias fuertes y ácidas lo que ha provocado más daño a los bienes culturales inmuebles, estando estos expuestos a sufrir constantemente los efectos a consecuencia del cambio climático. El intemperismo (figura 5) y la falta de mantenimiento de los inmuebles patrimoniales son letales para estas dos variantes del clima en el ámbito mundial; pareciera ser una simple cubierta o protección lo que los puede aislar de ellas, si no se quiere pensar en atacar el problema en su raíz, aunque es bien sabido que hay daños en el cambio climático, los cuales son irreversibles. Este problema de raíz se presenta en los ámbitos local y mundial y esto es causa de la influencia antropogénica.

FIGURA 5

Deterioro en los últimos años como consecuencia del intemperismo



Fotografías: JQG

CONCLUSIÓN

Las políticas públicas locales y regionales, por un lado, deben de poner atención en el tema general de vulnerabilidad y resiliencia no sólo desde la temática de patrimonio cultural, enfocándose en la calidad de vida del ser humano y su desarrollo sostenible. Enfoques de educación, concientización, planeación, y voluntad política hacen falta para disminuir vulnerabilidad y aumentar la capacidad de resiliencia. Mientras las políticas públicas no estén enfocadas en ello, las instituciones no gubernamentales, las académicas profesionales y los esfuerzos personales o colectivos aislados, no se potencializarán en beneficio común.

Por otro lado, las instituciones de educación superior deben crear y apoyar iniciativas referidas al estudio y de transferencia de tecnología aplicadas a la temática específica de vulnerabilidad y resiliencia. Las intenciones individuales y los productos engavetados no trascienden tan fácilmente, sino es con el apoyo e iniciativa de estas instituciones.

El tema de conservación del patrimonio cultural es ejemplo fiel de esta problemática no sólo en el contexto institucional académico, sino en los ámbitos de la política pública local y regional. Han existido esfuerzos aislados o individuales que han incidido notoriamente, pero hace falta una política integral en beneficio de la conservación del patrimonio cultural, y con ello disminuir su vulnerabilidad y aumentar la capacidad de resiliencia. Estas políticas no deben limitarse a la creación de una metodología o de estudios técnicos específicos sobre el tema, sino crear e implementar una política de gestión integral que ponga en marcha los planes de gobierno en esta área, teniendo como principal objetivo la calidad de vida y el desarrollo sostenible de las personas y no intereses particulares específicos.

REFLEXIONES FINALES

Las actividades antropogénicas, las medidas resilientes, la medición de niveles de vulnerabilidad y la adaptación a los cambios climáticos, tanto en México como en Guatemala, ya no pueden ser estudiados aislada ni superficialmente, sino como elementos necesarios y jerárquicos en la planeación y diseño de ciudades.

México ya cuenta con políticas (GIR) e instituciones (Sedatu) que han desarrollado programas de prevención y herramientas para medir los niveles de vulnerabilidad y resiliencia dentro de los cuales se consideran los Índices de Capacidad Adaptativa (ACI, por sus siglas en inglés). Dichos planes y herramientas, al articularse entre sí como un plan integral, pueden generar el Perfil de Resiliencia Urbana (PRU) para cada ciudad.

Las inundaciones, erosión y sedimentación, huracanes, deslaves y derrumbes, hundimientos, sismos, incendios forestales, materiales peligrosos, tsunamis, ruido y vibraciones y erupción de volcanes son riesgos naturales y antropogénicos que México y Guatemala tienen en común y que vuelven vulnerables a ambos territorios. La mejor forma de hacer frente a todos estos problemas de riesgo y vulnerabilidad en las ciudades y centros de población es realizando planes de prevención y mitigación de peligros y riesgos que puedan impactar a los más vulnerables de la población por medio de equipos multidisciplinarios debidamente capacitados y especializados.

Tomando en cuenta la difícil predicción del clima y sus variables, es imperante que la arquitectura y el urbanismo incorporen procesos de análisis integrales y complejos, que vayan enfocados sobre todo a poder acelerar la capacidad de adaptación y cuyas respuestas consideren los factores sociales, económicos y ambientales. A diferencia de

México, Guatemala, mediante la Conred, cuenta con planes de reacción ante desastres naturales; sin embargo, dichos planes no contemplan acciones preventivas que emanen de un carente plan de desarrollo integral. El gobierno central no le ha dado la importancia que ameritan estos planes. Esto ha incidido en los recursos asignados para dichas acciones y eso redundo en aumentar el riesgo y la vulnerabilidad y reducir la capacidad resiliente del territorio guatemalteco.

Los planes de desarrollo integral deben incluir, entre otros, los planes de prevención y mitigación de desastres naturales y antropogénicos que incluyan los tres niveles edificados, es decir el nivel arquitectónico, urbano y patrimonial.

Las herramientas para cada uno de los niveles en mención deben ser específicos, ya que no se pueden abordar de la misma manera. Es lamentable que las estrategias de prevención son las que menos se han desarrollado en el ámbito patrimonial, pues es el más vulnerable y esto se presenta en ambos territorios estudiados. Es importante que las capacidades de resiliencia de los centros históricos sean puestos a prueba y crear protocolos de actuación durante y después de un siniestro.

México y Guatemala son territorios con vocación turística sobre todo en sus centros históricos y reservas naturales, pero dichas actividades ponen en riesgo el patrimonio al carecer de programas adecuados con la restauración y conservación de éstos. Unesco ya ha tratado el tema de la resiliencia, pero con la preocupación de que el recurso económico será carente en determinados tiempos.

El patrimonio pertenece a la humanidad y es testimonio vigente en sus contenidos tanto tangible como intangible; por eso se debe conservar para prolongar su vida útil y pueda llegar de la mejor manera a otras generaciones como parte de la resiliencia de unas buenas políticas públicas.

Existen, en la actualidad, metodologías que permiten identificar la vulnerabilidad. No obstante, en algunas ciudades latinoamericanas no aplican un plan de resiliencia. Es importante que cada ciudad haga un levantamiento de sus monumentos históricos y los relacione

con las vulnerabilidades generales detectadas en la ciudad, para que así puedan generarse estrategias particulares para cada monumento en riesgo y se capacite a los usuarios sobre las medidas que tomar en caso de un desastre contando con la precisión y adaptación que tendrán las estrategias de resiliencia para cada sociedad.

Las culturas, la situación geográfica y el tiempo tienen diversas respuestas a la vulnerabilidad y resiliencia del patrimonio. Los bienes culturales inmuebles y patrimonio construido se pueden integrar a partir de una serie de variables: temporalidad, contexto, ubicación, usos, estado de conservación y valor patrimonial, donde la vulnerabilidad y resiliencia se relacionan con las anteriores.

De las variables mencionadas, el contexto se explica tanto por el medio ambiental como para el sociocultural, donde se resalta la falta de políticas relacionadas con la gestión del patrimonio, políticas medioambientales, y el abuso de los proyectos inmobiliarios, entre otros. En cuanto a la ubicación, ambos países incluyen aspectos de vulnerabilidad muy radicales, tales como grandes sismos, volcanes activos, hundimientos y, además, los fenómenos sociales de la apropiación ilícita del patrimonio, como son los saqueos parciales o totales de los bienes inmuebles.

La herencia patrimonial, hoy en día, ha dado un vuelco con la relación a las investigaciones científicas, tecnológicas y sociales dando lugar al consumo cultural, para conservar los bienes, en este caso, inmuebles y mejorar el nivel de vida de la población dentro de la industria turística.

La tendencia a la destrucción y la pérdida parcial o total de los objetos patrimoniales provienen de la ignorancia, la falta de cultura y la carencia de un sistema educativo de sensibilidad hacia la historia, que desde la más tierna edad se debe impartir educación en favor de la conservación y protección de los bienes, entre ellos, el patrimonio edificado. Los bienes históricos, además de cultura e historia, representan una mejora económica de la comunidad y son una apertura a los espacios sustentables y a los monumentos en todos los aspectos.

La globalización ha revalorizado el patrimonio que, a su vez, pretende la mercantilización, situación que debe mediar por medio de la identidad cultural y políticas de gestión adecuadas.

Superar la vulnerabilidad del patrimonio ha sido una de las principales preocupaciones de la Unesco. Las tendencias neoliberales consideran al patrimonio como recurso económico destinado a los beneficios de empresarios e inversionistas. Éstos deben tener apertura para beneficio de la protección del patrimonio y mejorar el estado de bienestar de la comunidad, antes que pensar en el lucro individual. Las políticas públicas locales y regionales deben poner su atención en el tema general de vulnerabilidad y resiliencia no sólo desde la temática de patrimonio cultural, sino que también en la calidad de vida del ser humano y su desarrollo sostenible.

Se deben promover y reforzar los enfoques de educación, concientización, planeación y voluntad política para disminuir vulnerabilidad y aumentar la capacidad de resiliencia. Mientras las políticas públicas no estén enfocadas en ello, las instituciones no gubernamentales, las académicas profesionales y los esfuerzos personales o colectivos aislados no se potencializarán en beneficio común.

Las instituciones de educación superior deben crear y apoyar iniciativas referidas al estudio y de transferencia de tecnología aplicadas a la temática específica de vulnerabilidad y resiliencia y así conjuntamente, con las instituciones involucradas y el gobierno central, implementar una política de gestión integral teniendo como principal objetivo la calidad de vida y el desarrollo sostenible.

ACERCA DE LOS AUTORES



SILVERIO HERNÁNDEZ MORENO

Nació el 12 de febrero de 1973 en la ciudad de Morelia, Michoacán, México. Estudió la licenciatura en Arquitectura en la Universidad Michoacana y la maestría y el doctorado en Arquitectura en la UNAM. Se doctoró con la tesis *Tecnología de materiales compuestos y sus posibilidades de aplicación en arquitectura: desarrollo tecnológico de un material cerámico de tipo reforzado*.

Ha colaborado en distintas publicaciones: “Planeación de bajo carbono de megalópolis en México”, *Bitácora Urbano Territorial* (2019); en colaboración con José Antonio Hernández Moreno y Bianca G. Alcaraz, escribió el libro *Planeación inteligente de ciudades* (2018).

Sus líneas de investigación se enfocan principalmente en el estudio de la arquitectura y el urbanismo y su interrelación con el medio ambiente y la tecnología.

En la actualidad, Silverio Hernández Moreno es profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEM, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel 2, imparte conferencias (presenciales y a distancia) en varias universidades del mundo.



JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ MORENO

Nació el 27 de septiembre de 1978 en la ciudad de Morelia, Michoacán, México. Estudió Ingeniería Forestal y la maestría en Ciencias del Desarrollo Rural en la Universidad Autónoma Chapingo. Se doctoró en Ciencias Forestales, en el Colegio de Postgraduados con la tesis *Desarrollo de un método biométrico, mediante escáner láser terrestre, aplicado a bosques mixtos, en la reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca*.

Ha participado como ponente en simposios y congresos internacionales y cuenta con distintas publicaciones, entre las más recientes: “Regulatory framework about climate change due to greenhouse gas emissions in Mexican cities: urban-architectural approach”, *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management* (2016). “Planeación de bajo carbono de megalópolis en México”, *Bitácora Urbano Territorial* (2019); “Estimación de biomasa aérea y carbono, en rodales con y sin manejo forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca”, *Madera y Bosques* (2020); en colaboración con Silverio Hernández y Bianca G. Alcaraz, escribió el libro *Planeación inteligente de ciudades* (2018).

Sus líneas de investigación se enfocan en el estudio del comportamiento de los ecosistemas forestales de clima templado, el cambio climático, la planeación de ciudades, la interacción de los habitantes con el patrimonio natural, así como la silvicultura, ecología y manejo sostenible de los recursos naturales.

En la actualidad, José Antonio Hernández es candidato a obtener un posdoctorado en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad

(IIES) de la UNAM. Asimismo, es consultor independiente en manejo de recursos forestales y gerente de Tecnobiosfera s. c., consultoría para la gestión y conservación de recursos naturales.



RENÉ LAURO SÁNCHEZ VÉRTIZ RUIZ

Nació en 1966 en la ciudad de Toluca, México. Estudió la licenciatura en Arquitectura en la UAEM y en 2005 obtuvo el doctorado en Arquitectura en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña, con la tesis *Percepción ambiental en la arquitectura religiosa del centro de México*.

Ha colaborado en diversas publicaciones relacionadas con la enseñanza de la arquitectura en México, el urbanismo y el diseño. Pertenece al cuerpo académico Patrimonio, Ambiente y Tecnología, de la UAEM y sus líneas de investigación se enfocan en el estudio de la relación histórica entre el medio ambiente, la arquitectura y el urbanismo, así como en la reducción del consumo de energía en la ciudad contemporánea.

Es profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEM en la actualidad.



SONIA MERCEDES FUENTES PADILLA

Nació el 15 de noviembre en la ciudad de Guatemala, Guatemala. Estudió la licenciatura en Arquitectura y la maestría en Diseño Arquitectónico en la Universidad de San Carlos de Guatemala, la especialización en Administración y Docencia Universitaria en la *Universität Kassel*, Alemania y la especialización de Conservación de Arquitectura Moderna en la Universidad Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Se doctoró en Arquitectura con la tesis *La modernización en la ciudad de Guatemala. Un estudio de la arquitectura (estética, plástica, forma) de los edificios básicos del centro cívico (1944-1958)*, en la UNAM.

Ha colaborado en distintas publicaciones: “Patrimonio arquitectónico Moderno en Guatemala y su gestión con un enfoque multidisciplinario”, *Academia XXII*, México 2014. “Centro cívico guatemalteco: reinterpretaciones para un abordaje cultural en la arquitectura moderna estatal guatemalteca”, *Revista Perspectivas*, edición 21, julio de 2014.

Es investigadora nivel III para la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la actualidad.



MARCOS MEJÍA LÓPEZ

Nació el 11 de enero de 1960 en la ciudad de Toluca, Estado de México. Estudió la licenciatura en la Facultad de Arquitectura y Artes de la UAEM. Los estudios de posgrado los realizó en la Universidad Politécnica

de Cataluña (UPC), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB), España. Se doctoró en el Programa de Arquitectura de Gaudí, Restauración de Monumentos y Ambientes e Historia de los Jardines, con la tesis: *Compendio monográfico, técnico y compositivo de arquitectura religiosa y civil proyectada y construida por: Pedro, Joaquin y Buenaventura Bassegoda*.

Ha colaborado en distintas publicaciones en la ciudad de Barcelona, España, con el arquitecto Juan Bassegoda Nonell, ex director de la Real Cátedra Gaudí de la UPC: "El hotel Atracción, el proyecto de Gaudí para Nueva York", *Freixinet* (1990).

Es profesor e investigador de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEM. Participa como académico invitado en diversas temporadas en instituciones nacionales como UNAM y UANL, y en internacionales como la ETSAB de la UPC y Gaudí Club, ambas en España. Su línea de investigación se enfoca en el estudio y rescate de monumentos históricos.



GABRIELA SÁNCHEZ ZAVALA

Nació el 25 de mayo de 1995 en la ciudad de Toluca, México. Creció en Colima y regresó a su ciudad natal a estudiar la licenciatura en Arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEM.

Durante su carrera trabajó en el Centro de Investigación de Arquitectura y Diseño de su universidad, donde colaboró como investigadora junior en distintas publicaciones: "Importancia de la conservación de patrimonio: caso de la capilla de Nuestro Señor del Calvario en Toluca, Estado de México", Academia

Journals, (2019); “Análisis técnico de arquitectura e ingeniería de los prototipos de muros de Estados Unidos, para su construcción en la frontera de México”, Academia Journals (2018); entre otras, todas en colaboración con Marcos Mejía.

Sus textos se enfocan, principalmente, en la restauración y conservación del patrimonio arquitectónico y técnicas tradicionales de construcción.

En la actualidad, Sánchez Zavala ejerce su carrera con miras a estudiar una maestría en restauración.



IGNACIO MENDIOLA GERMÁN

Nació el 20 de mayo de 1968 en la ciudad de Toluca, Estado de México. Estudió la licenciatura y la maestría en Arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEM. Se doctoró en Historia del Arte en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, en la Facultad de Artes de la Universidad Autónoma del Estado Morelos con la tesis *Estudio axiológico estético en México a finales del siglo XX (1960-1990) zona centro. Ejemplo en la obra de Carlos Mijares Bracho*.

Ha colaborado en distintas publicaciones: *Arquitectura vernácula del Estado de México*, libro (2015). En colaboración con el cuerpo académico de investigación de Patrimonio, Ambiente y Tecnología de la UAEM ha publicado diversos artículos en relación con los materiales en edificación: durabilidad, vulnerabilidad, patrimonio y diseño.

Sus líneas de investigación se enfocan en el patrimonio regionalista y el estudio del concepto de *diseño arquitectónico* a través de la filosofía de la axiología.

En la actualidad, Ignacio Mendiola Germán es profesor-investigador de tiempo completo en el Centro de Investigaciones en Arquitectura y Diseño de la UAEM y miembro activo de los Amigos del Museo de Acuarela del Estado de México, exponiendo en los ámbitos internacional y nacional.



JAVIER QUIÑONEZ GUZMÁN

Nació el 23 de febrero de 1982 en la ciudad de Guatemala. Estudió Arquitectura en la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Tiene la maestría en Restauración de Monumentos con especialidad en Bienes Inmuebles y Centros Históricos por dicha universidad; estudió otra maestría en Conservación y Gestión del Patrimonio Cultural para el Desarrollo en convenio entre la USAC y el Politécnico de Valencia. Es doctor en Arquitectura por la USAC.

Trabajó en el Consejo Nacional para la protección de la Antigua Guatemala como jefe de control de construcción. Fue jefe del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y director técnico del Instituto de Antropología e Historia del Ministerio de Cultura y Deportes (Guatemala).

En la actualidad, es docente de la Escuela de Arquitectura y la Escuela de Posgrado de la Facultad de Arquitectura de la USAC. Ha sido profesor invitado de la maestría centroamericana en Conservación y Gestión del Patrimonio Cultural para el Desarrollo. Consultor independiente en conservación y restauración del patrimonio cultural de Guatemala.

LISTADO DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

- ACF: Administración de Caminos Federales, México
- ACI: Adaptive Capacity Index: Índice de Capacidad Adaptativa
- ANR: *Atlas nacional de riesgos*, México
- CAF: Banco de Desarrollo de América Latina, antiguamente Cooperación Andina de Fomento, CAF
- CAME: Conferencia de Ministros Aliados de Educación
- Cenapred: Centro Nacional de Prevención de Desastres, México
- CFE: Comisión Federal de Electricidad, México
- CMM: Centro Mario Molina
- CMOPC: Centro Municipal de Operaciones en Protección Civil, Toluca
- CMPC: Coordinación Municipal de Protección Civil, Toluca
- CMPCB: Coordinación Municipal de Protección Civil y Bomberos, Toluca
- Coespo: Consejo Estatal de Población, Estado de México
- Conaculta: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México
- Conred: Coordinadora de Reducción de Desastres, Guatemala
- CRED: Center for Research on the Epidemiology of Disasters:
Centro de Investigación sobre Epistemología de los Desastres
- CRO: Cumbre de Oficiales en Jefes de Resiliencia
- DCV: Diseño por Ciclo de Vida
- DGI: Dirección General de Industria
- DOF: *Diario Oficial de la Federación*
- DPUS: Diseño y Planeación Urbana Sustentable
- ETSAB: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona
- EIA: Evaluación de Impactos Ambientales
- EV: Evaluación de la Vulnerabilidad
- FAO: Food and Agriculture Organization: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

- FHA:** Federal Highway Administration
- GEI:** Gases de Efecto Invernadero
- GEM:** Gobierno del Estado de México
- GFDRR:** Fondo Mundial para la Reducción de los Desastres y la Recuperación:
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery
- GIR:** Gestión Integral de Riesgos
- GIR:** Gestión Integral de Riesgos
- ICA:** Índice de Capacidad Adaptativa
- IGEEPA:** Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente,
México
- IGN:** Instituto Geográfico Nacional, Guatemala
- IIES:** Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad
- Implan:** Instituto Municipal de Planeación, Toluca
- INAH:** Instituto Nacional de Antropología e Historia, México
- INBA:** Instituto Nacional de Bellas Artes, México
- INECC:** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México
- INEGI:** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
- INSIVUMEH:** Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología
e Hidrología, Guatemala
- IPCC:** Intergovernmental Panel on Climate Change: Grupo
Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
- ISO:** International Standards Organization: Organización Internacional
de Normalización
- IVACC:** *Índice de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático
en la región de América Latina y el Caribe*
- LGEEPA:** Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente,
México
- MAGA:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala
- msnm:** metros sobre el nivel del mar
- NOM:** Norma Oficial Mexicana
- OMT:** Organización Mundial del Turismo
- ONU-Hábitat:** Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos
Humanos: United Nations Human Settlements Programme
- ONU:** Organización de las Naciones Unidas

PCBC: Planeación de Ciudades de Bajo Carbono

Pemex: Petróleos Mexicanos

PIB: Producto Interno Bruto

PMDUT: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca

Prodermágico: Programa de Desarrollo Regional Turístico Sustentable y Pueblos Mágicos, México

Profepa: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, México

PRU: Perfil de Resiliencia Urbana

RAE: Real Academia Española

SE: Sistemas Expertos

Sectur: Secretaría de Turismo, México

Sedatu: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, México

Sedema: Secretaría del Medio Ambiente, México

Sedesol: Secretaría de Desarrollo Social

Sedum: Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, Estado de México

Segeplan: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala

Semarnat: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México

SGM: Servicio Geológico Mexicano

SIG: Sistemas de Información Geográfica

UAEM: Universidad Autónoma del Estado de México

UE: Unión Europea

Usac: Universidad de San Carlos de Guatemala

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

UPC: Universidad Politécnica de Cataluña

UNEPAR: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, Guatemala

Unesco: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

UPGGR: Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, Guatemala

UNISDR: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres: United Nations Office for Disaster Risk Reduction

Unisef: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

USD: United States Dollar

ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México

ZMT: Zona Metropolitana de Toluca

REFERENCIAS

- Adger, W. N., S. Agrawala, M.M. Mirza (2007). “Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity”, en M. L. Parry *et al.* (eds.). *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*, pp. 717-744. UK: Cambridge University Press.
- Arellano, A. (2014). *Cambio climático y sociedad*, México: UAEM-Miguel Ángel Porrúa.
- Banco de Desarrollo de América Latina (antiguamente Cooperación Andina de Fomento, CAF), (2014). Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe, Caracas, Venezuela: CAF. Disponible en <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/517>, consultado en enero de 2019.
- Borsdorf, A. (2003). *Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana*. *Revista de Estudios Urbanos Regionales EURE*, núm. 29, vol. 86, pp. 37-49. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612003008600002>, consultado el en febrero de 2019.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2012). “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”, en *Diario Oficial de la Federación*. México: Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis, Gobierno de México.
- Carrión, F. (2010). *El laberinto de las centralidades históricas en América Latina. El centro histórico como objeto de deseo*, Ecuador: Ministerio de Cultura.
- Cenapred (2016). *Índice de Peligro por Inundación (IPI)*. México: Gobierno de la República Mexicana, Subdirección de riesgos por inundación, Cenapred.
- _____ (2018 a). “Glosario”, en *Sismos*, serie Fascículos, México: Cenapred, Gobierno de la República Mexicana. Disponible en <https://>

- www3.azc.uam.mx/proteccioncivil/frames/doc_cons/doc/fasciculo%20sismos.pdf, consultado en febrero de 2019.
- _____ (2018 b). *Atlas nacional de riesgos*. México: Cenapred, Gobierno de la República Mexicana. Disponible en <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/indicadoresmunicipales.html>, consultado el 12 de junio de 2018.
- Center for Research on the Epidemiology of Disasters (2012). “Raw data collected from EM-DAT: *The OFDA/CRED. International Disaster Database*. Brussels, Belgium: Université Catholique de Louvain, Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Disponible en <http://www.em-dat.net>, consultado el 12 de junio de 2018;
- Centro Mario Molina (2014). *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México*, Centro Mario Molina, México: Ciudad de México.
- Cesarman, E. (1982). *Hombre y entropía*. México: Ediciones Gernika.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE) (2008). *Manual de diseño de obras civiles diseño por sismo*. México: CFE.
- Consejo Estatal de Población (Coespo) (2010). *Diagnóstico sociodemográfico del municipio de Toluca*, México: Coespo.
- Coordinación Municipal de Protección Civil (2016). *Introducción al Atlas de riesgos 2016*. Toluca, México: H. Ayuntamiento de Toluca.
- Coninck de et al. (2018). “Strengthening and implementing the global response”, *Global Warming of 1.5 °C: Summary for Policy Makers*, p. 132, Geneva, Switzerland: IPCC.
- Estado de México (2019). Secretaría de Turismo. Disponible en http://turismo.edomex.gob.mx/acerca_secretaria, consultado el 18 de junio de 2018.
- EU Commission (2013). *The EU Strategy on Adaptation to Climate Change*. Brussels, Belgium: EU Commission.
- FAO et al. (2018). *The State of Food Security and Nutrition in the world 2018*. Disponible en <http://www.fao.org/3/i9553en/i9553en.pdf>, consultado el 18 de junio de 2018.
- Fathy, H. (1975) *Arquitectura para los pobres*. México: Textos Extemporáneos.
- Fatiguso, F. et al. (2017). “Resilience of historic built environments: inherent qualities and potential strategies”, *Procedia Engineering*, 2017,

- núm. 180, pp. 1024-1033. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.262>, consultado el 18 de junio de 2018.
- Federal Highway Administration (2011). *Highway traffic noise: analysis and abatement guidance*. EE UU: Department of Transportation.
- García Canclini, N. (1993). *Consumo cultural en México*. México: Conaculta.
- GEM y SDU. (2010). *Zonas metropolitanas 200 años de realidades mexiquenses*. México: Biblioteca Mexiquense del Bicentenario.
- Gobierno de la República (2015). *Intended Nationally Determined Contribution*. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162973/2015_indc_ing.pdf, consultado el 30 de junio de 2019.
- Gobierno de México (2012). “Ley Federal del Trabajo. Última modificación”, *Diario Oficial de la Federación*, publicado el 30 de noviembre. México: Gobierno de México.
- _____ (2013). *Diario Oficial de la Federación. Acuerdo por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático*, (publicado el 3 de junio de 2013, México: Semarnat, Gobierno de México.
- Gobierno del estado de Hidalgo (2016). “Ley para el Manejo Sustentable del Maguey del estado de Hidalgo”, *Reglamento de la ley para el manejo sustentable del maguey del estado de Hidalgo*. Disponible en http://legismex.mty.itesm.mx/estados/ley-hgo/HID-R-MAnSusMaguey2012_10.pdf, consultado el 30 de junio de 2019.
- Holling, C.S. (1973). “Resilience and stability of ecological systems”, *Annual Review Ecology Systems*, núm. 4, pp. 1-23.
- Hoyos, G. (2005). “Marco empírico histórico de la dimensión física del proceso de urbanización de las ciudades de México y Toluca”, *Quiverra*. vol. 7, núm. 2, pp. 42- 74.
- Implan (2013). *Plan de Desarrollo Municipal de Toluca (2013-2015)* Toluca, México: H. Ayuntamiento de Toluca. Disponible en https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo/2015/47/11/b80d0of80ced6a2a00cbb1a3472f778f.pdf, consultado en enero de 2019.
- Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola (1987). *Perfil ambiental de la república de Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

- Instituto Nacional de Antropología e Historia (2017). *Patrimonio mundial, cultural y natural*, México: INAH. Disponible en <https://patrimonio-mexico.inah.gob.mx/index.php>, consultado en enero de 2019.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2017). *Principales resultados de la cuenta satélite de la cultura de México*. Disponible en <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/cultura/>, consultado en enero de 2019.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (2018). *Mapas de amenaza volcánica*, Guatemala: Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda, Guatemala, Centroamérica.
- International Standards Organization (2000). *ISO 15686-1:2000. Buildings and constructed assets-service Life Planning, part 1: General Principles*. Suiza: ISO.
- Kenworthy, J. R. (2006). “Dimensions for sustainable city development in the third world”, *Environment and Urbanization*, pp. 67-84.
- Kubler, G. (1982). *Arquitectura mexicana del siglo XVI*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Kumar, P., D. Geneletti, H. Nagendra (2016). “Spatial assessment of climate change vulnerability at city scale: a study in Bangalore, India”, *Land Use Policy*, vol. 58, pp. 514-532. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.018>, consultado en enero de 2019.
- Lienhard, V. et al. (2018). *Climate change, agriculture, water, and food security: what we know and don't know* EE UU: MIT. Disponible en https://jwafs.mit.edu/sites/default/files/imce/publications/Climate_Ag_Report_New.pdf, consultado en enero de 2019.
- Liévanos, J. (2016). *El papel del centro histórico de Toluca como centralidad en la Zona Metropolitana de Toluca desde una perspectiva histórica*. Tesis de maestría, Programa de Maestría en Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México: México.
- López Ramos, Omar (2017). “Construcción de un índice de satisfacción del turismo en Capulálpam Pueblo Mágico”, *Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, vol. 15, núm. 4. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=881/88153351002>, consultado el 13 de noviembre de 2019.

- Manuel Basterrechea y Asociados (2000). *Desastres naturales y zonas de riesgo en Guatemala: Informe de Avance 3*. Guatemala: Manuel Basterrechea y Asociados- UNEPAR-Unicef.
- McGranahan, G., D.L. Balk, B. Anderson (2007). “The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones”, *Environment and Urbanization*, vol. 19 (1), pp. 17-37. Disponible en <https://doi.org/10.1177/0956247807076960>, consultado en enero de 2019.
- Metepec (2016). *Plataforma Electoral Municipal 2016-2019*. Disponible en https://www.ieem.org.mx/2015/plata/municipal/12_PRI_PVEM_NA/Metepec.pdf, consultado en febrero de 2019.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (2005). *Atlas temático de la república de Guatemala*. Guatemala: MAGA-UPGGR.
- Moraci F., et al. (2018). “Making Less Vulnerable Cities: Resilience as a New Paradigm of Smart Planning”, *Sustainability*, vol. 10 (3), pp. 1-18. Disponible en doi:10.3390/su10030755, consultado en febrero de 2019.
- Navarrete Escobedo, D. (2017). “Turismo gentrificador en ciudades patrimoniales. Exclusión y transformaciones urbano-arquitectónicas del patrimonio en Guanajuato, México”, *Revista INVI*, vol. 32(89). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=258/25850813002>, consultado el 12 de noviembre de 2019.
- Orbasli, A. (2008). *Architectural conservation*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Organización de las Naciones Unidas (2005 a). “Review of the Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World”, World Conference on Disaster Reduction. Suiza: ONU.
- _____ (2005 b). *Report of the world conference on disaster reduction. A/CONF. 206/6, Kōbe, Hyōgo*: ONU.
- _____ (2010). *Local governments and disaster risk reduction; good practices and lessons learned*. Geneva: UNISDR.
- _____ (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*, New York, EE UU: United Nations Department of Economic and Social Affairs, pp. 1-2.

- Organización Mundial del Turismo (2018). *Panorama del turismo internacional edición 2018*. Suiza: OMT
- Parkes, A., A. Kearns y R. Atkinson (2012). “What makes people dissatisfied with their neighborhoods?”, *Urban Studies*, vol. 39 (13), pp. 2413-2438.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2016). Ley General de Bienes Nacionales. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Disponible en <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-de-bienes-nacionales-62886>, consultado en febrero de 2019.
- Quezada, N. (1996). *Los matlazincas. Época prehispánica y época colonial hasta 1650*. Ciudad de México, México: UNAM.
- Real Academia de Historia (2010). “Mapa de Toluca en 1817”; Colección: Departamento de Cartografía y Artes Gráficas,signatura: C-001-105. Número de registro: 00045-Signatura antigua: C-I a 105 p. Consultado en febrero 2019. Disponible en <http://bibliotecadigital.rah.es/dgbrah/es/consulta/registro.cmd?id=12985>
- Real Academia Española (2020). *Diccionario de la lengua española*. Disponible en <https://www.rae.es/>, consultado en enero de 2020.
- RehabiMed (2007 a), *RehabiMed guide to the rehabilitation of traditional buildings*. Disponible en www.rehabimed.net, consultado en febrero de 2019.
- _____ (2007 b), *Traditional mediterranean architecture. Rehabilitation: town and territory*. Disponible en www.rehabimed.net, consultado en febrero de 2019.
- Romero Quiroz, J. (1973). *La ciudad de Toluca, su historia*. Toluca, México: Gobierno del Estado de México.
- Sametband, M. J. (1999). *Entre el orden y el caos, la complejidad*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Sánchez Vértiz, R. (2013). “Clima y arquitectura histórica: Toluca a finales del siglo XIX”, *Boletín de Monumentos Históricos*, núm. 29. Conaculta-INAH: México.
- Sánchez, M. (2018). *Espacio público del patrimonio cultural e identidad de la sociedad contemporánea de Cajititlán Tlajomulco de Zuñiga Jalisco*. México, tesis doctoral: UAEM.

- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (2016). *Guía de resiliencia urbana*. México: Secretaría de Gobernación.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano (2013). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca*, Estado de México. México: Gobierno Municipal de Toluca. Disponible en <http://sedur.edomex.gob.mx/Toluca>, consultado en febrero de 2019.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013). *Manejo de ecosistemas de dunas costeras, criterios ecológicos y estrategias*, México: Semarnat.
- Secretaría de Turismo (2018). *Pueblos Mágicos, Metepec*: Gobierno del Estado de México. Disponible en <http://www.sectur.gob.mx/gob-mx/pueblos-magicos/metepec-mexico/>, consultado el 25 de junio de 2019.
- Secretaría del Medio Ambiente (2016). *Estrategia de resiliencia CDMX, transformación adaptativa, incluyente y equitativa*. México: Oficina de Resiliencia CDMX. Disponible en <https://www.resiliencia.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Estrategia%20de%20Resiliencia%20CDMX.pdf>, consultado en febrero de 2020.
- Sedesol-Conapo-INEGI (2012). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*. México: INEGI.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013). “Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”, *Diario Oficial de la Federación*, publicado el 6 noviembre de 2013. Disponible en http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5324105, consultado en noviembre de 2019
- Servicio Geológico Mexicano (2017). *Sismología de México; zonas sísmicas en México*. México. Disponible en <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Sismologia-de-Mexico.html>, consultado en febrero de 2019.
- Shinji, F. *et al.* (2015). “Assessment of spatial habitat heterogeneity by coupling data-driven habitat suitability models with a 2D hydrodynamic model in small-scale streams”, *Ecological Informatics*, vol. 29, pp. 147-155. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoinf.2014.10.003>, consultado en febrero de 2019.

- Steiner F. y K. Butler (2007). *Planning and Urban Design Standards*, USA: John Wiley and Sons, INC.
- The Rockefeller Foundation (2016). *How to develop a resilience strategy?* Disponible en <http://100resilientcities.org/how-to-develop-a-resilience-strategy/>, consultado en febrero de 2018.
- Torabi, E., A. Dedekorkut-Howes, M. Howes (2017). “Urban Resilience to Climate-Related Disasters: Emerging Lessons from Resilience Policy and Practice in Coastal Tourism Cities”, *Climate Change Adaptation in Pacific Countries*, Switzerland: Springer, pp. 241–254.
- Unesco (2014). *Unesco. culture for development indicators: Methodology*. Francia: Unesco.
- Van Dijk Meine P. (2011). “Three Ecological Cities, Examples of Different Approaches in Asia and Europe”, en Tai-Chee Wong y Belinda Yuen (eds.), *Eco-city Planning; Policies, Practice and Design*, Singapur: Springer, pp. 31-50.
- Van Oldenbourg, G. J. (2018). *Trends in weather extremes*. Disponible en <https://www.worldweatherattribution.org>, consultado el 29 de junio de 2019.
- Vera Noguez, A. et al. (2002). “Evaluación Estructural de la Bóveda del Río Verdiguel” en Congreso Nacional de Ingeniería Estructural, Sociedad Mexicana de la Ingeniería Estructural: México.
- World 2018. *Building climate resilience for food security and nutrition*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the UN.
- World Bank (2010). *Natural hazards, unnatural disasters: the economics of effective prevention*. Washington DC, EE UU: The International Bank for Reconstruction and Development.
- Yaolin Liu et al. (2015). “A comparative analysis of urban and rural construction land use change and driving forces: Implications for urbanrural coordination development in Wuhan, Central China”, *Habitat international*, vol. 47, pp. 113-125. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.01.012>, consultado el 19 de febrero de 2019.

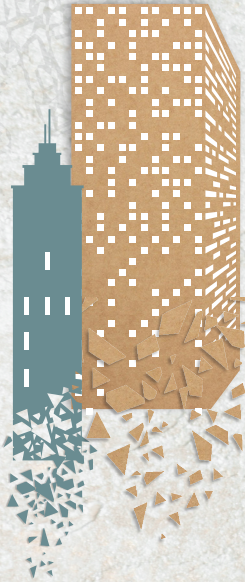


VULNERABILIDAD URBANA Y DESASTRES EN HÁBITATS CAMBIANTES

coordinado por Silverio Hernández Moreno, Sonia Mercedes Fuentes Padilla, Marcos Mejía López se terminó de editar el 23 de junio de 2020.

Corrección: Iván Pérez González

Por disposición del Reglamento de Acceso Abierto de la Universidad Autónoma del Estado de México se publica la versión PDF de este libro en el Repositorio Institucional de la UAEM.



VULNERABILIDAD URBANA Y DESASTRES EN HÁBITATS CAMBIANTES

Las ciudades y su infraestructura, altamente vulnerables a los cambios climáticos, ya sea de forma global y local, se exponen a diversos desastres originados tanto por la naturaleza como por las propias actividades antropogénicas.

La vulnerabilidad se entiende como el riesgo que una persona, sistema u objeto pueden sufrir frente a peligros inminentes: desastres naturales, desigualdades económicas, políticas, sociales o culturales.

Por lo anterior, este libro es una iniciativa sobre estudios de vulnerabilidad y riesgos en espacios urbanos y patrimoniales; asimismo, analiza la planeación urbana y la resiliencia en distintos hábitats, se enfoca en valorar el patrimonio cultural y urbano de México y Guatemala y, sobre todo, intenta crear conciencia del cambio climático que vive este mundo. Los distintos capítulos, en colaboración académica entre México y Guatemala, apelan a mejorar las condiciones del grueso de la población, que con frecuencia son los más vulnerables a los problemas mayores en las ciudades y en otros territorios.