

Gestión del riesgo local de desastre. Teoría y práctica. Casos de estudio en México



Coordinadores

**José Emilio
Baró Suárez**

**Mario Álvaro
Ruiz Velázquez**

**José Ramón
Hernández Santana**

**José Emilio Baró
Suárez**



Es ingeniero Geólogo e Hidrogeólogo de Minas por el Instituto Politécnico de Kazajstán, ex URSS; máster internacional en Hidrología General y Aplicada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), España; maestro y doctor en Geografía por el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Se desempeña como profesor investigador de tiempo completo en la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Es fundador y ex Coordinador de la Licenciatura en Geología Ambiental y Recursos Hídricos en la misma institución. Es Miembro Honorario del Colegio Mexicano de Profesionales en Gestión de Riesgos y Protección Civil, A. C.; Miembro numerario de la Benemérita Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Estado de México; Miembro de la Academia Sociales y Humanidades del Estado de México, A. C., y Miembro Honorario de la cátedra de Seguridad y Riesgos de Cuba.

Ha publicado artículos en revistas indexadas, es autor de dos obras y coordinador de cuatro libros. Ha participado en diferentes proyectos de investigación y de consultoría, así como en PRONACES. Sus líneas de investigación son: Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos Socionaturales, Gestión Ambiental y Ordenamiento territorial e impacto ambiental.

Recibió la Distinción al Mérito Geográfico otorgada por el posgrado de Geografía de la (2010). Fue acreedor al Reconocimiento de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Academia de Geografía: autor de la Mejor Tesis de Doctorado en Geografía Humana, presentada en réplica oral en 2010, además, mereció la distinción al Mejor Trabajo Investigativo en Ciencias Sociales y Humanidades otorgado por la UAEMex y la Federación de Asociaciones Autónomas del Personal Académico (2013) y el Premio Estatal del Medio Ambiente 2014 (Categoría Investigador-Individual) por la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México (2015). Recibió el Premio Ramazzini & Carvalho, 2021, por la formación de recursos humanos en materia de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgo por la Asociación de Seguridad Higiene y Protección Civil, A. C.

**Mario Álvaro Ruiz
Velázquez**



Es un destacado profesional en el campo de la gestión integral de riesgos y alerta temprana. Posee una sólida formación académica; es ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por el Instituto Politécnico Nacional; Maestro en Sistemas Computacionales con mención honorífica por la Universidad La Salle con el tema "Propuesta de un Sistema de Alertamiento Temprano de Emergencias para la Ciudad de México". Cuenta con estudios en tres Doctorados.

Actualmente es representante ante la Organización Mundial de Meteorología de las Naciones Unidas para el uso del Protocolo Común de Alertamiento (CAP) en México; representante en la Sección de Emergencias de la Organización para el Avance de los Estándares de Información Estructurada (OASIS); asesor y consultor del Instituto de Investigaciones y Estudios de Alertas y Riesgos A.C. (IIDEAR), miembro por méritos y aportación a la nación en la Academia Nacional de Historia y Geografía de la UNAM, así como jefe del Sector Privado para Sociedades Resilientes (RISE) ante Desastres en México de Naciones Unidas.

**José Ramón
Hernández Santana**



Licenciado en Geografía, Universidad de La Habana (1972). Doctor en Ciencias Geográficas, Academia de Ciencias de la exURSS (1987) e Investigador Titular de los Institutos de Geografía Tropical de Cuba (1973-2002; fue director entre 1993-1997) y de la UNAM (2002-Act.). Coordinador del Posgrado en Geografía de la UNAM (2017-2023). Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y del Sistema Nacional de Investigadoras e investigadores, nivel II.

Ha publicado 94 artículos científicos en revistas internacionales y nacionales; 12 libros y 70 capítulos en 42 libros; 56 artículos "En Extenso" en congresos; 55 mapas; 88 informes técnicos de 72 proyectos, 11 de ellos internacionales; y 249 resúmenes en 180 eventos científicos, 99 de carácter internacional; así como, 15 publicaciones divulgativas. En la docencia ha impartido 52 cursos en México, Cuba, Canadá y República Dominicana; ha formado 7 doctores, 12 maestros y 8 licenciados en las últimas dos décadas.

Gestión del riesgo local de desastre. Teoría y práctica. Casos de estudio en México

José Emilio Baró Suárez
Mario Álvaro Ruiz Velázquez
José Ramón Hernández Santana
(Coordinadores)

2024

Sociedad Hijos de Calimaya, A.C.

Registro Federal de las Organizaciones de la Sociedad Civil. Clave Única de Inscripción (CLUNI): HCA1305271501E

CONACYT-Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas: 1900693

Shutterstock

Imagen de portada y contra portada

José Trinidad Solares Hernández

Diseño de portada y contra portada

Gisela Arriaga Romero y Juan Fernando Becerril Hernández

Corrección de estilo

Armando Arriaga Rivera

Diseño, producción editorial y formación

DR. © 2024 Sociedad Hijos de Calimaya A. C., Calimaya de Díaz González, Calimaya, Estado de México.

Primera edición: agosto de 2024

ISBN: 978-607-98906-8-1 (digital)

Gestión del riesgo local de desastre. Teoría y práctica. Casos de estudio en México

José Emilio Baró Suárez

Mario Álvaro Ruiz Velázquez

José Ramón Hernández Santana

(Coordinadores)

Las opiniones y puntos de vista expresados en la presente obra son responsabilidad única y exclusiva de los autores y no necesariamente representan las opiniones o posiciones de la editorial, y las de sus integrantes.

Esta obra ha sido evaluada por pares académicos ciegos. Esta publicación no podrá ser reproducida total o parcialmente, incluyendo el diseño de portada; tampoco podrá ser transmitida ni utilizada de ninguna manera por algún medio, ya sea electrónico, mecánico, electromecánico o de otro tipo sin autorización por escrito de los autores o editores.

Impreso y hecho en México.

Contenido

Introducción	7
Bloque 1. Actuación institucional en la gestión del riesgo local de desastre	
Capítulo 1	15
<i>Simulacros como un instrumento en la difusión de la cultura de la protección civil</i>	
<i>Genaro Israel Anita Gutiérrez</i>	
Capítulo 2	39
<i>Caso Puebla. Gestión de Riesgo de Desastre (GRD), 2019</i>	
<i>César Orlando Flores Sánchez</i>	
Capítulo 3	51
<i>La vulnerabilidad institucional como factor primario en la construcción de los escenarios de riesgos de desastre</i>	
<i>José Emilio Baró Suárez, Alexis Ordaz Hernández y Armando Arriaga Rivera</i>	
Bloque 2. Amenazas hidrometeorológicas: sistemas de alerta temprano y gestión integral de riesgos de desastres	
Capítulo 4	69
<i>La tormenta tropical Cristóbal: un caso de estudio en el Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales</i>	
<i>Adolfo Pérez Estrada, Christian Domínguez Sarmiento, Carla Sabrina Vázquez Jiménez y Alejandro Jaramillo Moreno</i>	

Capítulo 5	89
<i>Análisis de la susceptibilidad por peligro de inundaciones y remoción en masa en la Nueva Tuxtla, Chiapas</i>	
<i>Elizabeth Hernández Borges y Juan Carlos Mora Chaparro</i>	
Capítulo 6	99
<i>Metodología e instalación de un Sistema de Alerta Temprana: el Sistema de Múltiple Alertamiento Temprano para inundaciones de Iztapalapa (SMAT)</i>	
<i>Mario Álvaro Ruiz Velázquez</i>	
Capítulo 7	121
<i>Miguel Hidalgo: Resiliencia, sostenibilidad y participación para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres</i>	
<i>José Federico Piña Mendieta, Nancy Paola Patiño Hernández y Pedro Ricardo Bernal Arellano</i>	
Capítulo 8	151
<i>Elementos mínimos a considerar como preparación para enfrentar la sequía</i>	
<i>Carlos Díaz Delgado, Ricardo Arévalo Mejía, Aleida Yadira Vilchis Francés y Rocío Becerril Piña</i>	
Capítulo 9	171
<i>Propuesta de método socio-ecológico en la gestión socioambiental del riesgo</i>	
<i>José Carmen García Flores y María de Jesús Ordóñez Díaz</i>	

Bloque 3. Geotecnologías y cartografía de riesgos

Capítulo 10 195

Atlas interactivo de la gestión integral de riesgo de desastres para la Universidad Autónoma del Estado de México

Luis Miguel Espinosa Rodríguez y Alexis Ordaz Hernández

Capítulo 11 215

Tecnologías de la información geográfica en el monitoreo de las inundaciones

Xanat Antonio Némiga, Lidia Alejandra González Becerril, Leonardo Alfonso Ramos Corona y Dolores Magaña Lona

Reflexiones finales 231

Introducción

Una de las grandes tragedias en la historia moderna en la humanidad fue la Segunda Guerra Mundial, concluida en el año 1945, con un trágico saldo superior de 50 millones de vidas pérdidas e incontables ciudades y pueblos arruinados. Posteriormente, comienzan gradualmente los procesos de reconstrucción, de reconciliación internacional y de recuperación social (el mayor desastre mundial, increíble y lamentable generado por la ambición geopolítica). Meses después, en octubre de ese mismo año, se crea la Organización de Naciones Unidas (ONU) con la finalidad de garantizar la seguridad y paz mundial; así como fomentar las relaciones entre todas las naciones.

En la década de 1960, la mirada comienza a concentrarse en la problemática de los desastres naturales durante los foros de la comunidad de naciones, enfocada a la movilización de recursos financieros para apoyar las zonas devastadas por la ocurrencia de grandes sismos, huracanes destructivos y deslizamientos arrasadores en la orbe.

En el año 1971, se crea la Oficina de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO, según sus siglas en inglés) con el objetivo de promover la prevención y el pronóstico de los desastres naturales, así como establecer y perfeccionar los sistemas de alerta temprana ante las diferentes amenazas, dando inicio a una cultura general y organizativo-operacional sobre el tema; posteriormente, a una ciencia multidisciplinaria sobre la temática de riesgos, donde numerosas disciplinas de las geociencias aportan y participan en la planeación territorial e ingenierías, por mencionar a las principales, pues la gestión de riesgos como se concibe en el presente es una asignatura que concierne a toda la sociedad en su conjunto.

Los primeros grandes estudios globales se iniciaron en los años 1990, durante la llamada "Década Internacional para la Reducción de Desastres Naturales" por las Naciones Unidas con la identificación y evaluación de las principales fallas activas, la localización de volcanes activos, las franjas sismogeneradoras de gran energía de sitios potencialmente favorables a deslizamientos, los corredores de los huracanes extremos y ciclones frecuentes, los focos de inundaciones, las áreas de sequía y desertificación más las amenazas antropogénicas, entre los más recurrentes.

Los resultados académicos son el principal logro de esta década, así como la concientización gubernamental y social ante los efectos territoriales de estos fenómenos y procesos peligrosos; sobre todo el emprendimiento de proyectos y programas de acciones de prevención, de mitigación, de emergencia y recuperación de pérdidas económicas. La participación de gobiernos nacionales y de la comunidad internacional de actores y activistas sociales del mundo académico abre en conjunto con las sociedades una nueva etapa disciplinar que se corona con la Geografía de los Riesgos, hoy materia en muchas universidades e instituciones mexicanas y extranjeras y herramienta básica para su gestión eficiente en todas sus aristas.

En 1988 se crea en México el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), tres años después de los sucesos del sismo del 19 de septiembre de 1985, subordinado a la Coordinación General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación que inicia un proceso de valiosa extensión social y de estrecha coordinación con los tres niveles de gobierno e iniciativa privada para el estudio y el pronóstico de diferentes amenazas naturales y tecnológicas. Por otro lado, sobresalen los esfuerzos de muchos años para la elaboración de los atlas municipales y estatales de riesgos como una fuente de conocimiento, prevención y preparación ante futuras ocurrencias de eventos catastróficos. Estas obras cartográficas son el mejor inventario basal para el análisis de las distintas amenazas territoriales como para la prevención y preparación de la sociedad.

A partir de entonces, muchos avances se han reportado sobre el conocimiento de las amenazas que azotan al país, a través de proyectos de investigación, desarrollo e innovación en las universidades e instituciones gubernamentales que incluyen además, el uso de los sistemas de información geográfica, el diseño de sistemas de alerta temprana, el monitoreo con vehículos aéreos no tripulados y con el empleo de sensores remotos; la representación cartográfica, entre otros (enfoques, métodos y tecnologías). Centenares de artículos y libros son elaborados en las universidades autónomas mexicanas y en la Universidad Nacional, contribuyendo a la cognición sobre este tema de importancia esencial, salvaguardando la integridad de la sociedad y su patrimonio.

La Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, bajo la coordinación del Dr. José Emilio Baró Suárez y colaboradores, ha editado una secuencia de publicaciones como “Métodos y técnicas de monitoreo y predicción temprana en los escenarios de riesgos siconaturales” (2019), “Geología ambiental y recursos hídricos” (2023) como el presente libro titulado “Gestión del riesgo local de desastre. Teoría y práctica. Casos de estudio en México” que enriquecen el acervo institucional, profesional, profesoral y estudiantil en la gestión de riesgos.

De esta manera, el presente libro está integrado por tres bloques: I. Acción institucional en la gestión del riesgo local de desastre, II. Amenazas hidrometeorológicas: sistema de alerta temprana y gestión integral de riesgos de desastres y III. Geotecnologías y cartografía de riesgos. Compuesto por once capítulos: tres en el primer bloque, seis en el segundo y dos en el tercero, todos con adecuado material gráfico, fotográfico y cartográfico.

En el primer capítulo se presenta los esfuerzos institucionales en la preparación y organización de los simulacros ante la ocurrencia de eventos sísmicos; en el caso de la alcaldía de Azcapotzalco, en la Ciudad de México, a través de la participación ciudadana orientada bajo la óptica de políticas públicas fundamentadas en el complejo panorama de la capital del país. Según los autores, miles de personas participaron en el primer simulacro del 2002. Para el segundo macrosimulacro, se involucró más de un centenar de empresas y varias decenas de miles de ciudadanas y ciudadanos. En el tercero (2003), participaron más de un centenar de miles de personas, contando con la difusión en más de 700 edificios y escuelas públicas. Actualmente, los macrosimulacros en la Ciudad de México son debidamente informados y organizados pues contribuyen a la cultura de prevención y mitigación, indispensables para la reducción de víctimas mortales.

El segundo capítulo esboza el concepto de Puebla Resiliente y sus resultados, un estado de seis millones de habitantes, bajo la gobernanza activa entre el gobierno y la sociedad, mediante políticas públicas dirigidas a la gestión del riesgo de desastre. Esta visión estratégica promueve la concertación entre los sectores productivos, los actores gubernamentales y la población como pilares para enfrentar coordinadamente la ocurrencia de eventos peligrosos garantizando la protección ciudadana.

El capítulo tercero, de corte teórico, argumenta los aspectos de la vulnerabilidad institucional orientada a la aplicación del esquema universal de la gestión integral del riesgo de desastre; basado en las etapas de prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción, bajo un proceso de planeación y amplia participación apoyando en una evaluación adecuada de toma de decisiones.

El cuarto capítulo aborda el caso de la tormenta tropical Cristóbal, en 2020. Analiza su situación sinóptica, su trayectoria, su monto de precipitación, la efectividad de los medios de información para alertar al Servicio Meteorológico Nacional e informar sobre su desarrollo, así como las limitaciones del Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (sobre todo en las etapas de depresión y tormenta tropical). Finalmente, las limitaciones se refieren a las amenazas que éstas implican como inundaciones y deslizamientos, entre otros.

Indiscutiblemente la alerta temprana de las inundaciones responden a otras condiciones y factores como la necesidad de un estudio climático mayor

a tres décadas para el cálculo del caudal hidrológico con distintas probabilidades, las dimensiones e inclinación de las cuencas hidrológicas y su relieve, el estado de saturación previa del suelo, su uso en la cuenca, la existencia de modelación hidrológica y cartografía temática. Para superar esta limitación, el sistema deberá incorporar variables suficientes para ofrecer un pronóstico hidrológico paralelamente al meteorológico.

Experiencias de inundaciones y su alerta temprana se ofrecen en los capítulos quinto y sexto con los ejemplos de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas e Iztapalapa, Ciudad de México. El caso chiapaneco analiza el condicionamiento de las inundaciones debido a la expansión urbana de la ciudad y sus modificaciones en las redes hidrológicas originales para calcular los niveles de susceptibilidad territorial así como, paralelamente, la potencialidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa. Gran parte de las afectaciones se originan por el poco acatamiento a la legalidad e ignorancia constructiva sobre las zonas de amenaza ante avenidas fluviales, determinando una frágil vulnerabilidad construida. El ejemplo, como dicen los autores, evidencia una clara transformación de las áreas hidrológicas naturales en áreas hidrológicas urbanas y su correspondiente riesgo potencial.

En el caso de Iztapalapa, se diseña un sistema de alerta temprana ante inundaciones, basado en la estrategia internacional para la reducción de riesgos de la Organización de las Naciones Unidas que contempla el conocimiento del riesgo, el monitoreo y la alerta; diseminación y comunicación, la capacidad de respuesta. Destaca por la eficiencia de la comunicación a la sociedad, a través de difusoras de radio y televisión, portales gubernamentales oficiales, redes sociales, sistemas públicos, registros de correos electrónicos y otros canales de difusión. La experiencia refleja un mejoramiento notable en los tiempos de recuperación y en la atención a las emergencias, reforzando la capacidad de resiliencia social e institucional ante el fenómeno.

El séptimo capítulo presenta la experiencia de la delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México. Sus esfuerzos por alcanzar altos estándares en la estrategia gubernamental de resiliencia, sostenibilidad y participación para la gestión integral del riesgo de desastres, en consonancia con la iniciativa de Ciudades Resilientes 2030. De estos logros sobresale el diseño de políticas públicas en la garantía de soportes presupuestales y, en la creación de alianzas entre los sectores público, privado y social que favorecen la resiliencia y la total preparación ante futuras emergencias.

Los criterios sobre cómo enfrentar las sequías se recogen en el octavo capítulo, donde los autores detallan con rigor académico una sólida conceptualización de los impactos producidos por la escasez del líquido que determina varios tipos de sequías. De significativo valor es el programa clave de enfrentamiento, recogiendo ocho programas para la etapa preventiva, tres para la alerta temprana, cuatro para la etapa de mitigación, cuatro para la respuesta

de emergencia y dos para la recuperación. La esencia, como expresan los autores, es planear adecuadamente el riesgo de sequía y adoptar las medidas necesarias para crear el sistema de alerta temprana que minimice los impactos socioeconómicos mejorando la resiliencia del socio-sistema.

Un programa de importante significado ante estas contingencias por desastres es el sistema de huerto socio-familiar como agroecosistema de pequeña escala, que garantiza la seguridad alimentaria y, además, reduce la erosión de los suelos en grandes extensiones de cultivos agrícolas y períodos de inundaciones y procesos de remoción en masa. Este programa de carácter socioecológico y perspectiva biocultural lo alberga el noveno capítulo.

Los aspectos geotecnológicos y cartográficos de riesgos se presentan en los capítulos décimo y oncenos con la presentación del Atlas interactivo de la gestión integral del riesgo de desastres para la Universidad Autónoma del Estado de México y en las tecnologías de la información geográfica en el monitoreo de inundaciones.

El atlas contempla nueve etapas bien delineadas: inventario de amenazas, análisis de amenazas, análisis de vulnerabilidad, construcción de escenarios de riesgo, aplicación de criterios para la gestión integral de riesgo de desastres, desarrollo y programación, visualización del atlas, difusión, ejecución y vinculación con objetivos universitarios. La gran limitación es que la magnífica propuesta ha quedado en el olvido, debido a los cambios de dirección institucional; es importante aquilatar que este atlas podría marcar una normativa como atlas especial de riesgos en instituciones públicas universitarias y docentes, muy necesario para la protección del estudiantado, del claustro profesoral y de todos los trabajadores que apoyan la actividad docente.

La lectura de esta obra es amena, con rigor académico, apropiado para especialistas y profesionistas de múltiples disciplinas relacionadas con la temática de la gestión de riesgos que provee a las autoridades gubernamentales y a la sociedad civil "en general" aspectos teórico-metodológicos, mostrando los esfuerzos realizados por los equipos de los autores en la noble tarea de la prevención, la protección de la sociedad y la mitigación de los efectos de los procesos y eventos naturales generados por las fuerzas activas de la Naturaleza, hoy aceleradas con tendencias crecientes en sus intensidades y daños potenciales, debido a las modificaciones y cambios antropocénicos del último siglo. Este libro es un ladrillo más para la construcción del "muro de contención" ante los inevitables embates de las pulsaciones energéticas de nuestro planeta siempre activo en la estructura y en la dinámica de todas sus esferas geográficas.

JOSÉ RAMÓN HERNÁNDEZ SANTANA

Bloque 1.
Actuación institucional en la gestión del
riesgo local de desastre

Capítulo 1. Simulacros como un instrumento en la difusión de la cultura de la protección civil

GENARO ISRAEL ANITA GUTIÉRREZ ¹

Introducción

La Alcaldía de Azcapotzalco, hablando de su historia moderna, se estableció como Delegación política con sus límites y superficies actuales en el año de 1971; consecuencia de la promulgación de la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal donde fueron creadas las 16 delegaciones (Sánchez, 1974). Dando como resultado una superficie de 3,330 hectáreas localizada en la parte norponiente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Programa de Desarrollo Urbano de Azcapotzalco, 1997).

Es importante reconocer que la Alcaldía Azcapotzalco cuenta con una rica cultura que se remonta desde el origen de las primeras poblaciones y/o asentamientos, apostando alrededor del gran lago de Texcoco que, posteriormente, dieron origen a la cultura Tepaneca.

Posterior a su conquista, Azcapotzalco contó con una población de 17 mil habitantes, siendo una época de rapiña y despojos a los antiguos príncipes descendientes del imperio Tepaneca. Los conquistadores se repartieron las tierras y las riquezas, demoliendo sus templos y palacios para levantar iglesias y obligar a los pocos sobrevivientes trabajar en condiciones de esclavos. (Sánchez, 1974).

“En la época colonial Azcapotzalco se conformó en una serie de Haciendas de gran superficie con la construcción de la parroquia de Azcapotzalco que inició en el año de 1565” (Sánchez, 1974).

Durante todos esos años como es de esperarse se presentaron amenazas naturales que provocaron en mayor y menor medida daños como destrucción a las construcciones, sin embargo, dentro de los archivos es mencionado uno

1 Maestro en Gestión Integral de Riesgo de Desastre. Departamento de Protección Civil del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

muy representativo “El viernes 14 de abril de 1646 tembló a las 8 de la noche y el domingo 16 de abril en la mañana, también a las 8 horas. Fue entonces cuando se derrumbó la albarrada (el muro atrial) de la iglesia parroquial de Azcapotzalco, siendo presidente fray Jacinto.” (González, 2003: 58). Por lo expresado se observa que debió ser un sismo de gran magnitud, de tal manera que hubo una réplica considerable, situación semejante a los sismos de 1985.

Sin embargo, el sismo más violento se dio 7 años después, en 1646 describiendo lo siguiente:

“El 17 de enero de ese año, ocurrió un intenso temblor que derrumbó la iglesia de Felipe y Santiago. La mitad del edificio se cayó junto con el campanario y la sacristía. La iglesia de San Juan Tlilhuaca, su capilla, casa y escuela de religiosos también se derrumbaron. Fue destruida también por el sismo, la iglesia de San Andrés Cahualtongo. Casi todos los templos y capillas de los barrios azcapotzalcas fueron afectadas. Muchas casas de indígenas y españoles se vinieron abajo, muriendo gran cantidad de gente” (González, 2003: 59).

Finalmente tuvieron que pasar 49 años para que se reconstruyera la iglesia principal de Felipe y Santiago.

Durante el Virreinato Azcapotzalco se mantuvo una condición indígena compuesta por 27 barrios que obtenía sus ingresos anuales a través de arrendar sus tierras comunales. (González, 2003).

Después de tribulaciones de los años de lucha independentista, el pueblo de Azcapotzalco recibe en el año de 1854 el título de Villa, otorgado por el entonces presidente Antonio López de Santa Ana. (González, 2003).

En 1880 la Villa de Azcapotzalco se presenta como cabecera municipal dependiente de la prefectura de Guadalupe Hidalgo con una población de 5,000 habitantes más 2,500 residentes de barrios, pueblos y haciendas. (González, 2003).

A principios del siglo XX comenzó la industrialización y en el caso de Azcapotzalco, el proceso se intensificó con la instalación de varias vías férreas, teniendo condiciones favorables y atractivas para la instalación de fábricas y factorías las localidades en Santiago Ahuizotla, San Miguel Amantla y Santa Lucía; además de la redensificación de las entonces haciendas por la introducción del tranvía eléctrico que unió Azcapotzalco con la Ciudad de México. (González, 2003).

Posterior a la finalización de la revolución mexicana y de la primera guerra mundial inicia un proceso de crecimiento industrial que repercute intensamente a Azcapotzalco. Para finales de los años 30 se construye la Refinería 18 de Marzo, instalando en sus alrededores diferentes colonias que por un lado servían a la clase trabajadora y, en otro, para los ingenieros y jefes administrativos; dando lugar a colonias como Plenitud y Petrolera respectivamente.

“En 1944, un decreto presidencial establece la zona industrial de la Colonia Vallejo, la cual por su extensión actualmente es una de las más importantes

del Distrito Federal. De igual manera, se establecieron dentro de la delegación la Estación de Ferrocarriles de Carga de Pantaco y el Rastro de Ferrería". (PDUA, 1997: 4)

Este crecimiento industrial dio pie a la creación y desarrollo de polos de población con diferentes características, por un lado colonias que se desarrollaban de acuerdo al nivel socio - económico y la construcción de unidades habitacionales que alojaban en primera instancia a la base trabajadora. (PDUA,1997).

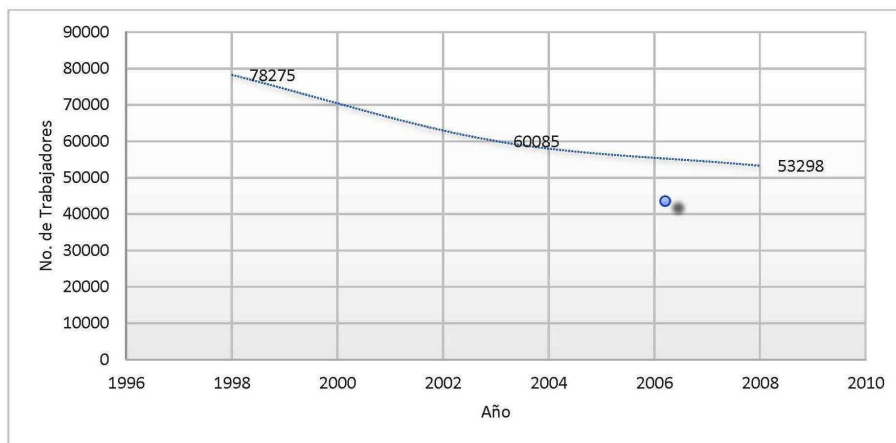
Esta construcción definitiva de grandes conjuntos habitacionales se dio a mediados de los años 70, especulando un crecimiento en la población que se elevó hasta en un millón o millón medio de habitantes, (Sánchez, 1974).

En las siguientes décadas se presentó un crecimiento exponencial en toda la Ciudad México; Azcapotzalco no fue la excepción.

"En el período de 1971 a 1985 -en Azcapotzalco- nace la unidad habitacional el Rosario que permitió alojar gran parte de la mano de obra masiva. Posteriormente, fue llevada a cabo la construcción de equipamiento para la movilidad. Ya en 1983 fue inaugurado el primer tramo de la línea 6 del metro de El Rosario a Instituto del Petróleo para consumarse (1988), simultáneamente la línea 7 del metro fue construida de 1982 a 1988." (Hernández y Cantú, 2015: 87).

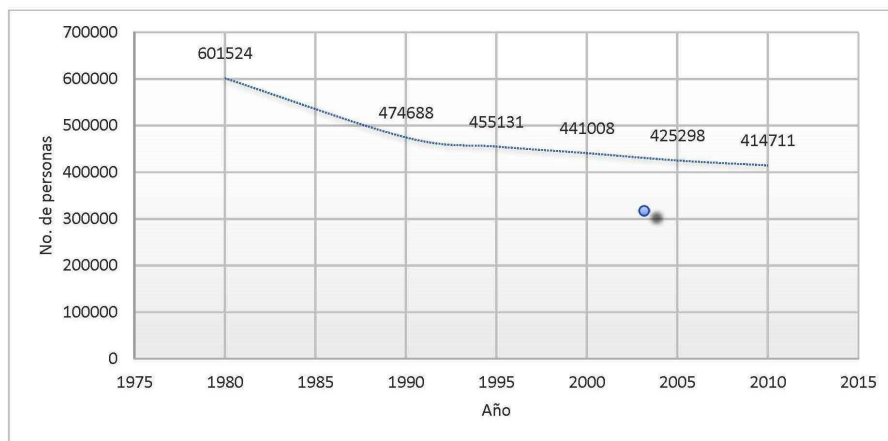
Esto no sólo llevo a la construcción de la emblemática unidad habitacional, sino que inició el camino de edificaciones de importantes centros habitacionales, transformando a la entonces Delegación Azcapotzalco en un ícono industrial y habitacional que requeriría de servicios para toda esta población; sin embargo, a principios de los años 90 y dado las crisis ambientales, se presentaron a finales de los 80 el gobierno federal tomó la decisión de cerrar la emblemática Refinería 18 de Marzo, comenzando con una paulatina desindustrialización y éxodo de la población a otras latitudes. (Grafica 1 y 2).

Gráfica 1. Personal ocupado en la industria



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

Gráfica 2. Población en Azcapotzalco 1980-2010



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

1. Nueva era política y organizativa

En 1997 por primera vez se elige Jefe de Gobierno quien determina la asignación de los Delegados Políticos en cada una de las 16 demarcaciones del entonces Distrito Federal. Así, en materia de protección civil, el Distrito Federal contaba con una ley que había sido publicada el 2 de febrero del año de 1996 con un reglamento en octubre 21 del mismo año.

En ellos se establecía el funcionamiento del sistema de protección civil en el entonces Distrito Federal, no existía una homogeneidad en cuanto a la estructura de las áreas de protección civil que llegaban a ser desde jefaturas de unidad departamental hasta direcciones de áreas que podían pertenecer a diferentes estructuras. Como Subdelegaciones de servicios urbanos, de obras o jurídico y gobierno; esto como producto de las necesidades de cada Delegación, pero más que nada como producto de que había “nacido” el área. Dando como resultado que cada una de éstas cuenta con una diferencia de recursos para atender sus tareas, mientras que en delegaciones como Iztacalco, Venustiano Carranza o Magdalena Contreras apenas existía una sencilla oficina con escaso personal y dos vehículos. La delegación Azcapotzalco contaba hasta con helipuerto, cancha de tenis, áreas de entrenamiento de espacios confinados y casa humo (área de prácticas contraincendios).

Conforme a la Ley y su Reglamento, todas las áreas de protección civil deberían formar un consejo de protección civil, el cual lo preseda el Delegado, lo supla el Subdelegado de Jurídico y Gobierno, los vocales compuestos por los demás Subdelegados; con representaciones de la Dirección General de Protección Civil del gobierno del Distrito Federal, el Heroico Cuerpo de Bomberos, un representante de la Asamblea legislativa y de la sociedad civil, entre otros.

Uno de los instrumentos más importantes que se convirtió en una herramienta para múltiples propósitos “buenos y malos” fue el Programa Interno de Protección Civil, obligatorio para un gran número de inmuebles, comercios y edificios de acuerdo con el Artículo 24 del Reglamento de Protección Civil del Distrito Federal; para ello, fueron publicados el 9 de septiembre de 1998 los “Términos de referencia para la elaboración de programas internos de protección civil TRPC-001-1998” siendo la primera guía técnica en el país para la elaboración de este instrumento.

Tanto los términos de referencia como la Ley de Protección Civil para el Distrito Federal se mencionaba la formulación de simulacros y su implementación:

“XIX. Simulacro: Ejercicio para la toma de decisiones y adiestramiento en protección civil, en una comunidad o área preestablecida mediante la simulación de una emergencia o desastre, para promover una coordinación más efectiva de respuesta, por parte de las autoridades y la población. Estos ejercicios deberán ser evaluados para su mejoramiento;” (Ley de Protección Civil para el Distrito Federal, 1996.)

“Simulacros”. Toda empresa, industria o establecimiento está obligado a llevar a cabo tres simulacros anuales.” (Términos de Referencia para la elaboración del Programas Internos de internos de protección civil TRPC-001-1998).

Cabe resaltar que entonces no existía un conocimiento o una cultura de la protección civil. Existían amplios sectores de las ramas comerciales y no menos de las industriales que desconocían la materia de protección civil, si

acaso las grandes empresas trasnacionales la relacionaban con sus medidas de seguridad e higiene, se convirtió en una labor titánica para promover la prevención desde el punto de vista de la protección civil.

2. Azcapotzalco una oportunidad singular

Para 1995 la entonces Delegación Azcapotzalco contaba con una población de 455,042 habitantes que representaba el 5.36% del total de la población del Distrito Federal (PDDU de Azcapotzalco,1997) y, como se mencionó, gran parte de esta población empezó a residir en unidades habitacionales, siendo algunas de ellas tan importantes a nivel Latinoamérica por la gran cantidad de población que vive en ella.

“Azcapotzalco es una de las delegaciones que, en proporción, cuenta con un mayor número de conjuntos habitacionales los que alcanzan una densidad promedio de 800 habitantes por ha. Los principales son El Rosario, Francisco Villa, Las Armas, Renacimiento, Conjunto Urbano Manuel Rivera Anaya CROC 1, INFONAVIT Xochináhuac, Miguel Hidalgo, Las Trancas, Lázaro Cárdenas, Miguel Lerdo de Tejada, Unidad Ecológica Novedades, Impacto, Tepaltongo, Azcapotzalco, Pantaco, Cuitláhuac, Hogares Ferrocarrileros, Tlatilco y Jardines de Ceylán.” (PDDU de Azcapotzalco, 1997: 15) (Cuadro 1).

Cuadros 1. Unidades habitacionales

Unidades Habitacionales	Habitantes	Unidades habitacionales	Habitantes
Campo Encantado	557	Presidente Madero	3,525
Cobre de México	274	Rosendo Salazar	495
Colina del olivar	475	San Juan Tlihuaca	495
Ecológica	776	San Pablo Xalpa	2,204
El Rosario	28,297	Tlatilco	746
La Escuadra	625	Villas Azcapotzalco	1,005
Las Trancas	329	Xochinahuac	5,410
Miguel Hidalgo	1,473	Francisco Villa	3,957
Pantaco	605	Lázaro Cárdenas	550
Pemex	790	TOTAL	52,588

Fuente: elaboración propia con datos del PDDU de Azcapotzalco, 1997.

Con este dato y considerando la población total, en 1995 el 11.5 % de la población vivía en unidades habitacionales en Azcapotzalco, resaltando la cantidad de habitantes en la unidad habitacional El Rosario, considerada durante mucho tiempo como la más grande de Latinoamérica y que no solo se

encontraba en el Distrito Federal sino también en el Municipio de Tlanepantla Estado de México.

A principios de 1998 el nuevo gobierno de la delegación había considerado la atención primordial a las unidades habitacionales mediante varios proyectos de mejora, tanto de obras, servicios urbanos, culturales y deportivos, pero planteando un objetivo muy particular en materia de protección civil; implementando simulacros tal como lo solicita la *Ley de Protección Civil* del Distrito Federal, siendo la primera en intervenir en la Unidad Habitacional “El Rosario”.

Por otro lado, Azcapotzalco fue reconocida como una delegación industrial: “Las áreas Industriales en la delegación ocupan 822.51 ha. aproximadamente, siendo las más importantes del Distrito Federal, correspondiendo al 37.4% del total de la ciudad.” (PDDU de Azcapotzalco, 1997: 16). Lo cual vió la necesidad de contar con una organización civil que tuviera como objetivo promover y facilitar a los asociados las relaciones entre la industria, academia y gobierno; dando origen a la Asociación de Industriales de Vallejo en el año de 1953.

En cuanto equipamiento urbano se encuentra uno de los hospitales de especialidades más importante de México, el Hospital General “La Raza” y el Hospital Norte de Pemex contaron con una población promedio de 3,347 y 850 personas respectivamente.

3. Organizar el primer “macrosimulacro” en México

Dentro de los manuales o protocolos para organizar simulacros menciona una serie de requisitos para organizarlos, entre ellos:

- Contar con un comité de protección civil.
- Tener un Programa Interno de Protección Civil aprobado por la autoridad competente.
- Establecer las brigadas correspondientes de primeros auxilios, evacuación, combate de incendios y rescate, con su debida capacitación.
- Contar con los implementos y herramientas para la formulación del simulacro como silbatos, megáfonos, chalecos o brazaletes de identificación, señalización, botiquines, cascos, etc.
- Formatos de evaluación.
- Sistema interno de comunicación.

El cumplimiento de estos requisitos básicos no representa problemas para la mayoría de los actores que fueron convocados a participar en el primer simulacro simultáneo (Macrosimulacro) como lo serían las industrias pertenecientes a la Asociación de Industriales de Vallejo, el hospital de la Raza, que si bien nunca se había realizado un simulacro general, sus autoridades

se asociaron con la unidad de protección civil de la delegación para la organización, los Talleres del Metro Rosario y edificios de gobierno delegacional. Pero el verdadero reto era la realización del primer simulacro en una unidad habitacional y aún más si hablamos de la más grande de Latinoamérica.

Los procedimientos comunes para la organización del simulacro en la U.H. El Rosario no dieron resultados. En un primer momento se estableció una ruta crítica donde se iniciaba con una convocatoria masiva en uno de los salones de uso común llamado el "Videografo" con el objetivo de conformar las brigadas de protección civil e iniciar su capacitación; para tal efecto se imprimieron 200 carteles de convocatoria que fueron colocados en las entradas de los edificios y lugares de fácil visualización.

Asimismo, el día de la reunión a finales de Marzo de 1999 a las 18:00 horas el personal de la subdirección de protección civil de Azcapotzalco esperaron la asistencia de los interesados. El salón tenía una capacidad de más de 300 personas, considerando que la población potencial convocada era la "primera reunión" iba a representar una proporción de 5,000 condóminos, por lo se contó con el espacio adecuado; sin embargo, después de una hora de espera, solo habían asistido ¡6 personas!, el simulacro estaba en peligro de no realizarse.

Después de este primer tropiezo se tuvo que posponer el simulacro que en primera instancia se tenía planteado para el día 30 de mayo de 1999, cabe señalar que no se tenía programada intervención de más actores, únicamente los habitantes de la unidad habitacional el Rosario.

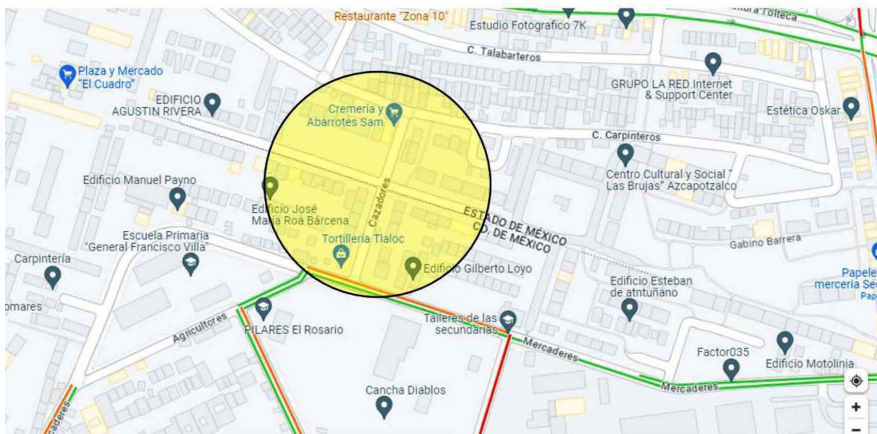
El proceso de organización que se había establecido por la unidad de protección civil de la delegación Azcapotzalco tenía al menos los siguientes pasos:

- Convocatoria a condóminos interesados a formar parte del comité de protección civil.
- Capacitación.
- Evaluación de riesgos.
- Ubicación de los puntos de menor riesgo (Puntos de reunión).
- Formulación de la hipótesis del simulacro con el comité de protección civil.
- Difusión del simulacro.
- Ejecución del simulacro.
- Evaluación del simulacro.

Al no avanzar con la convocatoria y la capacitación se tuvo que replantear el proceso y optar por seccionar la unidad habitacional en sectores más pequeños; coordinar con el gobierno del municipio de Naucalpan la participación que hizo en los edificios ubicados entre las calles de Cazadores y Mercaderes,

simulando el colapso del tercer nivel del edificio “Samuel Ramos” y el incendio por ruptura de tuberías de gas natural (Mapa 1).

Mapa 1. Área del simulacro



Fuente: Imagen compuesta a partir de: <https://www.google.com/maps/@19.5135845,-99.2005337,18z/data=!5m1!1e1?hl=es-419&entry=ttu> [28 de noviembre de 2023].

También, se realizó una visita personalizada a todos los departamentos para informar sobre las acciones a realizar en el simulacro, ubicar su punto de reunión y entregar en mano la información a los habitantes; esta labor se realizó en un período de 2 semanas y media. En cada visita se les informaba que el 30 de Julio a las 12:00 hrs se activarían sirenas de ambulancias y megáfonos, indicando la presencia del sismo; hay que recordar que la alerta sísmica sólo se escuchaba en algunas radiodifusoras y canales de televisión, por lo que se realizó un repliegue y posterior de un minuto, previamente cerrando, sus llaves de gas, ubicando su punto de reunión.

El lugar que se seleccionó para la realización del simulacro obedeció a un punto en común entre la delegación Azcapotzalco y el municipio de Naucalpan, además tenía la ventaja que los puntos de reunión establecidos estaban cerca de donde se esperaba la llegada de los servicios de emergencia (Ambulancias, carros de bomberos y vehículos de seguridad pública).

Mes y medio antes a esta fecha se realizó una reunión con la Asociación de Industriales de Vallejo para impartir el taller sobre los requisitos y elaborar los programas internos de protección civil. En la discusión se habló sobre los simulacros y comentó sobre la obligación de realizar 3 al año (nuestra organización lo hizo en una zona de la U.H. del Rosario) lo que varias empresas se interesaron en participar el mismo día; fue así que surge la idea de incorporar

más actores en la participación de un simulacro de sismo para evaluar la capacidad de respuesta de la unidad de protección civil delegacional.

Con ello comenzó a organizar comités de protección civil en los edificios gubernamentales pertenecientes a la delegación, realizando reuniones con el personal de protección civil del Hospital La Raza y Hospital de Pemex (este último ya había realizado simulacros previamente). El reto seguía siendo la organización en “el Rosario” ya que se desconocía si la población respondería al escuchar la activación de las sirenas pese a que se estaba informando departamento por departamento (se hizo visita a más de 800).

4. El día “S”

El día “S” de “Simulacro”, la subdirección de protección civil de Azcapotzalco disponía de tres vehículos y 48 trabajadores distribuidos en tres turnos, para ese día se convocó a la mayoría. Se estableció una ruta para ubicar a los compañeros con su equipo de evaluación (formatos, tablas, cámaras fotográficas, etc.) donde en cada lugar se llevó a cabo el simulacro. Previamente se revisaron que todos los relojes estuvieran en la misma hora y se probaron los radios de comunicación; todo debía estar en orden.

El objetivo era evaluar la capacidad de atención y coordinación con las diferentes áreas interinstitucionales en caso de una emergencia mayor en la Delegación Azcapotzalco por un sismo de magnitud 7 proveniente de las costas de Guerrero.

En el caso del Rosario la responsabilidad por acuerdo correspondió a protección civil del municipio de Tlanepantla con la asistencia de personal de Azcapotzalco.

A las 12:00 hrs. el Subdirector de Protección Civil dio el aviso vía radio, “R4, R4, a esta QTR inicia simulacro de sismo, a partir de este momento la comunicación fue referente a las actividades del simulacro, R4, R4”, R4 lo que significa en el código de comunicación de la Secretaría de Seguridad Pública “llamada general” que QTR indica la “hora”. Se iniciaba el primer macrosimulacro.

En cada uno de los puntos se activaron las sirenas de las ambulancias, patrullas y megáfonos, lo que alertó a la población y, conforme a los protocolos establecidos, se replegaron o evacuaron a lo puntos de reunion:

- “Hospital La Raza” inicia evacuación en las diferentes áreas de especialidad, así como repliegue en guardería, se recibe llamada telefónica al centro de operaciones informando de severos daños en el edificio de Gineco-Obstetricia con lesionados, se instala zona de triage y puesto de mando local sobre la calle de Jacarandas, arriba Cruz Roja y personal de Protección Civil, se realiza rescate a rapel desde el sexto piso de 4 lesionados y se canalizan a diferentes hospitales.

- “Hospital de Pemex” inicia simulacro de sismo y evacuación de consultas externas, se traslada a sus diferentes puntos de reunión, no existen daños estructurales y no estructurales por lo que queda habilitado para recepción de lesionados.
- “Edificio Delegacional” se evacúa todo el personal (Fotografía 1) reportando una persona herida que necesita ser trasladada de urgencia la cual se encuentra en el tercer nivel donde se colapsa techumbre, es necesaria un rescate a Rapel (Fotografía 2), el lesionado es trasladado al Hospital de Pemex.
- “Talleres del Metro Rosario” Se activa su alerta sísmica, iniciando sismo y reporta colapso de vestidores con personas atrapadas, activan su brigada interna de búsqueda y rescate, realizan la instalación de una zona de triage 50 metros del área de afectación con brigadistas de Primeros Auxilios, se rescatan 4 lesionados que son atendidos y fallece una persona en la zona de triage.

Fotografía 1. Evacuación edificio Sede Delegación Azcapotzalco



Fuente: fotografía proporcionada por el autor.

Fotografía 2. Rescate a Rapel de persona lesionada



Fuente: fotografía proporcionada por el autor.

Fotografía 3. Realizarán simulacro de sismo en El Rosario



Fuente: fotografía proporcionada por el autor.

- “Zona Industrial de Vallejo” 10 empresas activaron sus protocolos en caso de sismo con sistemas internos de alertamiento, evacuación de áreas, paro de labores en áreas no esenciales y cierre de servicios.
- “U.H. El Rosario” Se activaron las alarmas de las ambulancias y megáfonos, así como las alarmas fijas que existen en el perímetro del Municipio de Tlanepantla, los habitantes comenzaron a salir de sus departamentos dirigiéndose a sus puntos de reunión, mientras personal de Bomberos y personal de Protección civil de Tlanepantla y Azcapotzalco apoyan y dirigen a la población, el edificio “Ramos” sufre severos daños y personal especializado inician rescate al edificio a rapel. Por la presencia de los servicios de emergencia una gran cantidad de personas se presentan en los puntos de reunión y en donde se realizan los rescates (Fotografía 3 y 4).

Fotografía 4. Simulacro en la unidad habitacional el Rosario 30 de julio de 1999



Fuente: fotografía proporcionada por el autor.

5. Primeros resultados

Edificio Sede Delegación Azcapotzalco:

- Personal evacuado: 211
- Tiempo de evacuación: 2:30 minutos
- Tiempo de llegada de personal de emergencia: 5:00 minutos
- Lesionados hipotéticos: 2

Se llevó el primer simulacro realizado en este edificio y demás inmuebles de gobierno; se realizó rescate con técnica de rapel por la brigada interna y el grupo de “Guardias de México”.

Hospital Centro Médico La Raza:

- Personal evacuado: 3,347
- Tiempo de evacuación: 4:13 minutos
- Tiempo de llegada de personal de emergencia: 7:00 minutos

- Lesionado hipotéticos: 17
- Defunciones hipotéticas: 2

Fue el primer simulacro general del Centro Médico la Raza, realizando rescates a Rapel en el área de Gineco-Obstetricia (6to Piso), se colocó una zona de triage sobre la calle Antonio Valeriano la cual fue cerrada al tránsito y donde participo la Cruz Roja con el apoyo de dos ambulancias.

Unidad Habitacional el Rosario:

- Personas evacuadas Azcapotzalco: 3,000
- Personas evacuadas Naucalpan: 10,000
- Tiempo de evacuación: 3:50 minutos
- Tiempo de llegada de personal de emergencia: 6:00 minutos
- Lesionados hipotéticos: 4
- Defunciones hipotéticas: 1

Por primera vez se realiza un simulacro en una unidad habitacional de esta magnitud donde se evacuaron 15 edificios de departamentos, la respuesta de la población fue muy buena, además la simulación de colapso de un edificio se realizó con técnicas de rapel para el rescate de personas y atención por parte del equipo de bomberos en una fuga de gas natural. Cabe destacar que la coordinación de las dos áreas de protección civil del Municipio de Tlanepantla y Delegación Azcapotzalco.

Talleres del Metro Rosario:

- Personal evacuado: 258
- Tiempo de evacuación: 2:11 minutos
- Tiempo de llegada de personal de emergencia: 4:00 minutos
- Lesionado hipotéticos: 4
- Defunciones hipotéticas: 1

Se llevo acabó la evacuación en todos los talleres, se instaló una zona de triage y se atendieron 4 lesionados.

Zona Industrial de Vallejo:

- Empresas participantes: 10
- Personal evacuado: 3,500

Cada empresa activó sus protocolos, evacuando y simulado diversos escenarios conforme a sus criterios de riesgo por sismo.

En resumen, estos fueron los números totales de participantes:

- Edificio Sede de Gobierno: 211

- Campamento de Mecoaya: 550
- Campamento Cotita: 370
- Casa de Cultura: 60
- Campamento del Gas: 200
- Hospital de Pemex: 465
- Hospital la Raza: 3,347
- U.H. El Rosario Sector 2AC: 3,000
- Zona Industrial de Vallejo: 3,500
- Talleres del Metro Rosario: 258
- Total: 11,961

Al término de cada ejercicio los responsables informaron la conclusión y novedades al Centro de Operaciones hasta que el último escenario concluyó el simulacro por la frecuencia de radio de la delegación.

6. Segundo macrosimulacro

Para el 2000 se planteó una hipótesis similar, sismo de gran magnitud proveniente de las costas de Guerrero, sin embargo, se considera que ante estos eventos las comunicaciones se vieron seriamente afectadas, tanto las analógicas como la nueva tecnología que empezaba a generalizarse: (telefonía celular). Ésta fue la variable que se incorporó en la hipótesis, así que se debía desarrollar el procedimiento para que en un tiempo no mayor a 30 minutos se contara con la información de daños de todos los inmuebles participantes sin el apoyo de comunicaciones modernas.

Se buscó ubicar 3 centros de recepción de información, uno en la zona industrial de vallejo (oriente de la Delegación), otra en el edificio sede de la Delegación (Zona Centro) y la última en las instalaciones de la unidad de protección civil (poniente de la Delegación). Estos centros cumplían la función de recibir los formatos de cada inmueble, empresas, escuelas, hospitales, etc., con información de personas participantes, tiempo de evacuación e información en general; una vez evaluada la situación, una persona en vehículo la entregaría en la Sede de la Delegación donde se encontraría el Consejo de Protección Civil y conformaría todos los datos.

En la zona industrial de Vallejo con su grupo PAMI (Plan de Ayuda Mutua de Industriales) se propuso un escenario donde trabajaron todas las brigadas ante el llamado de un derrame y explosión causado por sustancias peligrosas.

El 19 de septiembre de 2000 se llevó a cabo el segundo simulacro simultáneo con la participación de 67 inmuebles, contabilizando más de 56,000 participantes, demostrando que en un tiempo de 30 minutos después de presentarse un sismo, la autoridad puede obtener información de cada inmueble estratégico sin el uso de telefonía u otro medio de comunicación.

Ese año se caracterizó por cambios políticos en el escenario del País y, en el caso del entonces Distrito Federal, se habían realizado las primeras elecciones para elegir a los 16 Delegados; quienes tomaron posesión el 1 de octubre cambiando las estructuras internas, por lo que parte del equipo que había organizado los simulacros simultáneos en Azcapotzalco, ahora se encontraba en la Delegación Álvaro Obregón considerada como una de las más peligrosas por sus áreas minadas: 13 presas, barrancas y zonas de alto riesgo, tan es así, que la única con el nivel de Dirección de Área en todo el Distrito Federal

7. Primer simulacro simultaneo de evacuación por hipótesis de sismo en la Delegación Álvaro Obregón

La Delegación Álvaro Obregón (ahora Alcaldía) se localizaba al sur oeste de la Ciudad de México, su orografía es muy accidentada, se encuentran grandes pendientes en 7 barrancas principales que conforman 80 kilómetros y el 40% de su territorio con suelo minado y una población aproximada de 690,000 habitantes. Una delegación de fuertes contrastes sociales, por un lado zonas de alto poder económico como la colonia Jardines del Pedregal y otras muy precarias como la colonia Lomas de Becerra. (Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón, 1997).

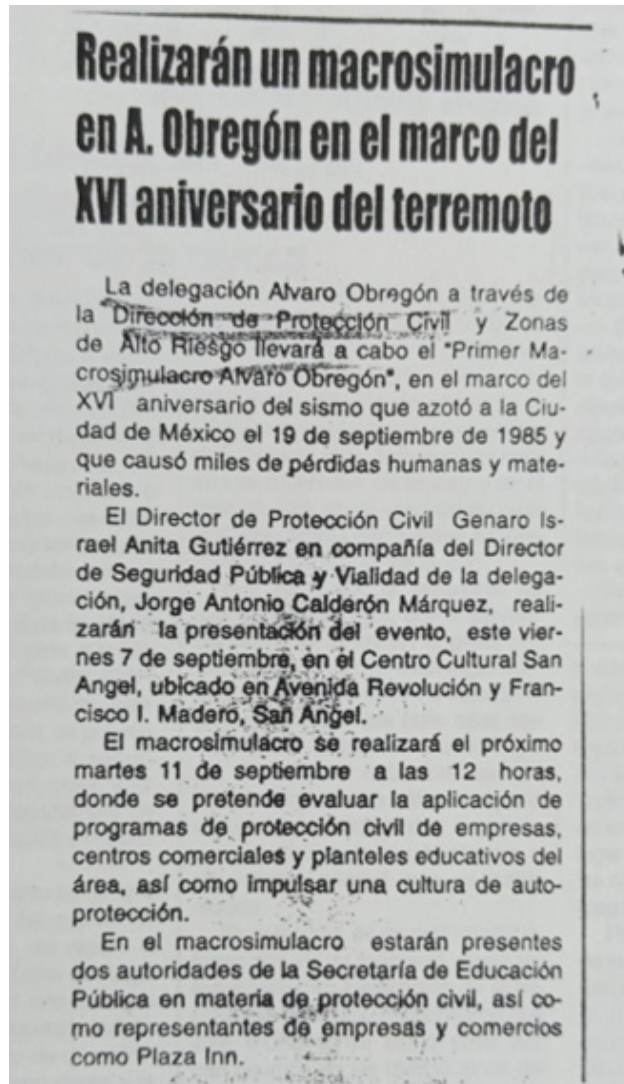
La actividad económica principal del sector servicios ubica una gran cantidad de restaurantes, plazas comerciales, tiendas de todo tipo etc., sin una organización de asociaciones que facilite la organización y convocatoria, realizando de forma personalizada los responsables de programas internos de protección civil mediante reuniones quincenales de 40 personas.

El objetivo fue el simulacro “Fomentar la ejecución de procedimientos de mitigación de la emergencia en caso de sismo, así como impulsar la cultura de autoprotección entre la población ocupante de los inmuebles privados y públicos en la demarcación de Álvaro Obregón y establecer los procedimientos de información de novedades al centro de operaciones de la Dirección de Protección Civil y Zonas de Alto Riesgo” (Fotografía 5).

Descripción de la hipótesis:

- Siendo las 12:00 hrs del día 11 de septiembre del año 2001, se genera en las costas de Guerrero, Atoyac de Álvarez un sismo de magnitud 8.
- Conforme a los procedimientos establecidos, bajo la indicación del coordinador de cada inmueble y los responsables de las diferentes brigadas, se realiza las funciones establecidas que permitan la salvaguarda de las personas, sus bienes y el entorno.

Fotografía 5. Realizarán un macrosimulacro en Álvaro Obregón en el XVI aniversario del terremoto



Fuente: nota periodística "Sol de México" 7 de septiembre 2001.

- Los servicios de comunicaciones como Fax, teléfono y celulares no servirán hasta en un tiempo de 3 horas, si es que no existen afectaciones mayores, en todo caso el tiempo será mayor. Cada comité se les otorgó 2 formatos, el primero llamado "Información rápida" que será envia-

do a cualquiera de los tres centros de recepción y el segundo que es de uso interno "Informe del Comité"

- Los Centros de recepción de información se instalaron en la Bombilla, Centro Santa Fe y Sede Delegacional.

7.1 Cancelación del macrosimulacro

El día del simulacro todo estaba listo, pero a primera hora de la mañana comenzaron a circular las noticias sobre el avión que se había estrellado en una de las torres gemelas...luego fueron dos y el mundo entraba en zozobra.

La situación era grave y todos estaban muy nerviosos, habría que tomar una decisión para evitar el pánico y hasta una situación de riesgo. A las 10:15 hrs. se iniciaron las llamadas a todos los participantes informando la cancelación del simulacro. Dado que todos los medios de comunicación tenían conocimiento del simulacro se tuvo que improvisar una conferencia de prensa a las 12:00 hrs. informando sobre los motivos de la cancelación (Fotografía 6 y 7).

Fotografía 6. Cancelan simulacro



Fuente: nota periodística "Metro" 12 de septiembre de 2001.

Fotografía 7. Inspeccionan torres en Santa Fe

Inspeccionan torres en Santa Fe

POR JESÚS ALBERTO HERNÁNDEZ Y RICARDO ZAMORA

LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN hizo revisiones en dos torres ubicadas en Santa Fe, así como en el barrio de San Ángel, las cuales se encuentran en estado normal para tranquilidad de la población, explicó el director de Protección Civil, Genaro Anita.

Ayer, la demarcación suspendió un macrosimulacro que sería el primero en realizarse después de los sismos de 1985, para evitar que se dieran situaciones de nerviosismo entre la población.

Las dos torres que fueron sometidas a auscultación por el personal de Protección Civil en Álvaro Obregón son la Torre Plaza Reforma y la Torre Pirámide, ambas ubicadas en la zona comercial de Santa Fe.

Anita explicó que este operativo se hizo dado que en ese centro se dieron algunas crisis nerviosas a partir de los acontecimientos terroristas que se registraron ayer por la mañana en EU y que el Gobierno mexicano condenó.

Descartó que en el transcurso del día se realizaran más operativos, pero se mantuvo comunicación estrecha con escuelas e instituciones bancarias ubicadas en esa demarcación.

"El macrosimulacro contemplaba también la presencia del personal en la Universidad Iberoamericana y en Banamex, pero como se habló con las 40 empresas que iban a participar, éstas decidieron no seguir adelante con el ejercicio para no exponer a la población a una crisis nerviosa. Sin embargo, acordamos estar en contacto permanente para acudir ante cualquier emergencia", dijo.

También se revisaron las presas ubicadas en la demarcación, las cuales se encuentran en situación normal, informó el funcionario delegacional.

Anita manifestó que el personal de Protección Civil de la demarcación permanecería en el centro de mando todo el martes para actuar en caso de que la población necesitara ayuda, y a partir del miércoles se restablecerán los turnos de vigilancia en las zonas de alto riesgo.

Los inmuebles que Protección Civil revisó se encuentran uno en el parque Santa Fe y el otro en el Corporativo Plaza Reforma. Son modernos edificios corporativos de ocho y tres niveles, el segundo de ellos con capacidad de mil 200 personas.

El funcionario delegacional recomendó a la población obregonense que ante los hechos que se registraron guarde la calma, se abstenga de realizar viajes innecesarios y permanezca en sus viviendas atento a la información que difundan las autoridades del Gobierno central, así como de la delegación Álvaro Obregón.

EN ORDEN la delegación Álvaro Obregón, después de una inspección, descartó irregularidades.



Fuente: nota periodística el "Reforma" 12 de septiembre 2001.

7.2 Nueva fecha

Posterior a estos eventos trágicos, se reprogramó una nueva fecha, ahora sería el 13 de noviembre de 2001, con la misma hipótesis y participantes, llevando a cabo lo previsto; siendo el lugar mediático Plaza Inn, ubicado sobre Av. Insurgentes, simulando el colapso del tercer nivel, evacuación general de la plaza y rescate de víctimas. En total participaron 20,274 personas de 126 inmuebles (Fotografía 8 y 9).

La capacidad de respuesta en cuanto a la recepción de informes fue la siguiente: a los 30 minutos se tuvo una recepción del 70%, a los 45 minutos del 20% y a los 55 minutos el 10% restante.

Fotografía 8. Hacen macrosimulacro de sismo

Hacen macrosimulacro de sismo Sacude 'temblor' a 126 inmuebles

Metro
Pág.: 26
4 NOV. 2001



3
Comisión de Comunicación Social

5

*Organiza Álvaro Obregón
evacuación masiva
de escuelas, comercios
y oficinas; son estudian-
tes los más rápidos*

Por **Karla Sánchez**

UN TEMBLOR SIMULADO DE 8.0 GRADOS en la escala de Richter sacudió al medio día de ayer a los habitantes de la Delegación Álvaro Obregón. En la realización del primer macrosimulacro sísmico organizado por esa demarcación se evacuaron 126 inmuebles, entre escuelas, centros comerciales y oficinas de diferentes empresas.

"La hipótesis de nuestro simulacro fue de un sismo de gran magnitud, de 8 grados en la escala de Richter con epicentro en la zona de Atoyac de Álvarez en las costas de Guerrero, con una duración aproximada de un minuto, en donde unos 126 inmuebles participaron de manera simultánea, y entre los que destacan Plaza Inn, Sedesol, la Universidad del Valle de México, Centro Banamex en Santa Fe y la misma Sede Delegacional.

"El objetivo de esta simulación de sismo fue la evaluación en la atención que la Delegación puede dar al presentarse un sismo de estas magnitudes y además observar la capacidad de respuesta que tienen los inmuebles que cuentan con sus propios programas de protección civil", informó Genaro Anita Gutiérrez, Director de Protección Civil y Zonas de Alto Riesgo en Álvaro Obregón.

"Nosotros estábamos almacenando, pero nos avisaron los del restaurante y al oír las alarmas salimos, pienso que es muy buena idea de la Delegación, pero nos falta más organización porque estas situaciones en la vida real son muy difíciles y si hay que estar preparados y saber qué hacer", dijo Karla Zamora, visitante en Plaza Inn.

El Director de Protección Civil dijo que fueron un total de 20 mil 574 personas las que participaron de la evacuación de los 126 inmuebles en 17 minutos promedio, en donde las escuelas de nivel básico tuvieron la mejor actuación.

En el caso de la Plaza Inn, ubicada en Insurgentes Sur y Aveni-



8
grados Richter
fue la hipótesis
del sismo

14
minutos tardó
la gente
en desalojar

Un muñeco que aparenta ser una persona herida es bajado a rapel.



Paramédicos atienden a una 'víctima' del 'derrumbe' en Plaza Inn.

da de la Paz, en San Ángel, las alarmas resonaron en toda la plaza dando aviso del inicio del sismo, para sorpresa de los compradores que a esa hora transitaban por el lugar, en donde se registró la salida de 767 personas incluyendo a los locatarios.

Además de la evacuación en

esta plaza comercial también se llevó a cabo la simulación del rescate de dos personas que supuestamente resultaron heridas al derrumbarse parte en la estructura de este edificio, por lo que Protección Civil, el ERYEM, y personal de seguridad interna de la plaza, organizaron un rescate a rapel.

Fuente: nota periodística el "Metro", 14 de noviembre de 2001.

Fotografía 9. Sorprende simulacro de sismo en plaza comercial

EL UNIVERSAL

Pág. 305

14 NOV. 2001



Sorprende simulacro de sismo en plaza comercial

DAVID CANO

Justo al mediodía sonó la alerta sísmica y todos los visitantes, prestadores de servicio, cajeros, comensales, meseros y público en general se vieron en la necesidad de evacuar sucursales bancarias, oficinas públicas y privadas, así como restaurantes y gimnasios, debido a que se esperaba un sismo de más 8.1 grados en la escala de Richter, proveniente de las costas de Guerrero.

La mayoría de los asistentes a Plaza Inn ya sabían que se trataba de un macrosimulacro, organizado por la delegación Alvaro Obregón, aunque todos quedaron sorprendidos con la bajada a rappel que hizo el rescatista Abel Cepeda Carrasco.

Desde un tercer nivel, el rescatista sorprendió a propios y extraños, pues con un maniquí que llevó a cuestras logró descender asido a sólo una cuerda.

El público expectante presenció cómo Cepeda Carrasco, con más de 90 kilos de peso más otros 70 kilos que pesaba el maniquí, llegó sin problemas a las escalinatas de acceso de Plaza Inn.

Mientras el tránsito era muy intenso sobre avenida Insurgentes Sur esquina con Altavista, por lo cual la ambulancia que prestaría el presunto auxilio a los lesionados tardó cinco minutos más de lo previsto. Los cuerpos de Protección Civil de la delegación Alvaro Obregón inmediatamente acordaron el área del estacionamiento y la gente que desconocía el macro simulacro primero se sorprendió, pero después reconoció que son necesarios este tipo de ejercicios.

Genaro Israel Anita Gutiérrez, director general de Protección Civil en la delegación y Humberto González, asesor en Protección Civil de Plaza Inn, coincidieron en evacuar a más de tres mil personas de todo este

”
No estamos preparados para enfrentar un siniestro de la magnitud señalada

Genaro Anita Gutiérrez
Director de Protección Civil en Alvaro Obregón

centro comercial. Lo más vistoso fue cuando la ambulancia otorgó ayuda a los lesionados, pues camarógrafos, fotógrafos, curiosos estaban expectantes de lo que sucedía.

Una de las primeras acciones fue quitarle el calzado al lesionado, como una premonición eran unos tenis, mismos que fueron olvidados por los rescatistas y no faltó quien dijera “acaso colgó los tenis”.

A manera de síntesis, el director de Protección Civil dijo que este macro simulacro se llevó a cabo también en la plaza Santa Fe y en la sede de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), donde participaron un total de 126 empresas con un promedio de 17 mil personas y de acuerdo con los resultados preliminares “no estamos preparados para enfrentar un siniestro de la magnitud señalada”, pues simplemente la ambulancia vio entorpecido su paso por el exceso de vehículos sobre avenida Insurgentes Sur y su llegada tuvo un retraso de cinco minutos.

Reiteró que se necesita una cultura de protección Civil para enfrentar cualquier eventualidad, porque todavía la sociedad desconoce zonas de seguridad, rutas de evacuación o riesgos latentes.

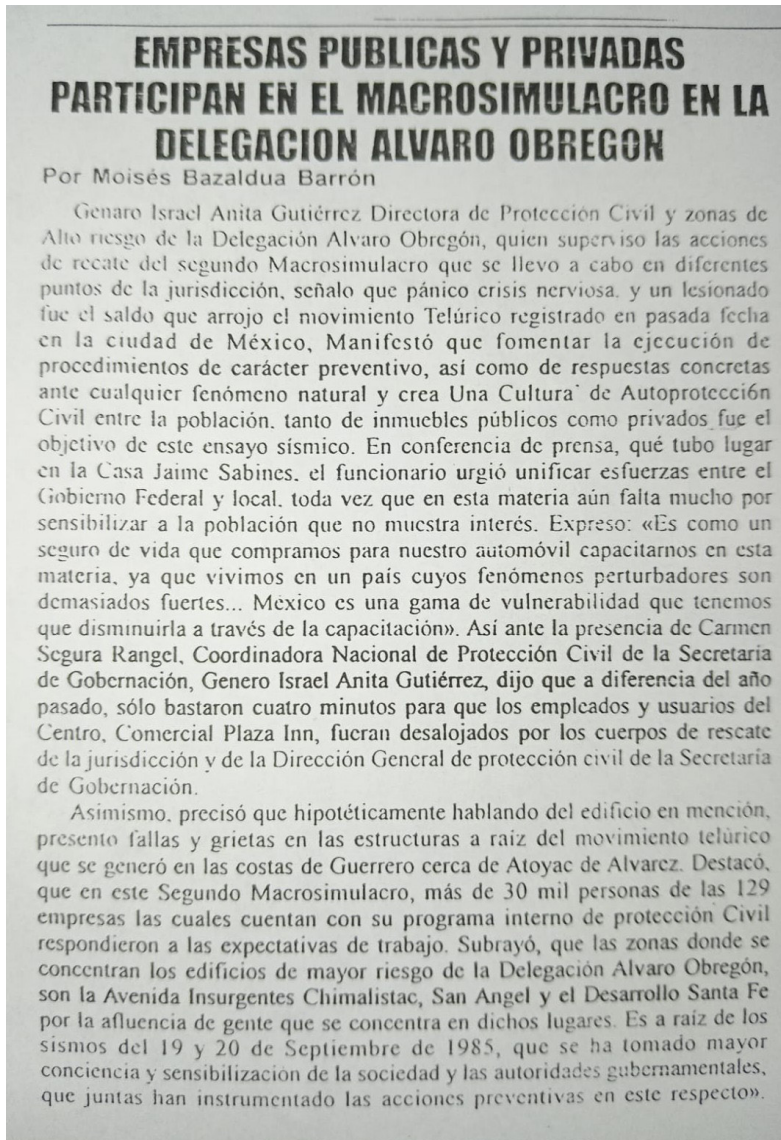
Fuente: nota periodística “El Universal”, 14 de noviembre de 2001.

8. La implementación general

En 2002 se realizó el segundo Macrosimulacro de la Delegación Alvaro Obregón el 19 de septiembre, estableciendo la misma hipótesis con la organización de un evento de entrega de constancias a todas las empresas, escuelas, industrias participantes en la “Casa Jaime Sabines” con la presencia de la Coordina-

dora Nacional de Protección Civil; esta vez se tuvo una participación de 130 empresas y más de 30,000 personas (Fotografía 10).

Fotografía 10. Empresa pública y privada participan en el macrosimulacro en la Delegación Álvaro Obregón



Fuente: nota de revista "Gráfica Internacional", noviembre, 2002: 25.

Estos ejercicios ya habían llamado la atención para la entonces Dirección General de Protección Civil, interesada en cómo se organizaban para poder hacer algo similar a nivel Distrito Federal. Por lo que inició el trabajo de difusión y convocatoria en las unidades de protección civil de las 16 Delegaciones y posteriormente en las entidades de educación, salud y cámaras de comercio. El Gobierno de la Ciudad estableció como fecha el 19 de septiembre de 2003 a las 10:00 horas, con una hipótesis de un sismo proveniente de las costas de Guerrero. Una de las Delegaciones que tuvo gran participación fue Cuauhtémoc donde se llevó a cabo ejercicios de rescate y simulaciones de incendios en el edificio Chihuahua del Conjunto habitacional Tlatelolco, así como la realización de un simulacro despiste en una aeronave en el Aeropuerto Internacional Benito Juárez, con la presencia de la Coordinadora Nacional de Protección Civil y el Director General de Protección Civil del Distrito Federal. Se maneja una participación de más de 100 mil personas y 739 edificios públicos (que en su mayoría eran escuelas públicas).

Para el 2004 la Secretaría de Protección Civil realizó una convocatoria masiva mediante diversos medios, entre ellos su página web; a partir de esa fecha se iniciaron los ejercicios en conmemoración de los sismos del 19 y 20 de Septiembre.

Conclusiones

El desarrollo de la protección civil puede tener varias vertientes y actores; autoridades gubernamentales, académicos, científicos y población en general, con una participación dinámica de la población para la construcción de una verdadera cultura de la protección civil. Podemos utilizar diferentes herramientas que motiven a la comunidad como la comunicación del riesgo y generar políticas acordes a las necesidades y realidades. El desarrollo de los simulacros simultáneos, después conocidos como “Macrosimulacros” y ahora Simulacros Nacionales, bien pudieron ganar innegablemente otro lugar, tiempo y forma, pero es importante recordar y reconocer a quienes fueron pioneros en la realización de estos ejercicios y a todos los ciudadanos que con gran interés participaron en estos primeros ejercicios a finales del siglo pasado.

Bibliografía

- González, J. (2003). *Nueva cronología histórica de Azcapotzalco*, Azcapotzalco, México.
- Hernández, G. y Cantú R. (2015). *Mundo Siglo XXI*, revista del CIECAS-IPN. ISSN 1870-2872, Núm. 35, Vol. X, 2015, México, pp. 85-100.
- Gobierno de la Ciudad de México (1996). *Ley de Protección Civil para el Distrito Fe-*

deral.

Delegación Azcapotzalco (1997). *Programa de Desarrollo Urbano de Azcapotzalco. Usos de suelo, uso Industrial*. Gobierno de la Ciudad de México. http://www.paot.org.mx/centro/programas/delegacion/azcapo_original.html#asocie

Delegación Álvaro Obregón (1997). *Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón*. Gobierno de la Ciudad de México

Sánchez, E. (Coordinadora), (1974). *Azcapotzalco en el tiempo*, Delegación del Departamento del Distrito Federal en Azcapotzalco, Distrito Federal.

Gaceta oficial del Distrito Federal (1998). *Términos de Referencia para la elaboración del Programas Internos de protección civil TRPC-001-1998*. Gobierno del Distrito Federal 9 de septiembre de 1998.

Capítulo 2. Caso Puebla. Gestión de Riesgo de Desastre (GRD), 2019

CÉSAR ORLANDO FLORES SÁNCHEZ ¹

Introducción

Las elecciones estatales de Puebla de 2018, denominadas oficialmente por la autoridad electoral como Proceso Electoral Local 2017-2018, se realizaron el domingo 1 de julio de 2018 organizadas por el Instituto Estatal Electoral y por el Instituto Nacional Electoral (INE), de forma simultánea con las elecciones federales en los comicios locales renovando los siguientes cargos de elección popular (INE, 2018):

- Gobernador del Estado de Puebla. Titular del Poder Ejecutivo del estado, electo para un período de seis años no reelegibles en ningún caso, donde resultó electa la candidata de la coalición “Por Puebla al Frente” Martha Érika Alonso.
- 41 diputados del Congreso del Estado. De los cuales 26 serán electos por mayoría relativa y 15 por representación proporcional.
- 217 ayuntamientos. Compuestos por un presidente municipal y sus regidores. Electos para un período de tres años, no reelegibles para el período siguiente.

El 14 de diciembre de 2018, Martha Érika Alonso rinde protesta como gobernadora constitucional del Estado, recibe el cargo de Antonio Gali Fayad (Proceso, 2018).

El 24 de diciembre de 2018 Martha Érika Alonso muere en un accidente aéreo, mientras se dirigía de la Ciudad de Puebla a la Ciudad de México (BBC News Mundo, 2018).

El 21 de enero de 2019, el Congreso del Estado de Puebla emite un Decreto por el cual se designa Gobernador Interino a Guillermo Pacheco Pulido, quien

1 Doctor en Gestión Integral del Riesgo de Desastres y Protección Civil. Escuela Nacional de Protección Civil, campus Chiapas.

convoca a elecciones extraordinarias el 2 de junio de 2019. En ellas se eligieron los siguientes cargos de elección popular (H. Congreso de Puebla, 2019):

- Gobernador Constitucional del Estado de Puebla para un período de cinco años cuatro meses no reelegibles en ningún caso. Dada la falta absoluta de la titular del Ejecutivo, debido al fallecimiento de la gobernadora Martha Érika Alonso.
- 5 Ayuntamientos, debido a que el Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación determinó anular los resultados de las elecciones municipales en los municipios de Ocoyucan, Mazapiltepec de Juárez, Tepeojuma, Ahuazotepec y Cañada Morelos.

El período de precampañas se efectuó del 24 de febrero al 5 de marzo y el período de campaña del 31 de marzo al 29 de mayo de 2019.

Con el 99.9 de los votos computados por el Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP), el ganador de la contienda a gobernador fue Luis Miguel Barbosa Huerta, candidato de la coalición «Juntos Haremos Historia», integrada por los partidos Movimiento de Regeneración Nacional (Morena), Partido del Trabajo (PT) y Partido Verde Ecologista de México (PVEM). De acuerdo a estos datos, Barbosa Huerta habría obtenido el 44.6% de los votos; el abstencionismo habría sido de casi el 70%.⁶⁷ (INE, 2018).

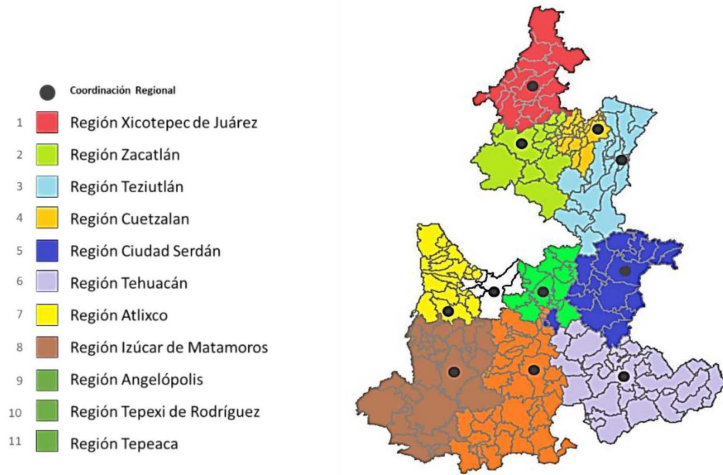
Este contexto tiene como fin mostrar el panorama del Sistema Estatal de Protección Civil de Puebla, durante el período comprendido del 1 de febrero de 2019 al 15 de enero de 2020, en una entidad cuya inestabilidad política, económica y social, así como tuvo 4 gobernadores en menos de 9 meses; exigía una labor intensa por las amenazas y riesgos a los que está expuesta la entidad como riesgos geológicos por el Volcán Popocatepetl y deslizamientos de laderas, riesgos de carácter Hidrometeorológico, incendios forestales, y riesgos por la acción humana, por robo de hidrocarburos a través de tomas clandestinas, entre otros.

Para efectos de la Coordinación General de Protección Civil, el estado se dividió en 11 regiones de coordinación operativa (Imagen 1).

En un estudio realizado la entidad durante el período mencionado, se obtuvo el siguiente diagnóstico general de Protección Civil del Estado.

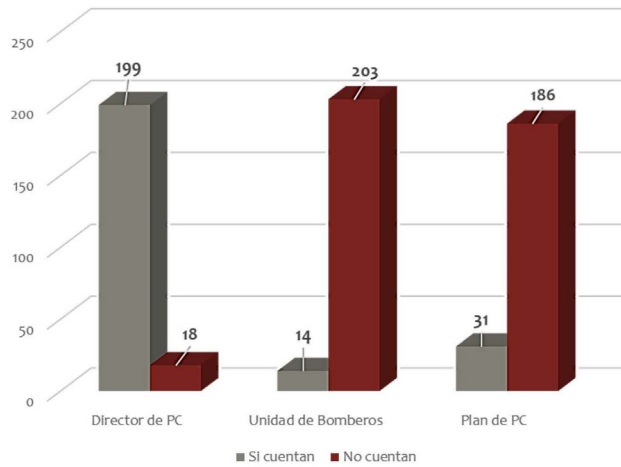
De los 217 municipios que tiene el estado, 18 no cuentan con Director de Protección Civil, 203 tampoco con Unidad de Bomberos y 186 sin Plan de Protección Civil (Gráfica 1).

Imagen 1. Regiones del Estado de Puebla



Fuente: elaboración propia.

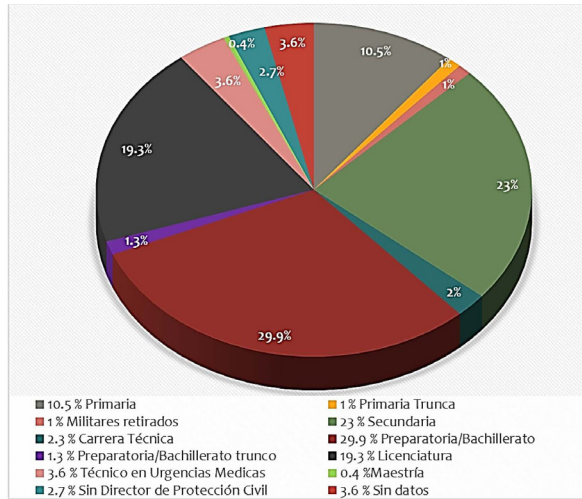
Gráfica 1. Municipios que cuentan o no director de protección civil, unidad de bomberos y plan de protección civil



Fuente: elaboración propia.

De los 199 municipios que cuentan con Directores de Protección Civil, se obtuvo un nivel de escolaridad como el siguiente.

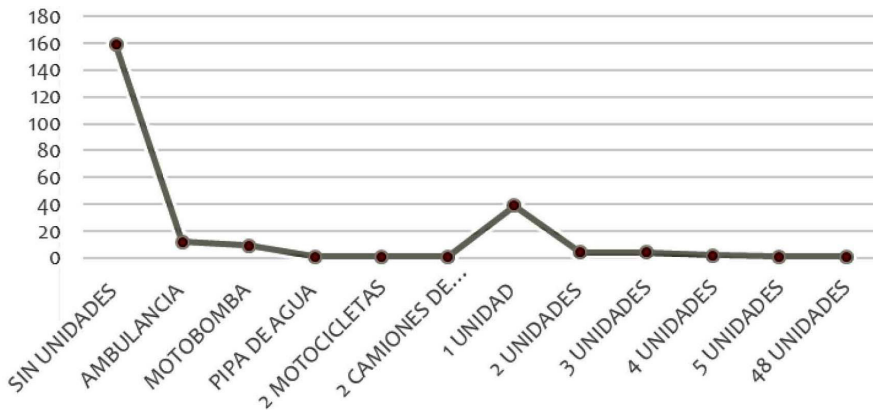
Gráfica 2. Nivel de estudio de los directores de protección civil



Fuente: elaboración propia.

El Parque vehicular en las Unidades Municipales se observan en la gráfica 7.

Gráfica 3. Parque vehicular de protección civil en los municipios



Fuente: elaboración propia.

El estado de fuerza del personal en los municipios en protección civil se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Número de personal de protección civil por municipio

Número de personal de protección civil	Municipios
0	14
1	78
2	47
3	25
4	11
5	11
6	4
7	5
8	6
9	3
10	2
11	2
13	1
15	1
16	1
18	1
19	1
33	1
34	1
44	1
101	1

Fuente: elaboración propia.

La Coordinación General de Protección Civil del Estado de Puebla diseñó un nuevo modelo para salvaguardar la integridad de la población ante cualquier eventualidad que signifique un riesgo. La integralidad del modelo se basa en la cultura de la prevención, la acción permanente, la corresponsabilidad social y la gestión del riesgo de desastre encaminada a la construcción de una *Puebla Resiliente 2020 -2022*.

El modelo *Puebla Resiliente 2020 -2022* construiría las condiciones para que fuera un Estado preparado para resistir el eventual impacto de un fenómeno perturbador (de origen natural o antropogénico) de forma coordinada, oportuna, eficaz y segura, de manera tal que la capacidad de adaptación y recuperación de su población e instituciones estuviese encausada a una eficiente Continuidad de Desarrollo.

A partir de lo anterior, se ha desarrollado lo siguiente. Un fin, un medio, un método, tres ejes de trabajo y siete valores que se muestran como el sustento de la estrategia integral y trascender a todo el modelo:

- Un Fin: Puebla Resiliente.
- Un Medio: utilización de la gobernanza como modelo de coparticipación entre el gobierno y la sociedad para la construcción de políticas públicas de forma activa, inclusiva y legítima.
- Un Método: Gestión del Riesgo de Desastre.
- Tres Ejes: Gestión Prospectiva, Gestión Correctiva y la Gestión Reactiva; entendidas como etapas que definirán el fin perseguido.
- Siete Valores: Ética, Solidaridad, Equidad, Confianza, Honradez, Libertad y Honestidad.

1. Método de Gestión del Riesgo de Desastre

El elemento principal del método de gestión de riesgo es el Consejo Estatal de Protección Civil, ya que es el órgano de planeación, consulta, apoyo e implementación que tiene por objeto integrar y activar a las dependencias, entidades paraestatales, Ayuntamientos, organismos constitucionalmente autónomos y representantes de los sectores social y privado en la construcción de *Puebla Resiliente*.

1.1 Eje I. Gestión Prospectiva

El Eje se basa en el Plan Estatal de Gestión Integral del Riesgo de Desastres en Puebla, el cual es de carácter preventivo e involucra a todas las entidades y representantes tanto del gobierno estatal como del federal, adoptando medidas y estrategias de acuerdo a sus atribuciones. Tiene como objetivo principal orientar las acciones de la administración pública y de la sociedad civil en cuanto al conocimiento del riesgo, la reducción y/o mitigación del mismo y el manejo de emergencias o desastres en cumplimiento de la política estatal en materia de Gestión Integral del Riesgo que contribuya a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible en el territorio poblano mediante tres acciones principales:

- Elaborar programas de acción para la prevención de riesgos.
- Establecer responsables de los programas de acuerdo a su especialización.
- Ejecutar los procesos de conocimiento, reducción de riesgo y manejo de desastres.

Estas acciones se dividen en las diferentes etapas de estructuración del plan:

- Diagnóstico para identificar el tipo de riesgo.
- Prevención para tratar de evitar el riesgo.
- Preparación para enfrentar el riesgo en caso de ser inevitable.
- Reducción de pérdidas que pueden generar los distintos tipos de riesgos.

Para lograr el Objetivo Principal, se establecen 5 Objetivos Estratégicos definidos por premisas específicas y con metas precisas que están enfocadas a generar una cultura de prevención y autoprotección entre la sociedad:

1. Mejorar el conocimiento del riesgo de desastre dentro del territorio estatal.
2. Reducir la construcción de nuevas condiciones de riesgo a partir del desarrollo territorial, sectorial y ambiental sostenible.
3. Reducir las condiciones existentes de riesgo de desastres.
4. Garantizar un oportuno, eficaz y adecuado manejo de desastres.
5. Fortalecer la gobernanza, la educación y comunicación social en la gestión del riesgo con enfoque de equidad de género, diversidad cultural/étnica e inclusiva.

De igual manera involucra a todas las entidades y representaciones tanto del gobierno estatal como del federal, adoptando medidas y estrategias de acuerdo a sus atribuciones.

1.2 Eje II. Gestión Correctiva. Acciones Diarias

Se refiere al conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente, mediante las actividades inherentes de cada actor de acuerdo a su rubro; por ejemplo, los programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, el sistema de alertamiento sísmico, la revisión y atención a la infraestructura, etc.

1.3 Eje III. Gestión Reactiva. Plan Integral de Atención de Emergencias y Desastres para el Estado de Puebla

El objetivo del plan es atender de manera eficiente, organizada y coordinada situaciones adversas relacionadas con fenómenos que representan un riesgo latente y potencial para la población. Dicho Plan es particularmente de carácter operativo.

Estructura del Plan:

- Plan Operativo Popocatépetl
- Plan Operativo para la Atención de Emergencias Hidrometeorológicas
- Plan Operativo ante Emergencias Sísmicas
- Plan de Contingencias ante Incendios Forestales
- Plan de contingencias ante Heladas y Nevadas

Cada uno de estos documentos establece los procedimientos y protocolos de intervención de las distintas dependencias y delegaciones de los gobiernos estatal y federal, definiendo la coordinación intersectorial de todos los involucrados con esquemas definidos en 9 comisiones especializadas de trabajo agrupadas en 3 ejes:

Eje 1 Administración:

- Finanzas y Administración
- Comunicación Social

Eje 2 Logística:

- Participación Social
- Refugios Temporales

Eje 3 Operación:

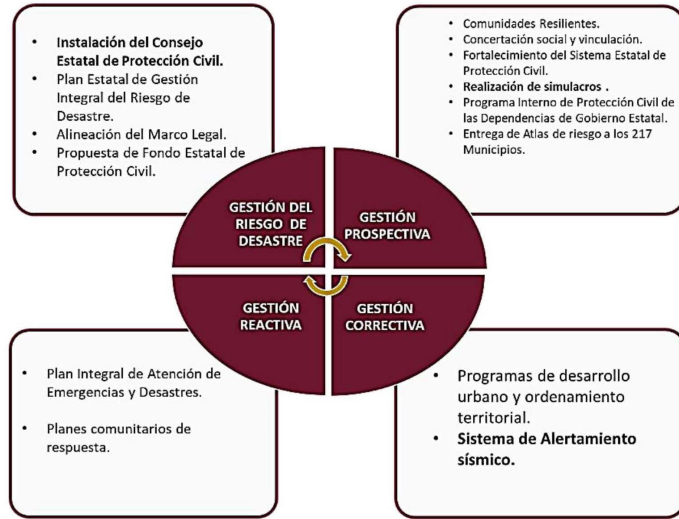
- Salud, búsqueda y rescate
- Evacuación
- Telecomunicaciones
- Evaluación, Infraestructura y Restablecimiento
- Seguridad

Cada grupo está sujeto a objetivos específicos y acciones precisas que enmarcan la actuación durante una contingencia (Gráfica 4 y 5).

Para desarrollar lo anterior, se creó un grupo de enlaces operativos con todas las dependencias de la Administración Pública del Estado, tanto Secretarías de los diversos Despachos como Organismos Desconcentrados, mismos que se reunían con una periodicidad de 15 a 21 días. Estas reuniones se establecen los aspectos de la Gestión de Riesgos de Desastres que les competían por rubro.

Asimismo, se potenció la participación en otros grupos inherentes a cada amenaza como el Comité Estatal de Incendios Forestales, el Grupo Interdisciplinario para la Atención de Fugas de Hidrocarburos, el Comité de Grandes Presas de CONAGUA. Además, se coordinaron las acciones de participación con el Estado Mayor de la Vigésimo Quinta Zona Militar para la aplicación del Plan DNIII-E y, con la Secretaría de Seguridad Pública del Estado, a quien pertenece el H. Cuerpo de Bomberos.

Gráfica 4. Grupos de objetivos y acciones durante una contingencia



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 5. Gestión del riesgo de desastre



Fuente: elaboración propia.

Se mantuvo acercamiento con diversas empresas para gestionar apoyos a los municipios en donde éstas se ubican, con el sector social se laboró estrechamente con Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) y Asociaciones Civiles, como OXFAM, Scouts de México, el Pentatlón Deportivo Militarizado Universitario y la Sociedad Mexicana de Cruz Roja, entre otras. Los resultados durante el período febrero 2019-febrero 2020 fueron:

Incendios Forestales

La atención exitosa de 492 incendios forestales con la participación 4 aeronaves, una de la Secretaría de Marina- Armada de México, otra de Servicios Aéreos del Gobierno del Estado y dos particulares (arrendadas), más la participación de la Brigadas de Combatientes de Incendios Forestales de la Secretaría del Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado, las de la Comisión Nacional Forestal, así como las brigadas comunitarias de varios municipios.

Pirotecnia

Para evitar accidentes se gestionó una capacitación por parte de la Zona Militar para los Directores de Protección Civil de los 217 municipios referente al uso, manejo y transporte de artificios pirotécnicos. En el período de Fiestas Patrias 2019 se enviaron oficios a los 217 municipios dando recomendaciones del uso, manejo y transporte de artificios pirotécnicos para las Fiestas Decembrinas como no hacer uso de pirotecnia cerca de inmuebles dañados por el sismo de 2017. Además se recomendó a los municipios la realización de operativos en mercados para minimizar riesgos a la población con la comercialización y almacenamiento de este tipo de inmuebles, decomisando y poniendo a disposición de SEDENA con quien se efectuaron Inspecciones a los polvorines.

Como parte de la capacitación a los Directores Municipales de Protección Civil a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres, se les impartió el seminario "Manejo Seguro de la Pirotecnia como una actividad Productiva" y Primeros Auxilios y Atención de Lesionados con artificios Pirotécnicos".

Se llevó una reunión con personal de la XXV Zona Militar y representantes de la Iglesia Católica a fin de concientizar y minimizar el uso de artefactos pirotécnicos en las fiestas decembrinas y fiestas patronales. De manera periódica se emitieron en redes sociales boletines de prevención para el uso y manejo de pirotecnia.

Deslizamiento de laderas

Previo a la temporada de Lluvias y Ciclones Tropicales, se realizaron Foros Regionales para la Prevención de Deslizamiento de Laderas con los Coordina-

dores Regionales y los Directores Municipales; se concertó la capacitación por parte de CENAPRED para el tema en el municipio de Zacatlán. En este rubro, se mantuvo constante comunicación con la Secretaría de Infraestructura del Estado para el desbloqueo de carreteras y caminos, ocasionados por derrumbes, adicional a la participación comunitaria de los municipios.

Se realizó también un foro para la conmemoración del XX aniversario de los deslizamientos en Teziutlán del 5 de octubre de 1999, en colaboración con el CENAPRED y la Coordinación Nacional de Protección Civil.

Reconocimiento al Personal de la Coordinación General de Protección Civil del Estado

Se realizó una ceremonia donde el Secretario de Gobernación entregó una medalla y diploma al personal que computó 10, 15, 20 y 25 años de servicio en la Coordinación.

Volcán Popocatepetl

El 28 de marzo de 2019 se elevó el semáforo de alertamiento volcánico de Amarillo Fase 2 a Amarillo Fase 3. Esta situación requiere que se efectúen simulacros de campo para la evacuación de la población que habita en la zona de riesgo mayor (49,603 habitantes) por lo que se llevó a cabo un simulacro de evacuación de la Localidad de San Mateo Ozolco, siendo el único estado que realizó una activa real en la zona, de los 5 que circundan al Volcán.

Se reforzó la capacitación de las 24 comunidades ubicadas en la zona de riesgo mayor y se fomentó la participación comunitaria de acuerdo a los usos y costumbres de cada lugar.

Junto con la Secretaría de Movilidad y de Infraestructura, se realizaron recorridos reales por los 593 kilómetros que comprenden las 10 Rutas de Evacuación correspondientes al Estado, fomentando la participación comunitaria para su mantenimiento.

El 27 de noviembre de 2019 se realizó otro simulacro de evacuación de campo en la comunidad de Santa Cruz Cuautomatitla, Municipio de Tochimilco, utilizando rutas alternas en hipótesis de derrumbe por la ruta oficial. Ambos simulacros de evacuación se realizaron en la comunidad más cercana y la más alejada con respecto a la capital del estado.

Simulacro de sismos

El 19 de septiembre de 2019 y el 20 de enero de 2020 se participó en el Mega Simulacro Nacional organizado por la Coordinación nacional de Protección Civil, logrando una participación de más de 2 millones de personas y alrededor de 114 mil instalaciones, alcanzando con ello el segundo y tercer lugar a nivel nacional.

Declaratorias de Desastre y de Emergencia

Durante este período no se solicitó ninguna Declaratoria de Emergencia o Desastre.

Conclusiones

Con lo anterior, se pretende demostrar que la gobernanza y la transversalidad de la gestión del riesgo, no dependen de la estabilidad política, ni económica, ni social de una entidad. Cuando el interés es plenamente cumplir con la salvaguarda de la vida de las personas, sus bienes y el entorno, se buscan y consiguen los canales adecuados para la concertación sectorial, social y política que permitan generar acuerdos de colaboración y participación de los diferentes sectores de la sociedad y las dependencias de la administración pública de los tres órdenes de gobierno encaminados a la Reducción del Riesgo de Desastre.

Bibliografía

- BBC News Mundo (2018). *Accidente en Puebla: mueren la gobernadora Martha Erika Alonso y su esposo el senador Rafael Moreno Valle tras caerse el helicóptero en el que viajaban en el centro de México*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-46676595>
- H. Congreso de Puebla (2019). *Decreto del Honorable Congreso del Estado, por el que designa como Gobernador Interino del Estado Libre y Soberano de Puebla, al Ciudadano Guillermo Pacheco Pulido*. <https://ojp.puebla.gob.mx/legislacion-del-estado/item/4035-decreto-del-honorable-congreso-del-estado-por-el-que-designa-como-gobernador-interino-del-estado-libre-y-soberano-de-puebla-al-ciudadano-guillermo-pacheco-pulido>
- Instituto Nacional Electoral (INE) (2018). *Elecciones Federales*. Cómputos Distritales 2018. INE.
- Proceso (2018). *A medianoche, Martha Erika rinde protesta como gobernadora ante magistrados*. <https://www.proceso.com.mx/nacional/estados/2018/12/14/medianoche-martha-erika-rinde-protesta-como-gobernadora-ante-magistrados-217119.html>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2020). *Puebla Resiliente 2020-2022*. Naciones Unidas.

Capítulo 3. La vulnerabilidad institucional como factor primario en la construcción de los escenarios de riesgos de desastre

JOSÉ EMILIO BARÓ SUÁREZ ¹
ALEXIS ORDAZ HERNÁNDEZ ²
ARMANDO ARRIAGA RIVERA ³

Introducción

Estimamos que un 90% de la responsabilidad en la construcción social del riesgo de desastre recae en las instituciones mientras que el 10% en la población ya que las instituciones planean el desarrollo urbano y económico controlan, acompañan y apoyan a la sociedad en las tareas y acciones de prevención y preparación para mitigar y reducir el riesgo local de desastre. Es decir, las deficiencias institucionales terminan afectando o magnificando las demás vulnerabilidades, ya sea social, ambiental, estructural, etc.; pues están condicionadas por una serie de factores subyacentes, en su mayoría, dependientes de las instituciones de los tres niveles de gobierno. Los riesgos pueden estar asociados a distintos tipos de amenazas, pero en todos, los factores imprescindible es la sociedad porque la población mantiene una relación mutua con las manifestaciones de la naturaleza.

-
- 1 Doctor en Geografía. Facultad de Geografía, por la Universidad Autónoma del Estado de México.
 - 2 Doctor en Ciencias Técnicas. Facultad de Geografía, por la Universidad Autónoma del Estado de México.
 - 3 Doctor en Humanidades Estudios Históricos. Sociedad Hijos de Calimaya, A.C. (CONACYT-RENIECYT), Asociación Mexiquense de Cronistas Municipales, A.C., Colegio de Ciencias Geográfica del Estado de México, A.C. y Asociación Nacional de Cronistas de Comunidades y Ciudades Mexicanas, A. C.

Por lo anterior, la definición de riesgo siconatural sirve para denominar y analizar los factores que propician los desastres a partir de fenómenos de génesis natural. De esta forma, Lavell (2003) destaca la relación entre los elementos expuestos al medio físico, donde los primeros se fundamentan en variables de carácter antrópico y, el medio físico, define el grado de amenaza. Así, el riesgo es el resultado de las distorsiones y deficiencias en las proyecciones territoriales de las políticas públicas en materia de ordenamiento, planificación del territorio, gestión de cuencas hidrológicas como la ausencia de atlas de riesgo y otras herramientas técnicas.

1. Factores subyacentes que construyen escenarios de riesgos siconaturales

Antes de mencionar los factores subyacentes, es importante analizar de forma crítica algunas reflexiones relacionadas con estas contradicciones internas en instituciones mexicanas, que inciden negativamente sobre el adecuado diseño de políticas públicas en Gestión Integral de Riesgo (GIR) y Protección Civil (PC).

La primera reflexión se vincula con la vulnerabilidad institucional, objeto de análisis para este capítulo. Distintos estudios realizados con enfoque en las instituciones han detectado diversas problemáticas actuales (Baró, *et al.*, 2019; Alcántara-Ayala *et al.*, 2019; Baró, *et al.*, 2020; Baró, 2022; Chávez *et al.*, 2022; Gutiérrez *et al.*, 2024). De ellas debemos resaltar las siguientes condiciones que propician vulnerabilidad institucional:

1. Baja o nula preparación académica del personal operativo y directivo, especialmente a nivel municipal, pero también en el nivel estatal y federal.
2. Cambios del personal operativo y directivo por razones políticas, más que por cuestiones de capacidad técnica.
3. La duración de las administraciones municipales de tres años en la actividad de protección civil ocasiona que sus programas y metas de acción carezcan de trascendencia y de continuidad en el área de influencia.
4. Los recursos para la elaboración, actualización y gestión de los atlas de riesgos son muy limitados.
5. Los atlas de riesgo son elaborados, sin embargo, la gestión es limitada. Las medidas estructurales y no estructurales, justificadas a partir del análisis de los atlas de riesgos, aún son insuficientes.

Como se ha hecho evidente distintos estudios (Rodríguez, 2004 y OCDE, 2013) han perdurado por más de una década, sobre el SINAPROC. Actualmente, se han identificado cuatro factores subyacentes en la construcción de

escenarios en riesgos que inciden directamente en la gestión a nivel municipal, los cuales enlistamos a continuación:

1. Desconocimiento de normas, reglamentos y leyes aplicables a la operación de protección civil y en la gestión integral de riesgo. La inexperiencia afecta la gestión administrativa para obtención de recursos e implementación de instrumentos de impacto territorial.
2. La formación del recurso humano aún es insuficiente. El análisis, evaluación y gestión del riesgo son básicos para comprender la dinámica espacial de las amenazas y vulnerabilidades. Los especialistas puedan aplicar en enfoque sistémico en articular e integrar información diversa que derive en la toma de buenas decisiones. Esta reflexión, conduce a la necesidad de recursos humanos preparados, certificados y acreditados con base (plaza definitiva municipal) donde se evalúe su desempeño cada tres años, garantizando la eficacia y trascendencia en las actividades desarrolladas.
3. Rezago tecnológico. Este se visualiza a través del poco equipamiento y empleo de las geotecnologías como de personal poco capacitado para su manejo.
4. Casi nulas áreas de investigación en materia de Protección Civil. Limitada interacción y escasos convenios de colaboración con universidades, institutos y centros de investigación que pueden asesorar en algunas de las etapas de la gestión del riesgo.
5. Bajo nivel de incentivos a través de los salarios de directivos y personal operativo de protección civil como resultado de la atracción de recursos humanos.

Los factores subyacentes son ampliamente discutidos en Baró *et al.* (2019) y Baró (2022). Ambos documentos se plantean condiciones que inciden en la corrupción, especulación del uso del suelo e incumplimientos de normativas e instrumentos legales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Factores subyacentes constructores de los escenarios de riesgo

No.	Factores
1	Desconocimiento del marco legal, normativo y reglamentario que interviene en la Protección Civil, tanto de forma directa, indirecta y transversal.
2	Desarrollo urbano incoherente con las características geomorfológicas y geotécnicas. Acompañado con deficientes obras de infraestructura (Baró et. al, 2020)
3	Ausencia de integración entre los atlas de riesgo municipales, los ordenamientos territoriales, planes municipales de desarrollo urbano (obras públicas) y regidurías con la comisión de ecología.
4	Especulación de los usos del suelo. Falta de cumplimiento de las normas y reglamentos.
5	Crecimiento urbano desarticulado, con escasas obras de drenaje y contención de escorrentías (Baró et. al, 2020)
6	Escaso monitoreo de la eficiencia y operatividad de las medidas estructurales.
7	Vacios legales e insuficiente preparación de los recursos humanos que limitan la gestión de los Atlas de Riesgos.
9	Se hace el énfasis en la construcción de los programas de ordenamiento, más no en su gestión.
10	Escasa recaudación de impuestos en los municipios, lo cual dificulta la disponibilidad de dinero para la elaboración, actualización, aplicación y seguimiento de los Atlas de Riesgos.
11	Insuficientes estrategias de comunicación de riesgos siconaturales, provocando baja percepción social del riesgo.
12	Deterioro ambiental, evidenciado por la deforestación, contaminación, alta carga de sedimentos en las aguas superficiales, entre otros.

Fuente: elaboración propia.

2. Vulnerabilidad institucional

La vulnerabilidad ante amenazas naturales es una condición histórica, intrínseca a las sociedades expuestas a algún peligro potencialmente destructor (Padilla, 2016). Varios autores, se han caracterizado las condiciones que influyen esta vulnerabilidad que, con fines analíticos han segmentado por áreas como la vulnerabilidad cultural, política, económica, educativa, ideológica, etcétera (Wilches-Chaux, 1993; Cardona, 2001; Bankoff, 2004). De manera similar, a continuación nos referiremos a la vulnerabilidad institucional como una intervención prácticamente directa con el resto. Así tenemos cinco áreas de oportunidad fundamentales:

1. Profesionalización de la actividad de protección civil, personal idóneo, capacitado, certificado, y con una preparación mínima de licenciatura, para enfrentar activamente el análisis, evaluación y gestión local del riesgo de desastres.
2. Necesidad de mejora en las capacidades de la institución de protección civil, y dentro de estas están las financieras y técnicas de equipamiento (Geotecnologías).

3. Estabilidad en planta de operativos y a su vez, remuneración acorde a su actividad.
4. Amplio conocimiento de los aspectos legales y normativos, procedimientos protocolos, los cuales inciden en los temas de gobernanza.
5. Estrategias de comunicación que favorezcan la percepción del riesgo.

3. Instrumentos normativos, legales y reglamentarios

Los instrumentos legales, normativos y reglamentarios que se mencionan, parten del marco legal de la República Mexicana (Constitución de los Estados Unidos Mexicanos) (Flores Sánchez, 2016) (Cuadro 2). A continuación se muestra parte del marco legal que incide en la regulación de acciones institucionales como la planeación del desarrollo urbano, impacto ambiental, usos de suelo y prevención de riesgos.

Como puede notarse, existe un amplio y robusto marco legal y normativo en México, sin embargo, la mayoría de los casos de desastres documentan la violación a las leyes, reglamentos y normas que son la base de la construcción social del escenario de riesgo.

4. Comprensión social del riesgo

La sociedad del riesgo es un estadio moderno donde la producción de riesgos políticos, individuales y ecológicos están fuera del control de las instituciones que deben garantizar la seguridad a la población. Al respecto, Beck señala a mediados de la década de los ochenta del siglo pasado, la ciudadanía ha estado formando una imagen diferente de los riesgos a los que habían estado expuesto y presentan una desconfianza hacia las instituciones que se encargan de controlarlos. Por lo tanto, la sociedad del riesgo inicia donde los sistemas normativos e instituciones sociales fracasaron por no lograr la seguridad prometida. Ulrich Beck señala que estos peligros y riesgos no son atribuibles a la naturaleza, los dioses o fuerzas metafísicas, sino dependen de decisiones adoptadas de instituciones sociales e individuales (Ayala y Olcina, 2002: 56).

Cuadro 2. Resumen de las leyes, reglamentos y normas de fundamental conocimiento

No.	Ámbito	Leyes	Artículos, reglamentos y normas	Fracciones o transitorios
1	Federal	<i>Ley General de Protección Civil y su reglamento</i>	Artículo 2	XXVIII
			Artículo 3	---
			Artículo 4	I, II, III, IV, V, VII y VIII.
2	Federal	<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</i>	Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	
3	Federal	<i>Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano</i>	Artículo 64	
			Artículo 65	
			Artículo 66	
4	Federal	<i>Ley de Aguas Nacionales y su reglamento</i>	Artículo 13 BIS 4.	
			Artículo 38	
			Artículo 83.	
			Artículo 96 Bis 2	
			Artículo 113	VII
5	Federal	<i>Ley de Planeación</i>	Artículo 132	
			Artículo 157	
			Artículo 162	VII
			Transitorio décimo tercero	---
6	Federal	<i>Ley de Desarrollo Rural Sustentable</i>	Artículos: 126	---
			131	---
			133	---
			154	VI
			171	---
7	Federal	<i>Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria</i>	19	I
			34	II
			52	---
			61	VIII
			Transitorio décimo noveno	---
8	Federal	<i>Ley General de Cambio Climático</i>	Artículo 30	I y II
9	Federal	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento</i>	8	---
			25	---
			136	XXV
			40	---
			52	---
			99	I inciso b
10	Federal	<i>Ley General de la Infraestructura Física Educativa</i>	140	I inciso a
			232	---
			---	---
11	Federal	---	NOM-003-SEGOB-2011	---
12	Federal	---	NOM-008-SEGOB-2015	---
13	Estatal	<i>Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México y su reglamentación</i>	Artículos: 1, 3, 5, 6, 7, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 120, 125, 137, 149, 150, 153, 157 y 160.	---
			Norma Técnica Complementaria al Reglamento Ley de Protección civil del D.F. NTC-002-SPCDF-PV-2010	---
			Norma Técnica Complementaria al Reglamento de la Ley de Protección civil del D.F. NTC-001-OP-2003	---
14	Estatal	---	Reglamentos de construcción	---
15	Estatal	---	Normas técnicas complementarias para diseño por sismo de la ciudad de México	---
16	Estatal	---	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal	---

Fuente: elaboración propia.

Así también, resulta importante mirar el cambio de percepción de los eventos extraordinarios que se producen en sociedades desarrolladas de consumo con un incremento en su nivel de vida. La sociedad considera que con el aumento de las posibilidades económicas y el avance de los conocimientos científicos y técnicos, lograrían salvaguardarse de los peligros. De ahí que los daños asociados a estos eventos estiman una naturaleza problemática, sin darse cuenta que la búsqueda del progreso colectivo no respeta sus reglas. Por ejemplo, en el riesgo de sequía, conforme aumenta el nivel de vida, las sociedades desarrolladas saltan de la austeridad al despilfarro en el gasto del agua (Ayala y Olcina, 2002: 56).

Partiendo de lo planteado por Ayala y Olcina, referente a la percepción del riesgo, podemos argumentar que los instrumentos legales y normativos son fundamentales para el conocimiento y la gestión de los riesgos, ya que brindan información objetiva y clave para la toma de decisiones; considerando los estilos de vida, los conocimientos, la idiosincrasia y el imaginario colectivo de las comunidades expuestas. Sin embargo, la sociedad también despliega alternativas para incumplir con el marco legal; así, se han documentado (Puentes, 2012 citado por Irasema Alcántara-Ayala *et al.*, 2019: 8) factores que dificultan considerablemente el cumplimiento de cinco principios de la gestión integral de riesgo, los cuales se ilustran en la Figura 1.

Figura 1. Principios base de un Sistema de Gestión Integral de Riesgo de Desastres



Fuente: elaboración propia considerando los criterios de Puentes (2012) y Alcántara-Ayala *et al.* (2019).

A continuación nos permitimos explicar, con el propósito de esclarecer su comprensión gráfica:

1. Eficiencia y equidad. Esta noción se circunscribe de la relación entre medios y fines, esto indica que la equidad se representa como sinónimo de justicia. En este ámbito debe predominar la igualdad en cuanto a las condiciones de información, conocimiento, oportunidad y atención hacia la población. Entonces la vulnerabilidad no es homogénea, asimismo, no es sinónimo de pobreza, pero sí está relacionada con la misma.
2. Integralidad. Requiere permanentemente de la retroalimentación del conocimiento sobre las diferentes amenazas, así como de los factores que generan vulnerabilidad y exposición; lo que significa acciones necesarias para reducir la vulnerabilidad de las personas y sus bienes expuestos a un peligro en el marco de un proceso integral.
3. Transversalidad. La política pública deberá estar normada por una transversalidad intersectorial vinculante (transversalidad horizontal), así como los diferentes órdenes de gobierno (transversalidad vertical); ya que el Estado es el principal actor para la construcción social del riesgo de desastre con la responsabilidad de coordinar de manera congruente y sistemática la toma de decisiones en los tres diferentes órdenes de gobierno, intra o intersectorial.
4. Corresponsabilidad. La responsabilidad en la protección de la población es labor fundamental del gobierno. Todos los individuos tienen el derecho de conocer los peligros y riesgos a los que están expuestos. Por ello, las distintas dependencias gubernamentales, cuyo trabajo es parte del eje de la transversalidad de la gestión integral de riesgo, deben brindar a la población accesibilidad a la información que garantice el conocimiento sobre la magnitud de riesgo en el que se encuentran y brindar las opciones e instrumentos para su reducción.
5. Rendición de cuentas. La deficiente observación de la normatividad es una de las causas fundamentales en la construcción social del riesgo de desastres, debido a que opera en deterioro de la legitimidad política de un Estado de Derecho. Por lo tanto, la rendición de cuentas a través de mecanismos como la transparencia y la fiscalización deben ser realizadas sin excusa. Es decir, legislar en torno a leyes secundarias, que sean garantía para la población y no “letra muerta”.

5. Reflexiones de la protección civil y la gestión integral de riesgo

Partiendo del concepto de gestión integral de riesgo y con el objetivo de trabajar en la mitigación de la vulnerabilidad y el aumento de la resiliencia en

México, los diferentes eventos naturales que lo impactan deben considerar los siguientes puntos:

- Priorizar la gestión preventiva del riesgo local de desastre. En este tenor, la prioridad es la capacitación, formación y superación de los recursos humanos a nivel local. Lo cual justifica la globalidad y el enfoque sistémico bajo el cual se debe visualizar a la gestión integral del riesgo en los diferentes escenarios. Las causas que intervienen en su construcción son muchas.
- Retomando el punto anterior, la situación amerita que el personal operativo de protección civil, principalmente de los municipios, sea acreditado con plaza y garantías de continuidad; Esto debe ser independiente a los movimientos de la política y de las administraciones ya que garantiza la sistematización, actualización y el manejo continuo de la información, pieza clave para la gestión prospectiva o preventiva de los distintos escenarios de riesgo.
- Se requiere de un marco legal, reglamentario y normativo que gire alrededor del análisis, evaluación y gestión de riesgo, este conocimiento profundo de los tomadores de decisiones en el territorio permite detectar los escenarios de riesgo que son consecuencia de la violación del marco legal. Por lo tanto, los riesgos surgen de las distorsiones en la proyección espacial de las políticas públicas en temas de la gestión de cuencas, ecosistemas, ordenamientos territoriales (sobre los usos del suelo) y atlas de riesgo.
- La gestión integral de riesgo debe ser reforzada legalmente; por tanto, es importante asignar recursos económicos a los municipios, no solo para elaborar su atlas de riesgos, sino también para su gestión y continua actualización.
- Hay que apostar por la resiliencia comunitaria. Es preciso tomar en cuenta que ésta se inicia en la educación de las personas, desde el nivel básico hasta el medio superior, reduciendo la vulnerabilidad.
- Priorizar la realización del análisis de costo beneficio, en el planteamiento de las medidas tanto estructurales como no estructurales, con la finalidad de reducir el riesgo de desastre. A su vez, es fundamental el tema de la transferencia del riesgo, con base en seguros y otros instrumentos financieros.
- Incrementar los recursos económicos asignados a la recuperación y reconstrucción en los procesos de desastres con la finalidad de estimular la prevención (Padilla y Rivas, 2022).
- Internalizar y articular el tema de los riesgos y su gestión (base legal) en los planes municipales, programas, proyectos, ordenamientos

y estrategias de desarrollo a cualquier nivel del territorio. Vigilar su seguimiento y cumplimiento.

- Participación ciudadana. La aculturación de la protección civil desde un enfoque reactivo *vs* preventivo; por ello es importante insertar la prevención en la cultura.
- Finalmente, se trata de dignificar la actividad de la protección civil en el país. México cuenta con los recursos humanos competentes para resolver, consolidar y desarrollar los aspectos anteriores. Se tiene que consolidar, gestionar y seguir a las siguientes políticas públicas para la reducción y mitigación del riesgo a desastres.
 - a. Incorporar la perspectiva de la gestión integral del riesgo de desastres en los programas de las asignaturas de los distintos niveles educativos.
 - b. Priorizar la profesionalización de la protección civil con el nivel superior de los recursos humanos.
 - c. Realizar evaluaciones de los operativos en forma continua.
 - d. Internalizar y financiar a la gestión integral del riesgo en los Planes de Desarrollo Municipal y Programas de Ordenamiento Territorial.
 - e. Instrumentar y gestionar los ordenamientos territoriales y su integración con los atlas de riesgos, planes de desarrollo municipal y organismos de gestión de cuencas hidrológicas.
 - f. Aumentar y consolidar la colaboración o participación comunitaria en los Sistemas Integrales de Alerta Temprana para los distintos eventos geológicos e hidrometeorológicos recurrentes.
 - g. Incrementar la concientización y contratación de los seguros como instrumentos para la prevención de desastres.

a) Etapas de gobierno

- Uno de los principales problemas está relacionado con los períodos de tres años de las administraciones municipales. Una vez que finaliza su mandato se presenta una pérdida de equipamiento, personal de protección civil e información. Cuando inicia la nueva administración, indebidamente se comienza de cero ciertas actividades y proyectos de protección civil que ya tenían un avance e impacto en el territorio. Mientras persista esa condición, conjuntamente con la falta de competitividad y profesionalización de los recursos humanos de protección civil, México no podrá reducir su vulnerabilidad y se verá afectada su resiliencia ante los desastres.
- Por muchos esfuerzos y recursos económicos que se destinen en el ámbito federal, si no se toma en cuenta esta problemática (que se debe

de resolver) no serán efectivos y operativos en el ámbito local. El país es muy vulnerable institucionalmente y, a partir de ello, se derivan otras como la socioeconómica y la estructural. La gestión involucra gobernanza efectiva.

- Finalmente, nos referiremos a la integración y retroalimentación que debe estar presente entre las diferentes direcciones o departamentos de los ayuntamientos, tales como: obras públicas, ecología, desarrollo urbano, protección civil, Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), tesorería, entre otros que deben ser verificable y comprobados sus resultados en las zonas urbanas como rurales.

b) Aspecto legal, reglamentario y normativo

Para comprender la Gestión del Riesgo en su análisis, tipologías y evaluación es necesario un conocimiento del marco conceptual, reglamentario, legal y normativo para que los tomadores de decisiones realicen las medidas y acciones necesarias que salvaguarden la infraestructura y el equipamiento ubicado en el espacio. Los escenarios de riesgo son consecuencia de la violación constante de la ley o de su omisión o ignorancia.

- La gestión integral de riesgo debe ser reforzada legalmente; por tanto, es importante proporcionar recursos a los municipios no solo para realizar sus Atlas de Riesgos sino para su gestión y actualización constante en conjunto con la comunidad y los actores sociales.
- Los riesgos surgen de las distorsiones (simulación, corrupción, improvisación, especulación y falta de capacidad y formación del personal de protección civil) en la proyección de las políticas públicas en materia de gestión de ecosistemas, cuencas, planes de desarrollo, ordenamientos territoriales (en los usos del suelo) y Atlas de Riesgos. Los Atlas de Riesgos componen una cartografía de las incompatibilidades que se cometen en los usos del suelo.
- Se tiene que consolidar, gestionar y proporcionar seguimiento a las políticas públicas siguientes para la reducción del riesgo de desastres:
 - a. Instrumentación y gestión de los Planes de Ordenamiento Territorial y su integración en los Atlas de Riesgos, Planes de Desarrollo Municipal y departamentos de gestión de cuencas hidrológicas. Para cumplir con esto es indispensable contar con un financiamiento para su gestión.
 - b. Sistemas de Alerta Temprana. Es necesario contar con el recurso humano profesional, capacitado, preparado y comprometido con su manejo y operatividad.
 - c. Comunicación del Riesgo. Se debe contar con el conocimiento de las metodología y técnicas para comunicar riesgos considerando

los contextos locales, tradiciones y las características sociopolíticas de cada territorio.

- d. Instrumentos de financiamiento del riesgo. Se tiene que realizar una campaña de cultura a favor de implementar los seguros, con pólizas accesibles, considerando las características socioeconómicas de los asentamientos humanos expuestos.
- Incrementar los recursos económicos asignados a la atención de los desastres para su prevención. Las reglas de operación deben liberarse de la enorme burocracia, lo cual dificulta su operatividad.
 - En México por la magnitud de peligros que lo impactan y dada su alta vulnerabilidad y exposición, se debe contar con otros centros de prevención como el CENAPRED a nivel regional. Una inversión de este tipo sería un indicador que debe considerar las políticas públicas con la finalidad de reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia. Existen los recursos económicos, equipamientos y recursos humanos para crear estos centros, los cuales se integran al CENAPRED a nivel nacional. Por ejemplo, el sur de México debería de contar con un centro regional, la mejor inversión y rentabilidad es la destinada a la prevención.

c) Investigación

El sector académico debe fomentar los estudios e investigaciones relacionadas con las dinámicas de los riesgos de desastre y no solo en sus consecuencias. Se tiene que democratizar la información a nivel ciudadano.

d) Capacitación y formación de recursos humanos

- La gestión preventiva o prospectiva del riesgo local de desastre debe priorizarse. En este tenor, la prioridad está en la formación, capacitación y superación de recursos humanos a nivel municipal. Lo que justifica la globalidad y el enfoque sistémico que permite visualizar la gestión de los distintos escenarios de riesgos.
- Siguiendo el punto anterior, la situación actual requiere que el personal operativo de los departamentos de protección civil de los municipios, sea acreditado, certificado, evaluado teniendo garantías de continuidad. Lo anterior siendo autónomo de los movimientos en la política, que garantice la sistematización, actualización y el manejo adecuado de la información; accediendo a una gestión efectiva de los distintos escenarios de riesgo, permitiendo la simulación y modelación para la obtención de pronósticos de futuras dinámicas de escenarios de riesgos o peligro. Esto ayudaría que toda actividad de la protección civil trascienda en el tiempo.

- El personal de protección civil debe contar con grado de licenciatura debido a la complejidad de las problemáticas que engloban la Gestión Integral de los distintos escenarios de riesgo y peligro. México y su vulnerabilidad lo exige.
- Dignificación de la actividad de la protección civil en los tres niveles de gobierno y, en especial, en los municipios. Se debe priorizar la profesionalización y certificación de la protección civil. México tiene los recursos humanos capacitados para resolver, consolidar y desarrollar las problemáticas planteadas.

e) Organizaciones de la Sociedad Civil

- La Resiliencia Comunitaria. Es preciso tomar en cuenta que ésta comienza con la educación y la sensibilización de la población en su conjunto, así como con la preparación, capacitación y profesionalización de los recursos humanos comprometidos con la actividad de la protección civil municipal. Lo cual ayuda a reducir la vulnerabilidad de los diferentes asentamientos humanos (en zonas rurales y urbanas) ante los desastres. La sociedad requiere que se entienda que todos tenemos responsabilidad en la construcción de las vulnerabilidades, por lo tanto debe existir un compromiso mayor para reducirlas.
- Realizar los análisis de costo-beneficio en el planteamiento de las medidas tanto estructurales como no estructurales para la mitigación y la reducción del riesgo de desastre. Asimismo, es importante la transferencia del riesgo, realizada a través de seguros u otros instrumentos financieros.

Conclusiones

Las conclusiones presentadas componen aspectos fundamentales para la discusión, análisis, proyección y aplicación de la gestión integral de riesgo. Son medidas que pueden ser viables en lo económico, social y político, apoyadas con la voluntad política para realizarlas conjuntamente con la población en general, debido a que todos somos constructores de riesgo y todos podemos reducir las desigualdades que nutren a las vulnerabilidades en cada espacio físico y social.

Bibliografía

Alcántara-Ayala, Irasema; Garza Salinas, Mario; López García, Alejandra; Magaña. Ayala Carcedo, F; y Olcina Cantos J; (2002). *Riesgos Naturales*. Ed Ariel. Barcelona. Alcántara-Ayala, Irasema, Mario Garza Salinas, Alejandra López García, Víctor Ma-

- gaña Rueda, Oralia Oropeza Orozco, Sergio Puente Aguilar, Daniel Rodríguez Velázquez, Simone Lucatello, Naxhelli Ruiz Rivera, Ricardo Antonio Tena Núñez, Myriam Urzúa Venegas y Gloria Vázquez Rangel, 2019, Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia, en *Investigaciones Geográficas*, Instituto de Geografía, Núm 98, UNAM, pp. 1-17.
- Bankoff, Greg, Georg Frerks, Dorothea Hilhorst (eds.) (2004) *Mapping vulnerability: disasters, development and people*, Earthscan, Londres.
- Baró Suárez, José Emilio; Arriaga Rivera, Armando; Magaña Lona, Dolores; y Ordaz Hernández, Alexis (2019), "Estrategias de gestión integral de riesgo en el ordenamiento del territorio", *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEO-SIG)*. Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). Luján, Año 11, Número especial 14, 2019, Sección I: Artículos. pp. 75-90. https://87538a9a-4129-4498-961e-1bc765cd62c3.filesusr.com/ugd/79758e_81cc87f8d2d24cc0afba66fda65035ad.pdf.
- Baró Suárez, José Emilio; Arriaga Rivera, Armando y Carlos Díaz Delgado (2020). Análisis de los factores subyacentes constructores de vulnerabilidades ante riesgo de desastres en el Estado de México. *Acta Hispanica (2020) Supplementum II*: 215-229.
- Baró, J.E. (2022). *Herramientas de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgo en México*. CLAVE Editorial, Ciudad de México, 83 p.
- Cardona, Omar Darío (2001) "La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, una crítica y una revisión necesaria para la gestión", ponencia, en International Work-Conference on *Vulnerability in disaster theory and practice*, Disaster Studies of Wageningen University y Research Center, Wageningen, pp. 1-18.
- Chávez González, Martha Eugenia, Raymundo Padilla Lozoya y Reyna Valladares Anguiano (2022). Afluentes y normatividad urbana en la construcción de la amenaza en Colima, México (1970-2022), en *Agua y territorio*, 22, Universidad de Jaén, España, pp. 93-111.
- Flores Sánchez (2016). *Protección Civil: Indispensable para la seguridad nacional*. ALADIRPOC.
- Gobierno de la Ciudad de México (2017). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México, el 15 de diciembre de 2017.
- Gutiérrez Valencia, Jorge Armando, Valladares Anguiano, Reyna, Chávez González, Martha Eugenia, Padilla Lozoya, Raymundo y Martín del Campo Saray, Francisco José (2024), Percepción social de inundaciones en Colima, México: hacia una gestión integral de riesgos de desastres, en *South Florida Journal of Development*, 5(4).

- H. Congreso de la Unión (2014a). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 31 de octubre de 2014.
- H. Congreso de la Unión, (2014b). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 21 de junio de 2014.
- H. Congreso de la Unión (2014c). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 31 de octubre de 2014.
- H. Congreso de la Unión (2014d). *Reglamento de Ley de Aguas Nacionales*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 25 de agosto de 2014.
- H. Congreso de la Unión (2015). *Reglamento de la Ley General de Protección civil*, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 9 de diciembre de 2015.
- H. Congreso de la Unión (2018). *Ley de Planeación*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 16 de febrero de 2018.
- H. Congreso de la Unión (2020a). *Ley General de Protección Civil*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF), fecha 6 de noviembre de 2020.
- H. Congreso de la Unión (2020b). *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 1 de diciembre de 2020.
- H. Congreso de la Unión (2020c). *Ley General de Cambio Climático*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 6 de noviembre de 2020.
- H. Congreso de la Unión (2020d). *Ley de Aguas Nacionales*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Diario Oficial de la Federación (DOF) de fecha 6 de junio de 2020.
- H. Congreso de la Unión (2020e). *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de diciembre de 2020.
- H. Congreso de la Unión (2021a). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2021. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235_030621.pdf.
- H. Congreso de la Unión (2021d). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Última reforma publicada 26-04-2021.

- Lavell, Allan (2003). *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Guatemala: Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC).
- Naciones Unidas (NU) (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Naciones Unidas.
- Norma Oficial Mexicana (2011). *NOM-003-SEGOB-2011, señales y avisos para Protección Civil publicada* en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 2011
- Norma Oficial Mexicana (2015). *NOM-008-SEGOB-2015 (BAS-Mx, 2018), personas con discapacidad. Acciones de prevención y condiciones de seguridad en materia de protección civil en situaciones de emergencia o desastres Gobierno de la Ciudad de México, 2008*. Normas técnicas complementarias para diseño por sismo de la Ciudad de México.
- OCDE (2013). *Estudio de la OCDE sobre el Sistema Nacional de Protección Civil en México*, Instituto Estatal de Protección Civil Oaxaca, CDMX.
- Padilla Lozoya, Raymundo (2016) El surgimiento de una sociedad vulnerable y sus respuestas ante amenazas naturales: San José del Cabo, Baja California Sur, siglos XVI al XVIII, en Armando Alberola Romá y Luis Arrijoa Virruel (eds.) *Clima, desastres y convulsiones sociales en España e Hispanoamérica, siglos XVII-XX*, Universidad de Alicante y El Colegio de Michoacán, España, pp. pp. 243-268.
- Padilla Lozoya, Raymundo y Georgina Guadalupe Rivas Bejarano (2022), Corolario entorno a la recuperación en casos de desastre, en Naxhelli Ruiz Rivera y Daniel Rodríguez Velázquez (coords.) *Recuperaciones diversas ante el proceso de desastre. Reflexiones y perspectivas para México*, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 229-240.
- Rodríguez Esteves, Juan Manuel (2004). Los desastres de origen natural en México: el papel del Fonden, en *Estudios Sociales*, Vol. XII, Núm. 23, Universidad de Sonora, Hermosillo, pp. 74-96.
- Rueda, Víctor; Oropeza Orozco, Oralia; Puente Aguilar, Sergio; Rodríguez Velázquez, Daniel; Lucatello, Simone; Ruiz Rivera, Naxhelli; Tena Núñez, Ricardo Antonio; Urzúa Venegas, Myriam; y Vázquez Rangel, Gloria (2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia, *Revista Investigaciones Geográficas*, 98, 1-17. Disponible en DOI [dx.doi.org/10.14350/rig.59784](https://doi.org/10.14350/rig.59784). Consultado el 4 de octubre de 2021.
- Wilches-Chaux, Gustavo (1993). La vulnerabilidad global, en Andrew Maskrey (comp.), *Los Desastres No son Naturales*, La RED-ITDG-Tercer Mundo Editores, Bogotá, pp. 11-44.

Bloque 2.
Amenazas hidrometeorológicas:
sistemas de alerta temprano y gestión
integral de riesgos de desastres

Capítulo 4. La tormenta tropical Cristóbal: un caso de estudio en el Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales

ADOLFO PÉREZ ESTRADA ¹

CHRISTIAN DOMÍNGUEZ SARMIENTO ²

CARLA SABRINA VÁZQUEZ JIMÉNEZ ³

ALEJANDRO JARAMILLO MORENO ⁴

Introducción

Los ciclones tropicales (CTs) son fenómenos hidrometeorológicos relacionados con lluvias torrenciales y vientos intensos (Dominguez, 2022). Este tipo de fenómenos hidrometeorológicos han dejado cuantiosas pérdidas económicas en México (Dominguez *et al.*, 2021). Los CTs también son conocidos como tifones o willy-willy, según su ubicación geográfica. Estos sistemas atmosféricos surgen sobre océanos cálidos, cuando las temperaturas son mayores a 27°C y pueden desencadenar impactos devastadores en las áreas costeras. Por ejemplo, inducen marea de tormenta, deslizamientos de laderas, inundaciones, desbordamientos de ríos y presas (Dominguez, 2022). No obstante, diversos factores como el tamaño del CT o las condiciones de la atmósfera y el océano que están presentes en el momento en que se for-

1 Maestro en Ciencias de la Tierra. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México.

2 Doctora en Ciencias de la Tierra. Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México.

3 Licenciada en Ingeniería Geofísica. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México.

4 Doctor en Ingeniería-Recursos Hidráulicos. Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México.

ma el CT. Puede favorecer que existan impactos en regiones lejanas de la costa (Hidalgo *et al.*, 2020; Lavender & McBride, 2021; Pérez-Alarcón *et al.*, 2021).

Para comprender la magnitud de los peligros asociados a los CTs es fundamental adentrarse en su estructura. Estos fenómenos atmosféricos poseen una organización característica que tiene un núcleo cálido en el centro conocido como “ojo”, rodeado por bandas nubosas espirales que desencadenan lluvias torrenciales. El motor energético de un CT es el calor liberado por la condensación del vapor de agua proveniente del océano que alimenta la convección y genera vientos “ciclónicos” que pueden alcanzar velocidades extremas (Dominguez, 2022; Schenkel *et al.*, 2018). Las interacciones entre estas distintas partes del ciclón desencadenan una serie de peligros significativos. El ojo, aparentemente calmado, oculta la ferocidad de los vientos en su pared exterior donde las velocidades aumentan drásticamente. Las bandas nubosas que lo rodean producen lluvias torrenciales, contribuyendo a las inundaciones fluviales y pluviales. Además, la combinación de fuertes vientos y lluvias persistentes pueden desencadenar deslizamientos de tierra en terrenos montañosos.

La magnitud de los CTs se clasifican de acuerdo a la velocidad del viento a una altura de 10 metros sobre la superficie (velocidad de rotación sobre un mismo eje). En México, se emplea la conocida escala Saffir-Simpson para categorizar la intensidad de estos fenómenos. El Centro Nacional de Huracanes (NHC, por sus siglas en inglés) de EE. UU. es responsable de monitorear los CTs formados en las cuencas oceánicas del Atlántico y del Pacífico del este. El cuadro 1 describe la clasificación de los CTs de acuerdo a la escala Saffir-Simpson. Los CTs son una gran familia de fenómenos hidrometeorológicos cuya velocidad puede ser desde menos de 63 km/h (definido como depresión tropical) hasta tener vientos de más de 252 km/h (definido como huracán categoría 5).

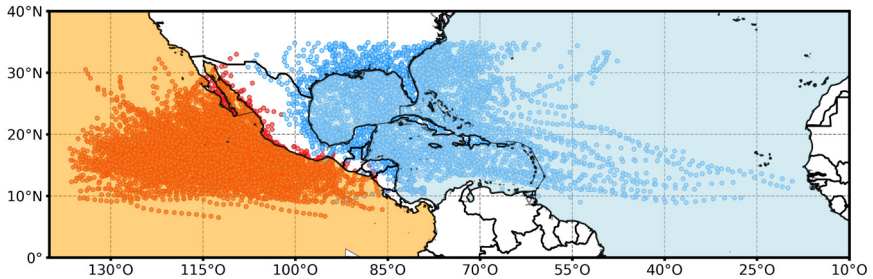
Cuadro 1. Clasificación de los vientos de los ciclones tropicales de acuerdo a la escala Saffir-Simpson. La escala menciona los tipos de daños que pueden causar

Categoría	Vientos sostenidos (km/h)	Tipos de daños debido a los vientos del huracán
Depresión tropical (DT)	<63	Daños menores
Tormenta tropical (TT)	64-118	Daños moderados
	1	119-153
	2	154-177
Huracán	3	178-208
	4	209-251
	5	>252

Fuente: tomado de Simpson (1974).

Históricamente, México ha sido amenazado por CTs que se forman tanto en las costas del Atlántico como en la del Pacífico del este (Figura 1). Incluso, han existido ocasiones en las que los CTs se forman al mismo tiempo en dos cuencas y llegan a interactuar entre ellos. Un ejemplo es Ingrid (formado en; el Océano Atlántico) y Manuel (formado en el Océano Pacífico del este) en 2013, cuyos daños se tradujeron en la muerte de 157 personas (ambos siendo tormentas tropicales) (CENAPRED, 2019). Por ello, existe la necesidad apremiante de comprender la naturaleza de estos fenómenos tropicales, sus peligros y, sobre todo, la manera en la que afectan a la población mexicana (Breña-Naranjo *et al.*, 2015; Pérez & Domínguez, 2022).

Figura 1. Cuencas de formación ciclónica que rodean a México



Fuente: elaboración propia.

Nota: Las líneas representan las trayectorias reportadas por estos fenómenos cercanos a la zona durante el período de 2000-2020. Las posiciones de los CTs seleccionados se muestran para la cuenca del Atlántico (azul) y del Pacífico (naranja) cada 6 h reportadas por el Centro Nacional de Huracanes.

La Gestión Integral del Riesgo de Desastre (GIRD) implica que los peligros asociados a los CTs deben ser identificados y comprendidos con la finalidad de implementar estrategias efectivas de prevención y afrontamiento. La primera fase de la GIRD indica que debe existir una identificación de los riesgos. Por ello, los atlas de riesgo a nivel municipal deben incluir los diferentes peligros que los CTs inducen. Además, la *Ley General de Protección Civil* (LGPC, 2023) indica que las siguientes fases de la GIRD debe presentar una prevención (que implica el uso de pronósticos meteorológicos que pronostican dónde impactará el CT con días de anticipación) y mitigación que exige el uso de las alertas tempranas. La información proporcionada sobre estos peligros del CT debe servir para aumentar la capacidad de las comunidades y responder de manera coordinada con la parte gubernamental ante las peligrosidades que inducirán los CTs en su región.

En México el Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT) se implementó en el año 2000 y ha sido piedra angular en la reducción del riesgo de desastres asociados a estos fenómenos (Secretaría de Seguridad y

Protección Ciudadana, 2019). La capacidad de anticipar la llegada de un CT y emitir alertas tempranas se traduce en la posibilidad de que las comunidades se preparen y actúen de manera oportuna, minimizando como la pérdida de vidas y bienes. Esta herramienta corresponde a la mitigación dentro de las fases de la GIRD (Golnaraghi, 2012). La creación de un SIAT no solo radica en la capacidad de predicción meteorológica, sino también en la comunicación del riesgo y la estructuración de protocolos como respuesta eficiente a la manera conjunta de las autoridades y población (Moon *et al.*, 2019).

Los CTs pueden producirse desde inundaciones que afectan áreas urbanas y rurales hasta vientos destructivos que derriban infraestructuras o vegetación prominente (Domínguez, 2021; Marín-Monroy *et al.*, 2020). Se pueden traducir en pérdidas materiales y de vidas humanas. La tormenta tropical Cristóbal 2020 es un caso interesante que, de acuerdo a los parámetros del SIAT-CT, su baja categoría como la poca extensión de sus vientos superficiales desde su ojo no representaban un peligro considerable para la población. Provenía de los remanentes de la tormenta tropical Amanda que se formó en el océano Pacífico del este y ocurriendo al inicio de la temporada ciclónica tropical 2020 del Atlántico (que inicia el 1 de junio) (Berg, 2021). Su trayectoria fue errática y, por ello, el pronóstico meteorológico no fue acertado en términos de que impacta y su lluvia. La tormenta tropical Cristóbal 2020 resaltó la vulnerabilidad de ciertas regiones ante los peligros asociados a las lluvias intensas como las inundaciones y los deslaves. Lo anterior demuestra que existe una urgencia de tener un SIAT efectivo que abarque las distintas peligrosidades de un CT (Pérez-Estrada, 2022).

En este capítulo se analizará la tormenta tropical Cristóbal como un caso de estudio paradigmático que a pesar de contar con las alertas emitidas por el SIAT-CT los alertamientos no fueron suficientes para evitar la pérdida de tres vidas humanas. Se explora las implicaciones de las alertas de emergencia y desastres emitidos durante el paso de Cristóbal 2020; examinando los factores que influyeron en la definición de los colores de los alertamientos del SIAT-CT. Este análisis busca identificar posibles áreas de mejora en la respuesta a CTs de baja intensidad, como las tormentas tropicales y reconocer la importancia de ajustar las estrategias de comunicación de las alertas. Lo anterior como la finalidad de abordar de manera efectiva situaciones que, son consideradas menos peligrosas conllevando riesgos significativos para la población y sus bienes.

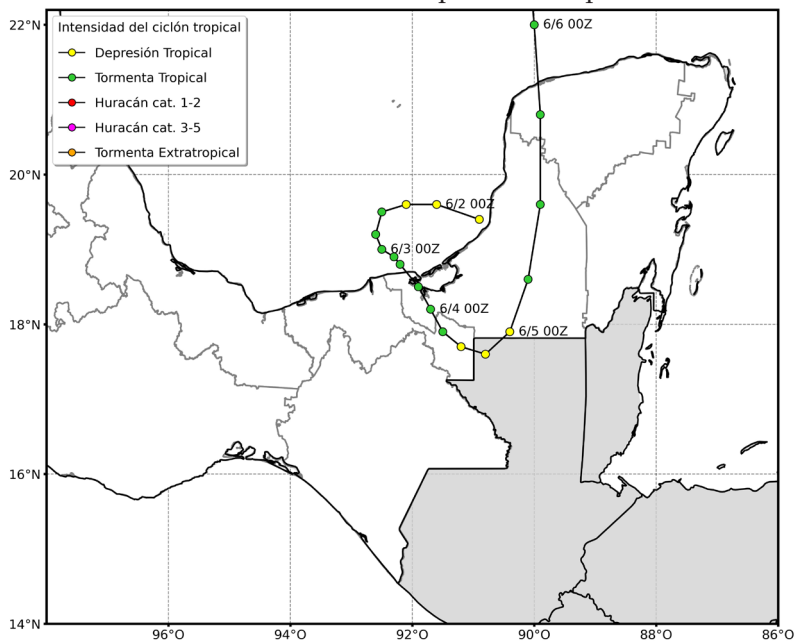
1. Historia meteorológica de la tormenta tropical Cristóbal

La tormenta tropical Cristóbal fue un fenómeno meteorológico complejo y dinámico que capturó la atención de los sistemas de monitoreo y alerta temprana (Bravo Lujano, 2020; Servicio Meteorológico Nacional, 2020). El Servicio Meteorológico Nacional de México y el Centro Nacional de Huracanes de la

NOAA proporcionó información sobre su trayectoria y constante evolución (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica, 2020). Este CT nació del remanente de Amanda sobre Centroamérica y el pronóstico de su trayectoria indicaba un movimiento hacia el Golfo de México. Desde sus primeras etapas, se emitió una serie de alertas por parte de las autoridades nacionales y regionales debido a las precipitaciones constantes que ocurrieron en Chiapas y Tabasco (Bravo Lujano, 2020). Algunas declaratorias de emergencia fueron emitidas por parte de autoridades estatales desde el 30 de mayo del 2020 (Secretaría de Gobernación, 2020a). Sin embargo, la falta de organización en términos de vientos superficiales e intensidad débil en la escala Saffir-Simpson no fueron suficientes para activar el SIAT-CT.

Las condiciones atmosféricas y oceánicas (ej. como temperaturas cálidas de la superficie del mar y una atmósfera húmeda) fueron propicias para que existiera un disturbio que fue débil en sus vientos, pero muy activo en sus bandas nubosas a partir de los remanentes de Amanda. Cristóbal adquirió la categoría de tormenta tropical en el Golfo de México el día 1° de junio de 2020, iniciando su trayectoria curvada hacia el noroeste y, después, tomando dirección hacia México (Figura 2) (Servicio Meteorológico Nacional, 2020).

Figura 2. Imagen de la trayectoria de la tormenta tropical Cristóbal durante las fechas en las que afectó el país



Fuente: elaboración propia.

Nota: Los colores en las posiciones representan la intensidad del CT cada 6 horas.

Cristóbal ingresó al territorio mexicano afectando las costas de Tabasco el 3 de junio del 2020, iniciando así su viaje hacia la península de Yucatán y regiones circundantes (Figura 2). Su ingreso a tierra por Tabasco generó lluvias intensas y fuertes vientos asociados a su paso, produciendo inundaciones repentinas y afectando sustancialmente a diversas comunidades (El Economista, 2020). Desde la noche del 3 de junio hasta la tarde del 4 de junio su ubicación estacionaria sobre los estados del sur del país (es decir, que permaneció varias horas sobre un mismo lugar) provocó que existieran lluvias intensas y constantes durante 24 horas en la península de Yucatán (Figura 3). El impacto que ocasionó en Chiapas una respuesta inmediata por parte de las autoridades, quienes aún seguían con afectaciones de Amanda. A pesar de la ubicación, Cristóbal cambió en poco tiempo el sur de Tabasco; su debilitamiento de tormenta tropical a depresión tropical significó que sus bandas nubosas se extendieran hasta las zonas del norte de Campeche y suroeste de Yucatán (Hernández *et al.*, 2021).

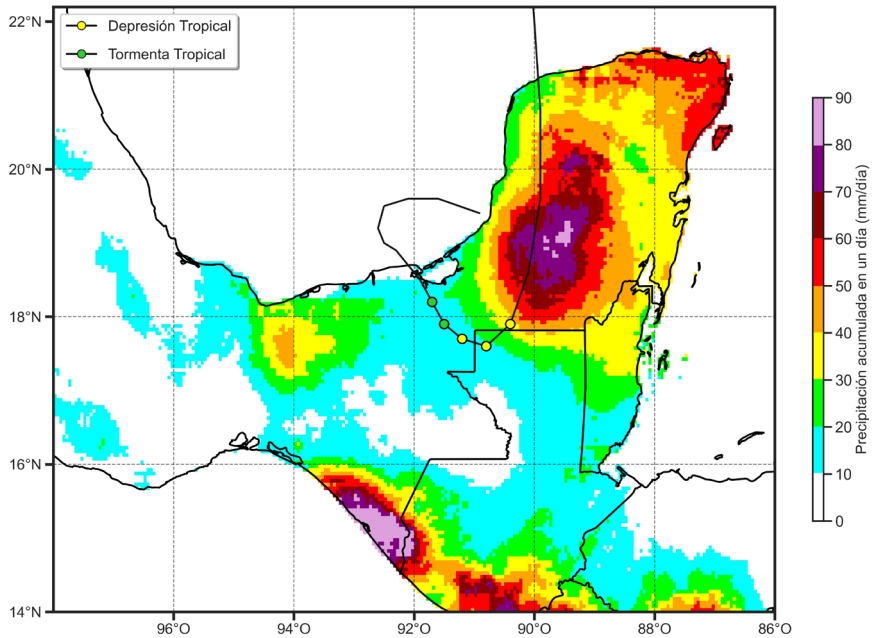
La persistencia de la tormenta continuó hasta el 5 de junio abandonando el territorio mexicano, saliendo por la costa de Yucatán con dirección hacia EE. UU. (Figura 3). Su tiempo de permanencia sobre el país (alrededor de 4 días), su tamaño y la subestimación de su peligrosidad en el SIAT-CT (por no ser huracán) registró pérdidas económicas de 40 millones de pesos en Campeche, 4 mil millones de pesos en Yucatán y 1 millón de pesos en Quintana Roo (Hernández *et al.*, 2021) y 5 muertes en territorio mexicano (Berg, 2021).

2. Cronología del desastre asociado a la tormenta tropical Cristóbal en México

2.1 Alertamientos tempranos

El peligro que se basa en la evaluación de diversos factores, representa la información meteorológica reportada por el *National Hurricane Center* (NHC) en sus avisos emitidos cada 6 horas. El SIAT tiene como principal objetivo reducir los impactos de los CTs en el territorio mexicano mediante la emisión de alertas (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2019); clasificadas en colores de acuerdo con el nivel de peligro en el que se encuentre cierto asentamiento. Estas alertas varían del color azul (menor peligro) al color rojo (mayor peligro) (Cuadro 2). Además, se emplea una escala específica para evaluar el peligro, dividido en dos componentes fundamentales: acercamiento y alejamiento del CT.

Figura 3. Valores de precipitación reportadas por la base de datos Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Satation Date (CHIRPS el día 4 de junio del 2020 en el sureste de México



Fuente: elaboración propia.

Nota: las posiciones de la TT Cristóbal se muestran desde el 4 de junio a las 00:00 UTC hasta el 5 de junio del 2020 a las 00:00 UTC. Los colores muestran las intensidades de Cristóbal: la tormenta tropical está en verde y la depresión tropical en azul. Las mayores tasas de precipitación acumulada diaria se observaron en las regiones sureste de Chiapas y centro de la Península de Yucatán.

La determinación de los colores de los alertamientos se realiza a través de variables que están sumamente relacionada con la presencia de un CT. Las variables que se consideran son:

1. La intensidad del CT según la escala Saffir-Simpson.
2. La intensidad del CT según la escala de circulación (radio de 34 nudos o R34).
3. Velocidad de traslación del CT.
4. Distancia del ciclón con respecto a la costa nacional o área afectable.
5. Tiempo estimado de llegada del ciclón a la costa nacional o área afectable.

Cuadro 2. Color de las alertas de acuerdo con el nivel de peligro estimado para los CTs

Fase	Nivel de peligro	Tipo de alerta durante el	
		Acercamiento	Alejamiento
Azul	Mínimo	Aviso (c/24 h)	Aviso (c/24 h)
Verde	Bajo	Prevención (c/12 h)	Prevención (c/12 h)
Amarillo	Moderado	Preparación (c/ 6 h)	Preparación (c/ 6 h)
Naranja	Alto	Alarma (c/ 3h)	Alarma (c/ 3h)
Rojo	Máximo	Afectación (c/ 3h)	Afectación (c/ 3h)

Fuente: tomado de SINAPROC (2022).

Nota: se maneja una escala de colores para mejor comprensión. El SIAT-CT se compone de dos cuadros de alertamiento, dependiendo si el ciclón se encuentra en fase de acercamiento a un área afectable (parte delantera del ciclón), o si se encuentra alejándose (parte trasera del ciclón).

El SIAT-CT considera la extensión de los vientos superficiales del CT ya que emplea un promedio en la escala Saffir-Simpson (I) y la escala de circulación del campo de vientos superficiales (C). La escala de circulación supone que los vientos deben ser por lo menos de 63 km/h y está definida como $C = 0.0377 * R$, donde R es el radio promedio de los cuatro cuadrantes que componen el CT (noreste, noroeste, sureste y suroeste). Los vientos por lo menos de 63 km/h en cada cuadrante son considerados en el promedio. La ecuación de la peligrosidad (e) se obtiene así: $e = 0.5 (I+C)$ y es adimensional.

Sin embargo, esta escala e tiene ciertas limitaciones cuando los CTs no cumplen con el criterio de tener 63 km/h o más en sus vientos superficiales (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2019):

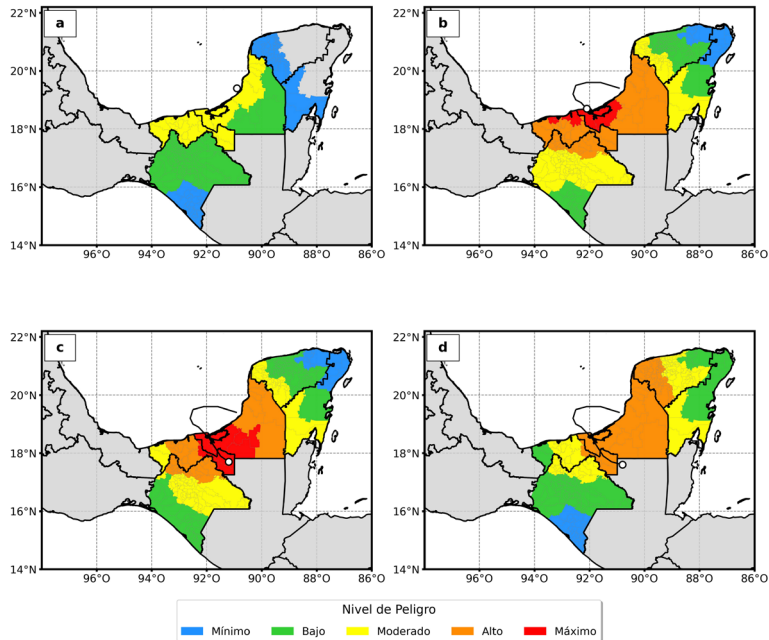
1. El valor I es el número correspondiente a la categoría del huracán de acuerdo con la escala Saffir-Simpson. Si el CT es tormenta o depresión tropical, su valor será cero.
2. El valor de C se expresa en millas náuticas y su valor máximo debe ser 5, aún cuando C pueda obtener valores mayores a 5. Sin embargo, C será cero cuando se trate de una depresión tropical o según sea el caso, se tomará el valor del radio cuando era tormenta tropical antes de convertirse en depresión tropical (es decir, que se esté debilitando).

Debido a los dos puntos anteriores, el SIAT-CT tiene limitaciones en definir su peligrosidad cuando se trata de una depresión o una tormenta tropical; es decir, un CT que tenga una categoría de depresión tropical no será considerado como un peligro y hasta presentar un alertamiento mínimo (Cuadro 2).

El SIAT-CT no incluye en su definición de peligrosidad e las precipitaciones intensas o el tamaño del CT en términos de sus bandas nubosas que también pueden representar peligros para la población (Dominguez *et al.*, 2019).

En el contexto de la tormenta tropical Cristóbal 2020, el SIAT-CT emitió alertas específicas, considerando las características únicas del CT. El primer reporte de estas alertas para Cristóbal fue desplegado por el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC, 2019) en su página web el lunes 1 de junio del 2020 a las 16:00 (hora local) (Figura 4a). En ese momento, el CT tenía una clasificación de depresión tropical y su peligrosidad era nula, de acuerdo con el SIAT-CT ($e = 0$). Durante este día se ubicaba a 80 km al oeste-suroeste de Campeche, Campeche y a 370 km al este-noreste de Coatzacoalcos, Veracruz. Las alertas emitidas eran apenas de color amarillo en los municipios costeros de Campeche y Tabasco durante el lunes 1 de junio (Sistema Nacional de Protección Civil, 2022).

Figura 4. Reportes de alertamiento del SIAT-CT para la tormenta tropical Cristóbal



Fuente: elaboración propia.

Nota: en cuanto a las posiciones: a) 1 de junio del 2020 16:00 b) 3 de junio del 2020 16:00 c) 4 de junio del 2020 7:00 d) 4 de junio del 2020 10:00 (hora local). La línea negra representa la trayectoria de Cristóbal y el punto negro representa su posición para los días que se mencionan.

Durante el 3 de junio del 2020, se acercó a las costas mexicanas de México y las alertas comenzaron a incrementar su peligro, siendo alto y máximo en el norte de Tabasco y suroeste de Campeche (Figura 4b). Estos cambios en los alertamientos se debieron principalmente a su cercanía con la costa y su categoría de tormenta tropical con incrementos en el radio de 34 nudos. Cabe aclarar que, de acuerdo con la operatividad del SIAT-CT (SINAPROC, 2019), el peligro disminuye radialmente, porque aumenta la distancia entre el centro del CT y el área afectable.

Al siguiente día (4 de junio del 2020), Cristóbal permaneció con una velocidad de movimiento baja. Su posición permaneció en los límites de los municipios de Balancán, Tabasco y Palizada, Campeche (Figura 2). Debido a que el centro del CT estaba sobre el territorio mexicano, la fricción del viento con la topografía hizo que la tormenta perdiera intensidad y se debilitara, convirtiéndose en depresión tropical. Por ello, las alertas redujeron su magnitud el día 4 de junio a las 7 am, principalmente en el oeste de Tabasco y sur de Chiapas (Figura 4c). Las alertas seguían indicando peligrosidad alta principalmente sobre Campeche horas después (Figura 4d). Durante el día 6 de junio, Cristóbal logra salir rápidamente del territorio mexicano con categoría de tormenta tropical. Una vez que sale del territorio no se emite ninguna alerta de peligro.

2.2 Declaratorias de emergencia y desastre durante Cristóbal

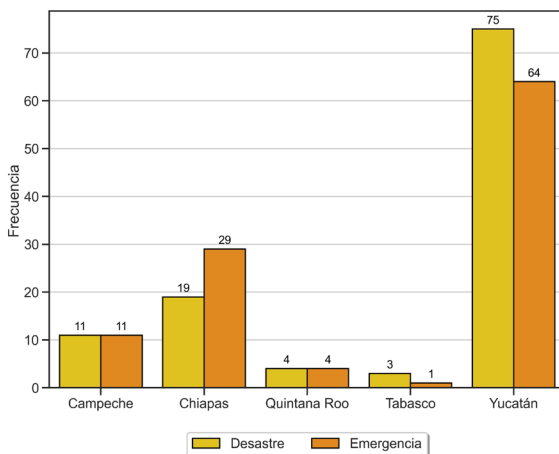
La tormenta tropical Cristóbal 2020 ocasionó declaraciones de desastre y emergencia durante su paso, instrumentos gubernamentales que fueron definidos por la Secretaría de Gobernación y la SAGARPA en el 2011. Se utilizaron para formalizar la necesidad de intervención del gobierno ante eventos hidrometeorológicos como lluvias e inundaciones (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015). Cabe mencionar que el CENAPRED indica que el 86.5% de los desastres están asociados con fenómenos hidrometeorológicos en México (CENAPRED, 2019).

Las declaratorias de desastre y emergencia se emitieron formalmente en el Diario Oficial de la Federación clasificando los municipios afectados en zona de emergencia, desastre o contingencia climatológica. Estas permiten que las entidades federativas puedan acceder a los recursos de los fondos de atención respectivos (LGPC, 2023). Cada una representa aspectos diferentes ante eventos perturbadores: i) la declaratoria de emergencia está dirigida a la atención de la vida y la salud de la población y ii) la declaratoria de desastre tiene por objeto proporcionar recursos para la reconstrucción de las viviendas dañadas y la infraestructura pública.

En el caso de Cristóbal, jugaron un papel crucial, ya que se activaron en respuesta a las intensas lluvias e inundaciones que afectaron a Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Figura 5) (Secretaría de Goberna-

ción, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e, 2020f, 2020g). Estas declaratorias permitieron una movilización más efectiva de recursos para hacer frente a la magnitud del desastre y proporcionar asistencia necesaria a las comunidades afectadas.

Figura 5. Número de declaratorias de emergencia y desastre de la tormenta tropical Cristóbal 2020



Fuente: elaboración propia

Los estados más afectados por el paso de Cristóbal fueron Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Las lluvias persistentes y las inundaciones repentinas dieron lugar a la emisión de declaratorias de desastre desde el paso de los remanentes de Amanda hasta la persistencia de Cristóbal en la Península de Yucatán (Hernández *et al.*, 2021). En Tabasco, las autoridades emitieron la declaratoria de desastre el 3 de junio de 2020 debido a los daños causados por las intensas precipitaciones, las caídas de árboles y los daños estructurales en casas rurales (El Economista, 2020; Secretaría de Gobernación, 2020f). Por su parte, Chiapas emitió una declaratoria de desastre el 5 de junio debido a los desbordamientos de ríos (inundaciones fluviales) y los deslaves que ocurrieron en la Sierra Madre de Chiapas (El Economista, 2020; Secretaría de Gobernación, 2020d, 2020g).

En Campeche, la declaración de desastre se emitió el 6 de junio debido a que los municipios de Calkiní, Hopolchén, Tenabo y Hecelchakán tuvieron inundaciones en comunidades rurales y presentando la necesidad de evacuación (El Financiero, 2020; Secretaría de Gobernación, 2020b, 2020e). Yucatán recibió precipitaciones intensas en los municipios de Yaxcabá, Maní, Ticul y Oxkutzcab (Figura 3). Las autoridades del estado emitieron la declaratoria de emergencia el 4 de junio (Hernández *et al.*, 2021; Secretaría de Gobernación, 2020h). Las inundaciones severas que ocurrieron en el municipio de Yaxca-

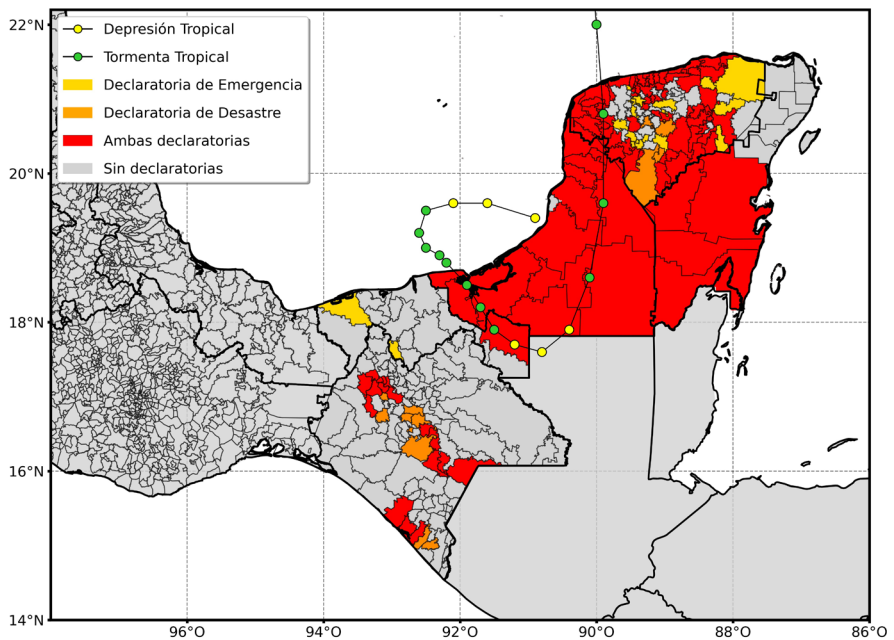
bá necesitaron de la activación del plan DN-III, del ejército mexicano para la evacuación inmediata de los afectados por inundaciones que superaron un metro de altura. Las regiones de Quintana Roo se vieron afectadas en menor medida. Por su parte, las autoridades declararon emergencia en Quintana Roo el día 5 de junio debido a las lluvias e inundaciones (El Financiero, 2020; Secretaría de Gobernación, 2020c).

Los municipios de los estados del sur activaron alertamientos por inundaciones, lluvias, incluso ambas. Las declaratorias publicadas dos semanas después en el Diario Oficial de la Federación mostraron que la mayoría de las zonas afectadas correspondían a todo el sureste mexicano (Figura 6). Un total de 11 municipios en Campeche presentaron declaratorias, representando el 100% de los municipios. El resto de los estados con importantes afectaciones: 79 municipios fueron afectados en Yucatán, 28 en Chiapas, 4 en Tabasco y 4 en Quintana Roo. La respuesta de las autoridades fue inmediata, implementando evacuaciones y estableciendo albergues para aquellos desplazados por las inundaciones. Sin embargo, los daños fueron notorios ya que las infraestructuras colapsaron, las viviendas quedaron sumergidas bajo el agua existiendo una gran pérdida de cultivos agrícolas, que afectó gravemente la seguridad alimentaria del país (Secretaría de Gobernación, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e, 2020f, 2020g).

Los informes oficiales señalan el fallecimiento de tres personas en San Cristóbal de las Casas, Chiapas el 3 de junio a causa del paso de Cristóbal (El Economista, 2020). En el municipio de Escárcega, Campeche, un menor de edad perdió la vida al intentar cruzar con su familia una carretera afectada por el desbordamiento del río Chumpan (La Jornada, 2020). Otro deceso se registró en el municipio de Yaxcabá, Yucatán donde una persona se ahogó en una calle inundada que reportaba un nivel de altura entre los 1.9 y 2 metros (La Jornada, 2020).

Estos sucesos subrayan la necesidad de mejorar la definición de peligrosidad de los CTs en el SIAT-CT. Si se compara la Figura 4 con la Figura 6, los alertamientos solamente fueron adecuados para Campeche, ya que el alertaamiento alto corresponde con las declaratorias de emergencia y desastre para este estado. El nivel de peligrosidad que señala los alertamientos en los estados de Chiapas, Tabasco, Quintana Roo y Yucatán no corresponden con las afectaciones que tuvieron, ya que los alertamientos mínimos (azules), bajos (verdes) y moderados (amarillos) del SIAT-CT no representan las declaratorias de emergencia, de desastre o incluso ambas (Figura 4; Figura 6). Lo anterior representa una limitante para que exista una respuesta efectiva entre la parte gubernamental y las comunidades.

Figura 6. Declaratorias emitidas en los municipios de los estados del sureste mexicano para la tormenta tropical Cristóbal 2020



Fuente: elaboración propia.

Nota: los colores representan si se reportaron declaratorias de emergencia (amarillo), desastre (naranja) o ambas (roja)

3. Limitaciones del Sistema de Alerta Temprana para ciclones tropicales: el caso de Cristóbal 2020

El SIAT-CT presenta una direccional para guiar a las comunidades ante la inminencia de posibles impactos importantes. No obstante, existen errores significativos en la eficacia de este sistema, especialmente cuando se enfrenta a tormentas y depresiones tropicales, ya que subestima su peligrosidad. En la fase inicial de Cristóbal como remanente de Amanda, la escala de peligrosidad e del SIAT-CT indica que no eran necesarias las evacuaciones o los planes de contingencia a pesar de los registros de precipitaciones que existían sobre el Golfo de México. La falta de claridad entre el nivel de peligrosidad y la comunicación oportuna del peligro condujo a una percepción errónea del riesgo (Domínguez, 2022).

Una de las principales deficiencias del SIAT-CT reside en la subestimación de los peligros asociados con tormentas y depresiones, específicamente los que están asociados con la precipitación (inundaciones y deslizamientos). La

lluvia del CT no depende de la velocidad de sus vientos superficiales desorganizada cuando las bandas nubosas del CT que interactúan con la superficie continental (Pérez-Estrada, 2022). Por ello, las tormentas y depresiones tropicales no deben ser menospreciadas, ya que pueden provocar inundaciones repentinas, deslizamientos de tierra y vientos destructivos que son considerables (Breña-Naranjo *et al.*, 2015; Domínguez, 2022). En este sentido, el SIAT-CT etiqueta a las tormentas y depresiones tropicales con un nivel de peligro mínimo, bajo o moderado, haciendo que la población sólo preste atención a los huracanes que son categoría 3, 4 y 5 (vientos superficiales de más de 178 km/h (Cuadro 1).

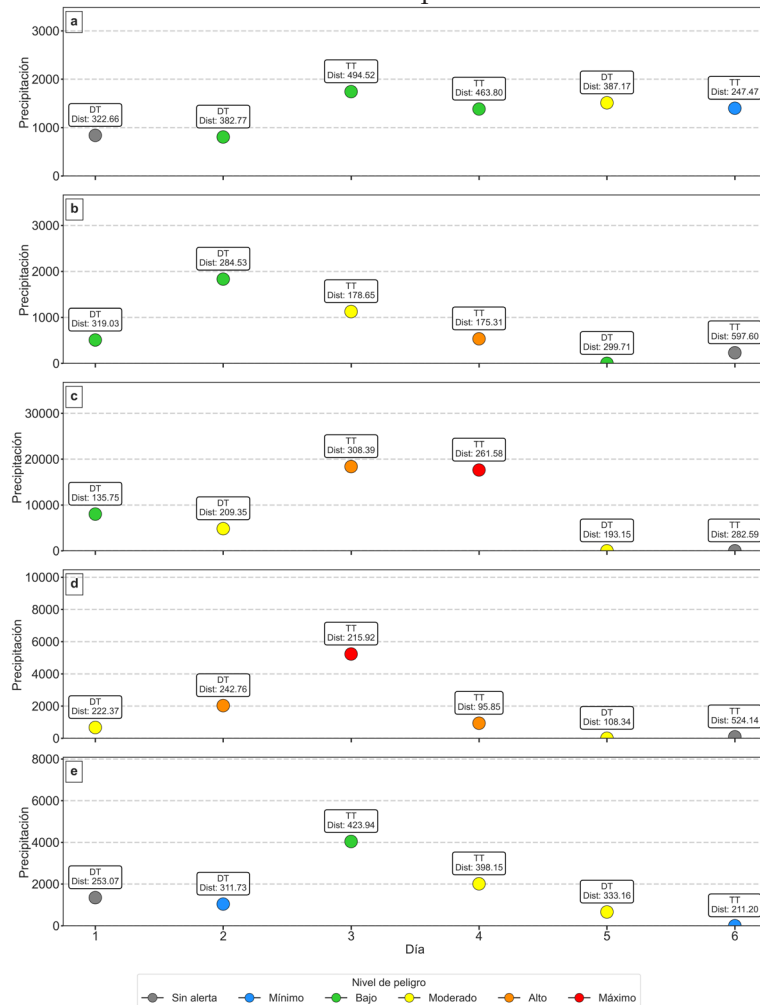
En el caso de Cristóbal, existen informes sobre precipitaciones extremas que no fueron consideradas por el SIAT-CT en la emisión de los colores de las alertas (debido a su fórmula de peligrosidad). El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) registró máximos de lluvia en diferentes estados que tradujeron en inundaciones repentinas, deslizamientos de tierra y caída de rocas en las localidades de Valladolid, Yucatán (623.3 mm), Ocotepéc, Chiapas (611.9 mm), Hopelchén, Campeche (566.9 mm) y Boca del Cerro, Tabasco (566.9 mm) (Bravo Lujano, 2020).

Al analizar estas localidades, se observa que las alertas emitidas no corresponden a la cantidad de precipitación acumulada diaria. La figura 7 muestra cómo se emitieron las alertas de peligro por la tormenta en los seis días que dejaron afectaciones en México. En Yucatán, el municipio de Valladolid es un caso peculiar, ya que el centro de Cristóbal estuvo a más de 250 km de distancia (Figura 7a). A pesar de ello, existió una gran cantidad de lluvia durante los seis días de su trayectoria, provocando diversas inundaciones que sumergieron las casas debajo del agua. La limitación más grande del SIAT-CT radica en el grado de peligrosidad asignado durante el tiempo en que Cristóbal era tormenta tropical, ya que el máximo nivel de peligro fue moderado.

La presencia de alertamientos con mayor peligrosidad sólo se observa en localidades cercanas al centro de la tormenta, como en Ocotepéc, Chiapas, Hopelchén, Campeche o Tenosique, Tabasco (Fig., 7b; 7c; 7d). Campeche fue uno de los estados más dañado por el paso de Cristóbal debido a las cantidades extremas de precipitación acumulada. Las alertas emitidas fueron de peligro alto, causando una respuesta oportuna. Sin embargo, cuando el CT se degradó a depresión tropical el 4 de junio sobre el territorio campechano, existió una degradación en el nivel de los alertamientos tempranos emitidos por el SIAT-CT. Esta subestimación del nivel del peligro y los alertamientos tuvo una mayor repercusión en los municipios del norte de la península de Yucatán aun cuando este día se registró una mayor precipitación desde su inicio (1 de junio). Sin embargo, los alertamientos emitidos en la región no superaron las alertas amarillas (peligro moderado) que dentro del manual del

SIAT-CT, las acciones de estas alertas son sólo actividades de preparación, sin llegar a las evacuaciones.

Figura 7. Niveles máximos de las alertas tempranas por parte del SIAT-CT emitidos diariamente para el CT Cristóbal



Fuente: elaboración propia.

Nota: Se comparan las alertas con la precipitación acumulada por el área de cada municipio: a) Valladolid, Yucatán, b) Ocoatepec, Chiapas, c) Hopelchén, Campeche, d) Tenosique, Tabasco e) Yaxcabá, Yucatán. Las letras DT y TT representan la categoría de tormenta tropical y depresión tropical al momento de ser emitida la alerta.

El tamaño del CT juega un papel importante cuando se emiten los alertamientos, ya que este factor define hasta dónde los peligros del CT pueden llegar. El tamaño del CT incluye a los municipios que no se encuentran tan cercanos al centro del CT, o bien del área delimitada por el campo de vientos “peligrosos” definidos por el radio de 63 km/h (Pérez-Alarcón *et al.*, 2021). Las precipitaciones intensas de Cristóbal se encontraban más allá de los 350 km de distancia desde el centro. Por ello, las alertas emitidas para Valladolid (Figura 7a) y Yaxcabá, Yucatán (Figura 7e) muestran un claro ejemplo de la subestimación del nivel del peligro comparando la precipitación acumulada con el color de la alerta.

La comparación de los alertamientos emitidos por el SIAT-CT y las declaratorias de emergencia y desastre durante Cristóbal 2020 revela las limitaciones que tiene el SIAT-CT cuando el CT es una tormenta tropical o una depresión. Los alertamientos del SIAT-CT están pensados para proporcionar información anticipada del peligro que un CT podría representar para el territorio mexicano. El SIAT-CT no incluye a la precipitación dentro de su definición de peligrosidad, por lo que la cantidad extrema de lluvia y sus inundaciones o deslizamientos asociados no están incluidos en el nivel de alertamiento. El SIAT-CT podría aumentar su grado de efectividad al incorporar el tamaño del CT, las lluvias, las inundaciones, la marea de tormenta y los posibles deslizamientos en sus niveles de alertamiento. Lo anterior con la finalidad de que esas alertas se traduzcan en acciones por parte de los organismos gubernamentales y las comunidades. La emisión oportuna de las declaratorias de emergencia y desastre dependen de la habilidad local para responder a la amenaza, que a su vez, depende de los alertamientos. Existe una gran necesidad de actualizar el SIAT-CT, incluyendo diversos elementos que se consideran multiamenazas al mismo tiempo.

Conclusiones

El desastre asociado al paso de la tormenta tropical Cristóbal revela las limitaciones que tiene el SIAT-CT. Casos como la tormenta tropical Cristóbal 2020 siempre han existido y afectado a México. Por ejemplo, la depresión tropical 11 de 1999 causó la muerte de 400 personas en Veracruz como comentó Domínguez. Debido a que el SIAT-CT desempeña un papel crucial en comunicar el peligro asociado a los CTs, es importante superar sus limitaciones, especialmente cuando se trata de depresiones y tormentas tropicales.

El nivel de alertamiento del SIAT-CT se basa en parámetros como la intensidad del CT de acuerdo con la escala Saffir-Simpson, el radio de sus vientos superficiales, su distancia a la costa y su velocidad de traslación. Sin embargo, estos parámetros limitan la definición de peligrosidad de los CTs. Se debe incluir la lluvia intensa, las inundaciones, los deslizamientos y la marea de tormenta en esta definición. El SIAT-CT debe ser actualizado para que los

niveles de alertamientos correspondan con una peligrosidad integrada en los CTs y no se subestime los peligros inducidos por las depresiones y tormentas tropicales. Los alertamientos no deben limitarse a responder correctamente a huracanes categoría 3, 4 y 5. Las inundaciones y deslaves también pueden representar un peligro alto o máximo para las comunidades en México. La resiliencia ante los eventos hidrometeorológicos se debe construir con alertamientos precisos y con un aumento en las capacidades de previsión, prevención, mitigación, respuesta y reconstrucción (fases de la GIRD).

Finalmente, Cristóbal 2020 mostró las debilidades del SIAT-CT y las áreas de oportunidad en las que la GIRD debe enfocar para mejorar los alertamientos y las respuestas con la finalidad de proteger a las comunidades más vulnerables en México.

Bibliografía

- Berg, R. (2021). *Tropical Storm Cristobal* (Tropical Cyclone Report AL032020; p. 51). National Hurricane Center. https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL032020_Cristobal.pdf
- Bravo Lujano, C. (2020). *Reseña de la tormenta tropical "Cristóbal" del Océano Atlántico (1 al 10 de junio de 2020) (Ciclones Tropicales 2020)*. Comisión Nacional del Agua.
- Breña-Naranjo, A. J., Pedrozo-Acuña, A., Pozos-Estrada, O., Jiménez-López, S. A., & López-López, M. R. (2015). The contribution of tropical cyclones to rainfall in Mexico. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 83–84, 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.05.011>
- Centro Nacional para la Prevención del Desastre, CENAPRED (2019). *Desastres en México: impacto social y económico*. <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/318-INFOGRAFADDESASTRESENMEXICO-IMPACTOSOCIALYECONMICO.PDF>
- Dominguez, C. (2022). *La actividad ciclónica tropical en México: Peligros y riesgos hidrometeorológicos asociados* (Vol. 1). <https://sursa.sdi.unam.mx/index.php/publicacion>
- Dominguez, C. (2021). Tropical Cyclone and Easterly Wave Relationship over the Tropical North America. 80, 36–38. <https://doi.org/10.36071/clivar.80.2021>
- Dominguez, C., Jaramillo, A., Cuéllar, P. (2021). Are the socioeconomic impacts associated with tropical cyclones in Mexico exacerbated by local vulnerability and ENSO conditions?. *International Journal of Climatology*. 41 (Suppl. 1): E3307–E3324. <https://doi.org/10.1002/joc.6927>
- Dominguez, C., Llanos-Rodríguez, M., Ochoa, C., Welsh-Rodríguez, C. M., & Perez Estrada, A. (2019). Sistema de Alerta Temprana Ante Ciclones Tropicales: Propuestas Para su Mejoría (*Early Warning System for Tropical Cyclones: Proposals*

for Its Improvement, in English). 14(2), 73–80.

- El Economista. (2020, junio 4). Inundaciones y deslaves, deja a su paso Cristóbal. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/politica/Inundaciones-y-deslaves-deja-a-su-paso-Cristobal-20200603-0144.html>
- El Financiero. (2020, junio 4). “Cristobal” causa afectaciones en Campeche y Quintana Roo; Yucatán declara alerta amarilla. *El Financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/estados/yucatan-decreta-alerta-amarilla-por-tormenta-tropical-cristobal/>
- Golnaraghi, M. (Ed.). (2012). *Institutional partnerships in multi-hazard early warning systems: A compilation of seven national good practices and guiding principles*. Springer.
- Hernández, M., Cerda, H., Azpra-Romero, E., Lomas-Barrié, C., y Geográfico, E. (2021). Cristóbal, la tormenta tropical del 2020 que dejó precipitaciones atípicas en la Península de Yucatán. *Entorno Geográfico*, 0, 125–156. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i21.11296>
- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Hernández-Castro, F., & Pérez-Briceño, P. M. (2020). Identification of Tropical Cyclones' Critical Positions Associated with Extreme Precipitation Events in Central America. *Atmosphere*, 11(10), 1123. <https://doi.org/10.3390/atmos11101123>
- La Jornada. (2020, junio 6). Más de mil personas damnificadas por “Cristóbal” en Campeche. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/noticia/2020/06/06/estados/mas-de-mil-personas-damnificadas-por-201ccristobal201d-en-campeche-1881>
- Lavender, S. L., & McBride, J. L. (2021). Global climatology of rainfall rates and lifetime accumulated rainfall in tropical cyclones: Influence of cyclone basin, cyclone intensity and cyclone size. *International Journal of Climatology*, 41(S1). <https://doi.org/10.1002/joc.6763>
- H. Congreso de la Unión (2023). *Ley General de Protección Civil*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC.pdf>
- Marín-Monroy, E. A., Hernández-Trejo, V., Romero-Vadillo, E., & Ivanova-Boncheva, A. (2020). Vulnerability and Risk Factors due to Tropical Cyclones in Coastal Cities of Baja California Sur, Mexico. *Climate*, 8(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/cli8120144>
- Moon, S.-H., Kim, Y.-H., Lee, Y. H., & Moon, B.-R. (2019). Application of machine learning to an early warning system for very short-term heavy rainfall. *Journal of Hydrology*, 568, 1042–1054. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.060>
- Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica. (2020). *Monthly Atlantic Tropical Weather Summary*. <https://www.nhc.noaa.gov/text/MIATWSAT.shtml>
- Perez, A., & Dominguez, C. (2022). *The role of tropical cyclone size in precipitation over Mexico (EGU22-1373)*. EGU22. Copernicus Meetings. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-1373>

- Pérez-Alarcón, A., Sorí, R., Fernández-Alvarez, J. C., Nieto, R., & Gimeno, L. (2021). Comparative climatology of outer tropical cyclone size using radial wind profiles. *Weather and Climate Extremes*, 33, 100366. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100366>
- Pérez-Estrada, A. (2022). *El papel del tamaño de los ciclones tropicales en la precipitación en México* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/UPL8SSCT6HS71JCGVYKYFJ4UANG81Q4KKE-CXYFH9HLLP6BKFUP-28169?func=full-set-set&set_number=954859&set_entry=000001&format=999
- Schenkel, B. A., Lin, N., Chavas, D., Vecchi, G. A., Oppenheimer, M., & Brammer, A. (2018). Lifetime Evolution of Outer Tropical Cyclone Size and Structure as Diagnosed from Reanalysis and Climate Model Data. *Journal of Climate*, 31(19), 7985–8004. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0630.1>
- Secretaría de Gobernación. (2020a). *Declaratoria de Emergencia por la presencia de lluvia severa ocurrida del 29 al 30 de mayo de 2020 en los municipios de Ostucán y Pichualco del Estado de Chiapas*. Diario Oficial de la Federación. junio 10 de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5594774&fecha=10/06/2020#gsc.tab=0
- Secretaría de Gobernación. (2020b). *Declaratoria de Desastre Natural por la presencia de lluvia severa ocurrida del 30 de mayo al 5 de junio de 2020 en 11 municipios del Estado de Campeche*. Junio 15 de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5594966&fecha=15/06/2020#gsc.tab=0
- Secretaría de Gobernación. (2020c). *Declaratoria de Emergencia por la presencia de lluvia severa ocurrida el 3 de junio de 2020 e inundación pluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en el Municipio de Bacalar; por lluvia severa el 4 de junio de 2020 e inundación pluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos; y por inundación pluvial del 3 al 5 de junio de 2020 para el Municipio de Othón P. Blanco, todos del Estado de Quintana Roo*. Junio 15 de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5594968&fecha=15/06/2020#gsc.tab=0
- Secretaría de Gobernación. (2020d). *Declaratoria de Desastre Natural por la presencia de lluvia severa el 3 de junio de 2020 en 7 municipios; lluvia severa el 3 de junio de 2020 e inundación pluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 1 municipio; lluvia severa el 3 de junio de 2020 e inundación fluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 4 municipios; lluvia severa el 3 y 4 de junio de 2020 e inundación fluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 3 municipios; e inundación fluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 4 municipios, todos del Estado de Chiapas*. Diario Oficial de la Federación. Junio 16 de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595025&fecha=16/06/2020#gsc.tab=0
- Secretaría de Gobernación. (2020e). *Declaratoria de Emergencia por la presencia de lluvia severa ocurrida del 30 de mayo al 5 de junio de 2020 en 11 municipios del Estado de Campeche*. Diario Oficial de la Federación. Junio 16 de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595026&fecha=16/06/2020#gsc.tab=0

- Secretaría de Gobernación. (2020f). *Declaratoria de Desastre Natural por lluvia severa el 3 y 4 de junio de 2020 e inundación pluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 1 municipio del Estado de Tabasco; y por inundación fluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 1 municipio de dicha entidad federativa*. Diario Oficial de la Federación. Junio 17 de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595126&fecha=17/06/2020#gsc.tab=0
- Secretaría de Gobernación. (2020g). *Declaratoria de Emergencia por lluvia severa el 3 de junio de 2020 e inundación fluvial o pluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 5 municipios; por lluvia severa el 3 y 4 de junio de 2020 e inundación fluvial o pluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 3 municipios; por inundación fluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 7 municipios; por lluvia severa el 3 de junio de 2020 en 5 municipios; y por inundación pluvial del 3 al 5 de junio de 2020 en 1 municipio, todos del Estado de Chiapas*. Diario Oficial de la Federación. Junio 17 de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595125&fecha=17/06/2020#gsc.tab=0
- Secretaría de Gobernación. (2020h). *Declaratoria de Emergencia por inundación pluvial y lluvia severa del 1 al 7 de junio de 2020 para 29 municipios; por lluvia severa del 1 al 5 de junio de 2020 para 8 municipios; y por inundación pluvial del 1 al 7 de junio de 2020 para 1 municipio, todos del Estado de Yucatán*. Diario Oficial de la Federación, DOF: 19/06/2020. Junio 19 de 2020. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595252&fecha=19/06/2020#gsc.tab=0
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Gestión integral de riesgos y atención a emergencias y desastres por eventos naturales extremos. Compendio de Estadísticas Ambientales*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeial/compendio_2015/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet0ce4.html
- Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. (2019). *Manual del Sistema de Alerta Temprana para ciclones tropicales (SIAT-CT)* mayo 9 2019. <http://www.gob.mx/sspc/documentos/manual-del-sistema-de-alerta-temprana-para-ciclones-tropicales-siat-ct-2019>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2020). *Se forma la tormenta tropical Cristobal, a partir de la Depresión Tropical Tres*. <http://www.gob.mx/smn/prensa/se-forma-la-tormenta-tropical-cristobal-a-partir-de-la-depresion-tropical-tres-244224>
- Simpson, R. H. (1974). The Hurricane Disaster—Potential Scale. *Weatherwise*, 27(4), 169–186. <https://doi.org/10.1080/00431672.1974.9931702>
- Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC, 2022). *Boletín SIAT-CT*. <http://www.preparados.gob.mx/SIAT-CT/consulta.php?idBoletin=NOR2310230910P>

Capítulo 5. Análisis de la susceptibilidad por peligro de inundaciones y remoción en masa en la Nueva Tuxtla, Chiapas

ELIZABETH HERNÁNDEZ BORGES ¹

JUAN CARLOS MORA CHAPARRO ²

Introducción

En el estado de Chiapas, el fenómeno hidrometeorológico es el más dañado; Tuxtla Gutiérrez se encuentra entre las ciudades donde las inundaciones han provocado más daños debido a la falta de orden y reglamentación de su crecimiento urbano. Aquí las condiciones naturales fueron agredidas y transformadas por el crecimiento poblacional y urbano como por las actividades económicas y sociales que afectan año con año (inundaciones y fenómenos de remoción en masa) (Mora J. , 2015). Es por ello por lo que en PDU (2015) se programa el crecimiento de la ciudad en la Nueva Tuxtla, sin embargo, este programa carece de un análisis que permitan identificar las consecuencias de desviar los arroyos, entubarlos y desaparecerlos.

En este trabajo se analiza la hidrografía natural del terreno, elabora el mapa hidrográfico y detecta el grado de susceptibilidad del peligro por inundaciones y fenómenos de remoción en masa presentes en la Nueva Tuxtla.

1. Antecedentes

Sheppard y McMaster (2004) consideran “en casi todas las investigaciones geográficas, es necesario no solo seleccionar el área geográfica o escala, sino

1 Doctora en gestión integral de riesgos de desastre y protección civil. Escuela Nacional de Protección Civil del Estado de Chiapas.

2 Doctor en Mineralogía y Petrología. Unidad Morelia, Instituto de Geofísica, UNAM.

también la resolución de los datos a analizar". En la escala regional se utilizan generalmente una escala matemática, pero 1:100,000 y 1:250,000 como las unidades dimensionales de definición son escalas más amplias, por ende, útiles en los análisis de aspectos macro: cuencas, subcuencas, orografía, pendientes, sistema de carreteras y autopistas, cuerpos de agua, etcétera. Estas escalas son ideales para revisar en su totalidad la cuenca o subcuenca y localizar el elemento en estudio.

La escala municipal o urbana oscila entre los rangos de escala cartográficas de 1:25,000 y 1:50,000 unidades dimensionales de definición, con la que se puede apreciar otros elementos como: escurrimientos y arroyos, tipo de suelo, fallas geológicas, zonas de riesgo, vegetación y áreas verdes, infraestructuras, etcétera (SEDATU, 2019). La escala parcial, local o intraurbana oscila entre 1:5,000 y 1:10,000 unidades dimensionales de definición. Estas escalas bajas permiten ver – a nivel de lote – una serie de elementos con más precisión, como: áreas federales de ríos, manzanas, predios, lotes, y objetos como árboles, viviendas, etcétera. (Gobierno de Chiapas, 2017).

En el caso de Tuxtla Gutiérrez el Programa de Desarrollo Urbano muestra una falta de estrategia de cambio de uso de suelo en la zona de crecimiento, en donde ha sido difícil hacer valer el reglamento de construcción y se aprecia una falta de supervisión constante.

La presente investigación se lleva a cabo en la Nueva Tuxtla localizada en la parte sur poniente del municipio de Tuxtla Gutiérrez ($93^{\circ} 11' 43.996''$ O y $16^{\circ} 42' 3.677''$ N) que colinda al sur con el municipio de Suchiapa, al oeste con el de Ocozacoautla de Espinosa y al sur poniente con el de Berriozábal.

En la Nueva Tuxtla se encuentran alrededor de 27,516 habitantes, por lo que ya cuenta con viviendas e infraestructura carretera incipiente (INEGI, 2017, pág. 10). El área de estudio abarca 8,921 ha consideradas por el Programa de Desarrollo Urbano como una zona de crecimiento a futuro en tres fases: corto, mediano y largo plazo. Atraviesa esta superficie el arroyo "El Sabinalito" con dirección poniente-orienté y una longitud de 19,320 m (Figura 1).

El objetivo general es determinar la susceptibilidad al peligro de inundaciones y la remoción en masa, por la construcción social del riesgo por estos dos eventos en los terrenos de la Nueva Tuxtla a través de identificar, analizar y mapear las modificaciones de la urbanización que ha sufrido el territorio, con los cambios de uso del suelo y la invasión de los cauces naturales.

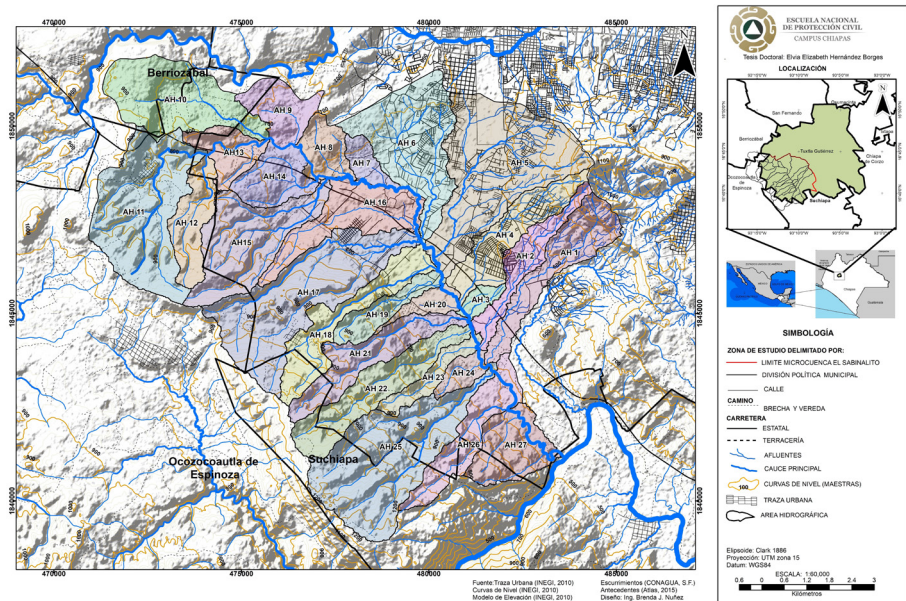
Asimismo, los objetivos específicos son:

1. Determinar si los procesos de urbanización en el territorio de la Nueva Tuxtla han afectado los elementos hidrológicos y del suelo en la superficie del territorio.
2. Conocer cómo se ha modificado el territorio denominado la Nueva Tuxtla desde sus condiciones naturales hasta su proceso actual, deri-

vado del crecimiento poblacional, específicamente en 186 puntos (52% del territorio en estudio); así como en otros 96 puntos en donde observaremos procesos de remoción en masa (78% del territorio en estudio).

3. Identificar los procesos ejidales y municipales relacionados con el procedimiento de cambio de uso de suelo en el territorio de estudio.

Figura 1. Mapa base



Fuente: traza urbana, INEGI, 2010, curvas de nivel, INEGI, 2010 y modelo de elevación, INEGI, 2010.

2. Metodología

Con base en las condiciones naturales del terreno y sus respectivos mapas temáticos de análisis multicriterio se obtuvo un mapa de susceptibilidad de inestabilidad de laderas que sirvió como base para la cartografía de las zonas de peligro por fenómenos de remoción en masa. Mediante el análisis de la hidrografía se determinaron las zonas de riesgo de inundación con el mapa de susceptibilidad se conocen las modificaciones del territorio e identificamos el fenómeno de inundación; un total de 160 puntos de control en el campo de 27 áreas hidrográficas, 12 ya que se eligieron con los criterios de asentamientos humanos colindantes a las áreas hidráulicas del arroyo El Sabalinito. Asimismo, definimos puntos en zonas con pendientes pronunciadas que representaron la mayor densidad de drenaje del agua, localizando una intersección con caminos, puentes o algún tipo de infraestructura ajena a la condición natural

de la microcuenca y su cauce. Se mostraron algunas evidencias de cambio o modificación antropogénica del suelo natural, derivado del crecimiento urbano y poblacional. Para determinar este grado de modificación en el territorio se elaboraron mapas base de inundaciones y remoción en masa que permitieron conocer la condición natural del territorio.

Para lograr nuestros objetivos se utilizaron el Programa de Desarrollo Urbano (2015), INEGI (2017), actualización ortofoto de Paz (2020), CONAGUA y Atlas de Peligros y/o riesgos (2015). El peligro se presentó mediante una escala de 1:20,000 a partir de datos históricos de precipitación pendiente del terreno y densidad del drenaje, lo cual genera zonas de susceptibilidad física.

3. Resultados

3.1 Mapa áreas hidrográficas urbanas

Con base en el mapa del Organismo de Cuenca Frontera Sur de CONAGUA³ y en la topografía del lugar INEGI (2017), se obtuvo el parteaguas de cada afluente que descarga sus aguas al arroyo Sabinalito siguiendo la topografía, los cambios de la pendiente y la dirección del flujo de agua. En total se obtuvieron 27 áreas hidrográficas en todo el estudio, las cuales se enlistan y numeran en la cuadro 1 y figura 2.

Cuadro 1. Áreas Hidrográficas (AH) con los datos de perímetro, área y numeración progresiva

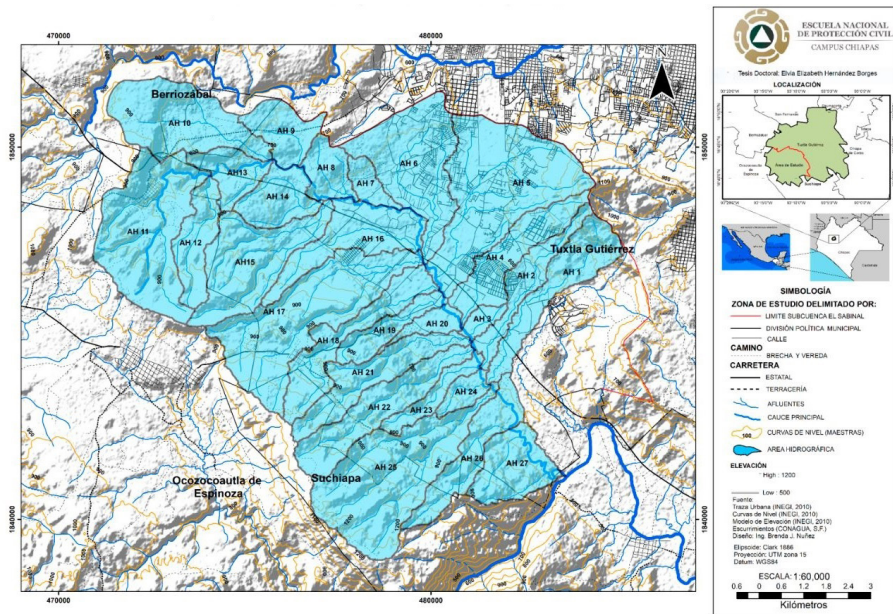
No	NOMBRE	P (Km)	Área (Ha)
1	AH 1	17	406
2	AH 2	17	256
3	AH 3	5	65
4	AH 4	16	377
5	AH 5	20	1040
6	AH 6	17	670
7	AH 7	6	102
8	AH 8	8	178
9	AH 9	8	233
10	AH 10	14	606
11	AH 11	19	853
12	AH 12	12	268
13	AH13	9	199
14	AH 14	9	257

No	NOMBRE	P (Km)	Área (Ha)
15	AH15	17	593
16	AH 16	17	438
17	AH 17	25	936
18	AH 18	20	405
19	AH 19	11	187
20	AH 20	8	98
21	AH 21	18	385
22	AH 22	18	453
23	AH 23	11	143
24	AH 24	6	97
25	AH 25	22	946
26	AH 26	16	348
27	AH 27	11	334

Fuente: elaboración propia.

3 Información basada en http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/, consultado el 30 de noviembre de 2019.

Figura 2. Áreas hidrográficas en la Nueva Tuxtla



Fuente: traza urbana, INEGI, 2010, curvas de nivel, INEGI, 2010, modelo de elevación, INEGI, 2010 y escurrimientos, CONAGUA S/F.).

4. Mapa de peligro por inundación

Las zonas en riesgo de inundación se analizaron con base en los reportes de los expedientes de la Secretaría de Protección Civil Municipal (reportes internos); zonas susceptibles de inundación analizadas bajo los registros obtenidos de campo: alterado, desaparecido y bloqueado por condiciones naturales de los cauces de los afluentes. Se recorrieron los cauces de diferentes áreas hidrográficas y se verificaron las zonas que actualmente se inundan, así como los sitios donde los cauces naturales han desaparecido, bloqueado, reducido o pasado a ser calles. En total se localizaron 160 sitios alterados por las condiciones naturales de los cauces; estas alteraciones ya han provocado pequeñas inundaciones. En el área se encuentra el nuevo libramiento sur de Tuxtla Gutiérrez que corta perpendicularmente a los cauces de los diferentes afluentes al Sabinalito; la construcción de esta obra presenta varios puntos de obstrucción de los cauces y, con esto su capacidad, produce escurrimientos pluviales. También se encontraron varios puentes dentro de la zona de estudio que tiene escasa capacidad hidráulica a futuro susceptibles de convertirse en obstáculos para las avenidas provocando zonas de desbordamiento e inundación, que afecten a la población cercana (Fotografía 1).

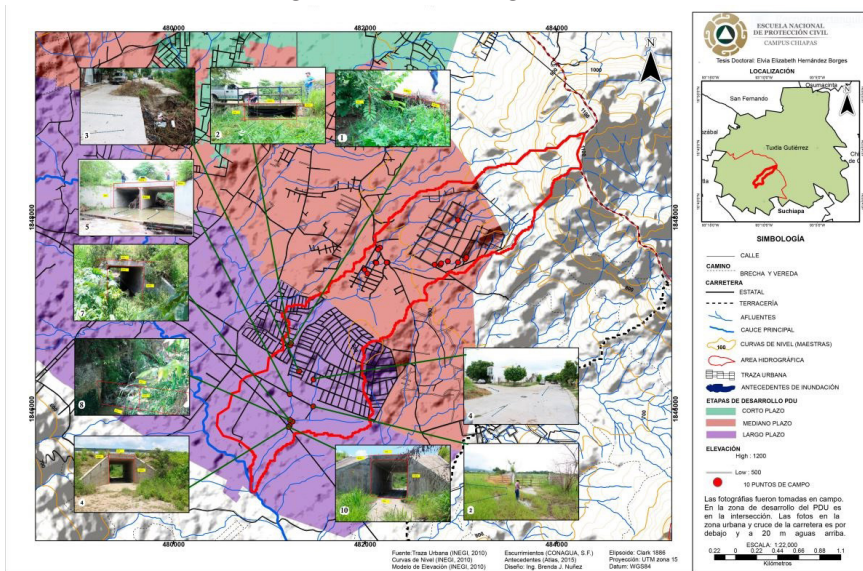
La fotografía 1 corresponde al área hidrográfica 5 que atraviesa la Calzada Emiliano Zapata y conecta la zona de Terán con la Nueva Tuxtla. La mancha urbana ha provocado en esta zona los primeros indicios de vulnerabilidad como se explica en la fotografía 1.

Fotografía 1. Fraccionamiento Los Olivos, zona anegada por obstrucción de escurrimiento natural



Fuente: fotografía tomada por los autores.

Figura 3. Área hidrográfica AH5



Fuente: traza urbana, INEGI, 2010, curvas de nivel, INEGI, 2010, modelo de elevación, INEGI, 2010 y escurrimientos, CONAGUA S/F.).

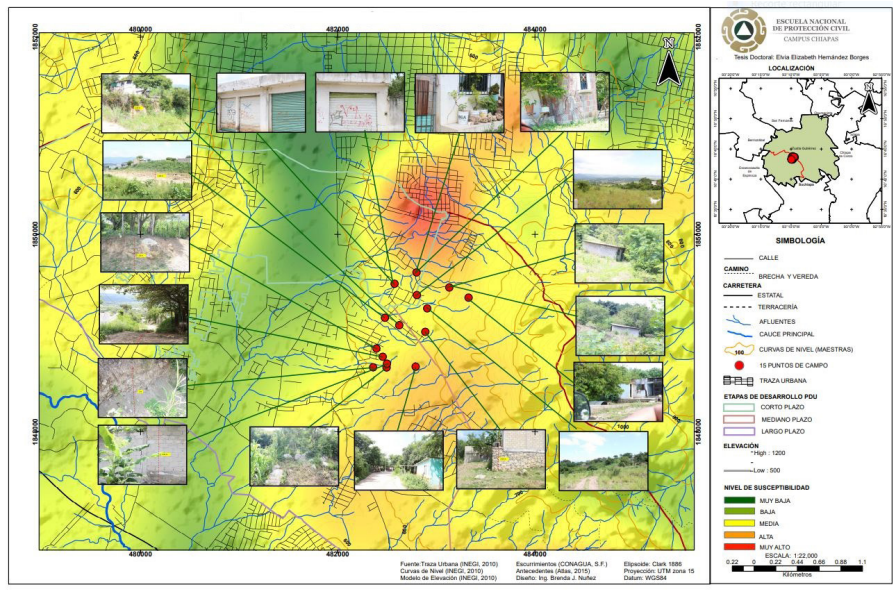
En la figura 3 se ejemplifica uno de los 31 mapas que integran la investigación que describe las coordenadas y la evidencia fotográfica de la susceptibilidad ante el peligro de inundaciones en la zona ejidal de la Nueva Tuxtla.

5. Mapa de peligro por fenómenos de remoción en masa

La susceptibilidad de peligro por fenómenos de remoción en masa subdividimos la zona de estudio de acuerdo con las tres etapas de crecimiento urbano (PDU, 2015) y en cuatro cuadrantes.

El mapa se obtuvo con la remoción en masa, el cual toma como base los puntos de verificación en campo y cartográficos de los sitios donde la susceptibilidad ha cambiado el peligro por la construcción de infraestructura, vialidades y viviendas. Los sitios descritos en el trabajo de campo presentan fenómenos del tipo de caída de rocas, deslizamientos, flujos de lodo y derrumbes. Estos fenómenos se asocian con la construcción del nuevo libramiento, viviendas y calles (Figura 4).

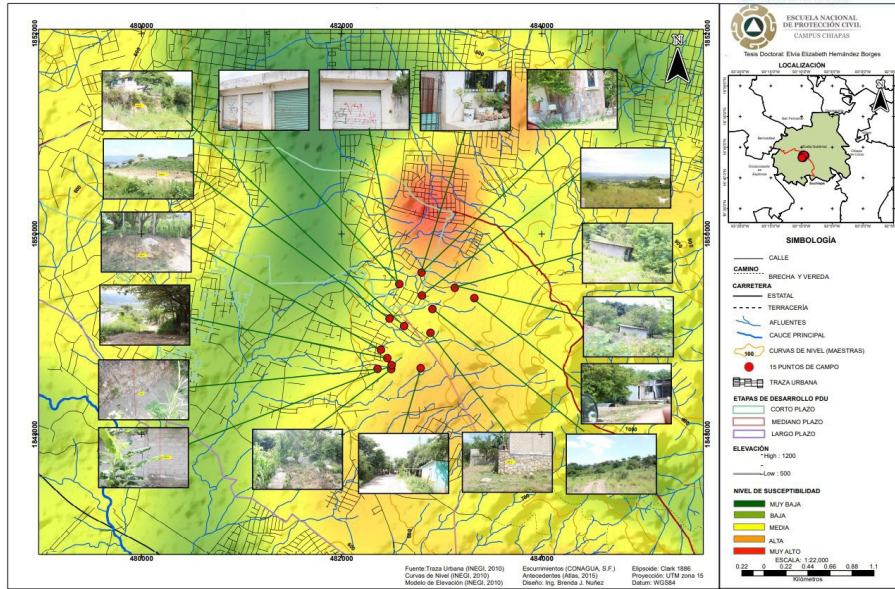
Figura 4. Mapa base de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa



Fuente: traza urbana, INEGI, 2010, curvas de nivel, INEGI, 2010, modelo de elevación, INEGI, 2010 y escurrimientos, CONAGUA S/F.).

Para la unidad de análisis correspondiente al fenómeno de remoción en masa, se visitaron 96 puntos de control, sobresalen los hallazgos y la falta de cumplimiento de normas de construcción (Figura 5).

Figura 5. Mapa número 5 del fenómeno de remoción en masa



Fuente: traza urbana, INEGI, 2010, curvas de nivel, INEGI, 2010, modelo de elevación, INEGI, 2010 y escurrimientos, CONAGUA S/F.).

Conclusiones

De acuerdo con el estudio de susceptibilidad en la zona de estudio, se concluye que el avance de la mancha urbana planteado en el Programa de Desarrollo Urbano 2015-2040 ya rebasó la temporalidad planeada en el mismo instrumento normativo. Se identificó la categoría analítica de cambios de uso de suelo ejidal a urbano:

- Los terrenos ejidales se lotifican sin ninguna planeación ni respeto por el Plan de Desarrollo Urbano.
- Existen viviendas y edificios que se construyeron en las márgenes de los arroyos sin respeto al área de amortiguamiento federal correspondiente.
- Asentamientos irregulares que han avanzado hacia la reserva del cerro Mactumatzá sin que exista una política de contención que impida la indebida apropiación de terrenos de reserva.
- En viviendas de autoconstrucción se observaron prácticas deficientes, baja calidad del sistema constructivo, relleno de cárcavas y desniveles; corte de taludes y materiales de construcción deficientes. Estas edifi-

caciones han acelerado la inestabilidad de las laderas, construyendo zonas en riesgo por fenómenos de remoción en masa.

- Falta de procesos reguladores eficientes relacionados con la reglamentación y legalización para el proceso de cambio en el uso del suelo y el respeto a las condiciones de los cauces naturales.

Con relación a la identificación de susceptibilidad a fenómenos perturbadores de origen natural:

- Severas modificaciones en las condiciones naturales de los cauces de los escurrimientos perennes e intermitentes en la zona de estudio.
- Los cauces naturales que atraviesan predios regulares e irregulares han sido modificados, tapados y desaparecidos con la finalidad de incrementar terreno sin ningún respeto a las leyes federales y estatales.
- Cauces naturales convertidos en calles que en época de lluvias presentan problemas de encharcamientos.
- Eventos de remoción en masa (cartografía); principalmente caídos y derrumbes.
- Dualidad antagónica en la competencia municipal y ejidal de la planeación territorial. El instrumento de planeación que elabora el municipio no se aplica a la escala impidiendo ver qué hay realmente en el territorio; además, existe una falta de articulación e integración territorial, por lo que el suelo ejidal presenta nula aplicación.

Los resultados se presentan en mapas a escala local, base para reconsiderar el sistema y la normativa de los cambios de uso del suelo; a partir de ello, se puede crear el procedimiento que respeta los cauces naturales y normas de construcción definiendo políticas públicas que disminuyan la construcción social de riesgo y fomente el desarrollo sustentable y sostenible de un nuevo Programa de Desarrollo Urbano 2020-2040. Se busca vislumbrar lo que está ocurriendo: una incipiente construcción social del riesgo que, de continuar así, adquirirá mayores dimensiones con las áreas hidrográficas naturales que pasarán a ser áreas hidrográficas urbanas con calles que serán afluentes urbanos descargando sus aguas en zonas susceptibles de inundación.

Bibliografía

- Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez. (2015). *Programa de Desarrollo Urbano*. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez.
- Gobierno de Chiapas (2017). *Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del estado de Chiapas*. Gobierno del estado de Chiapas.
- INEGI. (2017). *Anuario Estadístico de Chiapas 2017*. <http://www.fic.utp.ac.pa/proyec>

to-id-col-06-007/objetivo.html

Mora, J. (2015). *Atlas de peligros y/o riesgos de Tuxtla Gutiérrez*.

Paz Galvez, L. (Dirección). (2020). *Vuelo fotogramétrico en la zona de crecimiento de Tuxtla Gutiérrez [Película]*.

SEDATU (2019). *Términos de referencia para la elaboración o actualización de planes o programas municipales de desarrollo urbano*. CDMX.

Sheppard, E., & McMaster, R. (2004). *Scale and Geographic Inquiry*. Blackwell Publishing Ltd.

Capítulo 6. Metodología e instalación de un Sistema de Alerta Temprana: el Sistema de Múltiple Alertamiento Temprano para inundaciones de Iztapalapa (SMAT)

MARIO ÁLVARO RUIZ VELÁZQUEZ ¹

Introducción

En 2016, se implementó en la delegación Iztapalapa el primer Sistema de Alerta Temprana en México basado en los cuatro componentes del Mutihazard Early Warning System, conforme a la Check List 2017 de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. Este sistema, conocido como Sistema de Múltiple Alertamiento Temprano (SMAT) para inundaciones, fue coordinado por Luis Eduardo Pérez Ortiz Cancino, titular de la Dirección de Protección Civil de la demarcación que contó con el asesoramiento del Instituto de Investigaciones y Estudios sobre Alertas y Riesgos A. C. (IIDEAR).

Durante la lluvia intensa del 1° de junio de 2016 en Iztapalapa, el SMAT demostró su eficacia al prevenir y reducir daños. En esa ocasión, se destacaron los siguientes logros:

- Se emitió una alerta de inundación con 25 minutos de antelación. Se redujo el tiempo de recuperación en un 70%, permitiendo la reanudación de actividades en hogares, pequeños negocios, empresas y vías de transporte en solo 3 días en lugar de 10.
- Se minimizó el impacto económico en un 40%, disminuyendo de 30 a 18 millones de pesos los daños y pérdidas.
- Se redujo en un 52% la cantidad de viviendas afectadas, pasando de 3,700 a 1,776.

¹ Maestro en Ciencias del Ambiente. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.

- Se disminuyó en un 52% la población afectada, de 16,650 a 7,992 personas.

A partir de información recopilada en medios de comunicación y presentaciones de los resultados del SMAT en diversos foros nacionales e internacionales, se presenta este caso para responder a la pregunta central de nuestra investigación: ¿Cuáles fueron los desafíos, los pasos seguidos, y qué factores contribuyeron al éxito del Sistema de Múltiple Alertamiento Temprano (SMAT) para inundaciones en la delegación Iztapalapa?

1. Lluvia intensa del 1 de junio de 2016 Delegación Iztapalapa

Esta inundación fue consecuencia de la primera tormenta intensa de la temporada. Las colonias más afectadas fueron Unidad Habitacional Vicente Guerrero, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Ejército ISSSTE, Lienzo Charro y otras 12 con alrededor de 5 mil personas damnificadas y la pérdida de enseres domésticos en aproximadamente 500 viviendas. Estas casas resultaron anegadas por aguas negras, generando daños y pérdidas significativas, según informó la Gaceta de Iztapalapa el 6 de junio de 2016 (Iztapalapa, 2016).

Acorre a la Gaceta de Iztapalapa, los daños y pérdidas que reflejan peligro histórico de inundaciones (Figuras 1 y 2) señalando el área geoespacial identificada y las posibles afectaciones a las personas, así como a los bienes y servicios tanto públicos como privados.

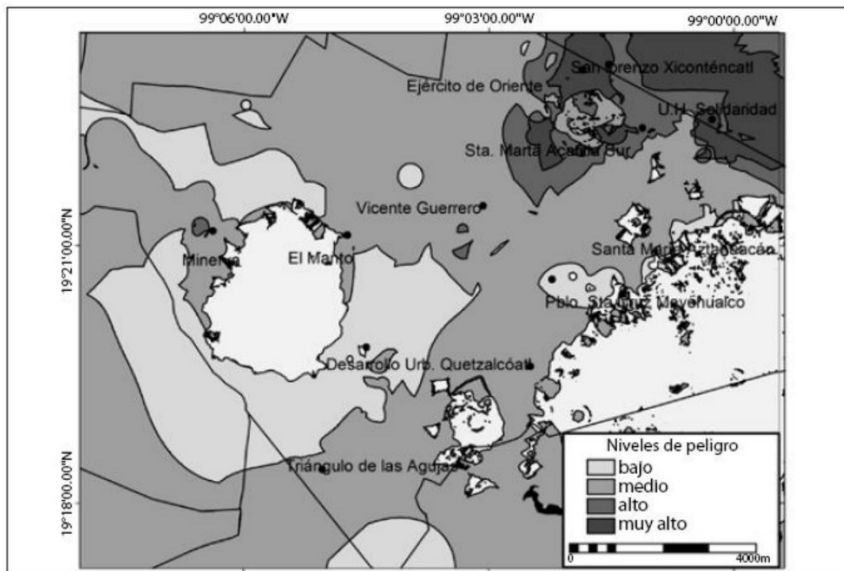
La lluvia que se registró fue la más intensa en la historia de Iztapalapa, según información de la Comisión Nacional del Agua publicada en la Gaceta.

2. Cronología de eventos

A principios de 2016, la delegación Iztapalapa enfrentaba las siguientes necesidades:

- Carecía de una herramienta para alertar a la población ante posibles amenazas.
- La atención de emergencias se llevaba a cabo de manera desorganizada.
- En cada emergencia se improvisaban procedimientos.
- La coordinación de la emergencia se realizaba mediante medios alternativos vulnerables.
- El proceso de recopilación de información al atender una emergencia carecía de planeación, organización, era lento y no se aprovechaba para la toma de decisiones.
- Se necesitaba transitar de la crisis en la gestión a una gestión más efectiva de la crisis.

Figura 1. Mapa de niveles de peligro a inundaciones de la delegación Iztapalapa. Distrito Federal, 1998-2005



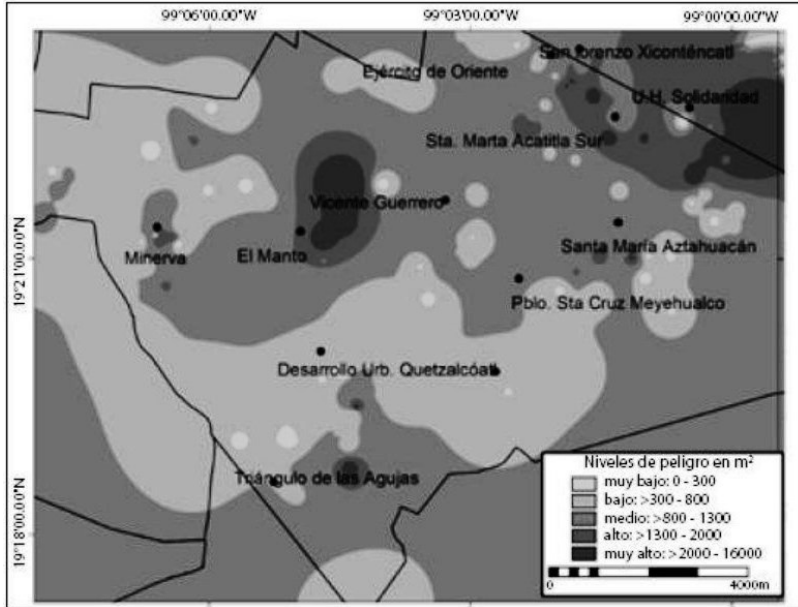
Fuente: Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Antes del 1° de junio, la Dirección de Protección Civil de la delegación Iztapalapa implementó el SMAT que incorporó recomendaciones enfocadas en la prevención a nivel delegacional, considerando el riesgo de inundación. Además, se llevaron a cabo iniciativas preventivas como reuniones vecinales para capacitar a brigadas de vecinos en la preparación para posibles inundaciones (Iztapalapa, 2016).

El SMAT organizó cinco niveles de alerta: azul, verde, amarillo, naranja y rojo que iban desde el nivel informativo hasta el de peligro máximo. Además, incluía una fase adicional de resiliencia, representada por el color gris, que destacaba la capacidad de recuperación frente a un desastre.

El 1° de junio, la Delegación Iztapalapa activó la Alerta Azul del SMAT debido a la posibilidad de fuertes lluvias y granizo, anunciando esta alerta 12 horas antes de la tormenta. Este nivel fue el primero emitiéndose con base en la información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional; teniendo un carácter informativo. Ante esta advertencia, se recomendó a la población "verificar que las coladeras pluviales estén limpias y conocer su estado, además de solicitar servicio de desazolve en caso necesario para facilitar el flujo del agua" (Proceso, 2016) (Imagen 1).

Figura 2. Mapa de extensión máxima de las inundaciones, 2000-2005



Fuente: Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Imagen 1. Alerta Azul del SMAT debido a la posibilidad de fuertes lluvias y granizo

Alcaldía Iztapalapa
@Alc_Iztapalapa · Seguir

Aviso: Se activa #AlertaAzul, en siguientes 12 horas 80% de probabilidad de lluvias fuertes y granizo.

ALERTA AZUL

Recomendaciones:
Durante esta etapa son: confirmar que las coladeras pluviales se mantienen limpias y conocer el estado de las mismas para solicitar servicio de desazolve en caso de ser necesario para que fluya el agua.

Más información en www.iztapalapa.df.gob.mx

PODER PREVENIR EN ÉPOCA DE LLUVIAS

RELACION 2015 - 2016
Iztapalapa CON EL PODER DE LA GENTE

CDMX

8:17 a. m. · 11 jun. 2016

Fuente: Proceso, 2016.

En la revista Proceso se menciona que el 1° de junio se desató una tormenta intensa. El SMAT, a través de su cuenta de Twitter, notificó con 25 minutos de antelación la alerta por inundaciones a la población y a las autoridades encargadas de responder directa e indirectamente al proceso de atención de la emergencia en la zona afectada por la primera “tormenta atípica” de la temporada.

Asimismo, la revista publica ante la alerta previa del SMAT, el personal de la Dirección General de Servicios Urbanos, la Dirección de Protección Civil, la Dirección de Seguridad Pública y las direcciones territoriales de la Delegación llevaron a cabo acciones como el posicionamiento de sus brigadas en áreas inundables y la verificación del funcionamiento oportuno de los cárcamos durante el paso de la tormenta. Posteriormente, tras la tormenta, realizaron las primeras labores de desazolve y rebombeo del agua acumulada. Utilizando camiones tipo Vactor, buscando reducir de manera efectiva el nivel del agua estancada que en algunas áreas alcanzó hasta un metro de altura.

Atendiendo a la solicitud del Gobierno Delegacional y la Secretaría de Gobierno de la Ciudad de México, el comandante de la primera Zona Militar, General Gustavo Navarro Nieto lideró la evacuación de los vecinos afectados en Vicente Guerrero. Acto seguido, coordinó la brigada militar de limpieza y desinfección en apoyo a la población damnificada con la participación de 250 soldados de la 1° Región Militar, según lo publicado en la Gaceta de Iztapalapa 2016.

Simultáneamente, en colaboración con la delegación, el Heroico Cuerpo de Bomberos, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) y la Comisión Nacional del Agua, ofrecieron apoyo con personal en las colonias afectadas por las inundaciones. La intervención comenzó en la Unidad Habitacional Vicente Guerrero que experimentó lluvias continuas durante más de una hora. Además, la delegación estableció refugios temporales para los afectados en las colonias Ejército Constitucionalista, Unidad Habitacional Vicente Guerrero, Santa María Aztahuacán y Desarrollo Urbano Quetzalcóatl. Simultáneamente, se llevaron a cabo tareas de saneamiento en pisos y cisternas para prevenir brotes epidémicos realizando un censo de personas, enseres y vehículos afectados para tramitar su reposición ante la aseguradora contratada por el gobierno de la ciudad. En colaboración con la Primera Zona Militar, se instalaron 16 módulos de atención médica general en las calles de Campaña del Ébano y Combate de Celaya en la Unidad Habitacional Vicente Guerrero, para proporcionar servicios médicos y de vacunación.

Por último, la revista informa que más de 1,500 personas, entre ellas 1,200 trabajadores de la delegación, 250 elementos de la 1° Zona Militar y otros colaboradores coordinados, se unieron para restaurar el orden y limpiar la zona afectada.

3. Metodología

El capítulo documenta la metodología elaborada en 2016 para desarrollar el Sistema de Micro Alertamiento Temprano (SMAT) de la delegación Iztapalapa para inundaciones basado en las mejores prácticas para notificar y alertar los desastres.

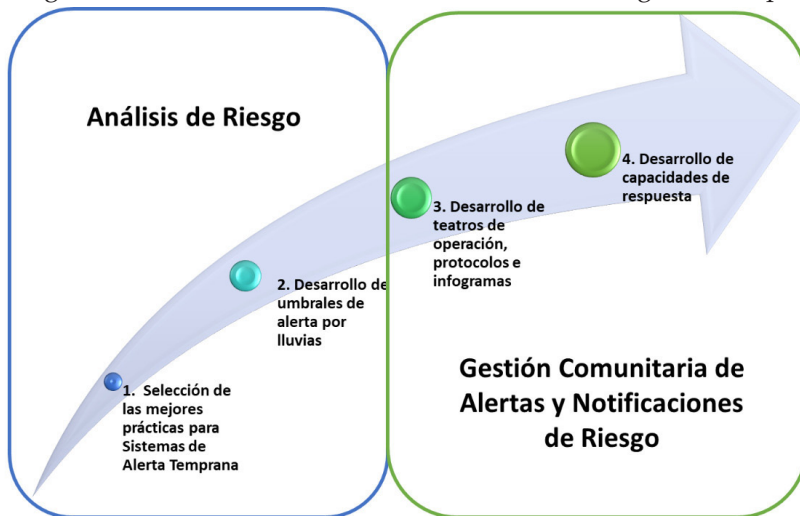
Estructuralmente, el desarrollo del SMAT se basa en los cuatro elementos propuestos por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas: conocimiento del riesgo, monitoreo y alerta; diseminación y comunicación como capacidad de respuesta. Estos elementos forman una conexión dinámica que permite establecer un marco entre las amenazas y riesgos de los fenómenos perturbadores junto con mecanismos e información para difundir notificaciones y alertas de manera oportuna a las autoridades estratégicas, tácticas y operativas encargadas de abordar emergencias y desastres, fundamentalmente a la población y actores del territorio, promoviendo una respuesta efectiva ante cualquier eventualidad con el propósito fundamental de minimizar daños y pérdidas.

En este contexto es crucial construir una base sólida de conocimiento científico y de riesgo; lo cual implica abordar aspectos como las causas de riesgo, sus dimensiones métricas, el entorno territorial, las capacidades tanto gubernamentales como comunitarias; el uso de un lenguaje de riesgo inclusivo y la comprensión de las características sociales y antropológicas, incluyendo valores ontológicos y etnológicos. Todo esto, guiado por un liderazgo claro durante situaciones de crisis y desastres, posibilitando la gestión integral de riesgos que abarcó todos los componentes del sistema de alerta desde el principio hasta el final, con un enfoque particular centrado en la población.

Asimismo, se identificaron y consideraron las capacidades de resiliencia y vulnerabilidad territorial para la elaboración de las notificaciones y alertas adecuadas a la población.

El método se dividió en dos bloques: el primero enfocado en el análisis de riesgo, mientras que el segundo en la gestión comunitaria de alertas y notificaciones de riesgo. El primer bloque generó el conocimiento sobre el riesgo de inundaciones en la Delegación Iztapalapa, resultando en la creación de una matriz de umbrales de alerta por inundaciones. En el segundo se examinó el conocimiento de las capacidades individuales e institucionales; la toma de decisiones y el papel que desempeñan en los escenarios y protocolos de riesgo frente a inundaciones. Cabe mencionar que en este segundo bloque facilitó la transferencia de este conocimiento a las autoridades y comunidades en riesgo para responder de manera efectiva ante cualquier eventualidad, como se ilustra en la figura 3.

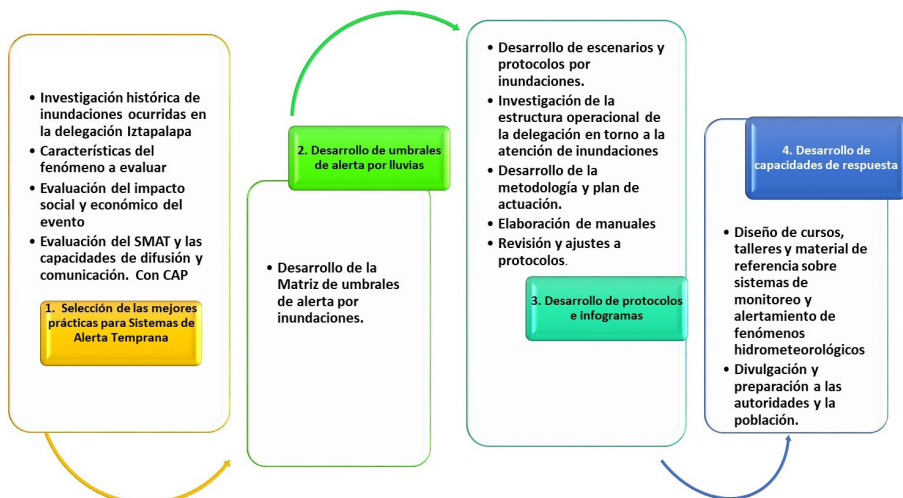
Figura 3. Método de desarrollo del SMAT de la Delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración propia.

La metodología se compuso de una serie de actividades que van desde la investigación histórica de las inundaciones en Iztapalapa hasta los cursos y talleres a las autoridades respondientes y la comunidad como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Metodología de desarrollo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración propia.

En la primera etapa se desarrolló un análisis y diagnóstico del marco jurídico y normativo, propuesta de convenios de colaboración, campañas en medios masivos de comunicación sobre el sistema de alerta y protocolos de respuesta, campañas en redes sociales, capacitación, instructivos, folletos, simulacros, propuestas de modificación a los programas internos de Protección Civil y Plan Familiar de Protección Civil y la incorporación a la política de gestión de riesgos de la Ciudad de México.

En el marco de los protocolos y procedimientos en situaciones de crisis, se utilizaron “teatros de operación” que se dividieron en tres actos o momentos distintos: la fase de alertamiento, la atención de la emergencia y la recuperación. El SMAT facilitó la emisión de mensajes de alerta y coordinación entre los actores involucrados en acciones de respuesta a la alerta, a la emergencia y en la recuperación mediante diversos medios. La meta fue que todas las áreas de la Delegación comprendan claramente el guión y las actividades asignadas en cada una en estas etapas. El teatro de operación permite definir la participación de los diversos actores en los diferentes momentos, así como el desarrollo y retroalimentación de los escenarios, contribuyendo a la mejora continua de los protocolos y procedimientos en situaciones de crisis.

Una habilidad crucial para el SMAT fue la capacitación de los operadores del sistema. Esto les permitió generar mensajes claros basados en la interpretación de información proveniente de diversas fuentes, ya sean oficiales o no oficiales, con el propósito de alertar a las autoridades y a la población sobre inundaciones.

El SMAT se apoyó en el estándar internacional de la NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) el NWR-SAME (National Weather Receiver-Specific Area Message Encoding) y en el Sistema de Alerta Sísmica Mexicano (SASMEX). Esta infraestructura opera con los receptores SARMEX (Sistema de Alerta de Riesgos Mexicano), los cuales son capaces de transmitir alertas sísmicas en tiempo y forma, aprovechando cada segundo de alertamiento previo no quedando a expensas de los protocolos de difusión de alertamiento masivo intermedios como las redes en IP que pueden provocar retrasos importantes en esta crítica misión de alertar en México. Además, el SMAT fue diseñado con el propósito de expandir de manera progresiva la gestión y difusión de alertas, abarcando diversos riesgos, y proporcionar mensajes de alerta de forma gratuita para la población con el uso de frecuencias internacionales para desastres aceptadas y normadas por la FCC (Federal Communication Commission en Estados Unidos) la ITU (International Telecommunications Union de Naciones Unidas) y el IFT (Instituto Federal de Telecomunicaciones en México).

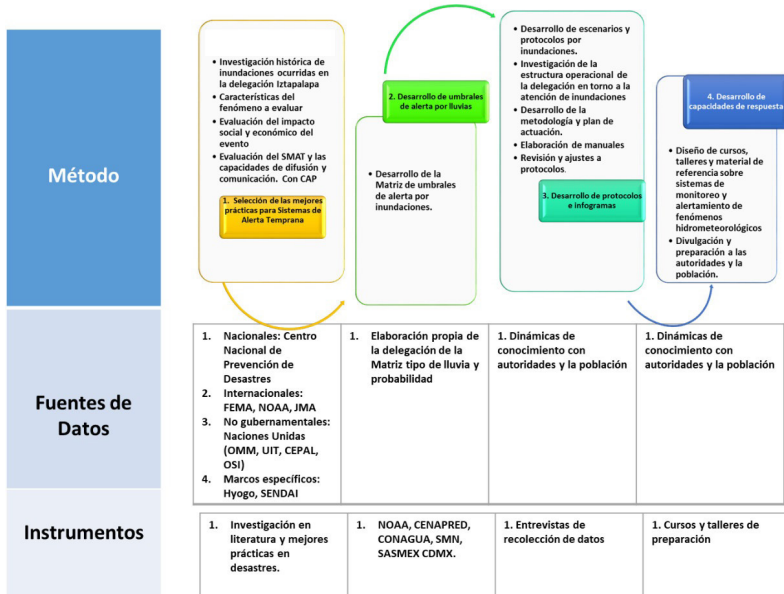
CAPÍTULO 6. METODOLOGÍA E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA: EL SISTEMA DE MÚLTIPLE ALERTAMIENTO TEMPRANO PARA INUNDACIONES DE IZTAPALAPA (SMAT)

El SMAT empleó el Common Alerting Protocol (CAP) de OASIS, UIT y WMO para la notificación masiva de alertas a través de varios canales, incluyendo:

- Receptores SARMEX.
- Sistemas públicos activados por receptores SARMEX.
- Difusoras de Radio/TV.
- Redes Sociales (Facebook y Twitter).
- Portales oficiales del gobierno de la CDMX.
- Correos electrónicos registrados, aplicaciones para teléfonos móviles y computadoras personales mediante ventanas emergentes.
- Aplicación móvil de dos vías para teléfonos y red de computadoras del personal encargado de la atención de emergencias.
- Otros sistemas y dispositivos que utilicen el Protocolo Común de Alerta (CAP).

El desarrollo de la metodología se basó en fuentes de datos internacionales, la elaboración de matrices de riesgo y dinámicas de trabajo con autoridades y la comunidad, como se ilustra en la figura 5.

Figura 5. Método, fuentes de datos e instrumentos de la metodología para el desarrollo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración propia.

Con la aplicación de la metodología y la instalación, se esperan los siguientes beneficios para la población:

- Respuesta adecuada de la población para proteger su integridad ante un riesgo inminente mediante el Plan Familiar de Protección Civil.
- Alertamiento de emergencias múltiples.
- Alertamiento de diversos riesgos a través de múltiples medios accesibles a la ciudadanía, como la radio y la televisión, servicios de cable, telefonía fija y móvil, internet, entre otros.
- Fortalecimiento de la resiliencia de la población.

Para las autoridades se esperan los siguientes beneficios con la implementación de la metodología:

- Cumplir con la Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal.
- Atender el exhorto del Senado de la República en 2015 al Jefe de Gobierno del Distrito Federal para fortalecer la prevención de desastres ante sismos y ampliar el número de receptores de alerta sísmica en edificios y espacios públicos.
- Realizar alertamientos directos de la autoridad Delegacional a la población ante un riesgo inminente.
- Regionalizar los alertamientos.
- Emitir mensajes de alerta y avisos de emergencia efectivos y oportunos.
- Reducir el tiempo de reacción al alertar unificadamente a las instituciones encargadas de responder a emergencias.
- Evitar sobre-alertar a la población.
- Unificar la reacción de autoridades y población antes, durante y después de un evento desastroso.
- Reducir decesos y heridos, así como tiempos y costos de recuperación de las operaciones en la Ciudad.
- Aprovechar la infraestructura existente.
- Fortalecer la capacidad de continuidad de operaciones del Gobierno en términos de gobernabilidad.
- Cumplir con el compromiso del Marco de Sendai (ONU, EIRD) para la reducción del riesgo de desastres.

4. Resultado de la aplicación de la metodología y sus reconocimientos

Se presentan las mejores prácticas consideradas en el diseño del SMAT nacionales e internacionales en la siguiente figura (Figura 6), destacando a nivel internacional: ISO 9000 y 31000, Manual de operación del Sistema Nacional de

CAPÍTULO 6. METODOLOGÍA E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA: EL SISTEMA DE MÚLTIPLE ALERTAMIENTO TEMPRANO PARA INUNDACIONES DE IZTAPALAPA (SMAT)

Protección Civil (SINAPROC), Protocolo CAP y EAS SAME (FEMA, NOAA, FCC), Naciones Unidas (CEPAL, OMS, ITU, OCHA), OASIS, FEMA; y a nivel nacional, el Marco Normativo relacionado con los Sistemas de Alerta Temprana y el Centro de Alerta de Tsunamis (CAT) de la Secretaría de Marina.

Figura 6. Marco conceptual de mejores prácticas nacionales e internacionales para el desarrollo del SMAT de la delegación Iztapalapa

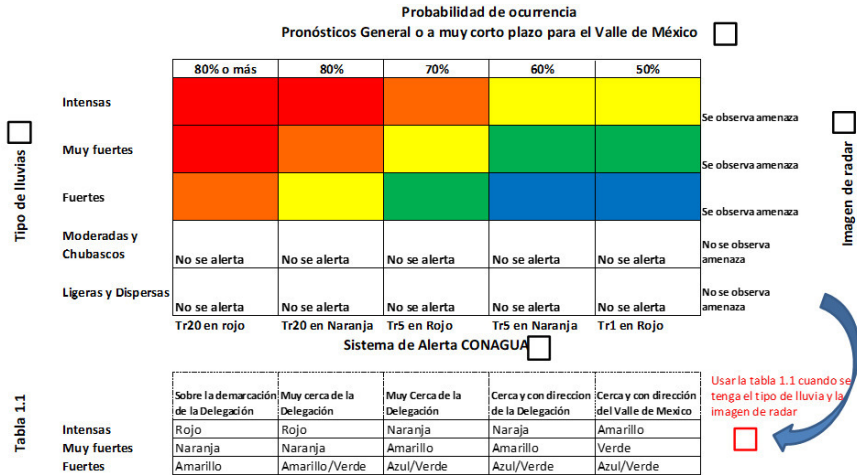


Fuente: elaboración propia.

Basándose en el estudio histórico de inundaciones en la delegación Iztapalapa, sus características físicas, la evaluación del impacto social y económico así como las capacidades de respuesta, difusión y comunicación, la Dirección de Protección Civil delegacional desarrolló la Matriz de Umbrales de Alerta por Inundaciones, la cual se presenta en la siguiente figura (Figura 7).

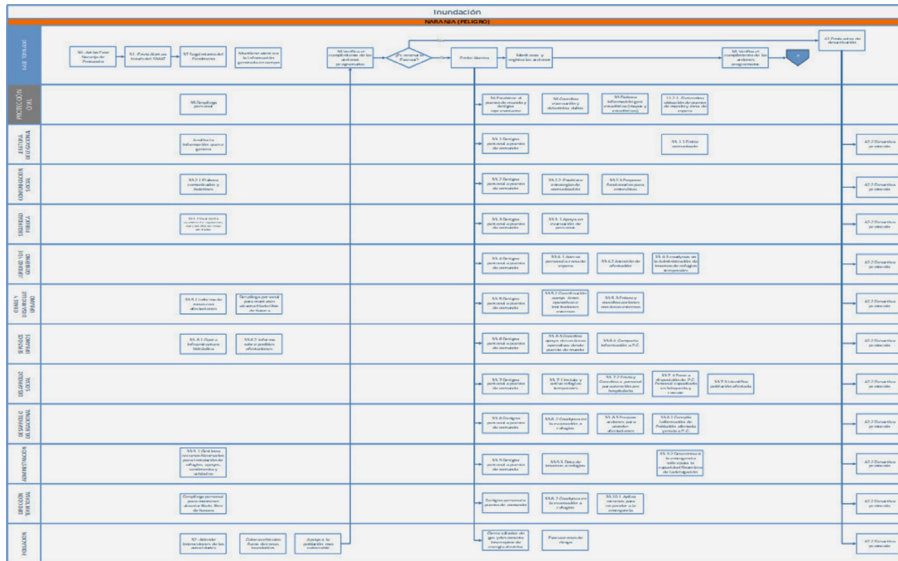
Los protocolos y procedimientos desarrollados por la Dirección de Protección Civil involucraron a los actores institucionales encargados de atender emergencias mayores y desastres, además de contar con una participación activa de la comunidad. En la figura siguiente (Figura 8) se presenta el diseño de uno de los protocolos en crisis que se implementó en la delegación Iztapalapa.

Figura 7. Umbrales de alerta de inundaciones para el desarrollo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración de la Dirección de Protección Civil de la delegación Iztapalapa e IIDEAR.

Figura 8. Detalle del protocolo de inundaciones para el desarrollo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración de la Dirección de Protección Civil de la delegación Iztapalapa e IIDEAR.




CAPÍTULO 6. METODOLOGÍA E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA: EL SISTEMA DE MÚLTIPLE ALERTAMIENTO TEMPRANO PARA INUNDACIONES DE IZTAPALAPA (SMAT)

La Dirección de Protección Civil de la delegación, en colaboración con II-DEAR, llevó a cabo diversas acciones, entre las cuales se incluyen:

- Desarrollo de escenarios y protocolos para inundaciones.
- Investigación de la estructura operacional de la delegación y su experiencia en relación con la atención de inundaciones.
- Investigación de la experiencia de la población y de la representación social de las inundaciones, así como de la problemática específica en cada comunidad expuesta al riesgo.
- Desarrollo de la metodología y plan de actuación.
- Elaboración de manuales.
- Revisión y, en su caso, ajustes a los protocolos existentes.

Para lograr una comunicación eficiente y efectiva, tras analizar y desarrollar los protocolos en crisis por inundaciones, se crearon infogramas destinados tanto a las autoridades como a la comunidad (Figuras 9 y 10).

Figura 9. Infogramas para las autoridades y la comunidad para el desarrollo del SMAT de la delegación Iztapalapa

ALERTA						
MOMENTOS	12 horas Antes	3 horas Antes	Tormenta en imagen de satélite (30 a 60 minutos antes de impacto)	Presencia lluvias intensas (10 a 15 minutos antes de impacto)	Impacto	Mejora de condiciones
AVISO	INFORMATIVO	PREPARACIÓN	PRECAUCIÓN	PELIGRO	PELIGRO MAXIMO	RECUPERACIÓN
Fuente	El pronóstico a muy corto plazo (00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, y 18:00 horas) obtenido por el Sistema de Alerta Temprana para la Delegación de Iztapalapa.	El pronóstico a muy corto plazo (00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, y 18:00 horas) obtenido por el Sistema de Alerta Temprana para la Delegación de Iztapalapa.	Se detecta formación de tormenta en imágenes satelitales del satélite geostacionario GOES de la NASA.	Régimen de lluvias o tormenta localizada de alta intensidad.	Se detecta una zona roja que ha alcanzado la categoría máxima de algún momento, ya o caso contrario el régimen de lluvias es de alta intensidad.	Estado de mando continuo (situación de riesgo de agua en zonas inundadas).
ACCIONES DE LA POBLACIÓN	<p>Recibir aviso a través de sistema de alerta celular.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Se mantiene informada a través de los telefonías telefónicas.</p> <p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>
ACCIONES DE LA DELEGACIÓN	<p>Realizar llamadas masivas al domicilio de muy corto plazo (entre 500 y 1000 personas).</p> <p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>	<p>Revisar y validar mensajes de emergencia.</p> <p>Comunicar a cadena de telefonías telefónicas.</p>

Población

Gobierno



OBJETIVO

Diffundir mensajes de alerta sobre los riesgos que se presentan en la delegación Iztapalapa para salvaguardar y preservar la vida de sus habitantes, proteger su integridad y sus propiedades, incrementar la resiliencia de la sociedad y contribuir a la gobernanza de la delegación.

Fuente: elaboración de la Dirección de Protección Civil de la delegación Iztapalapa e II-DEAR.

Figura 10. Infogramas para las autoridades y la comunidad para el desarrollo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración de la Dirección de Protección Civil de la delegación Iztapalapa e IIDEAR.

Figura 11. Estándares y normas para notificaciones y alertas para el desarrollo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración propia.

Para la difusión de las notificaciones y alertas, se utilizaron las siguientes prácticas para la integración en CAP (Common Alerting Protocol) con los diferentes medios de difusión disponibles (Figura 11).

El SMAT integró las mejores prácticas y conocimientos nacionales e internacionales. El funcionamiento del sistema, durante su operación, se describe en la figura 12. El control físico del SMAT Iztapalapa se llevó a cabo desde la Base Plata, el Centro de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo de Iztapalapa.

En este lugar, el personal realizó el monitoreo de fenómenos hidrometeorológicos utilizando diversas fuentes y herramientas como los pronósticos meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN); imágenes de satélite y radar meteorológico así como información de la Comisión Nacional de Aguas (CONAGUA) para determinar períodos de retorno. Al estar ubicado en Base Plata, el SMAT mantuvo comunicación con personal de la Coordinación de Seguridad Pública y de la Dirección General de Servicios Urbanos de la delegación. Desde la Base Plata, el personal especializado y capacitado de Protección Civil realizó el envío de notificaciones y alertas directamente a la población y a las autoridades.

Cuando se detecta una amenaza, se determina la probabilidad de ocurrencia y el peligro que ésta podría representar para la población. Con base en lo anterior, se emite un aviso informativo, una advertencia de precaución o una alerta, según los umbrales predefinidos en la matriz de riesgo por inundación de la Delegación Iztapalapa. Las notificaciones se envían tanto al personal de la delegación como a la población que se encuentra en las posibles áreas afectadas; utilizando diversos medios como llamadas telefónicas, mensajes SMS, aplicaciones móviles, ventanas emergentes en computadoras y correos electrónicos. En ese momento, para el alertamiento masivo en las colonias, se lleva a cabo la instalación de la infraestructura necesaria de transmisión para aprovechar los más de 7 mil receptores SARMEX instalados en la demarcación, a través de los cuales sería posible recibir las alertas.

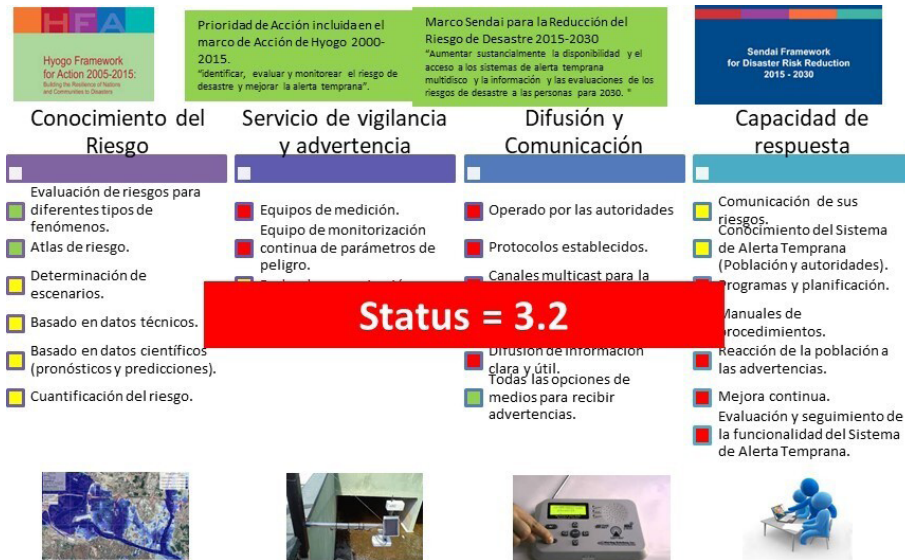
Antes de iniciar la implementación del sistema de alerta, se llevó a cabo la evaluación de la capacidad de alertamiento de la Delegación basada en la lista de verificación de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, y se obtuvo un resultado de 3.2 sobre 10 (Figura 13).

Figura 12. Funcionamiento del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración de la Dirección de Protección Civil de la delegación Iztapalapa.

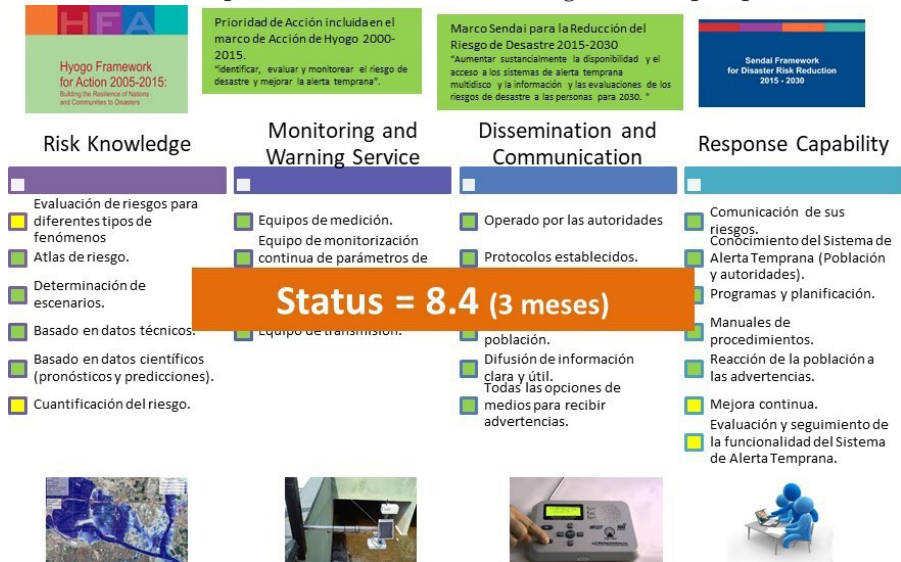
Figura 13. Evaluación Inicial: Sistema de Múltiple Alertamiento Temprano SMAT para inundaciones de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración de la Dirección de Protección Civil de la delegación Iztapalapa.

Luego de un proceso de planificación de tres meses y un proceso de instalación de otros tres meses, se logró mejorar la capacidad de alertamiento de la Delegación. El puntaje en gabinete aumentó de 3.2 a 8.4 en un rango máximo de 10 (Figura 14).

Figura 14. Evaluación Final: Sistema de Múltiple Alertamiento Temprano SMAT para inundaciones de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración de la Dirección de Protección Civil de la delegación Iztapalapa.

A pesar de que los resultados y condiciones de gabinete, mostraron una mejora; la intensa lluvia del 1 de junio de 2016 puso a prueba el funcionamiento del SMAT. Al comparar los daños y pérdidas con los ocurridos en la inundación anterior en 2013 (evaluaciones de impacto económico elaboradas con base en la metodología de la CEPAL), se evidenció una clara reducción en los tiempos de recuperación, los daños y pérdidas así como en la población afectada. En 2016, el desastre afectó varias colonias, causando daños y pérdidas estimadas en 18 millones de pesos. Es importante destacar que, según la información proporcionada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) y la Secretaría de Protección Civil del Distrito Federal, estas lluvias fueron las más intensas registradas en la delegación en toda su historia.

Cabe señalar que el SMAT estaba recién en operación y en la fase de capacitación y difusión al momento del evento. A pesar de esta circunstancia, al comparar lo sucedido en septiembre de 2013 con el evento de 2016, se observa una disminución notoria en los impactos. Es necesario reconocer que esta me-

jora no es únicamente resultado de la implementación del SMAT, ya que la construcción de obras de mitigación y otras acciones también contribuyeron a minimizar el impacto. Sin embargo, el hecho de que la población estuviera informada con anticipación sobre el evento y que las diferentes áreas de la delegación tuvieran claridad en las labores a realizar contribuyó significativamente a reducir los efectos adversos.

Comparando el evento de septiembre de 2013, cuando no existía el sistema, con lo sucedido el 1 de junio de 2016 (y posteriormente, con una inundación similar en septiembre de 2016), se identificaron y cuantificaron las siguientes ventajas del SMAT (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados cuantitativos del SMAT en dos eventos de inundación

Concepto	sep-13	jun-16	Cálculo	Comentario
Tiempo de recuperación aproximado (días)	10	3	70%	Se ahorró el 70% del tiempo de recuperación
Impacto económico (MDP)	30	18	40%	Se disminuyó en casi 40% la afectación económica.
Viviendas afectadas	3700	1776	52%	Se disminuyó en 52% las viviendas afectadas
Población afectada	16650	7992	52%	Se disminuyó en 52% a la población afectada

Fuente: elaboración propia.

Los resultados en términos de funcionalidad, ya en operación, identificados son los siguientes:

- El SMAT se reveló como una herramienta esencial para gestionar el riesgo de desastre en la delegación.
- Se observó una mejora significativa en los tiempos de recuperación y la coordinación de la atención de emergencias fue más ágil.
- Fue una herramienta incluyente que no solo alertó con anticipación a la población expuesta sobre la ocurrencia de un fenómeno potencialmente peligroso, sino que también proporcionó instrucciones específicas para evitar daños y pérdidas a personas y bienes.
- El sistema se mostró confiable, ya que basó sus datos técnicos provenientes de fuentes oficiales a nivel federal y de la Ciudad de México.
- La innovación del SMAT radicó su capacidad para enlazarse directamente con las acciones en respuesta al mensaje de alerta; atención de la fase de emergencia y la recuperación, coordinando las labores de diversos actores.
- Su adaptabilidad a distintos fenómenos y medios se destacó, cumpliendo con el protocolo CAP (Protocolo común de Alerta por sus siglas en inglés) por su capacidad para su difusión en receptores VHF, telefonía, radio, televisión, espectaculares, entre otros.

CAPÍTULO 6. METODOLOGÍA E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA: EL SISTEMA DE MÚLTIPLE ALERTAMIENTO TEMPRANO PARA INUNDACIONES DE IZTAPALAPA (SMAT)

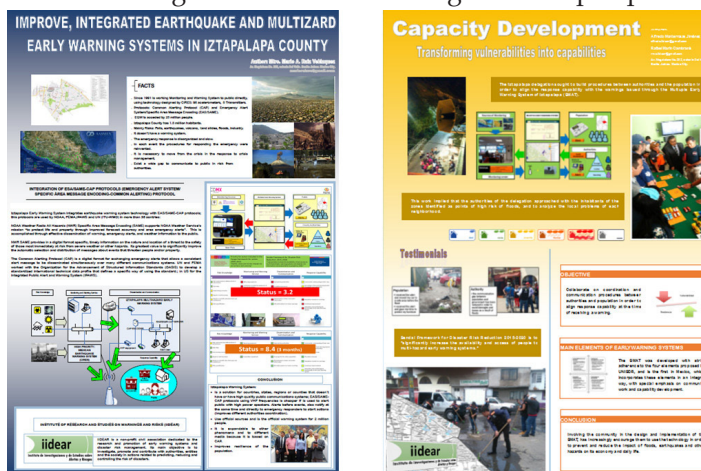
- El SMAT reforzó la capacidad de resiliencia tanto de la población como de la delegación frente a inundaciones.
- De acuerdo con la evaluación elaborada con la metodología de la CEPAL, la reducción de los impactos sociales y económicos fueron sustanciales con un resultado de costo-beneficio que permitió recuperar la inversión realizada en el sistema.

Es relevante destacar que, al comparar los montos estimados de reducción del impacto económico de la inundación del 1 de junio de 2016 con el impacto de la inundación de 2013, se observa que el monto de esa reducción fue similar al costo total del SMAT. En otras palabras, la reducción en el impacto de una inundación es comparable al pago de todo el proyecto de implementación del sistema de alerta. De esta manera, la reducción de daños y pérdidas en el segundo evento de septiembre de ese mismo año ya no tuvo costos de alertamiento, representando un ahorro significativo adicional. Asimismo, es importante señalar que esta infraestructura está habilitada para abordar múltiples riesgos, además de sismos e inundaciones, como químico-tecnológicos, sanitarios, deslaves, ondas de calor, entre otros.

Conclusiones

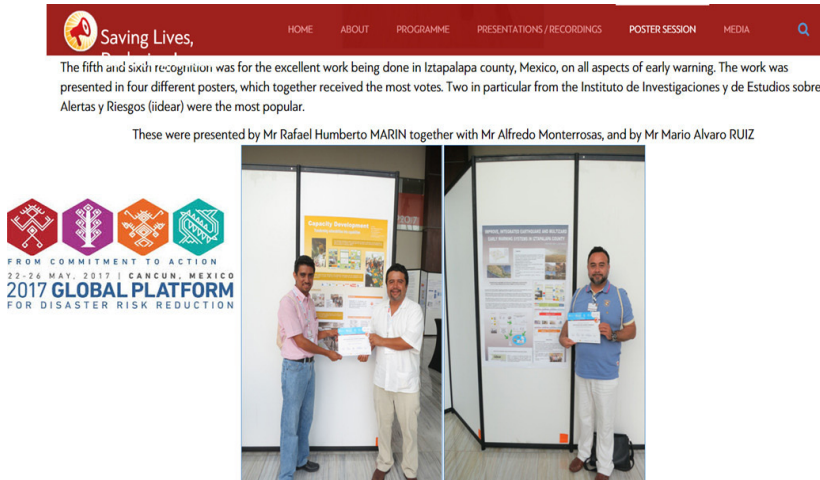
Estos resultados se presentaron en la plataforma mundial para la reducción de riesgo de desastres de 2017, donde fueron reconocidos como los dos mejores pósteres (Figuras 15, 16 y 17) de la Conferencia de Alerta Temprana de Múltiples Riesgos: Buenas prácticas, experiencia práctica e innovación.

Figura 15. Pósteres galardonados en la Conferencia de Alertas Tempranas Multirriesgo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Póster galardonado en la Conferencia de Alertas Tempranas Multirisgo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración propia.

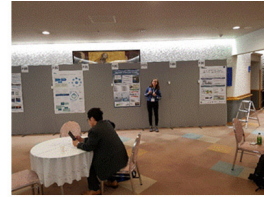
Figura 17. Reconocimiento de la Conferencia de Alertas Tempranas Multirisgo del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración propia.

Otro evento donde se reconocieron los resultados del SMAT de la delegación Iztapalapa fue en Foro Mundial de Bonsai 2017 en la Conferencia Internacional de Riesgos y Desastres en la ciudad de Sendai, Japón (Figura 18).

Figura 18. Pósteres divulgados en Foro Mundial de Bonsai 2017. Conferencia Internacional de Riesgos y Desastres en la ciudad de Sendai, Japón del SMAT de la delegación Iztapalapa



Fuente: elaboración propia.

Bibliografía

Iztapalapa (2016). Protección Civil reactiva , no preventiva. *Gaceta de Iztapalapa*. <https://gacetadeiztapalapa.wordpress.com/2016/06/06/>

Proceso (2016). *Revista Proceso*. <https://www.proceso.com.mx/nacional/cdmx/2016/6/11/alerta-iztapalapa-por-lluvias-granizo-en-las-proximas-horas-165669.html>

Capítulo 7. Miguel Hidalgo: Resiliencia, sostenibilidad y participación para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres

JOSÉ FEDERICO PIÑA MENDIETA ¹
NANCY PAOLA PATIÑO HERNÁNDEZ ²
PEDRO RICARDO BERNAL ARELLANO ³

Introducción

En octubre de 2021, el Gobierno de la Alcaldía Miguel Hidalgo inició la ruta para constituirse como una Alcaldía Resiliente y Sostenible en la que se priorizara la prevención, entre los diferentes sectores de la población, ante una emergencia mayor o una situación de desastre, frente al esquema de reacción inmediata anterior.

Ante este cambio de paradigma, desde lo local y, atendiendo a la agenda global, las modificaciones en la legislación local⁴ uno de los propósitos planteados ha sido el fortalecimiento de las estrategias y acciones para la identificación de riesgos, previsión, prevención, mitigación y preparación de la población que habita, labora o transita por el territorio de la Alcaldía; frente

1 Mtro. en Administración Pública. Alcaldía Miguel Hidalgo.

2 Ing. en Geología. Alcaldía Miguel Hidalgo.

3 Técnico en Construcción Especialidad Urbana. Alcaldía Miguel Hidalgo.

4 La *Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México* representa un importante antecedente a nivel nacional de un ordenamiento jurídico alineado al *Marco de Sendai* y sus principios rectores, identificados con la RRD, la participación ciudadana, la comprensión del riesgo desde diferentes dimensiones y como producto de la interacción entre la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Sistema Expuesto, el fortalecimiento de la Gobernanza y, como lo establece de manera precisa el Inciso “c” de la Exposición de Motivos de dicha ley: “Se enfatiza en la gestión de riesgos más que en la gestión de desastres; en la prevención más que en la gestión de emergencias”.

a las decisiones políticas, presupuestales y operativas anteriores enfocadas preponderantemente a la reacción.⁵

Cabe señalar que dicho esquema de trabajo se presenta en concordancia con las políticas públicas, estrategias y acciones implementadas por la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil del Gobierno de la Ciudad de México, a partir de la administración de la Arquitecta Myriam Urzúa Venegas, en 2018.

Este nuevo plan de trabajo ha centrado sus esfuerzos en la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD)⁶, considerando que, para alcanzar con éxito las metas planteadas en el *Programa General de Trabajo de la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia 2021 – 2024*, es necesario implementar y fortalecer un esquema de transversalidad de la Gestión Integral del Riesgo en el que coadyuven todas las áreas del Gobierno de la Alcaldía y en el que se priorice la participación activa de los sectores público, social y privado, así como de la academia.

1. La metodología del marco lógico como componente principal del análisis de riesgos y diseño de políticas públicas en la Gestión Integral de Riesgos (GIR)

La consolidación de este esquema de trabajo requiere un arduo proceso de planeación para identificar las áreas de oportunidad y brindar soluciones eficaces a la ciudadanía, por ello, de entre las múltiples opciones para la planificación de proyectos, fue elegida la Metodología del Marco Lógico (MML) (Ortegón *et al.*, 2015): su versatilidad, practicidad y orientación de resultados. Es importante considerar que, independientemente de la metodología que se emplee, se debe llevar a cabo una planeación precisa para optimizar el uso de los recursos asignados en cada una de las unidades de Gestión Integral de Riesgos, lo cual también evita un comportamiento reactivo desde el centro de operaciones de una Alcaldía.

Derivado del análisis previo de las características poblacionales, geológicas, geográficas, socio económicas, socio organizativas y climatológicas de la zona, se ejecutó un Programa de Trabajo alineado con los objetivos generales del *Programa de Gobierno de la Alcaldía Miguel Hidalgo 2021 – 2024*, bajo la Metodología del Marco Lógico como sustento científico, basado en evidencia para

5 Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] (29 de noviembre de 2021) Esta tarde sesionó el Consejo del Sistema Integral de Protección Civil de la Alcaldía, presidido por el alcalde Mauricio Tabe Echartea [Imagen de los participantes reunidos] [Publicación de estado] Facebook https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=4492532840815855&id=384136444988869&mibextid=qC1ga

6 De ahora en adelante sólo RRD.

la correcta toma de decisiones y para promover un trabajo coordinado entre las diferentes áreas de la Alcaldía enfocadas en la RRD.

1.1 Identificación de áreas de oportunidad (árbol de problemas)

El resultado del análisis realizado para el diseño e implementación por las estrategias de trabajo e intervención comunitaria, generó la necesidad de aplicar la Metodología del Marco Lógico para poder planificar, dar seguimiento y evaluar la política pública en la materia, traducida por el *Programa General de Trabajo de la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia 2021 – 2024*.

De lo anterior, se logró identificar, a través de la realización de un “árbol de problemas”, la problemática central que la Alcaldía tiene a falta de conocimiento acerca de los fenómenos perturbadores que pueden impactar de manera negativa su dinámica social y económica. Las causas de este desconocimiento pueden tener su origen en las escasas o nulas estrategias de divulgación de información que les permita generar herramientas, conocimientos y capacidades para la identificación de peligros, así como de previsión, prevención, mitigación y preparación ante diferentes circunstancias, considerando de igual manera la idea generalizada de que la atención de una emergencia o desastre corresponde única y exclusivamente al Gobierno (Cuadro 1).

Cuadro 1. Árbol de problemas y de soluciones para la Alcaldía Miguel Hidalgo

Árbol de problemas basado en la siguiente condición:	Árbol de soluciones (objetivos) basado en la siguiente condición:
<i>“La población de la Alcaldía Miguel Hidalgo es más vulnerable debido a la falta de conocimiento y preparación ante la presencia de agentes perturbadores”.</i>	<i>“La población que habita, transita y/o labora en la Alcaldía Miguel Hidalgo, cuenta con el conocimiento para identificar peligros, prevenir y ser corresponsable en soluciones de mitigación, fomentando la preparación en lo familiar y comunitario”.</i>

Fuente: Programa General de Trabajo de la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia 2021 – 2024.

Esta metodología permitió una planeación estratégica que involucró a otras áreas de la administración, logrando optimizar los recursos disponibles, ordenando, orientando y conduciendo las acciones de RRD dentro del territorio de la Alcaldía.⁷ Así es como se presenta la oportunidad de generar una nueva política pública, diseñada con base en el conocimiento de la problemática.

⁷ Esta metodología del Marco Lógico permite la integración y participación de la estructura administrativa de la Alcaldía Miguel Hidalgo bajo una lógica de vinculación y transversalidad.

tica real, considerando la demanda de la ciudadanía y atendiendo a los compromisos establecidos por nuestro país con agendas internacionales.

1.2 Definición de objetivos (árbol de soluciones)

A partir del análisis y diagnóstico previo, elaborado desde una perspectiva multidisciplinaria (considerando el andamiaje jurídico respecto a la normatividad de Protección Civil en el país y la Gestión Integral de Riesgos en la Ciudad de México; así como los planteamientos y retos de las agendas globales en la materia), se definieron los siguientes objetivos fundamentales, alineados a los objetivos estratégicos señalados en la política pública de la Alcaldía: el Enfoque de Género, la Prevención, el Desarrollo Sostenible y el Espacio Público. Para ello, la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia estableció los siguientes objetivos, pues estos brindan solución a los desafíos identificados (Imagen 1).

Imagen 1. Ejes estratégicos para la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia (DEPCyR) para el período de gestión 2021-2024



Fuente: estos ejes estratégicos están fundamentados en el Programa General de Trabajo de la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia 2021-2024.

1.3 Objetivos para la GIRD

- Generar una cultura de prevención con base en el conocimiento de los riesgos previamente identificados y socializados entre los sectores social, público, privado y académico.

- Fortalecer el *Atlas de Riesgos* de la Alcaldía para la toma de decisiones basada en evidencia científica, en el ámbito presupuestal, social y político (esquema de transversalidad).
- Mejorar la calidad de vida de quienes habitan, trabajan o transitan por el territorio de la Alcaldía bajo la premisa de la Gestión Integral de Riesgos.
- Diseñar políticas públicas de RRD con perspectiva de género.
- Fomentar espacios públicos seguros y resilientes.
- Diseñar acciones en materia de Gestión Integral del Riesgo y Sostenibilidad, bajo un esquema de transversalidad y corresponsabilidad.
- Generar esquemas de preparación–capacitación.
- Estimular la participación ciudadana, bajo un Esquema de Gobernanza.
- Construir alianzas estratégicas.
- Fortalecer las acciones y estrategias de la etapa pre-desastre por encima de la reacción.
- Fortalecer las capacidades entre los diferentes sectores de la población para la respuesta y recuperación (Imagen 2 y 3).

Imágenes 2 y 3. Fortalecer la participación ciudadana en los diferentes sectores⁸



Fuente: Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia, Alcaldía Miguel Hidalgo, ciudad de México.⁹

-
- 8 A partir de ahora, todas las imágenes presentadas constituyen el archivo fotográfico probatorio generado por la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia de la Alcaldía Miguel Hidalgo de la Ciudad de México, por lo tanto, son muestra e ilustran todos los procesos descritos en el Plan de Trabajo, así como de todas las actividades ejecutadas como parte del mismo que se presentan en las próximas páginas.
 - 9 A menos de que se indique lo contrario, a partir de ahora todas las fotografías pertenecen a la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia de la Alcaldía Miguel Hidalgo

1.4 Miguel Hidalgo, una Alcaldía inserta en la iniciativa Making Cities Resilient 2030 (MCR2030), la respuesta ante las agendas globales

Este ámbito de oportunidad ha permitido que, después de presentar el *Programa General de Trabajo de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil en la Alcaldía Miguel Hidalgo* y participar en el Mapeo de Iniciativas, la Alcaldía forme parte de la estrategia “Desarrollando Ciudades Resilientes 2030 (MCR2030)”. Hasta ahora, la Alcaldía Miguel Hidalgo ha logrado consolidarse en la “Etapa C” de dicha estrategia global, pues ha cumplido con la presentación de una Hoja de Ruta que considera un Plan de RRD, Resiliencia y Sostenibilidad, basado en acciones concretas, las cuales ya fueron diseñadas, presupuestadas y ahora están siendo implementadas; estas estrategias están enfocadas en coadyuvar en la construcción de una cultura de la resiliencia en todos los sectores, así como en fomentar y robustecer la Gobernanza del Riesgo y propiciar un gobierno abierto que estimule la participación de la ciudadanía.

Con fundamento en lo anterior, la Alcaldía Miguel Hidalgo se compromete a:

Implementar, entregar y sostener acciones específicas sobre RRD y resiliencia en todos los departamentos de la alcaldía; incorporar e institucionalizar las actividades de la RRD y resiliencia en todos los sectores de la alcaldía; desarrollar una cartera de proyectos financiables; y compartir experiencias con otras ciudades en la red MCR2030 incluso a través del tablero MCR2030 (Tabé, 2022).

2. Retos locales para la implementación de agendas internacionales

No obstante, resulta apropiado señalar que encontrar la manera de aterrizar las agendas globales al ámbito local constituye un reto. Como referentes para la RRD, donde es importante observar lo establecido por el *Marco de Sendai* y la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, con sus 17 objetivos, los cuales han sido el fundamento para la planeación estratégica de la Gestión 2021-2024 en la Alcaldía Miguel Hidalgo; quedando alineado el *Programa General de Trabajo de la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia 2021 - 2024* con los siguientes Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS): 4 “Educación de Calidad”, 5 “Igualdad de género”, 10 “Reducción de las desigualdades”, 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”, 13 “Acción por el clima”, y 17 “Alianzas para lograr los objetivos” (ONU, s/f).

Cada estrategia implementada se ha abocado al cumplimiento de uno o más de los ODS mencionados, sin embargo, esto no es suficiente. Se considera necesario fortalecer los esquemas de divulgación de las agendas globales en

de la Ciudad de México, por lo que su acreditación será indicada solamente en esta primera incidencia.

territorio y garantizar los recursos para fomentar su cumplimiento, considerando que el tiempo apremia y los plazos empiezan a cumplirse sin que se haya logrado un avance considerable. Por tal motivo, las agendas globales no deben quedarse únicamente en el análisis y en el conocimiento académico, por el contrario, deben permear en el territorio a través de las acciones de gobierno y su interacción con la participación ciudadana, logrando que los diferentes sectores de la población participen en su cumplimiento.

En lo que respecta a esta Alcaldía, la divulgación de estos objetivos y compromisos internacionales se da a través de jornadas de capacitación y ferias de Protección Civil en las que la participación de asociaciones civiles ha sido determinante. Como es el caso de la Red Internacional de Promotores de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.¹⁰

La *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* se fundamenta en cinco pilares (5 p): personas, prosperidad, planeta, participación colectiva y paz. Con lo que se cubren las esferas: económica, social y ambiental. Debiendo ser una responsabilidad natural que las Alcaldías y sus respectivas Unidades de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil, coordinen sus planes de trabajo y estrategias con el fin de fortalecer a través de los esfuerzos locales el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible; de modo que estos dejen de ser un tema ajeno para la ciudadanía y cercano solamente para quienes tienen el privilegio de conocerlo, logrando llevar a la realidad la tan conocida promesa central de la Agenda 2030: “No dejar a nadie atrás” (ONU, 2015b).

2.1 La política pública de la Alcaldía en materia de Gestión Integral de Riesgos y RRD traducida en acciones concretas

Si bien este esquema de trabajo prioriza la atención de la “Etapa pre-desastre” a través de la atención a las vulnerabilidades, la reducción de riesgos y la preparación de los sistemas expuestos más la política pública de la Alcaldía de la materia también se ha enfocado en fortalecer la etapa de reacción, atención a la emergencia y el restablecimiento de la normalidad (Imagen 4 y 5).

10 Sitio oficial de la Red Internacional de Promotores ODS: <https://promotoresods.org/>

Imágenes 4 y 5. Fortalecer la participación ciudadana en los diferentes sectores



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

Establecer estrategias eficaces a través de las dos Subdirecciones que componen la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia que permita al área de Atención a Emergencias y Riesgos debe asumir una actitud innovadora eficaz, pero sobre todo, un enfoque preventivo. Por otra parte, la Subdirección de Manejo Integral de Riesgos y Resiliencia, el área encargada de la identificación de riesgos, fomenta la previsión y prevención coordinando los esfuerzos para la mitigación de riesgos así como el establecimiento de mecanismos de divulgación de conocimiento para que la ciudadanía cuente con mejores capacidades de respuesta y preparación.

Dicho esquema coordinado, tanto en la atención de emergencias urbanas y pre hospitalarias como en el manejo integral de riesgos y resiliencia, ha permitido establecer y definir cada una de las acciones y programas diseñados; tomando en cuenta la participación y colaboración en un esquema de corresponsabilidad con los diferentes sectores de la población, incluyendo al sector académico y privado.

Las estrategias que a continuación se describen, observan de manera visual un diagrama que permite vislumbrar el cómo impactan en las etapas pre y post desastre (Imagen 6).

Imagen 6. Estrategias para la RRD



Fuente: diagrama que presenta las estrategias fundamentadas en el *Programa General de Trabajo de la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia 2021-2024*.

Nota: se aprecia cómo cada subdirección ha implementado estrategias que fortalecen la etapa predesastre y postdesastre, mejorando la prevención y las capacidades de respuesta de la población.

3. Estrategias en el ámbito público

Para poder generar una cultura de la resiliencia, se debe empezar atendiendo los servicios y actividades que el gobierno ofrece, así como desarrollar un trabajo continuo con el personal que brinda atención a la ciudadanía a través del fortalecimiento de sus capacidades. Es por ello que se establece un esquema de capacitación a servidores públicos en Mercados Públicos, en los Centros de Atención Infantil, en las albercas, gimnasios y centros deportivos gubernamentales, en Faros del Saber y en oficinas de atención al público; del mismo modo, se han generado brigadas de personas trabajadoras previamente capacitadas, para brindar apoyo ante un alertamiento temprano o ante la ocurrencia de una emergencia o desastre.¹¹

11 Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] (06 de abril de 2022) La Miguel Hidalgo es una alcaldía Resiliente [Video de la ceremonia de recepción del Certificado de Compromiso para Desarrollar Ciudades Resilientes 2030 (MCR2030) UNDRR] [Publicación de estado] Facebook <https://fb.watch/mJ1AM5Mbzcz/?mibextid=R5ymit>. Alcaldía Miguel

Asimismo, bajo un esquema de transversalidad, las asignaciones presupuestales y el diseño de política pública tienden a la reducción de vulnerabilidades sociales, a la prevención y mitigación de riesgos, así como en la transferencia del riesgo¹² en ámbitos como Desarrollo Social y Comunitario, Obras y Servicios Urbanos, Participación Ciudadana, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente y Gobierno y Asuntos Jurídicos.¹³

A continuación se presenta una relación que describe cómo fueron implementados los siguientes programas y acciones estratégicas:

- Mercado Seguro. Esquema de Reducción de Riesgos de Desastre en Mercados Públicos donde se han identificado peligros en materia de Protección Civil; capacitando a las personas locatarias en: combate de incendios, introducción a primeros auxilios, identificación de fugas de gas, evacuación y repliegue, entre otros temas fundamentales para la conformación del Programa Interno y la conformación de brigadas. Esto ha sido posible en coordinación con otras áreas de la Alcaldía como la Dirección General de Obras, la Subdirección de Mercados y Vía Pública y la Dirección General de Desarrollo Social. Cabe señalar que esta estrategia ha realizado acciones de mantenimiento mayor, como el cambio de la instalación eléctrica y, conjuntamente con los locatarios migrándose al Gas Natural. Aunado a lo anterior, se han independizado 3 Centros de Desarrollo Infantil (CENDI) de los mercados, adecuado entradas y salidas independientes, así como rutas de evacuación independientes, e incluso han sido reubicados dos CENDIS a otros espacios ya construidos o de reciente creación (Imagen 7).¹⁴

Hidalgo [alcaldiamhx] (19 de septiembre de 2022). Simulacro 2022 [Reel de Instagram] Instagram <https://www.instagram.com/reel/CitneoojyOf/?igshid=MTc4MmM1YmI2Ng==>

12 Desde el año 2022, se inició la elaboración de Programas Internos de Protección Civil en Centros de Desarrollo Infantil y se preparan las carpetas de acuerdo a los Términos de Referencia correspondientes para Mercados Públicos.

13 En las discusiones de gabinete, para la definición de los Programas Operativos Anuales, se dan a conocer las situaciones de riesgo existentes en el territorio de la Alcaldía, vinculadas con la ocurrencia de fenómenos perturbadores de índole natural y antropogénico plasmadas en el *Atlas de la Ciudad de México*, para la toma de decisiones basadas en evidencia científica.

14 Alcaldía Miguel Hidalgo [@AlcaldiaMHmx] (06 de noviembre de 2021) Prevención de Riesgos en Mercados Públicos [El Director de Protección Civil y Resiliencia José Federico Piña da detalles sobre las estrategias implementadas] [Video] YouTube https://youtu.be/aRH6i-9g7EI?si=FE8xBPpoff2FWNL_. Alcaldía Miguel Hidalgo [@AlcaldiaMHmx] (05 de mayo de 2022) Presentación del programa #MercadoSeguroMH [El alcalde Mau-

Imagen 7. Capacitación del personal



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

- CENDI Seguro. Se ha capacitado al personal docente del área de comedores, del cuerpo de seguridad y al personal administrativo. Del mismo modo, se han conformado Programas Internos de Protección Civil, procediendo con el equipamiento necesario y se han llevado a cabo acciones de obra para la mitigación de riesgos. En cuatro casos, CENDIS ubicados dentro de mercados públicos fueron intervenidos para independizarlos en cuanto a sus accesos: uno se reubicó fuera del mercado y un nuevo CENDI fue construido. Estos trabajos son instruidos por la Unidad de GIR y PC al área de Obras (Imagen 8).¹⁵

ricio Tabe presenta el Programa #MercadoSeguroMH] [Video] YouTube <https://youtu.be/e5v4vJk2iP0?si=fhmn4AciUQqBBPm7>

- 15 Alcaldía Miguel Hidalgo [@AlcaldiaMHmx] (24 de julio de 2022) Así es como las maestras de nuestros CENDIS se sienten al recibir la capacitación de CENDI seguro [Testimonio de una maestra participante en la capacitación otorgada por la Dirección de Protección Civil] [Video] YouTube <https://youtu.be/9gLSw6QiUGw?si=qYqP-zMMf9gKKNVm>

Imagen 8. Cendi seguro



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

- Deportivo Seguro. Capacitación al profesorado y entrenadores, principalmente en las instalaciones que cuentan con albercas o con actividades de Escuelas Técnico - Deportivas. Esta acción es de suma importancia ya que algunas de estas actividades como las gimnásticas, de clavados o deportes de contacto, implican mayor riesgo de lesión. Este programa también cuenta con la participación del área de Obras, que ejecuta acciones de mantenimiento mayor para la mitigación de riesgos.
- 1, 2, 3 por la prevención (Escuela Resiliente). Se han llevado a cabo en las escuelas públicas, principalmente de educación básica, ferias de Protección Civil con la participación de los aliados estratégicos, dentro de los que se encuentran asociaciones civiles y empresas. De manera transversal se trabaja conjuntamente con las áreas de Obras y de Desarrollo Social. Así mismo, se capacita al personal educativo y administrativo en materia de Protección Civil, para conformar brigadas y contar con los elementos para mantener actualizado su Programa Interno de Protección Civil conforme los lineamientos que marca la SEP (Imagen 9).

Imagen 9. Capacitación al profesorado, entrenadores y Escuela Resiliente



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

- **Ambulancia Naranja.** A partir de 2022, se cuenta con atención especializada en materia pre hospitalaria y psicológica para mujeres que son víctimas de violencia en razón de género a través de la “Ambulancia Naranja”, atendido únicamente por mujeres paramédicas. Este programa forma parte de una estrategia integral de las áreas de Desarrollo Social y Jurídico de la Alcaldía de manera transversal que se trabaja en atención a mujeres violentadas (Imagen 10).
- **Atención pre hospitalaria.** Con base en la información contenida en el Atlas de Riesgos de la Alcaldía, se establecen puntos de proximidad para la atención pre hospitalaria, contando con ambulancias, personas paramédicas en motocicletas y en bicicletas eléctricas (Imagen 11, 12 y 13).
- **Poda tu riesgo.** Esquema ejecutado por el área de Atención a Emergencias con una perspectiva de prevención. A través de este programa, se instruye al área de Servicios Urbanos y Parques y Jardines a brindar atención al arbolado en riesgo de caída por enfermedad, debilitamiento de raíz, exceso de fronda o por plaga. La participación de la ciudadanía en la identificación de arbolado en riesgo es la base de esta acción (Imagen 11, 12 y 13).

Imagen 10. Ambulancia naranja



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

Imágenes 11, 12 y 13. Atención a Emergencias con una perspectiva de prevención



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

- Atención a Personas en Situación de Calle y Abandono Social. Permanentemente las áreas de Protección Civil, Desarrollo Social y Participación Ciudadana realizan recorridos en puntos georreferenciados con alta incidencia de Personas en Situación de Calle o de Abandono, esto con el fin de brindar Atención pre hospitalaria y canalizar a estas personas a albergues de la Ciudad de México, con pleno respeto a sus derechos humanos.


3.1 Estrategias en el ámbito social

Establecer una estrategia de participación ciudadana en la Gestión Integral de Riesgos implica un arduo trabajo comunitario. Lograr una Gobernanza del Desastre sólo es posible cuando se abren los canales de participación y toma de decisiones a los actores sociales que habitan en la demarcación, pues debe involucrarse no solamente a la ciudadanía organizada o la sociedad civil, sino también a las personas en lo individual y en lo familiar que es donde inicia la estrategia de gobierno abierto y participativo.¹⁶

Por lo anterior, hoy en día en la Alcaldía Miguel Hidalgo se han instrumentado los siguientes programas y acciones, mismos que han tenido un alcance en más del 85 por ciento de las colonias que integran la Alcaldía:

- Unidad Habitacional Resiliente. Esquema de intervención social que alienta la participación ciudadana en conjuntos habitacionales, condominios, colonias y viviendas precarias, para el desarrollo de capacidades de autoprotección, de identificación de riesgos, de prevención, mitigación y preparación ante emergencias mayores o situaciones de desastre. Este importante programa ha permitido la intervención en más de 125 conjuntos, donde cada brigadista comunitario tiene los elementos básicos para la elaboración de una preliminar Evaluación de Daños preliminar y de un Análisis de Necesidades “EDAN”. Unidad Habitacional Resiliente es una estrategia única e innovadora de la Alcaldía Miguel Hidalgo con la que hemos logrado prevenir la creación de nuevos riesgos, reducir los existentes y aumentar la Resiliencia (Imagen 14, 15 y 16).¹⁷

16 Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] (23 de noviembre de 2021). Testimonio inicio de cultura de prevención de riesgos en Unidades Habitacionales [Sobre las capacitaciones en Unidades Habitacionales] [Video] [Publicación de video] Facebook <https://fb.watch/mYr1GNmeu/>

17 Alcaldía Miguel Hidalgo [@AlcaldiaMHmx] (10 de agosto de 2022). Presentamos el Programa de Unidad Resiliente #PrevenciónMH  [Presentación del programa por el alcalde Mauricio Tabe] [Video] YouTube <https://youtu.be/Wz74x1NMrJo?si=f5t0Od3pofhCq95s>. Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] (16 de junio de 2023) Nuestro alcalde Mauricio Tabe Echartea fue testigo de la organización de nuestras vecinas y vecinos que al capacitarse con Prevención MH se convirtieron en una #UnidadResiliente más en la colonia Granada [Video demostración de las capacitaciones realizadas] [Publicación de video] Facebook <https://fb.watch/mXBEzwHQI/>

Imágenes 14, 15 y 16. Esquema de intervención social



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

- Brigadistas Juveniles de Protección Civil. A través de una amplia convocatoria al sector juvenil que habita, estudia, labora o realiza alguna actividad cultural o deportiva en la alcaldía, se ha conformado un grupo de Brigadistas Juveniles, los cuales, además de recibir capacitación, gozan de una amplia oferta de actividades culturales, sociales, deportivas y de entretenimiento, en un esquema conjunto de apoyo y atención a la juventud. Básicamente, estos brigadistas cuentan con conocimientos para la instalación de Refugios Temporales, Centros de Acopio y ayuda comunitaria en caso de emergencia mayor o desastre (Imagen 17 y 18).¹⁸

Imágenes 17 y 18. Brigadistas Juveniles de Protección Civil



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

18 Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] (13 de agosto de 2022) Te invitamos a ser parte de nuestras Brigadas de Rescate, Emergencia y Primeros Auxilios [Video invitación] [Publicación de video] Facebook <https://fb.watch/mYn4VWtkv/>. Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] (20 de agosto de 2022) Sé parte de nuestras Brigadas Voluntarias de Rescate, Emergencia y Primeros Auxilios [Segunda video-invitación] [Publicación de video] Facebook <https://fb.watch/mIYoEqH714/>

- Brigadistas Comunitarios. Toda la ciudadanía capacitada en materia de Protección Civil, forma parte de los Brigadistas Comunitarios que tienen la tarea de colaborar en su comunidad con acciones de identificación, prevención y mitigación de riesgos, así como apoyar en contar con una comunidad resiliente y preparada; informando en tiempo real sobre cualquier situación de emergencia que ocurra en su entorno.¹⁹
- Mapeo Participativo. Para la actualización mensual del Atlas, se trabaja conjuntamente, Gobierno y Comunidad en la detección de riesgos en zonas de minas, taludes, inundaciones, barrancas y colonias con una alta incidencia delictiva o de violencia de género para que se pueda tener conciencia sobre las condiciones de riesgo georreferenciadas y mapeadas que mes con mes alimentan el Atlas de Riesgos de la Alcaldía y el de la Ciudad de México (Imagen 19 y 20).²⁰

Imágenes 19 y 20. Capacitación de la ciudadanía como brigadistas comunitarios



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

- Presupuesto Participativo. La Alcaldía Miguel Hidalgo es la primera y única demarcación en la que, bajo una cultura de la prevención y la resiliencia, la población ha optado por invertir en Sistemas de Alerta-

19 Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] 05 de diciembre de 2022) ¿Ya conoces las Brigadas Voluntarias de Rescate, Emergencia y Primeros Auxilios? [Video informativo en el marco del Día Internacional de los Voluntarios] [Publicación de video] Facebook <https://fb.watch/mJ2eqapD0K/?mibextid=R5ymit>

20 Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] (31 de enero de 2022) Brindamos capacitación a propietarios e identificamos taludes inestables de la alcaldía. [Video informativo] [Publicación de video] Facebook https://fb.watch/mIXI9zB_WC/

miento Temprano, como ha sucedido en 5 colonias que han instalado Alertamientos Sísmicos. Aunado a lo anterior, otras colonias, como es el caso de Bosques de las Lomas, han decidido invertir el Presupuesto Participativo en la estabilización de taludes.²¹

3.2 Estrategias en el ámbito privado

La Alcaldía Miguel Hidalgo se caracteriza por ser sede de importantes empresas nacionales e internacionales y por ser una de las principales fuentes de ingresos para las finanzas de la ciudad y del país. En este sentido, integrar al sector privado a la cultura de la resiliencia ha sido otra tarea fundamental para lograr una Alcaldía Solidaria y Sostenible:

- Aliados Estratégicos. Se establecieron compromisos de colaboración con empresas para la RRD, a las cuales se les ha brindado capacitación, asesoría y acompañamiento administrativo. Dichas empresas han coadyuvado en acciones muy concretas, tales como la donación de insumos, materiales y estudios para la regeneración de minas o el equipamiento de instalaciones públicas; entre otras acciones solidarias como los comités de ayuda mutua.
- Resiliencia Empresarial. De la mano de asociaciones civiles como ARISE MX, se han llevado a cabo dos Talleres de Resiliencia Empresarial, en los cuales han participado grandes cadenas hoteleras ubicadas dentro del territorio de la Alcaldía así como empresas nacionales, trasnacionales y locales.
- Rescate de Abejas. Con la ayuda del sector privado, a través de profesionales en apicultura, se realiza el rescate de enjambres que ponen en riesgo a la población; tratando de preservar la vida de las abejas a través de su reubicación y de mitigar los riesgos por picadura en centros educativos, espacios públicos, unidades habitacionales y parques públicos (Imagen 21 y 22).

3.3 Acerca del sector académico

Un gobierno, en sus tres niveles, requiere del apoyo interdisciplinario de la academia para poder generar políticas públicas viables y construidas desde una metodología con rigor técnico y científico. Generadores de conocimiento y de teoría como la Facultad de Ingeniería, el Instituto de Geología y el Insti-

21 Alcaldía Miguel Hidalgo [AlcaldiaMHmx] (28 de enero de 2023) Entrega del Sistema de Alertamiento Sísmico en Col. América, parte del #PresupuestoParticipativo2022 [Video de la presentación] [Video] YouTube [https://youtu.be/1Lvjme\]2q7E?si=_cj0Xm7i_swLZII](https://youtu.be/1Lvjme]2q7E?si=_cj0Xm7i_swLZII)

tuto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); el Colegio Mexicano de Profesionales en Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil, A.C.; la Universidad Internacional del Conocimiento e Investigación (UNICI); así como la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, han abierto sus puertas para generar esquemas de colaboración que permitan robustecer las actividades y programas que la Unidad de Gestión Integral de Riesgos implementa en la Alcaldía.

Imágenes 21 y 22. Estrategias en el ámbito privado



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

De manera conjunta y estratégica, las contribuciones de estos organismos e instituciones, han intervenido en la generación de la cultura de la prevención y la resiliencia bajo el esquema de la Gestión Integral de Riesgos.

3.4 La transversalidad como elemento esencial de planeación

Este esquema de transversalidad permite optimizar y focalizar los recursos humanos, materiales y financieros con los que cuenta la Alcaldía. Del mismo modo, esta herramienta ha permitido definir prioridades y plasmarlas en un *Programa Operativo Anual* basado en evidencia científica.

A este respecto, los análisis de riesgos y la información que conforma el *Atlas de Riesgos de la Alcaldía* (entre ellos diversos estudios elaborados por el sector empresarial y académico) sirven como fundamento para la asignación de recursos y la aplicación de estrategias de gobierno con miras a la RRD, como se puede apreciar en el cuadro 2 (Imagen 23 y 24).

Cuadro 2. Identificación del riesgo

Área	Identificación del Riesgo a atender	Acciones implementadas
Obras	<ul style="list-style-type: none"> • Mercados públicos con deficiencias en instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y de gas; deficiencias estructurales y en techumbres; asentamientos irregulares. • Falta de mantenimientos preventivos y correctivos en la infraestructura social como centros deportivos y comunitarios. • Centros de Desarrollo Infantil al interior de Mercados Públicos carentes de mantenimiento y salidas de emergencia. • Minas subterráneas antiguas que fueron explotadas y abandonadas sin un tratamiento adecuado previo a la construcción de al menos siete colonias de la Alcaldía (Observatorio, San Miguel Chapultepec, América, Daniel Garza, Amp. Daniel Garza, 16 de septiembre y Tacubaya). • Cortes del terreno original, conformando taludes con ángulos de hasta 90°, expuestos a la erosión y al intemperismo, sin obras de estabilización con carencia de mantenimiento preventivo y con fugas del drenaje de las casas, vertiendo directamente sobre los taludes, provocando saturación en los materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de mantenimiento preventivo y correctivo en la infraestructura pública como mercados, escuelas, centros deportivos, Centros de Desarrollo Infantil y Centros Comunitarios. • Reubicación de Centros de Desarrollo Infantil fuera de Mercados Públicos o realización de divisiones estructurales para establecer la independencia de accesos y su correcto funcionamiento. • Intervención integral en minas con un enfoque ingenieril, desde la identificación de indicios en territorio, elaboración de estudios (geológicos, geofísicos, geotécnicos y de topografía), necesarios para la caracterización de las oquedades, hasta la determinación de la metodología adecuada para su ejecución en el proceso de mitigación de riesgos. • Jornada de Inspección Técnica Ocular a los Taludes, identificando peligros, factores desencadenantes y condicionantes así como, capacitación de la población para que participe en acciones de prevención y mantenimiento preventivo y correctivo en la estabilización de sus taludes.
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Mala planeación en el Ordenamiento Territorial en zonas de Alto Riesgo, específicamente en aquellas colonias con presencia de minas. • Dentro de la zona de taludes y barrancas se han identificado fuentes de contaminación a las Áreas de Valor Ambiental y Áreas Naturales Protegidas. • A través de las visitas técnicas de inspección ocular que provienen de solicitudes ciudadanas, hemos identificado predios en construcción con condiciones de Alto Riesgo y que realizan cambios de uso de suelo sin sustento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se han compartido puntos identificados de Alto Riesgo con la Dirección Ejecutiva de Planeación y Desarrollo Urbano, con el objetivo de que las empresas constructoras dirijan recursos a la mitigación de riesgos y eviten crear nuevos. • Se ha establecido una estrecha relación con la Dirección de Medio Ambiente y Sustentabilidad, con el fin de trabajar de manera conjunta en estrategias de intervención para dar solución a problemas ambientales identificados, así como de promoción a la educación ambiental a través de la estrategia “Unidad Resiliente”. • Así mismo, se han canalizado a SEDEMA puntos identificados por riesgo ecológico-sanitario. • Se ha hecho del conocimiento de la Dirección General de Gobierno y Asuntos Jurídicos sobre los casos de Alto Riesgo que requieren una verificación administrativa, por incumplir con la normativa vigente en materia de Protección Civil o con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (hoy Ciudad de México).
Servicios Urbanos	<ul style="list-style-type: none"> • Arbolado en riesgo de caída o con obstrucción de cableado. • Fugas de agua que generan socavamientos. • Falta de mantenimiento correctivo a la red secundaria del drenaje. • Inundaciones y anegaciones por lluvias y granizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de dictaminación a arbolado en riesgo para su intervención inmediata. • Atención a fugas de agua. • Mantenimiento preventivo y correctivo a la red del drenaje. • Plan anual de Prevención de Inundaciones “Operativo Tormenta”. Así como la creación de cartografía con los puntos de mayor anegación por año, con el fin de analizar el fenómeno y desarrollar mejores estrategias de prevención e intervención.
Participación Ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa cultura de la prevención, de la resiliencia y de la preparación entre la población. • Escasa participación en la toma de decisiones para la implementación de políticas públicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de convocatorias ciudadanas para acceso a la capacitación, sobre todo en viviendas precarias y unidades habitacionales, esto con la intención de conformar brigadistas comunitarios (juveniles, técnicos, inclusivos y de género)

Continúa...

CAPÍTULO 7. MIGUEL HIDALGO: RESILIENCIA, SOSTENIBILIDAD Y PARTICIPACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE DESASTRES

Área	Identificación del Riesgo a atender	Acciones implementadas
	<ul style="list-style-type: none"> • Inexistencia de proyectos de Presupuesto Participativo para la asignación de recursos de prevención y mitigación de riesgos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeos participativos en colonias ubicadas en zonas de alta incidencia de inundaciones, asentamientos diferenciales, minas, taludes, y eventos socio-organizativos. • Aplicación del Presupuesto Participativo en instalación de alertamientos sísmicos y en estabilización de taludes.
Desarrollo Social	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos detectados en la operación de instalaciones deportivas y sociales por falta de conformación de brigadas y de capacitación del personal. • Escasa capacidad para definir y operar Refugios Temporales. • Alta vulnerabilidad social. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conformación de Brigadas en espacios deportivos y sociales, y capacitación del personal técnico, operativo y administrativo. • Identificación de espacios susceptibles para la operación de Refugios Temporales. • Diseño y aplicación de Programas Sociales para la disminución de la Vulnerabilidad Social.
Gobierno y Asuntos Jurídicos	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de Programas Internos de Protección Civil en Construcciones y establecimientos mercantiles. • Carencia de estrategias para incentivar la Gestión Integral de Riesgos en el sector privado y en asociaciones de la Sociedad Civil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programación de Verificaciones Administrativas a establecimientos mercantiles con el acompañamiento de Protección Civil. • Implementación de talleres de Resiliencia Empresarial.

Fuente: Atlas de Riesgos de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Imágenes 23 y 24. Programa Operativo Anual. Planeación y acción



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

A partir del diseño de operación sustentado en la transversalidad, se ha diseñado una Política Pública en materia de Gestión Integral de Riesgos, operada por la Dirección Ejecutiva de Protección Civil y Resiliencia (que representa la Unidad de Gestión Integral de Riesgos de la Alcaldía), la cual cuenta con el sustento de financiamiento que no es posible sin la articulación y cooperación con otras áreas de gobierno, lo que permite a su vez enfocarse primordialmente en los aspectos teóricos, técnicos y conceptuales considerados en agendas globales como la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, el *Marco de Acción de Sendai* y la estrategia “Desarrollando Ciudades Resilientes (MCR2030)”, la cual representa el fortalecimiento de las capacidades técnicas, promoción de alianzas estratégicas, vinculación multisectorial y el fortalecimiento del presupuesto para la resiliencia.²²

²² Alcaldía Miguel Hidalgo [DelegacionMH] (01 de julio de 2023) En Miguel Hidalgo la prevención es prioridad, por ello la Dirección de Protección Civil y Resiliencia trabaja dia-

Cabe señalar que el arranque de la actual administración resultó complejo por la falta de información confiable (como sucede en muchos municipios y gobiernos locales del país en cada cambio de administración), debido a que no se encontraron estudios, investigaciones, análisis, evidencias, programas, mapas, informes de gestión, entre otros documentos que dieran sustento a un *Atlas de Riesgos* confiable y con rigor científico a una política pública previamente implementada con un análisis previo de riesgos.

Es importante señalar que la estrecha vinculación con la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil del Gobierno de la Ciudad de México, así como con alcaldías vecinas que han permitido implementar una política pública sustentada en la resiliencia, sostenibilidad y participación para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres.

3.5 La transversalidad y el Atlas de Riesgos

La RRD y la implementación de una política de prevención y mitigación, acorde con los compromisos del *Marco de Acción de Sendai*, desde lo municipal, requieren de una vasta asignación presupuestal, misma que no está dentro de las posibilidades de las unidades gubernamentales de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil. Por tal motivo, resulta indispensable establecer mecanismos de transversalidad entre las diferentes áreas que integran los gobiernos locales, o en este caso de la Alcaldía, para poder lograr los objetivos trazados.²³

Para explicar lo anterior se requiere incidir desde la argumentación técnica y científica en las decisiones de asignación de los presupuestos anuales en materia de Obras, Desarrollo Urbano, Seguridad, Desarrollo Social y Económico y Asuntos de Gobierno y Jurídico para lograr una política integral de Reducción de Riesgos y propiciar una Gobernanza del Riesgo.

Una herramienta que resulta trascendental en esta toma de decisiones es el *Atlas de Riesgos* de la Alcaldía, el cual, a través de sus diferentes capas de información, sustenta con evidencia científica la toma de decisiones para un mejor, más inteligente y eficaz etiquetado del presupuesto operativo anual.

Para ello es importante contar con una base de datos histórica que brinde información cualitativa y cuantitativa en el que se visualice la ocurrencia del incidente o emergencia con los informes diarios o derivados de los programas

riamente para generar conciencia y tener una alcaldía resiliente [Video informativo sobre simulacros y otros protocolos de emergencia] [Publicación de video] Facebook <https://fb.watch/mIXOIZUrFn/>

23 Alcaldía Miguel Hidalgo [AlcaldiaMHmx] (03 de febrero de 2023) Entrega de remodelación del CENDI El Chorrillo [Video de la entrega de obra] [Video] YouTube https://youtu.be/BY_a8BquPFc?si=a1ojdQ-zTZd9VoO4

existentes, estudios técnicos, académicos, información relacionada en los Atlas de Riesgos de la alcaldía y de la CDMX por el tipo de incidentes, emergencias o desastre para una correcta gestión del riesgo.

La visualización de la información (de manera clara y accesible para la población en general) y el desarrollo estadístico que se va construyendo día a día, ayudan a generar los alertamientos necesarios para la ciudadanía y para las áreas gubernamentales. En este tenor, resulta de utilidad en la creación y aplicación de los esquemas adecuados para la atención de incidentes y emergencias. Así es como se pueden ir identificando las condiciones históricas de los riesgos y desastres; su evolución y, si es el caso, las intervenciones comunitarias y de gobierno para su mitigación.

4. Resultados en materia de Gestión de Riesgo. Identificación de Peligros Geológicos. Caso: Ciudad del Bienestar

En junio de 2022, vecinos de la Colonia Tacubaya reportaron un socavamiento en la recién inaugurada Ciudad del Bienestar; programa que dota de vivienda social digna a habitantes que anteriormente se encontraban en un asentamiento irregular.

La obra compleja en sí (conformada por 16 torres de 5 niveles y un total de 185 departamentos), fue construida en una zona caracterizada por la presencia de minas, producto de la extracción de material para construcción que inició desde principios del siglo XX y del cual no existe un mapeo confiable.

Esta situación implicaba la imperiosa necesidad de realizar estudios geofísicos y geotécnicos para caracterizar la zona y poder ejecutar un procedimiento constructivo adecuado. Esta obra estuvo a cargo del Instituto de Vivienda de la Ciudad de México (INVI) y, con tan sólo a 2 semanas de la entrega de la misma, se manifestaron los primeros indicios de mina.

En el lugar se habilitó una lumbrera para poder tener acceso a la zona minada por parte de la Unidad de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Alcaldía Miguel Hidalgo. Presentando exceso de humedad, derivada de las descargas sin canalización al drenaje; aunado a lo anterior, se encontró material de desecho de la misma obra, lo que prueba que se conocía la existencia de oquedades en el sitio, así como de un precario sistema de costaleras, además de una bóveda de aproximadamente 30 metros cúbicos (Imagen 25 y 26).

Imágenes 25 y 26. Zona de minas en obra en la recién inaugurada Ciudad del Bienestar



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

Derivado de este hallazgo, fue solicitada al Gobierno de la Ciudad de México la creación de mesas de trabajo con carácter técnico para diseñar un plan de intervención, sin embargo, estas mesas fueron abandonadas por dicho Gobierno, manifestando que en el sitio no existían condiciones de riesgo.

Ante la exigencia de la Alcaldía Miguel Hidalgo para realizar sondeos que determinen la existencia de riesgos, los estudios realizados por el Instituto para la Seguridad de las Construcciones, dependiente de la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México develaron la presencia de oquedades, exceso de humedad y riesgo para las edificaciones, por lo que se procedió a realizar una intervención que superó dos veces el costo de construcción de la unidad habitacional inaugurada, es decir, se llevó a cabo una intervención de 300 millones de pesos en un predio de 5,800 metros cuadrados donde, antes de construir, se debieron realizar trabajos de estabilización del subsuelo, lo que habría ayudado a evitar grandes pérdidas de dinero para el Gobierno de la Ciudad de México.

Finalmente, debido a la petición de intervención para mitigar estos riesgos, hoy en día 185 familias pueden vivir en condiciones de seguridad y de certidumbre; gracias a la reconexión del sistema de drenaje, se evitará nuevos procesos de saturación del terreno y una correcta cimentación que no estará expuesta a las migraciones de materiales en el subsuelo, ni a condiciones de exceso de humedad.

4.1 Acciones de divulgación: la Guía de Identificación y Prevención de Riesgos

La Alcaldía Miguel Hidalgo ha diseñado una Guía de Identificación y Prevención de Riesgos (Alcaldía Miguel Hidalgo, 2023) la única en su tipo a nivel nacional. La publicación a color consta de 88 páginas, tiene como objetivo a la población que habita; transita, labora, estudia o tiene una actividad comercial dentro del territorio de la Alcaldía pueda identificar de una manera práctica,

sencilla y con mecanismos gráficos de fácil comprensión, los diferentes riesgos a los que está expuesta.

Esta publicación está fundamentada en la idea del reconocimiento, identificación y concientización de los riesgos, generando una cultura de prevención y mitigación, coadyuvando en el fortalecimiento de conocimientos y adquisición de habilidades con capacidades para saber actuar en caso de que ocurra un fenómeno perturbador.

El primer tiraje consta de 10 mil ejemplares, mismos que son entregados y presentados en escuelas públicas de nivel básico, medio superior y superior; en unidades habitacionales, conjuntos habitacionales y viviendas precarias, así como en los grandes complejos habitacionales de reciente creación que han modificado las características urbanas de amplios sectores de la Alcaldía; también se distribuyen en las diferentes áreas de atención al público con los que cuenta la demarcación, como lo son: espacios deportivos, centros de atención ciudadana, centros comunitarios y oficinas de gobierno (Imagen 27, 28 y 29).

Imágenes 27, 28 y 29. Guía de Identificación y Prevención de Riesgos



Fuente: elaboración propia.

4.2 Premio Andrew Maskrey.

En noviembre de 2022, la Alcaldía Miguel Hidalgo recibió el Premio “ Andrew Maskrey” “Impulso a la Resiliencia 2022”, en la Clasificación como “Dependencia” por parte de la Asociación Nacional de Profesionales en Resiliencia, A.C.

Este premio es conferido y entregado a la persona física, organización de la sociedad civil y/o a la dependencia de gobierno que haya demostrado trabajar en la implementación de la cultura de la resiliencia en alguna comunidad, estado o región en particular como un mecanismo eficiente para “resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse al impacto de los fenómenos perturbadores

que pongan a la población, planta productiva y al medio ambiente en situación de riesgo o peligro” (Imagen 30 y 31).²⁴

4.3 Iniciativa Desarrollando Ciudades Resilientes 2030 (MCR2030)

Finalmente, Desarrollando Ciudades Resilientes 2030 (*Making Cities Resilient*, MCR2030 por sus siglas en inglés), representa una iniciativa de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR por sus siglas en inglés) que busca articular a los diferentes niveles de gobierno e impulsar la resiliencia local con el intercambio de conocimientos, experiencias y el establecimiento de redes de aprendizaje entre ciudades.

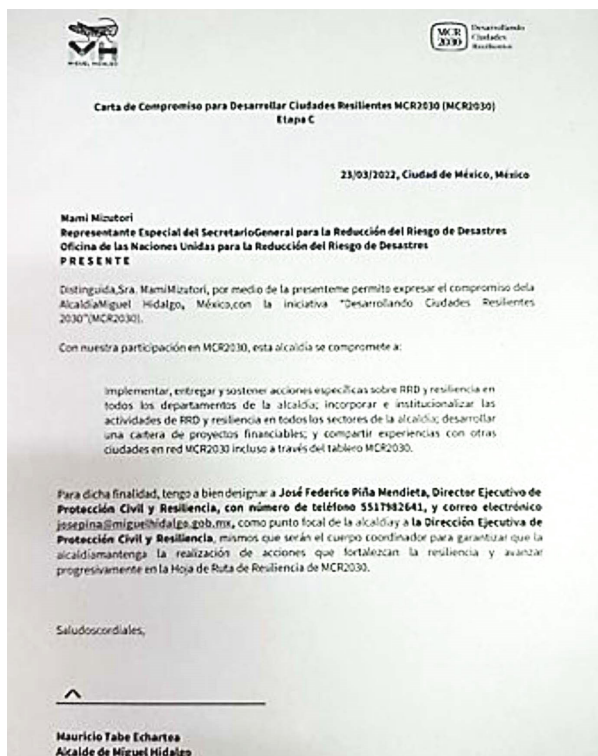
Imágenes 30 y 31. Premio “Andrew Maskrey”



Fuente: fotografías proporcionadas por los autores.

24 Carta Premio 2022, firmada por la Mtra. Jemina Palacios Lara, Representante del Comité de Premiación de la Asociación Nacional de Profesionales en Resiliencia.

Imagen 32. Carta de compromiso para desarrollar ciudades resilientes



Fuente: Oficio del alcalde Mauricio Tabe para aceptar el compromiso de pertenecer a la iniciativa MCR2030.

Conclusión

En ese sentido, la Alcaldía Miguel Hidalgo está reconocida con la Clasificación "C" representa la etapa de mayor compromiso y acción con la que cuenta esta iniciativa y, debe su diseño a políticas públicas y estrategias que cuentan con la asignación presupuestal correspondiente para el fortalecimiento de la cultura de la prevención al crear alianzas entre los sectores público, social y privado, formando comunidades más resilientes y preparadas para actuar en caso de una situación de emergencia o de desastre (Imagen 32 y 33).

Imagen 33. Desarrollando Ciudades Resilientes MCR2030 - Ciudad de México: Nodo de Resiliencia



Fuente: Secretaría de Gestión Integral de Riesgos Protección Civil.

Bibliografía

- Alcaldía Miguel Hidalgo. [AlcaldiaMHmx]. [Cuenta oficial de la Alcaldía Miguel Hidalgo 2021-2024] YouTube <https://www.youtube.com/@AlcaldiaMHmx>
- Alcaldía Miguel Hidalgo. [DelegacionMH] [Cuenta oficial de la Alcaldía Miguel Hidalgo 2021-2024. Alcalde @mauriciotabe] Página de Facebook <https://www.facebook.com/DelegacionMH>
- Alcaldía Miguel Hidalgo (2023). *Guía de identificación y prevención de riesgos*. https://miguelhidalgo.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2023/12/GUIA-DE-IDENTIFICACION_PC2023_compressed.pdf
- Congreso de la Ciudad de México. (02 de marzo de 2021). *Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México*. https://www.congresocdmx.gob.mx/archivos/legislativas/Ley_Gestion_Integral_Riesgos_Proteccion_Civil_CDMX.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (18 de marzo de 2015a). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (21 de octubre de 2015b). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement>
- Organización de las Naciones Unidas. (s/f) *Objetivos y metas de desarrollo sostenible. 17 objetivos para transformar nuestro mundo*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

Ortegón, E., Pacheco, J. F. y Prieto, A. (2015). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf

Red Internacional de Promotores ODS. (s/f). *Sitio oficial de la RIP ODS*. <https://promotoresods.org/>

Tabe Echartea, M. (2022). *Carta de Compromiso para Desarrollar Ciudades Resilientes MCR2030*. (23 de marzo de 2022). Etapa C.

Capítulo 8. Elementos mínimos a considerar como preparación para enfrentar la sequía

CARLOS DÍAZ DELGADO ¹

RICARDO ARÉVALO MEJÍA ²

ALEIDA YADIRA VILCHIS FRANCÉS ³

ROCÍO BECERRIL PIÑA ⁴

Introducción

Este capítulo tiene el objetivo destacar los elementos mínimos a considerar como la preparación para afrontar un período de sequía a través de crear conciencia sobre la gestión efectiva del riesgo de sequías; proporcionar elementos que fortalezcan la construcción de planes tácticos para la preparación, la mitigación y la rehabilitación ante impactos causados por sequías; proponer un método heurístico que facilite la confección del Plan Estratégico Táctico de la Gestión Integrada de Sequías; y proporcionar orientación sobre posibles medidas a implementar para la reducción de la vulnerabilidad del socioecosistema ante la ocurrencia de una sequía.

La sequía representa una creciente amenaza para numerosas comunidades y economías, presentando características que exponen considerablemente diferentes variables. La intensidad de las sequías y la cantidad de personas afectadas están en aumento a nivel mundial con efectos especialmente graves en países y comunidades de bajos recursos (Díaz *et al.*, 2019).

1 Doctor en Ingeniería Civil. Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México.

2 Doctor en Ciencias del Agua. Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México.

3 Doctora en Ciencias del Agua. Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Red Lerma. Universidad Autónoma del Estado de México.

4 Doctora en Ciencias del Agua. Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Red Lerma. Universidad Autónoma del Estado de México.

De hecho, se considera que las sequías son los desastres con mayor alcance que suelen generar pérdidas altamente significativas de tipo social, económico y ecológico a corto y largo plazo. La sequía puede generar pérdidas en la agricultura, escasez para el abastecimiento público de agua, reducción en el suministro de energía hidroeléctrica baja disponibilidad de la mano de obra o bien su productividad. Aun cuando varios sectores se vean afectados por la sequía, la agricultura suele ser el sector más afectado en primera instancia (Dilley *et al.*, 2005; UNDRR, 2019), impactando el 18 % de la población mundial dedicada a las tareas de producción de alimentos.

Este evento natural compromete el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 1 (fin de la pobreza), el ODS 2 (hambre cero), el ODS 3 (salud y bienestar), ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres) (ONU, 2023). Sin embargo, cabe destacar que una sequía en sí misma no desencadena automáticamente una emergencia, la magnitud de su impacto en la población local determina si se convierte o no en una situación de emergencia (esto último está condicionado por la vulnerabilidad del socioecosistema ante dicho impacto).

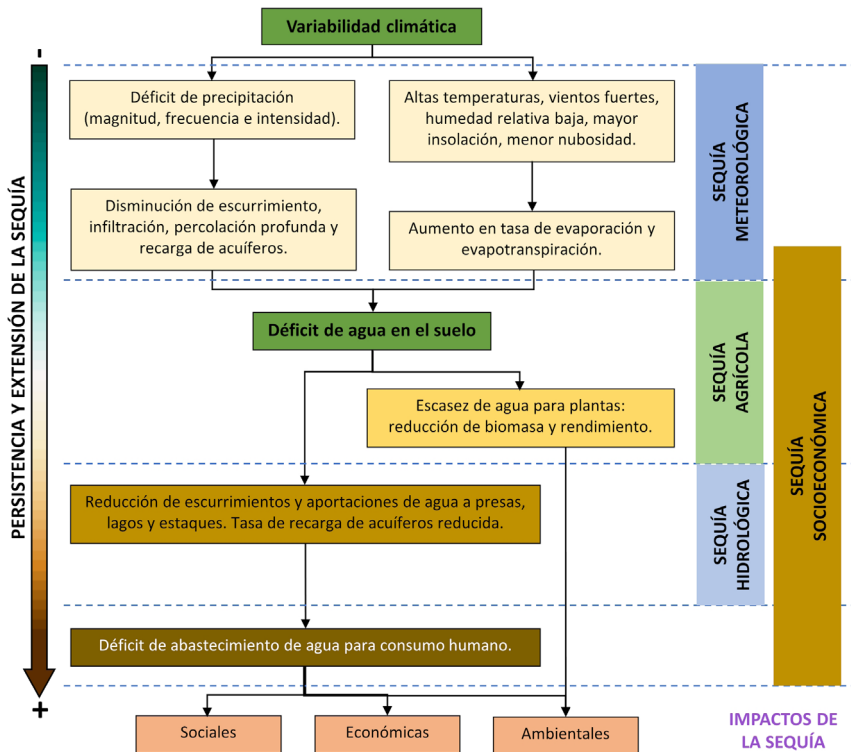
Para disminuir la vulnerabilidad de la sociedad ante las sequías, es necesario realizar un cambio de paradigma en los enfoques de su gestión. Este implica superar las estructuras predominantes de gestión reactiva al desastre y avanzar hacia enfoques proactivos con base en la reducción de la vulnerabilidad, fortaleciendo la resiliencia del sistema ante un desastre. La vulnerabilidad surge de la exposición de las personas, el medio ambiente y los bienes en peligro, así como la susceptibilidad a los impactos de dichas amenazas. Este último incluye variables sociales, económicas, políticas, psicológicas y ambientales, las cuales son propensas a presiones dinámicas como el crecimiento demográfico, la urbanización o la planificación del uso del suelo que está conectada con la economía y políticas locales y nacionales. Por otro lado, la resiliencia se refiere a la habilidad y capacidad de un sistema para prever, enfrentar, resistir y recuperarse de los impactos de los peligros.

La gestión del riesgo de sequías implica evitar, reducir o transferir los efectos adversos de los peligros de sequías y posibles impactos de los desastres asociados mediante actividades y medidas preventivas de mitigación o preparación. Se trata de diseñar e implementar un proceso sistemático que requiere tres componentes: "Hardware", "Software" y "Orgware". Es decir, un proceso que diseña, implementa y utiliza infraestructura, equipos, herramientas, directrices administrativas, organiza y articula instituciones, fortalece habilidades operativas, capacita recursos humanos y brinda capacidades financieras para construir estrategias y políticas públicas, al mismo tiempo que mejora las habilidades de comunicación con las partes interesadas para afrontar la situación.

Sin embargo, para poder avanzar en la temática, resulta necesario distinguir entre los fenómenos naturales de sequía, aridez, y desertificación. La aridez es una característica permanente de climas con bajos niveles de humedad o precipitación, ya que esta última es considerablemente inferior a las necesidades de las plantas para su crecimiento en ese entorno. La escasez hídrica es un desequilibrio de largo plazo en el suministro de agua donde el nivel de demanda supera la capacidad de suministro del sistema natural. La sequía, aunque no tiene una definición globalmente aceptada, resulta de forma conceptual: “La sequía puede concebirse como una falta temporal de agua en un territorio, que es necesariamente, pero no exclusivamente, causada por un clima anormal y que resulta perjudicial para una actividad, un grupo o el medio ambiente” (Kallis, 2008; Van Loon *et al.*, 2016). Finalmente, la desertificación es la aridez que se ve exacerbada por la presión de actividades antropogénicas.

Existen tres características esenciales en cualquier sequía: intensidad, duración y extensión. También es importante detectar el momento de inicio, por ejemplo, en relación con las etapas de desarrollo de los cultivos y las estaciones húmedas y secas. La intensidad se estima mediante algún índice de sequía. Al respecto, existen varios índices en uso, pero entre los más utilizados internacionalmente son el Índice de Severidad de Sequía de Palmer (PDSI), el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) y más recientemente el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) (OMM y Asociación Mundial del Agua, 2016). La duración de una sequía puede comenzar en un mínimo de 2 a 3 meses y puede durar incluso años. Con respecto a la extensión de una sequía, ésta se refiere al área geográfica afectada y que frecuentemente es grande. Hay cuatro categorías de sequía que generalmente son aceptadas en todo el mundo y donde su ocurrencia se considera secuencial iniciando por la meteorológica, continuando por la agrícola, para seguir con la hidrológica y culminando con la socioeconómica (Figura 1).

Figura 1. Modelo conceptual de la sequía: sus orígenes, evolución e impactos



Fuente: adaptada de Valiente (2001) y González (2005).

Nota: Donde (-) significa menos persistencia y extensión de sequía y (+) significa más persistencia y extensión del fenómeno.

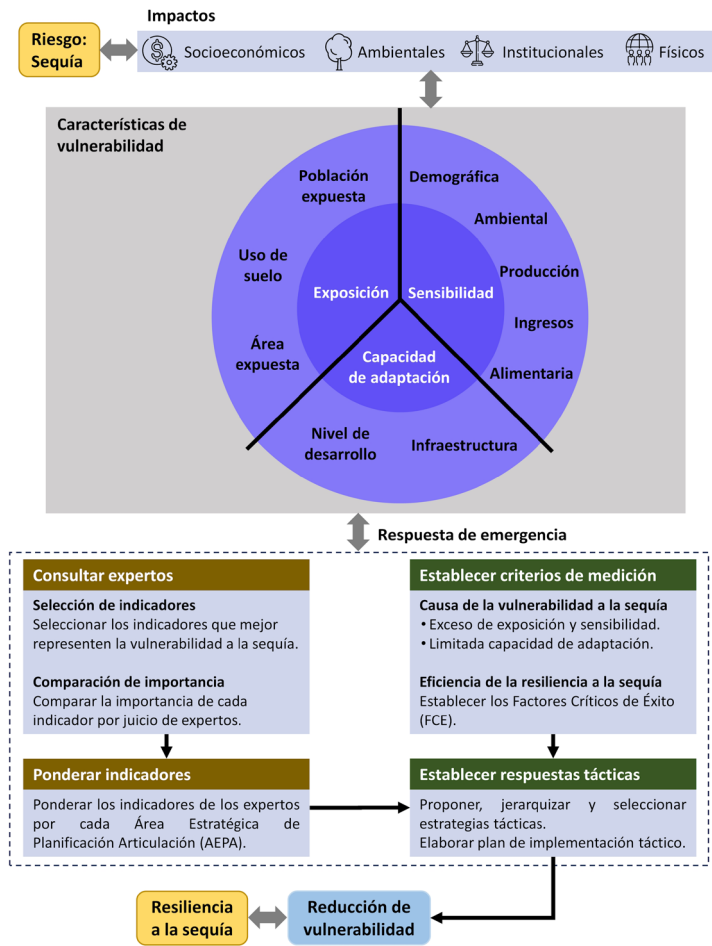
También, cabe señalar los peligros que en sí mismos no constituyen desastres. La magnitud de un desastre generalmente se describe en términos de efectos adversos que un peligro puede tener para una región en pérdidas de vidas, propiedades e infraestructura; el daño ambiental y los costos asociados con la recuperación y rehabilitación posterior al desastre. Así, un peligro se define como “un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, daño a la propiedad, pérdida de medios de vida y servicios, interrupciones sociales y económicas o daño ambiental” (UNISDR, 2009). Los peligros pueden ser únicos, secuenciales o combinados en su origen y consecuencias. Cada uno se caracteriza por su ubicación, intensidad, y probable frecuencia.

Es fundamental subrayar que, por definición, el riesgo se deriva tanto de la exposición a un peligro como de la vulnerabilidad a dicho peligro. En el contexto de la sequía, este fenómeno natural constituye un peligro que es necesario analizar en la exposición de la sequía para identificar áreas propensas a experimentar algún posible impacto negativo. Aunque la ocurrencia de sequías puede ser monitoreada e incluso predicha (en términos de probabilidad de ocurrencia) o bien pronosticada (en términos de probabilidad de ocurrencia con identificación espacio temporal) por ello es importante señalar que su gestión resulta simplemente imposible. La única forma de gestionar el riesgo de sequía es prevenir y mitigar los impactos negativos del evento mediante la reducción de la vulnerabilidad y fortalecimiento de la resiliencia del socioecosistema (UNISDR, 2009). Así el riesgo de sequía se debe en parte a deficiencias en las precipitaciones, pero también es agravado por otros factores como la pobreza, la vulnerabilidad, el aumento de la demanda de agua debido a la urbanización y crecimiento demográfico; la industrialización, la gestión inadecuada del agua y del suelo, una frágil o ineficaz gobernanza por la variabilidad y el cambio climático (GAR, 2022). La figura 2 muestra cómo las ocurrencias de peligros y la exposición no resultan automáticamente en un riesgo para el socioecosistema. Así al centrarse únicamente en lo que ha salido mal en el pasado y en los efectos de los peligros la vulnerabilidad brinda la oportunidad de enfocarse en hacer las cosas mejor para el futuro.

El objetivo de la gestión del riesgo de sequía radica en la implementación de medidas y estrategias preventivas o de reducción contribuyan en mitigar los impactos de eventos futuros de sequía, reduciendo así el sufrimiento en el socioecosistema. Estas acciones pueden adoptar diversas formas como la conservación del recurso hídrico, la modificación de prácticas sociales y agrícolas locales; la diversificación de medios de subsistencia, así como el suministro de agua en situaciones de emergencia. Estas medidas deben ser definidas considerando diversas escalas temporales y territoriales con un enfoque GloCal (políticas nacionales a nivel global en el contexto de una cuenca o territorio, pero con soluciones locales adaptados a subcuencas o microcuencas). Este cambio de paradigma resalta la importancia de la preparación y la mitigación en los territorios directamente afectados.

Además, hay un amplio acuerdo en que se logra una mayor eficacia en la gestión del riesgo de sequías a niveles más bajos cuando los esfuerzos son mayores, fortaleciendo la cooperación entre los interesados que comparten roles estratégicos claros, responsabilidades y contribuciones hacia una gestión exitosa de problemas que les atañen directamente.

Figura 2. Elementos por considerar para el análisis de vulnerabilidad del socioecosistema ante el fenómeno de la sequía



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, existe una estrecha vinculación entre la gestión del riesgo de sequía y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). La estructura de gestión fundamentada en los tres pilares de la GIRH (entorno habilitante, roles institucionales e instrumentos de gestión) es aplicable en contextos de sequía. Esto significa que están listos para respaldar las decisiones de gestión durante los períodos de sequía; destacando el marco institucional comprende personal debidamente capacitado y mecanismos de coordinación para abordar las exigencias de las sequías y sus consecuencias. Sin duda las organi-

zaciones involucradas se desarrollan e internalizan herramientas de gestión, regulaciones, planes de emergencia y contingencia, así como métodos apropiados de evaluación de impacto.

Las opciones clave de gestión que se deben aplicar en un marco de GIRH durante una situación de sequía incluyen, entre otras: a) Reducción / gestión de la demanda. Esta opción requiere una amplia participación de los usuarios, concientización exhaustiva a través de los medios apropiados y regulaciones temporales que optimen el uso del agua. b) Aumento temporal de la oferta de otras fuentes. Esta opción rara vez es factible en una situación de sequía donde los embalses están secando y los niveles de agua subterránea disminuyen, pues la sequía generalmente cubre una área extensa. c) Reasignación del agua. Es decir, el recurso disponible se redistribuye en su totalidad o en parte de los usuarios con roles no vitales a aquellos que sí lo tienen.

Por su parte, el “Marco de Reducción del Riesgo de Sequías” (Drought Risk Reduction Framework and Practices: Contributing to the Implementation of the Hyogo Framework for Action. UNISDR, 2009) presenta una propuesta conceptual para abordar los riesgos asociados con las sequías. Los siguientes cinco elementos se consideran prioritarios para la acción centrándose en la reducción del riesgo de desastres.

1. Política y gobernanza como elementos esenciales para una gestión eficaz del riesgo de sequías con alto compromiso político.
2. Identificación del riesgo de sequías, evaluación de impacto y la implementación de un sistema de alerta temprana. Esto incluye el monitoreo y análisis de peligros, análisis de vulnerabilidad, evaluaciones de posibles impactos negativos y el desarrollo de sistemas de alerta temprana y de comunicación efectiva.
3. Construcción de una conciencia sobre la sequía y gestión del conocimiento para crear la base de una cultura de reducción del riesgo de sequías y comunidades resilientes.
4. Reducción de los factores subyacentes del riesgo de sequías como cambios en las condiciones sociales, económicas y ambientales, uso del suelo, clima, agua, variabilidad climática y cambio climático.
5. Fortalecimiento de la preparación para enfrentar sequías como transitar los planes y las políticas a la práctica con el fin de reducir los posibles efectos negativos de las sequías en el menor tiempo posible.

Para identificar, monitorear y establecer un sistema de alerta temprana ante el riesgo de sequía, es necesario comenzar adquiriendo conocimientos locales y regionales sobre la ocurrencia de este fenómeno natural, sus posibles efectos y las vulnerabilidades relacionadas con las personas y actividades potencialmente afectadas. Esto abarca las vulnerabilidades físicas, políticas,

sociales, económicas y ambientales frente a la sequía que enfrentan la mayoría de las sociedades, así como comprender cómo evolucionan los peligros y las vulnerabilidades a corto y largo plazo. La comprensión de la naturaleza física del riesgo de sequía como los impactos y las vulnerabilidades subyacentes correspondientes a la comunicación efectiva de estos peligros, sientan las bases para desarrollar medidas informadas de mitigación y preparación. Estas acciones buscan reducir el impacto de la sequía y contribuir en la construcción de sociedades más resilientes ante este fenómeno.

Las actividades de identificación del riesgo de sequía, evaluación de impacto y alerta temprana deben guiarse por los siguientes principios:

1. El riesgo de sequía es la combinación del peligro natural y la vulnerabilidad humana, social, económica y ambiental de una comunidad, región o país. Por lo tanto, gestionar el riesgo requiere comprender estos dos componentes y factores relacionados en el espacio y el tiempo.
2. Aumentar las capacidades individuales, comunitarias, institucionales y nacionales son esencial para reducir la vulnerabilidad al impacto de la sequía.
3. La evaluación de impacto que desempeña un papel importante en la gestión del riesgo de sequía, identificando claramente los grupos y sectores más vulnerables durante la sequía.
4. Los sistemas de monitoreo de sequías y de alerta temprana desempeñan un papel fundamental en la identificación, evaluación y gestión del riesgo.
5. El cambio climático y la naturaleza cambiante asociada con la sequía representan un riesgo grave para el medio ambiente y, por lo tanto, para la sociedad y el desarrollo sostenible.

El cuadro 1 proporciona una visión general de algunos programas clave en las diferentes fases de la sequía, desde la prevención de sequía hasta la recuperación final; por ello, cada uno de los programas deberá ser diseñado como un sistema, es decir, contar con el diseño e implementación de los conceptos Hardware, Software y Orgware enunciados en párrafos previos.

1. Planeación Estratégica Participativa con enfoque de GIRH para la Gestión del Riesgo de Sequías

El objetivo de esta sección consiste en esbozar un método para construir el plan táctico frente al riesgo de sequías. Es un proceso participativo que tiene como perspectiva el desarrollo sostenible y de gestión integrada por recursos hídricos centrado en los factores críticos más importantes del socioecosistema que facilitan la máxima inversión económica y esfuerzos humanos.

Cuadro 1. Ejemplos de programas clave para las diferentes fases de planeación ante sequías

Fase de planeación	Programas por considerar
Prevención	<p>Antes de un evento de sequía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de políticas públicas vigentes y gobernanza aplicable (¿quién?, ¿qué?, ¿cómo?, ¿cuándo?). • Identificación de peligros (¿dónde?, ¿de qué magnitud?, ¿posible impacto?). • Evaluación de vulnerabilidades y riesgos asociados. • Formación de capital humano, conciencia y gestión del conocimiento. • Análisis de lecciones aprendidas de eventos de sequía previos. • Elaboración o actualización del plan táctico de gestión de una sequía. • Sistemas de monitoreo de variables climáticas, sociales, económicas y ambientales. • Diseño, implementación y capacitación de protocolos de repuesta ante eventos de sequía.
	<p>Alerta temprana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redes de monitoreo operacionales y suficientes. • Diseño, construcción y operación de modelos de pronóstico de sequía en tiempo real de las variables climáticas, sociales, económicas y ambientales. • Definición e implementación de indicadores de sequía.
	<p>Sequía implantada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis y monitoreo intensivos de indicadores de sequía y su evolución espacio – temporal. • Monitoreo de impactos (social, económico y ambiental).
	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los factores causales del riesgo por sequía. • Mejora de implementación de las medidas de mitigación estructurales y no estructurales. <p>Ejemplos de medidas no estructurales potencialmente implantables como: evitar la pérdida irreparable de recursos naturales; permitir el riego de árboles insustituibles; evitar la destrucción de paisajes perennes si es posible; adaptar las restricciones de agua tanto como sea posible a las necesidades; restringir los usos menos esenciales; evitar usar agua para limpieza de superficies impermeables o lavar vehículos personales; reducir el uso de agua para el uso comercial, antes de restringir el uso doméstico en interiores; afectar a individuos o pequeños grupos antes de afectar a grandes grupos o al público en general, permitiendo que la mayor cantidad posible de actividad pública no se vea afectada; preservar las piscinas comunitarias en lugar de las piscinas residenciales; restringir el riego de los campos de golf antes que los parques públicos; restringir el uso del agua en áreas menos utilizadas de los parques donde el césped puede entrar en estado de hibernación antes de restringir el uso en campos de juego formales e informales, donde la actividad recreativa podría dañar el césped o tener que prohibirse.</p>
Respuesta / mitigación	
Respuesta de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Reasignación temporal de volúmenes de agua. • Gestión de la demanda de agua. • Incremento temporal de suministro en zonas de mayor sufrimiento. • Implementación de trasvases temporales de agua.
Recuperación	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia financiera para la recuperación económica, social y ambiental. • Diseño e implementación de pólizas de seguros contra sequías.

Fuente: adaptado de *State of California*, 2008.

Es indiscutible el hecho de que se requiere un enfoque multidisciplinario para la gestión del riesgo de sequías. Además, de reconocer el amplio alcance de la sequía y, por lo tanto, las implicaciones en la definición de estrategias coherentes para mitigar sus impactos en diversos sectores, niveles y disciplinas (UNDP, 2012). El proceso de planificación estratégica bajo el enfoque de

la GIRH para la gestión del riesgo de sequías consiste en el desarrollo e implementación de un conjunto flexible de estrategias que considera de manera integrada las áreas más importantes afectadas negativamente por una sequía, así como sus vínculos con otros sectores de gestión. En consecuencia, la planificación estratégica proporciona claridad sobre lo que realmente se quiere lograr, cuándo y cómo hacerlo. En este contexto, se sugiere un enfoque heurístico para la implementación de un método que sea práctico, relativamente simple, transparente, participativo, fácil de comunicar y entender tanto para los tomadores de decisiones como para el público en general (Díaz-Delgado *et al.*, 2009). Describir en los epígrafes ulteriores el objetivo de facilitar la planificación táctica sostenible de la cuenca para la gestión del riesgo de sequías en un corto período de tiempo.

1.1 Determinación de Factores Críticos de Éxito para la construcción del Plan Táctico contra el fenómeno de la Sequía.

Para construir el conjunto de Matrices de Factores Críticos de Éxito (FCE) es necesario considerar el conjunto de problemas críticos asociados a este fenómeno; teniendo en cuenta los tres ejes del desarrollo sostenible (social, ambiental y económico) y un cuarto que corresponde a la Información, Ciencia y Tecnología disponibles como soporte disponible para el proceso de toma de decisiones. Además, cada una de estas dimensiones debe ser considerada dentro de los marcos institucionales y legales aplicables. Los planificadores en regiones propensas a la sequía llevan a cabo evaluaciones de riesgos tanto para comprender mejor la amenaza de sequía como para identificar los principales factores y procesos relacionados con quién y qué está más en riesgo de sequía, así como el por qué. El presente documento sugiere iniciar el análisis considerando los elementos prioritarios señalados en el Marco de Hyogo y los citados en párrafos anteriores.

El equipo que desarrolla el proceso de Planificación Estratégica Táctica para la Gestión del Riesgo de Sequías debe representar todos los interesados de la comunidad involucrados en el territorio de impacto por sequía. Este equipo incluye a gobiernos, técnicos, científicos, la sociedad civil que debe trabajar teniendo en cuenta un conjunto de principios para cada una de las cinco prioridades identificadas por el Marco de Hyogo.

El concepto de Área Estratégica de Planificación y Articulación (AEPA) es sugerido para analizar la gestión del riesgo de sequías bajo las cuatro dimensiones principales: 1) social, 2) ambiental, 3) económica y 4) información-ciencia y tecnología. Por ello la AEPA se define como el modelo conceptual empleado para priorizar los Factores Críticos de Éxito (FCE) en las sequías; establecer metas específicas con el fin de mitigar impactos por sequías, evaluar el progreso del proceso de planificación estratégica y evaluar el éxito de la planificación estratégica para su preparación. La reducción del riesgo de

sequías (prevención, mitigación y preparación) requiere un compromiso permanente y asignación de recursos a largo plazo.

1.2 Método para la priorización de FCE ante la Sequía

La recurrencia periódica de desastres por sequías en diversas partes del mundo, especialmente en África y Asia, destaca la importancia de revisar y reformar de manera integrada la gestión de riesgos por sequías: desde respuestas de emergencia a corto plazo hasta esfuerzos para construir resiliencia a largo plazo; apoyos sectoriales estrechamente enfocados como de apoyo integrado y amplio de bases científicas dominantes hasta procesos participativos abiertos (UNDP, 2012). Promover estos cambios considera comúnmente incrementar la conciencia y compartir experiencias sobre enfoques efectivos, así como ampliar la implementación de esos enfoques y resaltar especialmente las relaciones intersectoriales, son pasos esenciales iniciales.

El método propuesto tiene en cuenta el conjunto de desafíos mencionados anteriormente como fomentar la sinergia entre las partes interesadas y preocupadas por los fenómenos de sequía a través de un Proceso de Planificación Estratégica Táctica. Este método promueve una asociación fortalecida que coordina actividades entre las partes interesadas durante el proceso de toma de decisiones que como la implementación en el tiempo.

Parte del proceso de planificación estratégica es un análisis FLOA (fortalezas, limitaciones, oportunidades y amenazas) que ayuda a identificar cada una de las cuatro AEPA (antes de proceder a la formulación de una estrategia). El análisis FLOA se refiere a la descripción de Factores Críticos de Éxito (CSF) que incluye las siguientes etapas (Díaz-Delgado *et al.*, 2009):

1. Declaración de la misión y objetivos de la organización.
2. Análisis de los FCE internos (fortalezas y limitaciones).
3. Análisis de los FCE externos (oportunidades y amenazas).
4. Definición y selección de estrategias.
5. Implementación de las estrategias seleccionadas.

El último paso también implica el diseño de una estructura organizativa así como los sistemas de control necesarios para implementar las estrategias elegidas. Es importante destacar que, por definición, se considera como fortalezas y limitaciones las FCE (organización con medida y control). Igualmente, por definición, se consideran que las oportunidades y amenazas (FCE) sobre los cuales la organización no tiene ningún control (Cuadro 2).

El análisis FLOA auxilia el proceso de planificación estratégica de las siguiente manera:

- a. Es una fuente de información para la planificación estratégica.
- b. Identifica las fortalezas del socioecosistema.
- c. Identifica sus limitaciones.
- d. Maximiza su respuesta teniendo en cuenta las oportunidades.
- e. Ayuda a superar las amenazas de sequías.
- f. Ayuda a establecer metas para la planificación estratégica.
- g. Contribuye a aumentar el conocimiento, en el espacio y el tiempo, sobre los FCE para la gestión del riesgo de sequías.

El proceso de priorización de los FCE para la gestión del riesgo de sequías se logra a través de las siguientes etapas (Díaz-Delgado *et al.*, 2009):

- Primera etapa. Consiste en identificar el conjunto de FCE para la gestión del riesgo de sequías donde deben identificarse al menos 3 de 7 para cada categoría (fortalezas, limitaciones, oportunidades y amenazas) en cada una de las AEPA (social, ambiente, economía e información-ciencia y tecnología).
- Segunda etapa. El equipo de planeación debe construir un mapa conceptual de la AEPA teniendo en cuenta todos los FCE identificados en la etapa anterior y conectando los FCE mediante una palabra que refleje su principal relación.
- Tercera etapa. Como producto de la primera etapa, se tienen cuatro matrices de FCE que priorizan e identifican los principales FCE que se abordaban con el proceso de planificación estratégica. Para hacerlo, se utiliza una matriz de importancia en cada AEPA contrastando cada FCE entre sí. Cada uno se realiza a través de un proceso participativo de trabajo en equipo; se evalúa si el FCE ubicado en la fila es más importante que el FCE ubicado en la columna y se rellena la casilla de respuesta con un 1 (uno). Si el FCE en la fila es más importante con un 0 (cero). El producto de esta etapa será una matriz triangular superior.
- Cuarta etapa. Para cada matriz de cada AEPA obtenida, se procederá a sumar el total de unos en cada fila y el total de ceros colocados por encima de la diagonal para cada columna. Finalmente, se adicionarán los dos resultados obtenidos para cada FCE.
- Quinta etapa: Ésta sirve para seleccionar los tres principales FCE de cada AEPA, teniendo en cuenta los FCE con la suma mayor obtenida en la etapa anterior. Estos 12 FCE (3 para cada AEPA) serán la base para modelar el sistema bajo análisis, a través de indicadores, en la siguiente fase del Proceso de Planificación Estratégica.

Cuadro 2. Factores críticos de éxito para la gestión del riesgo de sequías bajo el análisis FLOA

Fortalezas	Limitaciones
<p>Las fortalezas son las cualidades que permiten lograr las misiones y objetivos de la organización para la gestión del riesgo de sequías. Estas son la base sobre la cual la resiliencia trabaja contra la sequía demostrada un éxito continuo y sostenible.</p> <p>Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura adecuada para el almacenamiento de agua. • Sistemas eficientes de distribución y asignación de agua. • Sistemas robustos de alerta temprana para la sequía. • Personal capacitado y bien entrenado en la gestión de recursos hídricos. • Participación y compromiso sólido de la comunidad en los esfuerzos de conservación del agua. 	<p>Las limitaciones son las cualidades que impiden lograr la misión de la organización y alcanzar la resiliencia del socioecosistema contra la sequía.</p> <p>Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inversión insuficiente en prácticas agrícolas resistentes a la sequía. • Conciencia pública limitada sobre la conservación del agua. • Marcos regulatorios débiles para la gestión del agua. • Sistemas insuficientes de recopilación de datos y monitoreo. • Compromiso de trasvases de agua hacia otras cuencas. • Falta de recursos financieros para la preparación y respuesta ante la sequía.
Oportunidades	Amenazas
<p>Las oportunidades surgen cuando la organización puede aprovechar las condiciones para aumentar la resiliencia y el control contra la sequía. Pueden surgir a partir de la adquisición de conocimientos, avances en la ciencia y tecnología, monitoreo de parámetros clave y, en consecuencia, mejorar las fortalezas y minimizar las limitaciones y amenazas.</p> <p>Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adopción de tecnologías innovadoras de ahorro de agua. • Colaboración con organizaciones internacionales para el intercambio de conocimientos. • Integración de estrategias de adaptación al cambio climático en la gestión de la sequía. • Implementación de políticas que promuevan el uso sostenible del agua. • Asociaciones público-privadas para financiar proyectos de resiliencia ante la sequía. 	<p>Las amenazas surgen cuando las condiciones externas, fuera del control organizativo, vuelven vulnerable al socioecosistema frente a los eventos de sequía.</p> <p>Ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la frecuencia e intensidad de eventos de sequía debido a cambio climático. • Competencia por los recursos hídricos entre diferentes sectores. • Crecimiento demográfico. • Inestabilidad política que afecta la aplicación de políticas de gestión del agua. • Urbanización y cambios en el uso del suelo que impactan la disponibilidad de agua. • Articulación deficiente entre diversos actores interesados en la gestión de la sequía. • Presencia del crimen organizado que influyen en procesos de gestión hídrica adecuada.

Fuente: adaptado de *State of California*, 2008.

1.3 Indicadores e índices de rendimiento

Un indicador es una variable observable que sirve para analizar una realidad compleja o no observable. Por otro lado, el índice es también un indicador sintético construido mediante la agregación de indicadores básicos siguiendo el procedimiento ordenado (Boulanger, 2004; Díaz-Delgado *et al.*, 2009):

- a. Análisis conceptual a ser representado.
- b. Identificación y selección de variables que reflejan las dimensiones relevantes.
- c. Definición de escalas y procedimientos para medir los valores de cada variable que da lugar a los indicadores.
- d. Análisis del procedimiento de agregación.
- e. Propuesta de un índice final

Esto significa que la construcción de un indicador implica la suposición de una “realidad” para la cual se ha buscado una medida como un nivel o grado de presencia de una calidad determinada o conjunto de descriptores de calidad. Los indicadores se pueden utilizar para analizar, describir, clasificar o monitorear el comportamiento de los eventos bajo análisis. Es importante destacar los indicadores pues desempeñan un doble papel como constructores científicos e instrumentos políticos. Éstos tendrán influencia en la medida en que reflejen significados y objetivos políticos compartidos socialmente, así como un método técnico sólido para su estimación. En consecuencia, la participación de los interesados en la definición de indicadores desde el momento de su concepción deberá favorecer la buena implementación.

Los indicadores de rendimiento seleccionados deben evaluar las condiciones y tendencias en relación con los objetivos como metas establecidas. Por lo tanto, es importante destacar la diferencia entre indicadores descriptivos y de rendimiento. Las características clave para distinguir estos dos tipos de indicadores son:

- a. Los indicadores descriptivos que muestran tendencias en la degradación o mejora de una situación.
- b. Los indicadores de rendimiento que muestran tendencias y la distancia, umbral u objetivo asociado con un cronograma; estableciendo una política o plan Ambiental,
- c. El objetivo que especifica una cierta política, plan o un valor de referencia como una guía estándar. Cuando se combina con objetivos para el rendimiento futuro, este conjunto de indicadores puede mostrar cuán efectivamente están ayudando a mejorar las condiciones del sistema y cuánto falta por recorrer.

Los indicadores de rendimiento sirven para construir una característica integrada en la cuenca o territorio bajo análisis, a partir de la cual, se toman decisiones adecuadas para proteger el medio ambiente y promover, en este caso, el incremento de resiliencia a la sequía. Tales indicadores serán clasificados como de Presión, Estado, Impacto o Respuesta (PEIR) de la sequía en el área de estudio.

Cabe señalar que el enfoque de una GIRH para la Gestión del Riesgo de Sequías debe ir más allá del argumento de los temas ambientales, la descripción del entorno biofísico o la representación de datos sociales o ambientales. En otras palabras, debe considerar el análisis de las condiciones y tendencias del medio ambiente y sus causas (Estado del medio ambiente y Presión) evaluar e interpretar las implicaciones e impactos de estas tendencias en la salud, la economía y los ecosistemas (Impacto); proporcionar una evaluación de la respuesta social actual y los posibles problemas ambientales en el contexto del estado del medio ambiente (Respuesta).

1.4 Método para priorizar indicadores de rendimiento y obtener su peso específico en el socioecosistema.

Hasta ahora ya se ha definido el conjunto de los doce principales FCE para abordar un Proceso de Planificación Estratégica de Gestión del Riesgo de Sequías. Sin embargo, se está interesado en desarrollar la Fase Táctica del Proceso de Planificación Estratégica que corresponde a los principales efectos positivos que debe lograr el período más corto de tiempo. El principio de Pareto (también conocido como la regla empírica 80-20) sugiere que aproximadamente el 80 por ciento de los efectos provienen del 20 por ciento de las causas; esto es aplicable en relación con los FCE de la gestión del riesgo de sequías que actúan sobre el socioecosistema. Para resolver este problema, se modela el conjunto de tres principales FCE (AEPA) a través de un conjunto de indicadores bajo el sistema PEIR ya presentado. Entonces, cada AEPA se modela con mínimo cuatro, máximo 8 indicadores PEIR obteniendo un conjunto final de 32 indicadores PEIR que representen el modelo del socioecosistema para la gestión del riesgo de sequías.

Acto seguido, se procede al abordaje que determina del peso específico en cada indicador de rendimiento sobre el socioecosistema. Este proceso facilita la construcción de estrategias tácticas, teniendo en cuenta los indicadores de rendimiento más pesados y con ello maximizar esfuerzos e inversiones para mejorar la resiliencia del sistema. El método prioriza los indicadores de rendimiento y obtiene su peso específico en el socioecosistema se realiza a través de los siguientes pasos (Díaz-Delgado *et al.*, 2009):

- Primer paso. Se construye una matriz que de contraste para cada AEPA y contrasta cada indicador de rendimiento con todos los demás de las cuatro AEPA. En cada contraste de indicadores de rendimiento, a través del trabajo en equipo participativo, se evalúa el valor del indicador de rendimiento ubicado en la fila de mejora para el valor del indicador de rendimiento ubicado en la columna; así, se rellena el casillero de respuesta con el número “uno de lo contrario con el número cero”.

- Segundo paso. Cada indicador de rendimiento suma el total de números "1" en cada fila y este valor representa el resultado de conexiones de cada indicador de rendimiento con los demás en el socioecosistema.
- Tercer paso. Ahora se ordena el conjunto de indicadores de rendimiento en un orden jerárquico teniendo en cuenta el número de conexiones obtenido en el paso anterior. El indicador de rendimiento con el mayor número de conexiones será el primero en la lista y así sucesivamente.
- Cuarto paso. Consiste en asignar el peso específico de cada indicador de rendimiento de acuerdo con la lista obtenida en el paso anterior. Luego se asigna el peso específico al indicador correspondiente de acuerdo con lo indicado en el cuadro 3.
- Quinto paso. Con los pesos específicos de los indicadores de rendimiento obtenidos en el paso anterior es posible calcular el peso específico de cada AEPA. En otras palabras, medir la influencia de cada AEPA en la gestión del riesgo de sequías para el socioecosistema analizado. Este peso se obtiene sumando los pesos específicos de los indicadores de rendimiento que están involucrados en cada AEPA.

Cuadro 3. Asignación de pesos específicos a los indicadores de rendimiento

Rango de prioridad encontrado por indicador de rendimiento	Valor de peso específico por asignar
Primer subconjunto de ocho indicadores de rendimiento	1
Segundo subconjunto de ocho indicadores de rendimiento	0.5
Tercer subconjunto de ocho indicadores de rendimiento	0.25
Cuarto subconjunto de ocho indicadores de rendimiento	0.125

Fuente: de acuerdo con Díaz-Delgado *et al.*, 2009.

1.5 Estrategias para la Gestión del Riesgo de Sequías

Las estrategias a largo plazo de una sociedad para la gestión del riesgo de sequías buscan aumentar la resiliencia del socioecosistema contra las sequías, a través de la configuración de sus recursos en sus cuatro dimensiones dentro de una realidad desafiante con el objetivo de promover el desarrollo sostenible y cumplir con las expectativas de los interesados.

Las estrategias y tácticas tratan con medios y fines para alcanzar objetivos. Es decir, conectan la brecha entre la visión del futuro y las decisiones cotidianas. Sin embargo, en el marco actual de construir un plan estratégico táctico para la gestión del riesgo de sequías, se considera a la estrategia como el lugar donde debería estar en términos de objetivos de indicadores de rendimiento, en el espacio y tiempo a través de un conjunto de programas incluidos en cada estrategia. Así, un programa estará constituido por el conjunto de proyectos para alcanzar los objetivos. Luego se considera que al final de esta etapa se tendrá un conjunto de estrategias (al menos una, pero no más de tres) para

cada AEPA, teniendo en cuenta su conjunto de indicadores de rendimiento y su correspondiente análisis de causa y efecto que defina cada estrategia específica.

Hasta ahora, con el procedimiento descrito, se debe tener un conjunto de estrategias definidas por el equipo de trabajo en la aplicación de la etapa anterior, con la finalidad de priorizar las estrategias para aumentar la resiliencia a la sequía en el socioecosistema. Analizar cuántos y cuáles indicadores de rendimiento se consideran para cada estrategia en función del número de indicadores de rendimiento y su peso específico, es posible obtener el peso específico de cada estrategia sumando el peso específico de los indicadores de rendimiento involucrados en cada una de ellas. Así, luego de obtener el peso específico de cada estrategia, es posible ordenar jerárquicamente su peso total. En otras palabras, a través de este proceso se determinan las estrategias más importantes que maximizan los resultados positivos sobre el socioecosistema. Este procedimiento permite definir prioridades y las inversiones necesarias para implementar el Plan Estratégico Táctico para la Gestión del Riesgo de Sequías.

Finalmente, con el fin de obtener un plan completo, los siguientes pasos consisten en determinar cada estrategia táctica, su conjunto de proyectos específicos, incluidos su respectivo conjunto de acciones, acuerdos de coordinación institucional, matriz de responsabilidades y definiciones de necesidades económicas y financieras.

Conclusiones

Existen varios métodos para prepararse y gestionar el agua durante la sequía, implementando un plan que brinde la mejor respuesta al socioecosistema con una inversión mínima.

El sistema de indicadores PEIR que sea herramienta de información que facilite el proceso de monitoreo de variables clave necesario en la toma de decisiones y mejora de resiliencia en el socioecosistema frente al fenómeno de sequía.

El énfasis de la gestión de riesgo de una sequía debe centrarse en la mitigación y preparación para enfrentar los impactos de la sequía mediante medidas estructurales y no estructurales, pero favoreciendo estas últimas.

La planificación de la gestión de riesgo de la sequía y el sistema de alerta temprana pueden reducir los impactos socioeconómicos y mejorar la resiliencia del socioecosistema.

Finalmente, se propone un análisis de sequía de enfoque en una revisión de las incidencias históricas del fenómeno sobre la región de estudio y cómo ha afectado a grupos altamente vulnerables. De igual manera, se debe tener en cuenta la capacidad de suministro hídrico de emergencia de diversas fuentes, tanto superficiales como subterráneas; además evaluar los niveles de embal-

ses, interrupciones en servicios, repercusiones en cultivos y la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria en la región. Sin lugar a dudas, la recopilación y el análisis crítico de estudios de caso en diferentes partes del mundo puede fortalecer la definición de procesos integrados que brinden perspectivas sobre cómo abordar de manera práctica los impactos de una sequía.

Bibliografía

- Boulanger, P. (2004). *Les indicateurs de développement durable: un défi scientifique, un enjeu démocratique*. Chaire Développement Durable. École Polytechnique. Chaier 2005-010.
- Díaz, V., Corzo, G., Van Lanen, H.A.J. y Solomatine D.P. (2019). Spatiotemporal Drought Analysis at Country Scale Through the Application of the STAND Toolbox. *Spatiotemporal Analysis of Extreme Hydrological Events*. 77-93 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811689-0.00004-5>
- Díaz-Delgado, C., Esteller Alberich, M.V., Velasco-Chilpa, A., Martínez Vilchis, J., Arriaga Jordán, C.M., Vilchis-Francés, A.Y., Manzano-Solís, L.R., Colín-Mercado, M., Miranda-Juárez, S., Uribe-Caballero, M.L.W. and Hinojosa-Peña, A. (2009). *Guía de planeación estratégica participativa para la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago – Capítulo Estado de México*. Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México y Red Interinstitucional e Interdisciplinaria de Investigación, Consulta y Coordinación Científica para la Recuperación de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago (RED LERMA). Toluca, México.
- Dilley, M., Chen, R. S., Deichmann, U., Lerner-Lam, A. L, Arnold, M., Agew, J., Buys, P., Kjevstad, O., Lyon, B., and Yetman, G. (2005). *Natural Disaster Hotspots: a Global Risk Analysis*, World Bank Publications, Washington, D.C.
- GAR (2022). *El Informe de Evaluación Global de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres*. Naciones Unidas.
- Kallis, G. Droughts (2008). *Annual Review of Environment and Resources*. Vol. 33:85-118 First published online as a Review in Advance on July 1, 2008. <https://doi.org/10.1146/annurev.environ.33.081307.123117>
- Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Asociación Mundial para el Agua. (2016). Manual de indicadores e índices de sequía (M. Svoboda y B.A. Fuchs). *Programa de gestión integrada de sequías, Serie 2 de herramientas y directrices para la gestión integrada de sequías*. https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP_Manual-de-indicadores_2016.pdf
- State of California (2008). *Urban drought guidebook 2008 updated edition*. 1-208. https://digitalscholarship.unlv.edu/water_pubs/3
- UNDP (2012). *Drought Risk Management: Practitioner's Perspectives from Africa and Asia*. New york, USA.

- UNDRR (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*, Geneva, Switzerland. <https://gar.unisdr.org>
- UNISDR (2009). *Drought Risk Reduction Framework and Practices: Contributing to the Implementation of the Hyogo Framework for Action*. https://www.unisdr.org/files/11541_DroughtRiskReduction2009library.pdf
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future*. <https://www.undrr.org/media/79595/download?startDownload=true>
- Van Loon, A. F., Gleeson, T., Clark, J., Van Dijk, A. I. J. M., Stahl, K., Hannaford, J., Di Baldassarre, G., Teuling, A. J., Tallaksen, L. M., Uijlenhoet, R., Hannah, D. M., Sheffield, J., Svoboda, M., Verbeiren, B., Wagener, T., Rangecroft, S., Wanders, N., and Van Lanen, H. A. J. (2016). Drought in the Anthropocene, *Nat. Geosci.*, 9, 89–91.

Capítulo 9. Propuesta de método socio-ecológico en la gestión socioambiental del riesgo

JOSÉ CARMEN GARCÍA FLORES ¹
MARÍA DE JESÚS ORDÓÑEZ DÍAZ ²

Introducción

La crisis socioambiental desencadenada por la actividad antropogénica ocasionada por la erosión del suelo, la contaminación del aire, el deterioro de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad, entre otros desequilibrios (Rockström *et al.*, 2009). Frente a dicha situación es indispensable atender los problemas socioambientales mediante diversas disciplinas y proponer soluciones integrales a los riesgos socionaturales que causan desastres con graves afectaciones económicas, sociales y ambientales. Al hablar de riesgo socionatural se debe pensar en la articulación e instrumentación de políticas públicas en materia de ordenamiento ecológico, planeación del territorio, uso del suelo y actividades productivas. De acuerdo con Baró *et al.* (2023) una eficiente gestión territorial garantiza seguridad, así como menor probabilidad de peligro para todas las formas de vida en un espacio geográfico.

El manejo del riesgo desde la gestión territorial depende de las escalas de análisis, puede abarcar a un país, estado, cuenca, región, municipio, localidad e inclusive una parcela. También se deben considerar las acciones de prevención, la respuesta durante el evento y la atención post-desastre. Sin olvidar que el éxito en la mitigación del desastre está asociado con la participación y coordinación entre autoridades, protección civil, otros actores involucrados, así como la población (Baró *et al.* 2023). En términos territoriales, el nivel adecuado para su implementación es el local. Con base en la información sobre la gestión territorial, el presente estudio invita a la reflexión de elementos

-
- 1 Doctor en Ciencias del Ambiente. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias - Universidad Nacional Autónoma de México.
 - 2 Doctora en Ciencias Biológicas. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias - Universidad Nacional Autónoma de México.

presentes en el huerto familiar: ordenamiento, planeación, uso de suelo y actividad productiva, con el propósito de considerarlo una estrategia de manejo del riesgo, bajo una perspectiva socioecológica.

La propuesta de la investigación es incluir otro tipo de riesgos socioambientales en la gestión integral del riesgo, que normalmente, está relacionada con inundaciones, sismos, erupciones volcánicas, sequías, heladas, incendios forestales y deslizamientos de ladera. Sin embargo, un riesgo socioambiental que surge de la crisis planetaria son las pandemias. En 2020 la población mundial se enfrentó al virus SARS-CoV-2. Su origen zoonótico reveló que los humanos están expuestos a contagios que pueden detonar graves enfermedades que ponen en riesgo la vida. La COVID-19 como fue llamada la enfermedad (García *et al.* 2022), no es la primera ni será la última pandemia a la que se enfrentará el ser humano. La respuesta de los gobiernos, autoridades sanitarias e institutos de salubridad fueron: limitar la movilidad nacional e internacional, confinamiento obligatorio, uso de mascarilla y gel antibacterial (García y Ordóñez, 2022). Dichas medidas preventivas aumentaron los casos de estrés, ansiedad, depresión y otros padecimientos que afectaron la salud mental de las personas.

El objetivo de la presente investigación es desarrollar un método socioecológico para el estudio sistémico, holístico e integrador de las relaciones sociedad-naturaleza. La contribución a esta propuesta metodológica es el análisis de las complejas interacciones entre la sociedad y los recursos naturales para una adecuada gestión socioambiental del territorio. A manera de ejemplo, el método se aplicó en el caso de estudio del huerto familiar que beneficio a la salud mental durante la pandemia del COVID-19.

1. Análisis del huerto familiar desde el enfoque de sistemas socioecológicos

La creciente intensidad de las actividades antropogénicas han provocado que tres de los nueve límites planetarios hayan sido sobrepasados (Rockström *et al.*, 2009), lo cual es un riesgo para la vida en el planeta como la conocemos. Dicha crisis socioambiental planetaria de cambio climático, pérdida de biodiversidad, acidificación de los océanos, entre otros problemas requiere una profunda comprensión sistémica entre el sistema social y el sistema natural. En las últimas décadas, desde el ámbito académico se impulsa entender los procesos de coevolución en el uso, manejo y conservación de los recursos naturales (Berkes 1999). Sin embargo, los estudios que aborda esta problemática se caracterizan por una marcada dicotomía sobre las complejas relaciones que se presentan entre la sociedad y la naturaleza, por ello, esta investigación propone un estudio holístico, sistémico e integral mediante la visión transdisciplinaria de los sistemas socioecológicos (Berkes *et al.*, 2000).

De esta manera, reflexionar que la humanidad es dependiente del funcionamiento de los ecosistemas por el intrínseco vínculo social y ecológico, enfatiza la contribución de los servicios ecosistémicos en el bienestar humano (Berkes, 1999). El sistema socioecológico explica la coevolución conjunta sociedad-naturaleza (Berkes *et al.*, 2000), así como los usos que las personas asignan a los componentes biológicos (García y Ordóñez, 2022); la visibilidad de la contribución de los ecosistemas en la satisfacción de las necesidades humanas en un espacio y tiempo determinado (García 2023). Este término invita a integrar enfoques de las ciencias sociales y naturales para estudiar las complejas interacciones e interdependencia de los humanos con el ambiente.

Para comprender la relación armónica sociedad-naturaleza es pertinente mencionar que México ocupa los primeros lugares del mundo en diversidad biológica y, es uno de los centros mundiales de origen y diversificación genética, particularmente como centro de origen del maíz y de domesticación de numerosas especies. Aunado a ello, cuenta con una riqueza cultural, derivada de los grupos culturales que lo habitan sumando un total de 68 agrupaciones etnolingüísticas, 11 familias y 364 variantes lingüísticas; lo cual le confieren el carácter pluricultural (CONABIO, 2010). En este sentido, se considera un país biocultural, donde los ecosistemas habitados por pueblos originarios se encuentran en mejor estado de conservación por la herencia cultural (Boege, 2008). Las regiones bioculturales son importantes en la captación del agua de lluvia, concentran alta biodiversidad, son áreas de resguardo de prácticas agroecológicas basadas en el conocimiento de la población local. También son reservorios fitogenéticos y de agrobiodiversidad que contribuyen a la captura de carbono, por lo que son considerados “*Cold spots*” o zonas de enfriamiento frente al cambio climático.

Para hacer frente a la crisis socioambiental planetaria es estratégico el estudio de los Huertos Familiares (HF), por la relación armónica entre la familia y las especies (García *et al.*, 2022). Sin embargo, existen zonas en México donde no han sido estudiados, por lo cual no se conoce su composición, estructura, prácticas de manejo y especies. La justificación del método se debe a que los estudios acerca de la sociedad y la naturaleza son realizados mediante varias disciplinas, enfoques metodológicos y diferentes técnicas de investigación, lo cual incide en que dicha dualidad se investigue de forma separada. Por esta razón, es fundamental la transdisciplina en el desarrollo de un método que interrelacione las condiciones ambientales y el contexto sociocultural del espacio geográfico, puesto que es una manera de entender cómo los individuos interpretan su medio y se relacionan con él debido a la conexión biocultural. En este marco teórico-metodológico, la unidad de observación es el agroecosistema en el que se pueden analizar atributos de resiliencia, adaptabilidad, servicios ecosistémicos, entre otros. También al conocimiento ecológico tradi-

cional como base del andamiaje espacio-temporal de la sociedad-naturaleza-cultura de un territorio.

¿Qué es el conocimiento ecológico tradicional?

De acuerdo con el Convenio sobre Diversidad Biológica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el conocimiento ecológico tradicional se refiere a las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales de todo el mundo. Adquirido a partir de la experiencia recibida a través de los siglos, adaptándose a la cultura y entorno local; el conocimiento ecológico tradicional se transmite por vía oral, de generación en generación. Tiende a ser de propiedad colectiva por medio de historias, canciones, folklore, refranes, valores culturales, rituales, leyes comunitarias, idioma local y prácticas agrícolas, incluso la evolución de especies vegetales y razas animales (Toledo y Barrera, 2008). El conocimiento ecológico tradicional es de naturaleza práctica, en especial en la agricultura, pesca, salud y silvicultura (Reyes *et al.*, 2006).

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) considera al conocimiento ecológico tradicional como “aquella experiencia adquirida a través de miles de años por las poblaciones humanas quienes han desarrollado conocimientos sofisticados sobre su entorno, la flora, la fauna y el uso de diversas especies; esto ligado al lenguaje, las tradiciones orales, la cosmovisión, mismas que se transmiten mediante creencias, actitudes sociales y practicas adquiridas por la experiencia” (CONABIO, 2023). Definir el concepto de conocimiento ecológico tradicional depende de la disciplina desde que se aborde y se ha denominado: sabiduría popular, saber local, folklore, ciencia indígena, ciencias nativas, conocimiento campesino, sistemas de conocimiento ecológico tradicional o sistemas de saberes indígenas, ciencia de lo concreto, conocimiento popular, ciencia del pueblo, ciencia emergente, epistemologías locales o epistemologías alternativas, conocimiento ecológico tradicional, conocimiento ambiental, conocimiento campesino, saberes agrícolas locales, conocimiento tecno-productivo campesino, entre otros (Concheiro y López, 2007). Cada acepción corresponde a campos disciplinares diversos que se han nutrido de las etnociencias, cuyo objeto de estudio son los conocimientos tradicionales.

Algunos estudios conciben al conocimiento ecológico tradicional en el sentido de experiencia adquirida a través de la observación y que permite a los campesinos tomar decisiones en las diferentes actividades agrícolas como la siembra (Boege, 2008). Desde el punto de vista agrícola, el conocimiento ecológico tradicional se refiere al conocimiento que los campesinos han acumulado por generaciones sobre las plantas, los animales, los astros, el clima, los suelos, entre otros permitiendo sostenerse biológica y culturalmente (Miranda *et al.*, 2009; García *et al.*, 2019). También como un cuerpo acumulativo de co-

nocimientos, prácticas y creencias que evolucionan por procesos adaptativos, mediante la transmisión cultural por generaciones, acerca de las relaciones de los seres vivos (incluyendo los humanos), entre ellos y con su ambiente. Este conocimiento es acumulativo y dinámico, se construye sobre la experiencia y se adapta a los cambios.

Los diversos conceptos sobre conocimiento ecológico tradicional enfatizan las siguientes variables: tiempo, recursos naturales, aspectos biológicos, enseñanza, aprendizaje y la cuestión sociocultural. Algunos temas que se desprenden del estudio del conocimiento ecológico tradicional son: patrimonio biocultural, derecho, regulación, legislación y propiedad intelectual (Concheiro y López, 2007; Boege, 2008). Otros estudios señalan que el conocimiento ecológico tradicional que los grupos indígenas tienen de los recursos naturales es importante para resguardar los derechos, así como impulsar el desarrollo sostenible de las comunidades (García *et al.*, 2016). En resumen, el conocimiento ecológico tradicional se origina a lo largo del tiempo ya que los campesinos han acumulado gran diversidad de conocimientos acerca del manejo del ambiente y de los recursos naturales: agua, suelo y vegetación. Vinculados con el territorio donde habitan, ya sea en praderas, costas, a orillas de ríos o en zonas de alta montaña; permitiendo subsistir y adaptarse al lugar que habitan. En este sentido, es resultado de la experiencia adquirida a través de cientos de años por el contacto directo del hombre con su ambiente (Berkes, 1999).

Desde la cosmovisión de los indígenas, el conocimiento ecológico tradicional es amplio, dinámico, fortalecedor, alimento, hilo conductor y orientador. Es vida, luz, belleza e identidad; herencia, sendero, bastón, antorcha para hablar; tradición oral de vida. Para Acosta *et al.* (2015) el conocimiento ecológico tradicional es el propio diálogo de los pueblos indígenas para saber manejar toda la naturaleza. Los grupos indígenas y campesinos en México han adaptado sus sistemas agrícolas a las condiciones del ambiente en que viven, lo que ha permitido desarrollar una variedad y complejidad de sistemas. Sistemas de cultivo considerados como una expresión de la adaptación a la agricultura en condiciones y requisitos del medio geográfico y del medio socioeconómico (Toledo y Barrera, 2008).

Este trabajo considera que el conocimiento ecológico tradicional contribuye al ensamble entre lo biológico y la cultura, lo cual es concebido como patrimonio biocultural; concepto, al mismo tiempo enfoque que promueve el respeto y la valoración por las comunidades locales y grupos culturales (debido al cuidado y uso de los recursos naturales). Lindholm y Ekblom (2019) describen al patrimonio biocultural como el conocimiento de prácticas ecológicas, la riqueza biológica asociada (ecosistemas, especies y diversidad genética), la formación de rasgos de paisaje y paisajes culturales, así como la memoria viva de los ambientes manejados o construidos. De acuerdo con Alejandro *et al.* (2022), es la suma de manifestaciones culturales, económicas, artísticas

implícitas en el conocimiento ecológico tradicional, exteriorizadas en un territorio que se relacionan con su contexto ambiental materializadas en prácticas asociadas a la naturaleza. En otras palabras, es la integración de la diversidad biológica y riqueza cultural generada desde el origen de las sociedades, cuya interrelación es más compleja en la medida en que la humanidad ha alcanzado un desarrollo. No obstante, una sociedad capitalista altamente tecnológica e industrial ideologizada por el antropocentrismo rompe la relación armoniosa con la naturaleza.

Toledo y Barrera (2008) con Boege (2008) mencionan que la esperanza de la humanidad está en el conocimiento ecológico tradicional de los pueblos indígenas, ya que integra en los sistemas tradicionales una cosmovisión y prácticas cotidianas de respeto a la naturaleza. Por ello, la urgencia de conocer los agroecosistemas, que de no valorarlos corremos el riesgo de acelerar la extinción planetaria y humana. El rescate del patrimonio biocultural en el contexto actual de crisis socioambiental es fundamental, puesto que, en las últimas décadas, diferentes regiones del mundo están en riesgo de perder diversidad biológica y cultural. La situación de fragilidad es propiciada por dos situaciones: la primera originada por un sistema económico capitalista; la segunda, por la imposición ideológica-política llevada a cabo por el estado con proyectos de desarrollo económico regional y de megaproyectos en regiones indígenas. Dichas imposiciones vienen desde una relación histórica con los pueblos indígenas, donde el pretexto ha sido la inclusión y la “modernización” a través de programas asistencialistas y de estrategias económicas para integrarlos al mercado capitalista (Gatica, 2015). La narrativa es “alcanzar la modernización”, “el desarrollo económico y social”, “la búsqueda de una mejor calidad de vida” entre otras frases que al final del camino son demagogias al querer cambiar las culturas ancestrales (Llanos y Rosas, 2018).

Otra preocupación, es que la incorporación de las comunidades indígenas al desarrollo económico de libre mercado ha provocado todo lo contrario de lo que proponen las narrativas. Lo anterior evidencia que la política deja fuera a las comunidades originarias y las convierte en reservas de fuerza de trabajo, transforma el territorio al comprar tierras de cultivo para construir casas de interés social por constructoras voraces (Alejandro *et al.*, 2022). La producción mundial de alimentos amenaza la estabilidad climática y la resiliencia de los ecosistemas, uno de los mayores impulsores de degradación ambiental y de transgresión de los límites planetarios (Röckstrom *et al.*, 2009). La forma de producción agroindustrial afecta no solo a la salud humana, sino también la salud planetaria, puesto que genera dietas basadas en harinas, grasas, azúcares y productos ultraprocesados, además de contaminar agua, suelo y aire. Mientras que los sistemas tradicionales brindan alimentos con alto valor nutricional, promueven la diversidad biocultural y su impacto ambiental es bajo. Willet *et al.* (2019) recomiendan la urgencia de una transformación radical del

sistema alimentario mundial, de no hacerlo, el mundo corre el riesgo de no cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París.

¿Qué es el huerto familiar?

El Huerto Familiar (HF) está situado alrededor de la vivienda que se integra por la casa, el área de huerto, el corredor, el cerco, la hortaliza, la zona de compostaje y el corral para cría de animales (Guadarrama *et al.*, 2020). La cercanía a la casa asegura su protección y al mismo tiempo aligera el trabajo (García *et al.*, 2016). En México, de acuerdo con la región recibe nombres como ecuaro, traspatio o solar (Ordoñez, 2018). Es un complejo sistema agrícola tradicional manejado por la familia, en su interior convergen elementos y procesos ecológicos, biológicos, culturales y lingüísticos sustentados en conocimientos tradicionales (Barrera, 1981; Chablé *et al.*, 2015; Cano *et al.*, 2016). El HF es heterogéneo en área, anexos y especies (Lope-Alzina *et al.*, 2018). Desde el punto de vista de la gestión territorial, es un ejercicio de micro ordenamiento, planeación, uso de suelo y actividad productiva a escala de parcela (Ordóñez *et al.*, 2018), ya que el dueño decide el uso del espacio, dicho arreglo espacial depende de la superficie del terreno (García *et al.*, 2019). Diversos autores mencionan que es un agroecosistema (Lope-Alzina *et al.*, 2018; Castañeda *et al.*, 2020), que transita entre un sistema natural y otro con intervención humana (Gutiérrez *et al.*, 2015).

La importancia del HF en una situación de desastre radica en la riqueza de especies, tanto plantas como animales que suministran alimentos, condimentos, carne, huevo, leche y plantas medicinales. Cabe mencionar que se han reportado más de 25 usos diferentes de la agrobiodiversidad (García *et al.*, 2016; Avilez *et al.*, 2020; Benítez *et al.*, 2020). Además, en caso de una contingencia provee valiosos recursos materiales e ingresos a las personas. En los últimos años, ha aumentado su estudio como sistema socioecológico que provee beneficios sociales, culturales, ambientales y económicos (Cano *et al.*, 2016; Avilez *et al.*, 2020; Benítez *et al.*, 2020). La multifuncionalidad del HF propicia seguridad alimentaria y aporta a la subsistencia campesina (Mariaca, 2011); favorece la cohesión social, la conservación del patrimonio biocultural, la provisión de servicios ecosistémicos y la resiliencia socioecológica frente al cambio climático (Calvet-Mir *et al.*, 2016).

En este sentido, el HF desde un enfoque biocultural es relevante para entender la relación sociedad-naturaleza (Toledo y Barrera, 2008), debido a que brindan beneficios a los seres humanos (Kumar y Nair, 2006) a través de estrategias múltiples de uso y manejo de la diversidad que albergan; las cuales permiten la manifestación de la identidad cultural mediante la reproducción de prácticas y decisiones selectivas sobre los recursos tangibles e intangibles (Berkes, 1999). Asimismo, representan espacios de conservación (Blancas *et al.*, 2010) en los que se mantienen especies nativas, endémicas y de importan-

cia cultural (Bhagwat *et al.*, 2008), ya sean plantas perenes y anuales, tanto silvestres como cultivadas con diferentes grados de domesticación (Nair, 1998).

A nivel mundial, México cuenta con el mayor número de HF por unidad de superficie (Kumar y Nair, 2006). El estudio de estos sistemas en el país ha priorizado la generación de conocimientos sobre el papel que juegan en la seguridad alimentaria (Montagnini y Metzler, 2015), las características físicas, biológicas y culturales, la soberanía alimentaria en zonas rurales y urbanas (Cano *et al.*, 2016), el conocimiento ecológico tradicional asociado a su manejo (García *et al.*, 2019) y la diversidad de especies vegetales relacionada a la lengua nativa (Mariaca, 2012). Otras contribuciones abordan el efecto de la dinámica sociocultural y económica sobre las condiciones ecológicas de los HF, evidenciando que, a mayor arraigo de la cultura local más compleja es la estructura y riqueza de especies (Chablé *et al.*, 2015). A su vez, se ha documentado que aquellos HF cercanos a mercados y con venta de productos procedentes de éstos, tienden a una mayor homogeneización de especies y a una disminución en la diversidad florística (García *et al.*, 2016).

Sin embargo, el número de investigaciones sobre el HF en México todavía es limitada, especialmente en el Norte y Occidente del país (Cano y Siqueiros, 2009), la cual se caracteriza por ser una zona semiárida y árida. Las regiones ecológicas están fuertemente amenazadas por altas tasas de deforestación, debido a las actividades antrópicas como cambio de uso de suelo y labores agrícolas (Trejo y Dirzo, 2002), las cuales impactan la estructura, diversidad y funcionalidad ecológica (Beltrán *et al.*, 2018) y, podrían generar una ruptura cultural (Bridgewater y Rotherham, 2019). La presencia y mantenimiento de los HF es clave para la conservación del patrimonio biocultural (Ordóñez, 2018; García *et al.*, 2022).

2. Desarrollo del método socioecológico

El método propone desde un enfoque sistémico el análisis integrador de la sociedad-naturaleza, puesto que la tendencia del eurocentrismo ha soslayado la existencia de lo biocultural como una expresión concreta de un territorio, no obstante, en él se combinan cosmovisiones, saberes, prácticas y paisajes en un espacio determinado. A través de la historia y del tiempo, las culturas originarias han desarrollado expresiones paisajísticas derivadas de su continuo accionar con el ambiente local y regional. El resultado es la existencia de territorios donde prevalece un cierto equilibrio o balance entre lo humano y lo natural que se expresa en los llamados “mosaicos de paisaje” cuyo rasgo central es la heterogeneidad espacial, la variedad de hábitat y una alta diversidad biológica.

Fase 1. Diseño y elaboración de una ficha biocultural: para la captura, organización y análisis de los datos recopilados en la revisión bibliográfica, lo que permite conocer el estado del arte del trabajo realizado sobre el HF y

detectar vacíos de información; también se recupera información cartográfica disponible de la región, necesaria para el trabajo de campo. Mediante un Sistema de Información Geográfica se hace el cruzamiento del mapa de regiones ecológicas y regiones culturales para obtener el mapa de región biocultural, en el cual se ubican los HF a estudiar.

Fase 2. Trabajo de campo: se realiza con apego al Código de Ética de la UNAM. Antes de entrar a las localidades a estudiar, se presenta el proyecto con las autoridades y se solicita su autorización para la caracterización del grupo doméstico y de los HF. El tamaño de la muestra de los HF es no probabilístico, mediante la técnica por conveniencia para reunir la mayor cantidad de información posible. Los muestreos se realizan en compañía del propietario, con el propósito de conocer el tamaño del HF, listar todas las especies pertenecientes a los diferentes estratos para documentar los nombres locales, los usos y las prácticas de manejo de las especies. La nomenclatura taxonómica se estandariza a partir de la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden. La obtención de información cualitativa, se aplicarán las siguientes técnicas etnográficas (Bernard, 2006):

- Observación participante: permite la inmersión a la cultura local de manera que las personas se sientan cómodas para hacer actividades de su vida cotidiana.
- Cuestionarios: se elaborará un cuestionario con preguntas cerradas y de opción múltiple, estructurado en cuatro apartados: aspectos socio-demográficos de la familia, componentes del HF, labores de mantenimiento y prácticas culturales.
- Entrevistas a informantes clave para profundizar en el aspecto cultural.

La información cualitativa contribuye a identificar las unidades ambientales, donde se desarrollan los HF, el análisis de la apropiación del paisaje por parte de los grupos culturales de dicho espacio y conocer la cultura local.

Además, la información cuantitativa sobre los aspectos ecológicos se calcula a partir de los índices de: Simpson D, Menhinick, Valor de Importancia Relativa e Importancia Cultural; que permiten un análisis detallado de la estructura, composición y diversidad de especies. Para la estructura horizontal se registra la presencia de todos los individuos vegetales presentes (árboles, arbustos y herbáceas). A las especies mayores a 1.5 m de altura se mide el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la cobertura de la copa (m²). La descripción de la estructura horizontal de los HF se realiza con apoyo de un SIG. La estructura vertical caracteriza a los estratos: arbóreo, arborescente, arbustivo y herbáceo, presentes en este espacio, mediante el registro de su altura total (m) (Tegoma *et al.*, 2023).

La diversidad de especies en los HF de cada localidad se determina a partir del índice de Simpson D, el cual contempla la probabilidad de que, en una muestra, dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a una misma especie (Villarreal *et al.*, 2004).

$$D = \frac{1}{\sum p_i^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

D = Índice de diversidad de Simpson

pi = Sumatoria de la abundancia proporcional de la especie i

La riqueza de especies se estimará mediante el índice de Menhinick, el cual permite conocer la relación entre el número de especies y el número de individuos observados, adquiere un valor mínimo de 0 (1 especie) y se incrementa con el tamaño de la muestra (Menhinick, 1964).

$$R_2 = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

R2 = Índice de Menhinick

S= Número total de especies

n= Número total de individuos observados

Para el análisis estructural y la evaluación de la dominancia jerárquica de cada especie en el plano horizontal y vertical, se emplea el Índice de Valor de Importancia Relativo (IVIR). El IVIR de cada especie se estima con base en valores de frecuencia relativa (FR), densidad relativa (DR) y dominancia relativa (DMR) (Curtis y McIntosh, 1951).

$$\text{IVIR} = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} \quad \text{Ecuación 3}$$

La dominancia (área basal) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}} \quad \text{Ecuación 5}$$

La densidad relativa a través de la siguiente expresión:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}} \quad \text{Ecuación 7}$$

En tanto que la frecuencia relativa con base en lo siguiente:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100 \quad \text{Ecuación 8}$$

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de patios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de HF muestreados}} \quad \text{Ecuación 9}$$

Índice de Importancia Cultural, estima la significancia de las especies vegetales para una determinada comunidad, toma en cuenta los datos de las entrevistas (Reyes *et al.*, 2006). Este índice está en función de la versatilidad (categorías de uso de una planta) y la popularidad (frecuencia de citación), mediante la siguiente fórmula:

$$Vce = (Nue|NC) \times (Fce|N) \times \sum_{u=u1}^{uNC} \sum_{i=i1}^{iN} RUuie/N \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

Vce = Valor cultural de la especie e

Nue = Número de categorías de uso de la especie

NC = Número de categorías de uso consideradas en el estudio

Fce = Frecuencia de citación

N = Número de informantes considerados en el estudio

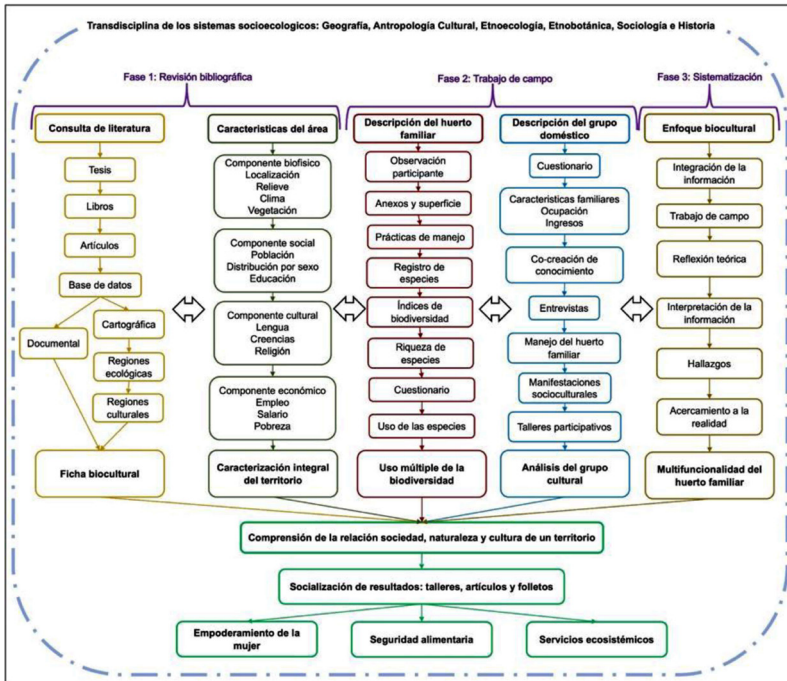
RUuie = Reportes de uso de la especie e (número de informantes por categoría de uso de la especie e)

Fase 3: Sistematización: la información se interpreta de manera holística e integral sobre los componentes del HF, así como las complejas interacciones que se dan entre ellos. El análisis de la información mediante la visión sistémica es una aproximación para describir al agroecosistema. El enfoque

biocultural se utiliza como eje central que integra las herramientas de diferentes ramas de la ciencia para abordar el sistema complejo que es el HF. Por ejemplo, la Geografía permite la descripción y caracterización del territorio; la Antropología Cultural, el análisis sobre los grupos culturales que llevan a cabo la práctica del HF, la identificación del uso, el valor de las plantas usadas en tradiciones, ritos y simbolismos de cada grupo cultural; por su parte la Etnobotánica ayuda a la comprensión de la estructura y composición de las comunidades vegetales en los agroecosistemas destacando las formas de uso, preparación y consumo de las mismas. La Etnoecología y la Sociología abonan al entendimiento, la primera de la estructura, composición y organización de la comunidad vegetal presente en el HF, mientras que la segunda permite conocer los mismos parámetros de la unidad doméstica que maneja a estos HF; finalmente la Historia es el hilo conductor que nutre la estructura e interconecta el cosmos, corpus y praxis presente en cada grupo cultural que desarrolla estos agroecosistemas.

El diseño de la propuesta se observa en la figura 1:

Figura 1. Esquema general de método con las tres fases a seguir



Fuente: elaboración propia, 2024.

3. Aplicación del método socioecológico en el caso de estudio del huerto familiar

El área estudiada se ubica al suroeste del estado de Morelos, México; de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el municipio de Jojutla se sitúa en las coordenadas 18° 38' 58" y 18° 31' 13" de latitud Norte y a 99° 08' 52" y 99° 18' 07" de longitud Oeste, posee una altitud entre 700 a 1600 msnm, el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y tiene una temperatura promedio de 30 °C. Fisiográficamente el territorio se localiza en la provincia Sierra Madre del Sur y pertenece a la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses (INEGI, 2021). El origen de las rocas es ígneo extrusivo y sedimentario, los principales tipos de roca son arenisca-conglomerado (38 %), aluvial (28 %), lutita-arenisca (18 %), caliza (10 %) y basalto (6 %), mientras que la vegetación dominante es la selva baja caducifolia (INEGI, 2021).

En esta localidad habitan un total de 57,682 personas, las cuales 29,862 son mujeres y 27,820 hombres, aproximadamente 50 % de los habitantes se concentra en el grupo etario de 15 a 29 años (INEGI, 2020). Jojutla de Juárez es cabecera municipal y agrupa al 31 % de la población. En 2017, la Comisión Estatal de Evaluación (COEVAL) señala que 34 % de la población padecía las siguientes carencias sociales: seguridad social (57 %), acceso a la alimentación (25 %), rezago educativo (16 %), servicio de salud (14 %), servicios básicos (13 %) y calidad en la vivienda (12 %). Para 2020, el INEGI reporta un 75 % de la población cuenta con seguro médico y 25 % no es derechohabiente, además, el 48 % de los habitantes se encuentran en situación de pobreza y 8 % sufre de pobreza extrema

Los grupos presentan características similares, la mayoría son mujeres con edad promedio de 50 años (Cuadro 1). Los datos nos indican que los informantes contaban con una gran experiencia, lo que contribuyó para que comprendieran la problemática de la alteración mental suscitada por el confinamiento; creemos que de esta manera logramos una acertada interpretación de la situación familiar. En promedio, la unidad doméstica se compone por 4 integrantes, los cuales generalmente son adultos; esta información sugiere que las familias son nucleares, conformada por los padres y dos hijos. Al conocer características de los grupos, fue de utilidad contrastar los resultados entre ambos para entender la situación y el aporte del sistema socioecológico del HF.

Cuadro 1. Características de los grupos informantes

Variable	Sin HF	Con HF
Hombres	46.7%	36.7%
Mujeres	53.3%	63.3%
Edad promedio	50.8	52.2
Integrantes por familia	3.8	3.5
Adultos	92	83
Niños	22	22

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo, 2021.

El HF es heterogéneo en cuanto a la superficie, número de especies y usos que reciben dichas especies para distintos fines. Con base en los datos y lo observado en campo se puede señalar que un HF de mayor superficie, diverso y con alta riqueza pertenece a una familia madura, cuidado principalmente por ancianos que tienen más especies y varios ejemplares por especie, en tanto, un HF con menor superficie, baja riqueza y diversidad es de una familia recién formada, es atendido por los adultos con pocas especies o un ejemplar por especie (Cuadro 2). Dicho hallazgo indica que un HF consolidado es reflejo de una familia extensa, por el contrario, un HF en formación es de una familia nueva. Siguiendo esta idea, un HF consolidado amplía la multifuncionalidad y beneficios que brinda e implica que las especies juegan un papel esencial que repercute en el bienestar de la familia.

Cuadro 2. Características de los huertos familiares

HF	Superficie	Especies	% de especies	Usos*
Mayor	2400 m ²	137	33.4	A, T, O, M, R
Menor	350 m ²	15	3.7	A, O, R

* A= Alimenticio, T= Terapéutico, O= Ornamental, M= Medicinal, R= Recreativo

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo, 2021.

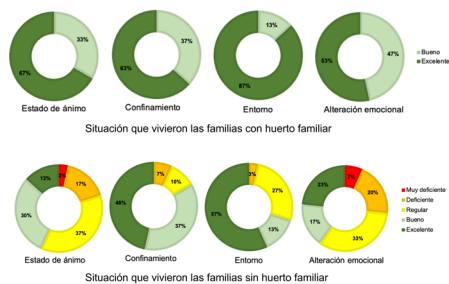
Se registraron un total de 410 especies que reciben usos diversos como alimenticio, medicinal, ritual-religioso, decorativo, combustible y forraje. Encontramos una correlación directa entre las especies y el área ($R^2= 0.8461$), esto significa que las especies incrementan a mayor superficie, dicho aumento de la riqueza vegetal redundará en condiciones adecuadas para que las familias satisfagan necesidades básicas. Es importante destacar que el contacto con las plantas, el olor, los colores, las formas y los sonidos presentes en el HF las personas mejoran su estado de ánimo. El 15% del total de las plantas registradas reciben uso medicinal, para atender los diferentes sistemas del cuerpo como: circulatorio (30%), digestivo (21%), respiratorio (15%), linfático (10%), óseo-muscular (7%) y urinario (5%). Otro uso importante es para aliviar síndromes de filiación cultural (7%), por ejemplo, el espanto, el mal del aire y el empacho y otros padecimientos (5%) como evitar la caída del cabello, bajar de peso y

picadura de alacrán. Las formas de uso son infusión (51%), licuado (13%), comida (12%), macerado (8%), cataplasma (7%), ramo para limpia (7%) y baño (2%). La vía de administración es oral (62%), tópica (18%), masticado (12%), limpia (5%), aromaterapia (3%) y baño (3%).

Las especies con propósito medicinal pertenecen a 35 familias botánicas, las más importantes son *Asteraceae* y *Lamiaceae* con seis especies cada una; le siguen las familias *Solanaceae* con cuatro, *Crassulaceae* y *Euphorbiaceae* con tres; en conjunto, estas cinco familias agrupan al 37% de las plantas medicinales. La mayoría de las especies son herbáceas (55%), continúan las arbustivas (27%) y arbóreas (18%). La estructura vegetal más utilizada son las hojas (62%), el fruto (15%), las flores (8%), las ramas (5%), la corteza (5%), la raíz (3%) y el tallo (2%). Se utilizan varias partes de una misma planta; el conocimiento sobre el uso medicinal de árboles, arbustos y herbáceas se transmite de padres a hijos. Se trata de un modelo vertical de transferencia de conocimientos en el que la disponibilidad de las especies en la vivienda es estratégica para la atención de las enfermedades; cabe señalar que la mujer es la encargada de cuidar la salud de la familia, por esta razón, dicho agroecosistema es un enclave de diversidad biológica y riqueza cultural.

En relación con la salud mental (Gráfica 1), los informantes experimentaron trastornos mentales, en el confinamiento conforme pasaban los meses se volvieron recurrentes los problemas de estrés, ansiedad e irritabilidad. A partir de dicha problemática, el papel del HF destacó, ya que, al comparar la situación experimentada por los grupos, resultó que las personas con HF mantuvieron un mejor estado de ánimo, se adaptaron fácilmente a permanecer en casa, percibieron que fue un entorno adecuado durante la pandemia. Por el contrario, el grupo sin HF presentó condiciones desfavorables. Los hallazgos de esta investigación hacen posible asociar que la vegetación favorece la tranquilidad, la calma, la felicidad, la relajación y la reflexión. Podemos señalar que las plantas generan un confort que incide en el bienestar de las familias que tienen este espacio en sus viviendas. Consideramos que un HF con baja riqueza brinda de manera limitada los beneficios, en cambio, una alta riqueza logra un beneficio sostenido al proveer estímulos sensoriales que producen dopamina, serotonina, endorfina y oxitocina; neurotransmisores asociados con el mejoramiento del estado de ánimo, por ende, la salud mental.

Gráfica 1. Situación experimentada por los grupos investigados



Fuente: elaboración propia, 2022.

4. Discusión

Análisis del conocimiento ecológico tradicional asociado al huerto familiar

El conocimiento ecológico tradicional no es estático, ni tampoco exclusivo de un tiempo pasado o presente. De hecho, es resultado de la interacción siempre dinámica y en continua transformación entre las personas y su entorno (García *et al.*, 2019). Las comunidades lo generan a partir de una red de relaciones desarrollada a través de décadas, siglos o milenios, y regulada por diversos factores socioculturales: 1. creencias (cosmos), 2. la utilidad de los componentes del entorno (corpus) y 3. usos sociales (praxis) (Toledo y Barrera, 2008; Calvet-Mir *et al.*, 2016). Es precisamente a través de la combinación transversal de estos tres factores que los individuos manejan y aprovechan los recursos naturales. Otros autores (reconocen su validez para entender el medio biofísico, sus componentes y la relación con el mismo, a pesar de que en ocasiones es menospreciado o rechazado (Berkes, 1999; Berkes *et al.*, 2000).

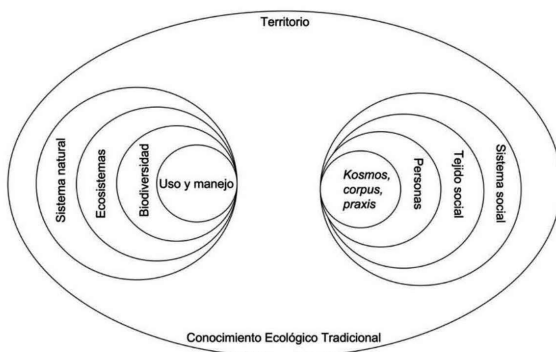
El CET está estrechamente relacionado con la cosmogonía y subsistencia de las comunidades, su finalidad es fortalecer los valores del manejo de plantas, semillas, animales y formas de organización, así como la vinculación con las épocas de sol y de la luna que orientan la siembra o la recolección de los alimentos (Reyes *et al.*, 2006; García *et al.*, 2016). Por ello, es fundamental para sostener y preservar la importante función ambiental de la agricultura de subsistencia, como sistema productivo en el que se promueve la diversidad y se acumula experiencia acerca de plantas y organismos vivos en interacción (Boege, 2008). Diferentes estudios han demostrado como el CET que poseen los campesinos sobre la agricultura, genera prácticas agrícolas sustentables (Berkes *et al.*, 2000; Toledo y Barrera, 2008). Ejemplo de ello son los huertos familiares; policultivos basados en la siembra de una diversidad de cultivos y variedades que no dependen de insumos externos como plaguicidas, fertilizantes e irrigación artificial; poseen un reciclaje de nutrientes, conservan

la diversidad biológica y están fundamentados en la cultura (Calvet-Mir *et al.*, 2016).

El CET en HF conlleva a una adaptación, establecimiento y diversificación de las especies, debido a que se basa en la enseñanza-aprendizaje mediante símbolos y acumulación de información (Calvet-Mir *et al.*, 2016; García *et al.*, 2019). En las prácticas de manejo están implícitos factores socioculturales ya que las personas realizan labores habituales, materializadas en actividades que repercuten en la obtención del sustento alimenticio y otros beneficios (García *et al.*, 2022). Los factores socioculturales relacionados con el CET se conceptualizan como la comprensión subjetiva de la acción social sobre la naturaleza; así surgen en la conciencia del individuo debido a que atribuyen significados a sus acciones que rigen su comportamiento (Tegoma *et al.*, 2023; García, 2023). En ellos, están inmersos los conocimientos que guían a las personas hacia actitudes socialmente aceptadas con su entorno (Reyes *et al.*, 2006). También involucran percepciones, normas y valores para conservar los componentes ambientales (Gutiérrez *et al.*, 2015). A través del tiempo se convierten en experiencia entrelazada con las creencias, moldeadas por la capacidad mental y emocional de los humanos (Berkes, *et al.*, 2000).

De acuerdo con Berkes (1999) los factores socioculturales favorecen el manejo de los recursos naturales adquiridos a través del lenguaje, observación y práctica; reflejando las relaciones socioecológicas ocurridas en el ambiente (Toledo y Barrera, 2008; García *et al.*, 2016). Se trata de la conducta que permite una adaptación cultural de la sociedad con la naturaleza, misma que conlleva al uso de la biodiversidad (Figura 2). Algunos factores sociales involucran a la educación, ocupación, género y edad de las personas; mientras que los culturales incluyen a las costumbres, tradiciones y gastronomía (García *et al.*, 2019).

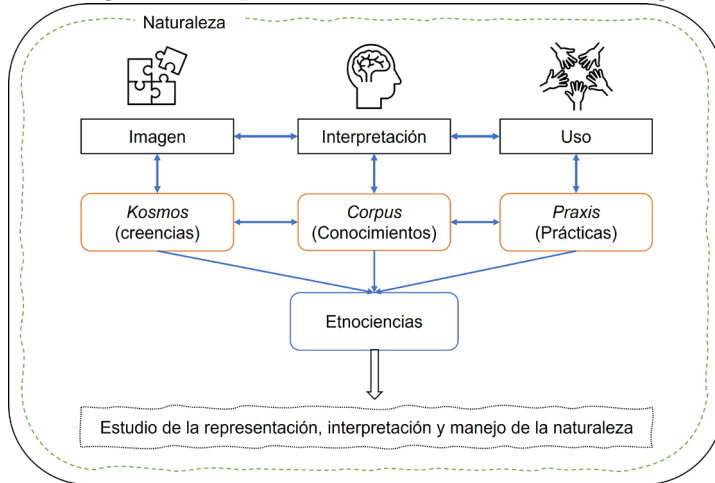
Figura 2. Descripción del CET



Fuente: elaboración propia, 2023.

La investigación del CET debe realizarse bajo un enfoque holístico, que incluya un análisis de su génesis, su historia, sus funciones sociales y ecológicas, así como las relaciones con la cultura dominante en el que se encuentra (Figura 3). Puesto que una herencia sociocultural determinada por su propia historicidad y embebida en cosmologías mayores, a menudo milenarias, condicionan su devenir. En este sentido, el CET es concebido una estrategia humana de adaptación y modificación del hábitat que, de acuerdo con Berkes *et al.* (2000), es el resultado de la co-evolución entre cultura y naturaleza (Boege, 2008).

Figura 3. Perspectiva del CET desde la Etnoecología



Fuente: elaboración propia, 2023.

Conclusiones

La contribución científica del método socioecológico es el abordaje holístico, sistémico e integrador de la sociedad, la naturaleza, la cultura y el territorio, por lo cual se espera que sea útil a estudiantes, docentes, investigadores y público en general, interesado en la temática. El aporte de la investigación es el enfoque metodológico que invita al análisis conjunto de la sociedad y la naturaleza con perspectiva biocultural como proceso para la comprensión de la gestión socioambiental del riesgo. En el caso del HF, en una situación de contingencia por un desastre sacionatural, durante y posterior, es una estrategia que contribuye con alimentos.

También que la cobertura vegetal presente en este agroecosistema puede incidir en la prevención de la erosión del suelo, la mitigación de inundaciones o el deslizamiento de tierra. Sin embargo, estos temas aún no han sido estudiados en huertos familiares, debido a su escala, lo anterior representa una veta de investigación que debería ser abordada mediante la propuesta

metodológica. Al respecto del conocimiento ecológico tradicional desde la perspectiva biocultural es posible comprender la multifuncionalidad de los agroecosistemas como alternativa de seguridad alimentaria, resiliencia socioecológica frente a la crisis socioambiental de cambio climático, pérdida de biodiversidad y aculturación.

En el aspecto social, el método pretende visibilizar a los grupos originarios que habitan las regiones ecológicas del país, quienes cuentan con valiosos conocimientos sobre el manejo de sus recursos naturales. La perspectiva biocultural permite identificar, ubicar, caracterizar e interpretar la relación sociedad-naturaleza-cultura de un territorio para explicar el estado actual de los ecosistemas, así revalorar a las comunidades indígenas y campesinas.

Bibliografía

- Avilez, T., van der Wal, H., Aldasoro, E. y Rodríguez, U. (2020). Home gardens' agrobiodiversity and owners' knowledge of their ecological, economic and socio-cultural multifunctionality: a case study in the lowlands of Tabasco, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(42).
- Acosta, M. C., Calderón, S. I., y González J. P. (2015). *Conocimiento ecológico tradicional. Aportes a la fundamentación de la intervención en trabajo social*. https://ciencia.lasalle.edu.co/trabajo_social/158
- Alejandro, S.; Mendieta, A. y López, F. (2022). Promover el patrimonio biocultural y conocimiento ecológico tradicional ancestral desde la dimensión educativa. *Revista Habitus*, 20 (1): 105-118.
- Blancas, J.; Casas, A.; Rangel, S.; Moreno, A.; Torres, I.; Pérez, E.; Solís, L.; Delgado, A.; Parra, F.; Arellanes, Y.; Caballero, J.; Cortés, L.; Lira, R. y Dávila, P. (2010). Plant Management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*, 64(4): 287-302.
- Baró, J. E.; Ordaz, A.; y Canchola, G. (2023). *Herramientas de gestión ambiental y territorial*. Sociedad Hijos de Calimaya, A.C.
- Barrera, A. (1981). Sobre la unidad de habitación tradicional campesina y el manejo de recursos bióticos en el área maya yucatanense". *Biótica*, 5 (3): 115- 129.
- Beltrán, L.; Valdez, J. I.; Luna, M.; Romero, A.; Pineda, E.; Maldonado, B.; Borja, M. A., y Blancas, J. (2018). Structure and tree diversity of secondary dry tropical forests in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Morelos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(1): 108-122.
- Benítez, M., Soto, L., Estrada, E. y Pat, L. (2020). Huertos familiares y alimentación de grupos domésticos cafetaleros en la Sierra Madre de Chiapas, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(1), 27-56.
- Berkes, F., Colding, J., y Folke, C. (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10 (5), 1251-1262.

- Berkes, F. (1999). *Sacred Ecology. Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*. Tylor & Francis.
- Bernard, H. (2006). *Métodos de investigación en Antropología. Abordajes cualitativos y cuantitativos*. AltaMira Press, London. Segunda edición.
- Bhagwat, S.; Willis, K.; Birks, H. y Whittaker, R. (2008). Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution*, 23(5): 2613-267.
- Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. INAH. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México.
- Bridgewater, P., y Rotherham, I. (2019). A critical perspective on the concept of biocultural diversity and its emerging role in nature and heritage conservation. *People and Nature*, 1(3): 291-304.
- Calvet-Mir, L., Riu, C., González, M., Ruiz, I., Reyes, V. y Molina, J. L. (2016). The transmission of home garden knowledge: safeguarding biocultural diversity and enhancing social-ecological resilience. *Society and Natural Resources*, 29 (5), 556-571.
- Cano, M.; de la Tejera, B.; Casas, A.; Salazar, L. y García, R. (2016). Conocimientos tradicionales y prácticas de manejo del huerto familiar en dos comunidades tlahuicas del Estado de México, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 25: 81-94.
- Cano, E. y Siqueiros, M. (2009). Aproximación al huerto familiar de clima semiárido: caracterización del solar en El Ocote, Aguascalientes, México. *Etnobiología*, 7: 45-55.
- Castañeda, I., Aliphath, M., Caso, L., Lira, R. & Martínez, D. (2020). Conocimiento tradicional y composición de los huertos familiares totonacas de Caxhuacan, Puebla, México. *Polibotánica*, 49, 185-217.
- Chablé, R.; Palma, D.; Vázquez, C.; Ruiz, O.; Mariaca, R. y Ascencio, J. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2 (4): 23-39.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2023). *Conocimiento ecológico tradicional*. www.biodiversidad.gob.mx/usuarios/conotrad.html
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2010). *El Capital Natural de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la biodiversidad*. México.
- Concheiro, L. y López F. (2007). *Biodiversidad y conocimiento ecológico tradicional en la sociedad rural. Entre el bien común y la propiedad privada*. México: CEDRSSA.
- Curtis, J. y McIntosh, R. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476-496.

- García, J. C. (2023). Identificación de servicios ecosistémicos provistos por los huertos familiares en el sur del estado de México. *Etnobiología*, 21 (2): 117-138.
- García, J. C. y Ordóñez, M J. (2022). Beneficio del huerto familiar para la salud mental en la pandemia de COVID-19 en Jojutla, Morelos, México. *Cuadernos Geográficos*, 61 (1): 44-63.
- García, J. C.; Ordóñez, M J. y Martínez, A. (2022). Beneficio del huerto familiar para la salud mental en la pandemia de covid-19 en Jojutla, Morelos, México. *Cuadernos Geográficos*, 61 (1): 44-63.
- García, J. C.; Gutiérrez, J.; Balderas, M. y Juan, J. I. (2019). Análisis del conocimiento ecológico tradicional y factores socioculturales sobre huertos familiares en el Altiplano Central Mexicano. *Cuadernos Geográficos* 58 (3): 260-281.
- García, J. C.; Gutiérrez, J.; Balderas, M. y Araújo, M. (2016). Sociocultural and environmental benefits from family orchards in the Central Highlands of México. *Bois et Forêts des Tropiques*, 329 (3): 29-42.
- Gatica, D. (2015). El territorio de los pueblos originarios frente a la lógica del neoliberalismo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1: 191-197.
- Guadarrama, N.; Chávez, M.; Rubí, M. y White, L. (2020). La diversidad biocultural de frutales en huertos familiares de San Andrés Nicolás Bravo, Malinalco, México. *Sociedad y Ambiente*, 22: 237-264.
- Gutiérrez, J. G.; White, L.; Juan, J. I. y Chávez, M. (2015). Agroecosistemas de huertos familiares en el subtrópico del altiplano mexicano. Una visión sistémica. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18: 237-250.
- Kumar, B. M. y Nair, P. K. R. (2006). *Tropical homegardens*. Springer.
- Llanos, L. y Rosas, M. (2018). Comunalidad y neoliberalismo: la encrucijada indígena en Chiapas. *Revista agricultura, Sociedad y desarrollo*, 15(4): 469-486.
- Lindholm, K. y Ekblom, A. (2019). A framework for exploring and managing biocultural heritage. *Anthropocene*, 25: 100195.
- Lope-Alzina, D., Vásquez, M., Gutiérrez, J.G., Juan, J.I., Pedraza, R. & Ordoñez, M.J. (2018). Una propuesta conceptual para abordar la complejidad del huerto familiar. En M.J. Ordoñez (Coord.), *Atlas biocultural de huertos familiares en México: Chiapas, Hidalgo, Veracruz y península de Yucatán*, (99-119). México: CRIM-UNAM.
- Mariaca, R. (2012). *La complejidad del huerto familiar maya del sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco*. El Colegio de la Frontera Sur.
- Miranda, J., Herrera B., Paredes J., y Delgado, S. (2009). Conocimiento ecológico tradicional sobre predictores climáticos en la agricultura de los llanos de Serdán, Puebla, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10: 151-160.
- Montagnini, F., y Metzler, R. (2015). Biodiversidad, manejo de nutrientes y seguridad alimentaria en huertos caseros mesoamericanos. In F. Montagnini, E. Somarriba,

- E. Murgueitio, H. Fassola y B. Eibl (Eds.). *Sistemas agroforestales funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Costa Rica: CIPAV, 454 p.
- Menhinick, E. (1964). A comparison of some species-individuals diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology* 45(4): 859-861.
- Nair, P. K. R. (1998). Directions in tropical agroforestry research: past, present, and future. *Agroforestry Systems*, 38, 223-245.
- Ordóñez, M. J. (2018). *Atlas biocultural de huertos familiares en México: Hidalgo, Oaxaca, Veracruz y península de Yucatán*. México: CRIM-UNAM.
- Reyes, V.; Huanca, T.; Vadez, V.; Leonard, W. y Wilkie, D. (2006). Cultural, practical, and economic value of wild plants: A quantitative study in the Bolivian Amazon. *Economic Botany* 60(1): 62-74.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K. *et al.* (2009). A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475. DOI: <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Tegoma, A.; Blancas, J.; García, A. y Beltrán, L. (2023). Riqueza, estructura y diversidad florística en huertos familiares del sureste del Estado de Morelos: una aproximación biocultural. *Polibotánica*, 55: 41-65.
- Toledo, V. y Barrera, N. (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial.
- Trejo, I. y Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11(11): 2063-2048.
- Villarreal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F. Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; M. Ospina y A. Umaña. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Willet, W.; Rockström, J.; Loken, B; *et al.* (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*, 393: 447-492.

Bloque 3.
Geotecnologías y cartografía de riesgos

Capítulo 10. Atlas interactivo de la gestión integral de riesgo de desastres para la Universidad Autónoma del Estado de México

LUIS MIGUEL ESPINOSA RODRÍGUEZ ¹

ALEXIS ORDAZ HERNÁNDEZ ²

Introducción

En la segunda parte de la década de los años noventa la Dirección de Protección Civil Universitaria desarrolló una serie de actividades con el propósito de generar una cultura de protección en la comunidad universitaria, destacándose entre ellas la realización de conferencias temáticas en diferentes planteles (preparatorias y organismos de educación superior) en los diferentes campos de la UAEMEX; asimismo, se celebró la semana de protección civil, desarrollando cursos, diplomados organizados con la Facultad de Geografía y editando una revista con temas afines. En este ámbito, con el interés de promover la cultura de la protección se desarrolló por primera vez un atlas de riesgos. En su primera etapa se concentró la representación cartográfica de las amenazas que se presentó en el campus de ciudad universitaria.

Con el paso de los años los intereses institucionales se fueron modificando, atendiendo problemas específicos que se presentaban en algunos espacios académicos; de tal manera que el desarrollo de actividades académicas y difusión se diluyó. Es en el 2021 que se solicitó una propuesta para organizar, desarrollar y dar seguimiento a un nuevo atlas.

De acuerdo con lo anterior, en el presente documento y con base a los antecedentes referidos (primer Atlas de riesgos de la UAEMEX) y con información de una bitácora de percances en la dirección general de protección civil

-
- 1 Doctor en Geografía. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.
 - 2 Doctor en Ciencias Técnicas. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.

universitaria (no publicable) se realizó la siguiente propuesta: “Atlas Interactivo de la Gestión Integral de Riesgo Desastres de la Universidad Autónoma del Estado de México (AI-GIRD-UAEMEX)” la cual presenta tres aspectos fundamentales: un marco normativo (nacional e internacional), el marco general para la gestión integral de riesgos de desastre, y la versión renovada en 2021 de la Ecuación General de Riesgo (EGR) (actualizada y en proceso de publicación).

1. Desarrollo

La base teórica que sustenta la propuesta se basa en los aportes y posturas de diferentes autores como: Gelman (1979), Gelman y Macías (1982), Hewitt (1983), Calvo (1984), Rosengaus (1988), Doorkamp (1989), Wilches (1989), Panizza (1991), Lechat (1990), Capel y Urteaga (1991), Faugères (1991), Verstappen (1992), Maskrey (1993), Bitrán (2001), Menkes y Hernández (2005), Magaña (2013), Macías y Avendaño (2014), Espinosa y Hernández (2015 y 2018), Monroy y Novelo (2010), García (2011), Rosengaus *et al.*, (2014), Levi y Toscana (2017), Johansen (2017), Allier (2018), Espinosa (2018) y Ordaz *et al.*, (2018); así como material publicado por diferentes instituciones, de investigación y de gobierno cómo: Infraplan/Land Plan Neth (1980), el Instituto de Geofísica UNAM (1985), la Secretaría de Gobernación (Segob, 1991), la Association for Diplomatic Studies & Training, ADST (2014), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (2016 y 2017), el Instituto Nacional de Estadística e Geografía (INEGI, 2015), el Banco Mundial (2018), la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2019), el IPCC (2014) y la National Geophysical Data Center (2023) entre otros.

Con respecto al marco normativo internacional de la gestión Integral de Riesgo de Desastre se consideraron diferentes documentos guía:

- a. Objetivos del Desarrollo Sustentable “ODS”.
- b. Marco Sendai “MAS”.
- c. Acuerdo de París sobre el Cambio Climático

En cuanto al marco legal y normativo nacional y municipal, se destacan las normas jurídicas, reglamentos, políticas, planes y proyectos que se encuentran contenidos en: la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley General y Reglamentos de Protección Civil (03.06.2014); la Ley de Aguas Nacionales y Reglamentos (24.03.2016); la Ley de Planeación y Reglamentos (06.05.2015); Ley Federal sobre Metrología y Normalización y Reglamentos (14.07.2014); Ley General de Asentamientos Humanos y Reglamentos (24.01.2014); Ley General de Cambio Climático (01.06.2016) y Reglamentos Ley General de Desarrollo Social y Reglamentos (01.06.2016); Ley General de Población y Reglamentos (01.12.2015); Ley General de Salud y Reglamentos

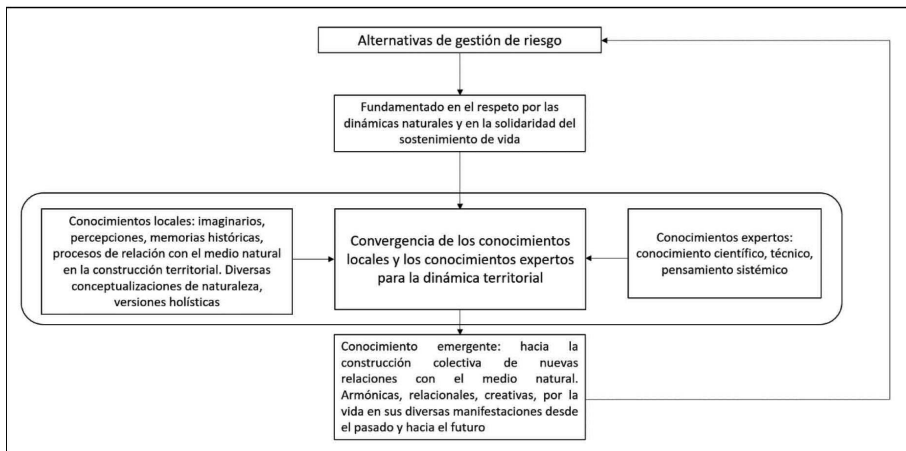
(01.06.2016); Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y Reglamentos (13.05.2016); y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos y Reglamentos (22.05.2015)

Entre tanto, el marco institucional se encuentra conformado por el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la Normatividad Administrativa Universitaria y el Código de Ética y Conducta de la UAEMEX.

Con referencia al Marco de la Gestión integral de riesgo de desastre, se sabe que ésta involucra diferentes etapas como la identificación de los riesgos, el proceso de formación, la previsión, la prevención, la mitigación, la preparación, el auxilio, la recuperación, la reconstrucción y la retroalimentación.

En este orden de ideas, encontramos diferentes propuestas teórico-prácticas como las presentadas en las figuras 1 y 2.

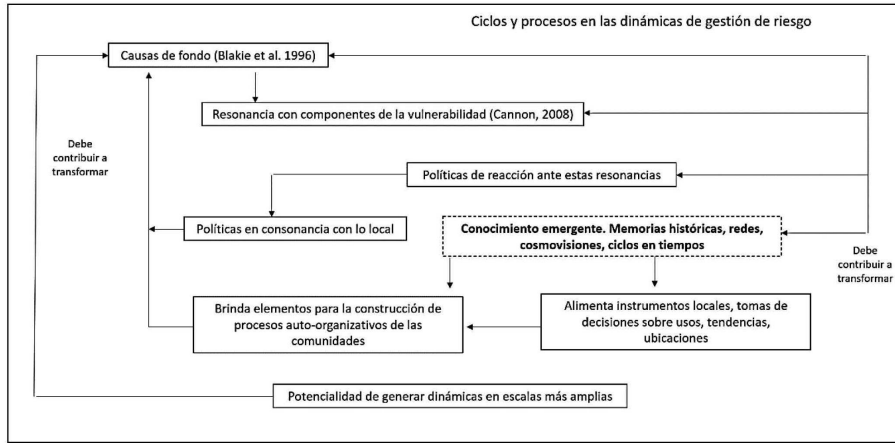
Figura 1. Alternativas de la gestión de riesgo



Fuente: Hernández y Vargas, 2015.

Con base en lo anterior, la Gestión integral de riesgo de desastre determina de forma operativa los principios establecidos por Berriozábal (2010) quién define seis tipos específicos de gestión como se observa en el cuadro 1.

Figura 2. Ciclos en la dinámica de gestión de riesgo



Fuente: Hernández y Vargas, 2015.

Cuadro 1. Gestión integral del riesgo (GIRD)

Gestión integral del riesgo (GIRD): Tipos de gestión		
Tipos de gestión		Acciones principales
Evaluación del riesgo de desastres		Estudios diagnósticos, sistemas de información, construcción de escenarios
Reducción del riesgo de desastres	Gestión correctiva	Políticas públicas que incluyen mitigación
	Gestión prospectiva	Políticas públicas que incluyen prevención
Gestión compensatoria	Gestión reactiva	Preparación, alerta, respuesta, rehabilitación y reconstrucción
	Transferencia del riesgo	Seguros, financiamiento del riesgo, funciones de los sistemas de seguridad social
Otros enfoques para la gestión del riesgo	Gestión del riesgo local	Acciones desde el ámbito local que combinan la evaluación del riesgo y las acciones de intervención en ámbitos urbanos y rurales
	Gestión basada en conocimientos y prácticas ancestrales	Enfoque basado en la cosmovisión, los imaginarios y las prácticas ancestrales de los pueblos originarios, indígenas o tribales, que se complementa con las evaluaciones de riesgo desde abordajes científicos e institucionales.

Fuente: Berriozábal (2010).

Así, con referencia al tercer punto base del AI-GIRD-UAEMEX, se considera de forma conceptual y operativa a versión modificada (próxima a publicarse en 2024) de la Ecuación General de Riesgo o EGR (Figura 3) desarrollada por Espinosa y Hernández (2015):

$$EGR = fS [fGp + fH + fT + fG]^{n+3} \quad \text{Ecuación 1}$$

El “Atlas Interactivo de la Gestión Integral de Riesgo Desastres de la Universidad Autónoma del Estado de México” se concibe como un instrumento que posee objetivos múltiples enfoques a las autoridades universitarias, personal de la Dirección de Protección Civil Universitaria, académico y administrativo de escuelas y facultades, estudiantes y visitantes a las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México. De acuerdo con esto, los objetivos del AI-GIRD-UAEMEX se enfocan en:

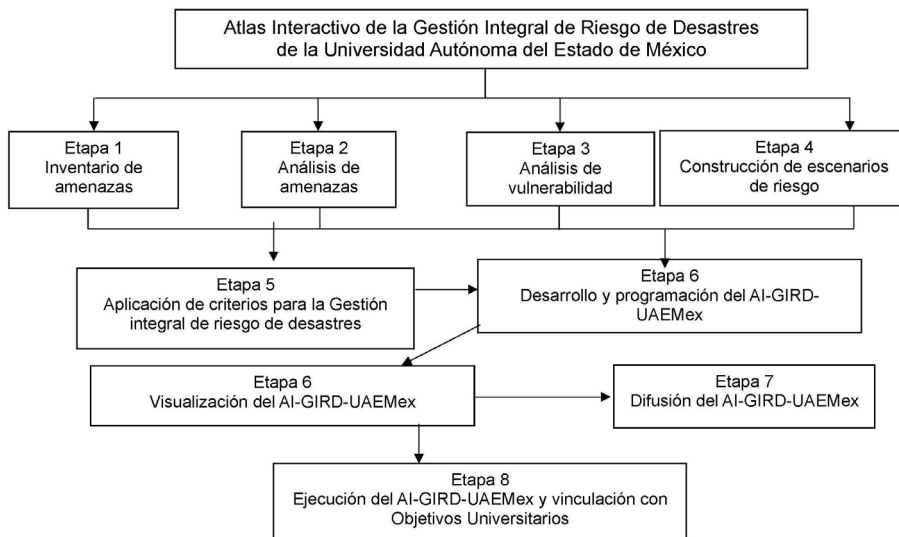
1. Consolidarse como un instrumento de planeación y organización ejecutiva institucional.
2. Análisis de las variables y componentes de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres para para la toma de decisiones.
3. Instrumentar estrategias de retroalimentación enfocadas a la toma de decisiones y corrección de acciones.
4. Establecer y evaluar los protocolos de seguridad institucionales.
5. Salvaguardar la vida de todas las personas que ingresan y permanecen en las instalaciones universitarias.
6. Mejorar y analizar los sistemas de respuesta y atención de emergencias.
7. Instrumentar y evaluar los protocolos de revisión de la infraestructura universitaria en caso de ocurrencia de eventos perturbadores.
8. Generar información precisa y expedita de las variables que conforman la Gestión Integral de Riesgos de Desastres.
9. Mejorar la educación pública y la capacidad de respuesta de los sectores vulnerables.
10. Mejorar el sistema de comunicación referente a la Gestión Integral de Riesgos de Desastres.
11. Establecer observatorios de riesgo en los espacios universitarios.
12. Establecimiento de políticas congruentes con la Gestión Integral de Riesgos de Desastres.
13. Creación y manejo de una legislación congruente con la Gestión Integral de Riesgos de Desastres.
14. Establecer un sistema de retroalimentación para el manejo integral de la reducción de los desastres y de gestión integral del territorio universitario.

El alcance del Atlas se encuentra estructurado en tres etapas de generación y aplicación en primer término el campus de Ciudad Universitaria, la segunda enfocada en los Espacios académicos localizados en el municipio de Toluca; finalmente, en tercer lugar todos los Organismos académicos que se encuentran en la entidad mexiquense.

2. Propuesta metodológica

La propuesta metodológica se puede definir en diferentes etapas, las cuales se observan en la figura 3. Las primeras seis etapas sugeridas son responsabilidad de la Facultad de Geografía y la Dirección de Protección Civil Universitaria; toda vez que las dos últimas le competen a las autoridades universitarias con el apoyo y asesoría de Facultad de Geografía y la Dirección de Protección Civil Universitaria (Figura 3).

Figura 3. Diagrama metodológico del Atlas Interactivo de la Gestión Integral de Riesgo de Desastres de la Universidad Autónoma del Estado de México



Fuente: elaboración propia, 2021.

Etapa 1. Inventario de amenazas

El inventario de amenazas espera generar como producto un listado de amenazas o problemáticas consensuadas entre la población potencialmente afectada y las instancias técnico-científicas y locales para lo cual se requiere que estén organizadas.

Para ello, se requiere sistematizar una bitácora de eventos registrados por la Dirección de Protección Civil Universitaria en la cual se registren las siguientes variables:

- a. Tipo de evento.
- b. Localización.

- c. Fecha.
- d. Víctimas.
- e. Personas lesionadas.
- f. Afectación a infraestructura.
- g. Afectación a equipamiento.
- h. Pérdidas económicas
- i. Costos de recuperación
- j. Observaciones

Asimismo, se espera que se visibilicen los criterios utilizados para establecer prioridades, dentro de las cuales se propone:

- Identificar y enumerar las amenazas potenciales en la misma.
- Realizar tareas como presentaciones sobre registros históricos, planes existentes, opiniones expertas y otros datos que sean útiles.
- Identificar qué amenazas deben incluirse en el análisis.
- Establecer prioridades para abordar las amenazas identificadas (se recomienda como una de las tareas: valorar la frecuencia en un período dado, las áreas potenciales de impacto, la exposición estimada, la magnitud o intensidad esperada, la importancia asignada por los actores involucrados. Asimismo, se debe definir criterios para asignar valor a cada variable y decidir por consenso sobre las amenazas que deben priorizarse).

Esta etapa decide si la caracterización de la amenaza se realizará independiente o se utilizará el análisis de <<multiamenazas>> con una correlación de cada una de las variables.

- Identificar y enumerar las amenazas potenciales
- Establecer prioridades para abordar las amenazas identificadas
- Definir criterios para asignar valor a cada variable y decidir por consenso sobre las amenazas que deben priorizarse.

Etapa 2 Análisis de amenazas

El producto esperado es tener la amenaza identificada con tres magnitudes o intensidades probables con la descripción de sus respectivas características (aparición, duración, frecuencia, recurrencia, zonificación. Dentro de las principales actividades de esta etapa se encuentran:

1. Investigación de registro. La misma contempla tareas como identificación y compilación de estudios disponibles sobre la amenaza específica, búsqueda de registros históricos en hemerotecas y otras fuentes

como las bases de datos disponibles en la web, entrevista a expertos en la materia.

2. Establecer intensidad y magnitud. Tiene la tarea de usar la información disponible como fuente de referencia, ya sea histórica a través de estudios técnicos o de probabilidades para establecer las magnitudes potenciales; o decir, los niveles alto medio y bajo.

Para cada amenaza es posible que se requiera el desarrollo de modelos especializados, dependiendo del tipo de evaluación de registros seleccionada

Definición de la frecuencia y período de retorno para cada uno de los niveles descritos. Se define qué tan a menudo ocurre esto. Ello corresponde al número de veces -de ocurrencia- en un período específico de tiempo y cuál es el período de retorno; período dentro del cual se espera que ocurra un determinado evento. Para ello es necesario obtener y registrar información referente a:

- Investigación de registros
- Establecimiento de intensidades y magnitudes
- Definición de la frecuencia y períodos de retorno
- Definición de zonificación

De acuerdo con lo anterior, se plantea el desarrollo de cartografía y temas a desarrollar (no necesariamente cartografiables por problemas de escala, los cuales se presentan a continuación en el cuadro 2, la cual muestra el responsable temático.

En la averiguación general se deberá incluir información general de Ciudad Universitaria, de cada edificio (facultades, laboratorios, talleres), equipo estimado, población estimada por edificio y horarios, así como lugares y capacidad de aparcamiento.

Etapa 3 Análisis de vulnerabilidad

Uno de los temas más amplios que posee enlaces y discordancias es la vulnerabilidad, más cuando trata de parametrizar. Entre las ideas que se consideran pioneras para el desarrollo de esta etapa, se encuentran las propuestas por diferentes autores como se observa en el cuadro 3.

Cuadro 2. Propuesta para temas y responsables de Análisis de amenazas

Tema general	Nombre del mapa y/o tema
Información general	Campus y zona periférica
	Organismos académicos (infraestructura y población)
Amenazas geológicas y geomorfológicas	Aceleración sísmica
	Caída de rocas
	Deslizamientos
	Reptación (creep)
	Hundimientos
	Erosión hídrica
	Acumulación de sedimentos
Amenazas hidrometeorológicas	Precipitaciones torrenciales
	Inundaciones y encharcamientos
	Heladas
	Ráfagas de viento
	Ondas de calor
	Rayos
	Contaminación atmosférica
	Secuías
Amenazas ambientales, biológicas y químicas	Explosiones
	Incendios
	Sabotaje
	Epidemias
	Fugas de materiales
	Caída de árboles
	Pérdida de cobertura forestal
Plagas (insectos, roedores)	
Antrópicas	Sabotaje
	Concentraciones masivas
	Grafiti
	Inseguridad
	Ataques cibernéticos
	Debilidad en sistema de gobernanza
	Debilidad de sistemas financieros
	Economía ilegal
	Infraestructura (dañada, caduca, sin mantenimiento)
Desigualdad digital	

Fuente: elaboración propia.

Se espera como producto que la vulnerabilidad sea expresada con respecto a una amenaza identificada en término de elementos en riesgo: características de la población, exposición y las capacidades de respuesta tanto de las instituciones, como de las comunidades. Dentro de las principales actividades se proponen:

Cuadro 3. Conceptos de vulnerabilidad

Conceptos de vulnerabilidad	
Autor y año	Propuesta
Palacio A. (1995)	La vulnerabilidad ambiental refiere a la forma en que el ambiente involucrado en la génesis y desarrollo del fenómeno asimila sus efectos modificadores sobre el paisaje.
Capra F. (1998)	“...la emergencia de novedad constituye una propiedad de los sistemas abiertos, lo cual significa que la organización tiene que mantenerse abierta a las nuevas ideas y al nuevo conocimiento...”
Barrenechea et al., (2000)	Evaluación de la vulnerabilidad social ante el riesgo desde la perspectiva de la Teoría Social del Riesgo.
Gómez J. (2001)	Analiza las interrelaciones entre medio ambiente, la sociedad y la valoración de los impactos.
Velázquez y González (2003)	A partir de un nuevo modelo de organización de la sociedad y de su relación con el estado, los pobladores se convierten en sujetos que se empoderan y aportan a la gestión interviniendo en situaciones determinadas cuando comparten intereses, expectativas y demandas comunes.
O'Brien K. et al., (2004)	Evaluación nacional o regional; estudio de repercusiones, bienestar de una comunidad y de las familias. Reconocen que el estudio local de la vulnerabilidad permite descubrir la complejidad del sistema sobre la que se sostiene.
Kuhlicke C. (2007)	El conocimiento local es esencial para la reducción de las amenazas naturales. Es un pilar de la gestión.
Cannon T. (2008)	El conocimiento emergente tiene influencia en algunos componentes de la vulnerabilidad como la autoprotección, los medios de vida y el bienestar social.
Lampis A. (2013)	Considera la vulnerabilidad como el resultado en términos de impacto de las variaciones de las condiciones climáticas regulares en cantidades que reflejan pérdidas económicas y de vidas humanas (vulnerabilidad biofísica).
Hernández Y. y Vargas G. (2015)	Es posible construir dinámicas organizativas que eviten la construcción de territorios de riesgo a partir de nuevas posiciones de los individuos con respecto al medio ambiente natural.

Fuente: elaboración propia.

1. Determinación de los elementos expuestos con respecto a la amenaza seleccionada (se contempla la población, las viviendas y edificaciones públicas, las líneas vitales de infraestructura productiva, el medio ambiente susceptible de afectación y las instalaciones críticas para la respuesta, salud, albergues, escuelas, estaciones de bomberos, instalaciones de importancia para la comunidad).
2. Determinación de las características de la población en riesgo, considerando la distribución espacial según criterios como: nivel o estrato socioeconómico, sexo, edad, discapacidad, idioma, diferencias étnicas, culturales, actividad económica principal y otras disponibles. Los índices de desarrollo humano y otros indicadores relativos a la calidad de vida, acceso a servicios de salud y educación; además se debe realizar un análisis de las capacidades organizacionales señalando las organizaciones presentes en la comunidad, capacidad de convocatoria, posibilidad de cooperación, los antecedentes de preparación y respuesta en la comunidad, la estimación del conocimiento sobre el riesgo particular y las posibilidades de coordinación en caso de emergencia.

3. Estimación de las capacidades de respuesta, teniendo en cuenta las organizaciones e instituciones como respuesta presente en la comunidad; estimación de capacidades humanas físicas, equipamiento y financieras; el análisis de planes existentes y el nivel de apropiación en las instituciones de la población, la prensa y otros actores según corresponda la existencia de planes específicos en atención a uno o más escenarios y antecedentes de su utilización. La estimación de la existencia de una cultura de preparación y respuesta ante determinados riesgos, así como la disposición de la población para recibir coordinación en caso de emergencia.

Para esta fase, se prioriza la información referente a:

- Determinación de los elementos expuestos.
- Determinación de las características de la población en riesgo.
- Análisis de las capacidades organizacionales.
- Estimación de las capacidades de respuesta.

Etapa 4. Construcción de escenarios de riesgo

Corresponde a la construcción misma de escenarios de riesgo. Se espera como producto la descripción del evento detonante específico y los efectos consecuentes directos e indirectos.

En atención a la información disponible para la construcción de un escenario. Se parte de las magnitudes descritas para la amenaza, determinando así tres niveles de impacto: alto, medio y bajo.

La primera actividad sugerida es determinar el nivel de magnitud del evento, para lo cual debe realizarse la tarea cómo seleccionar uno de los niveles descritos en el análisis de la amenaza. Por ejemplo, considerar qué eventos muestran un nivel designado de magnitud superior a un período de 20 y 30 años.

Es importante tomar en cuenta que, si se hace la elección de un nivel medio de ellos, se están cubriendo circunstancias que pudieran ocurrir a un nivel más bajo.

La segunda actividad establece un evento detonante para el nivel seleccionado utilizando los siguientes términos para describir la amenaza: principio, lento o rápido, duración del impacto, extensión geográfica, zonificación del impacto, magnitud o intensidad según sea el caso secuencia y, características de la aparición del evento.

Finalmente se describe el impacto esperado, estableciendo los efectos directos potenciales para cada uno de los escenarios descritos. Se espera suministrar detalles sobre el impacto probable en las personas, salud, y en el sentido amplio del término, las instalaciones críticas y líneas vitales; las ins-

talaciones críticas para respuesta, las viviendas y edificaciones públicas, la infraestructura productiva, el medio ambiente. De igual manera se describe los efectos indirectos como el impacto económico, social, político y ambiental:

- Determinación del nivel de magnitud del evento.
- Establecimiento de un evento detonante.
- Describe el impacto esperado, estableciendo los efectos directos e indirectos.

Etapa 5. Aplicación de criterios para la Gestión integral de riesgo de desastres

En proceso de construcción. En esta etapa se determinará el tipo de Gestión particular según los requerimientos: pueden aplicarse los tipos:

- Reducción de riesgo de desastres en la escala pertinente
- Gestión compensatoria (reactiva y/o prospectiva)
- Gestión local
- Gestión basada en conocimientos y prácticas.

Etapa 6. Desarrollo y programación, y Etapa 7. Visualización del AI-GIRD-UAEMEX

Una vez terminadas y concretadas las fases anteriores, el tema central se enfoca en resolver aspectos relacionados con el desarrollo del Sistema de navegación, el Sistema de visores de información; las Capas de información; el Contacto con autoridades y el Vínculo de acceso a la Página Institucional UAEMEX; lo que lleva a la resolución de aspectos técnicos en donde se involucran variables como el Navegador, los Puertos, el Ancho de banda y las Cookies entre otros.

Etapa 8. Difusión del AI-GIRD-UAEMEX

Se considera como un requisito la difusión anual en cada espacio universitario del Atlas Interactivo de La Gestión Integral de Riesgo Desastres de la Universidad Autónoma del Estado de México para el personal académico, el administrativo y alumnado (considerando de manera especial como un requisito de conocimiento para los estudiantes de nuevo ingreso).

Por otra parte, resulta fundamental generar señalizaciones específicas acerca de las amenazas que se localizan en el campus universitario, así como otras acciones encaminadas al proceso de la gestión integral de riesgos de desastres. Esta información debe ser visible, clara y lo suficientemente precisa para que cualquier miembro de la comunidad universitaria, así como cualquier tipo de visitante que se encuentre en el campus, pueda visualizarla,

comprenderla y actuar en el caso necesario de que se presente un evento extraordinario.

Etapa 9. Ejecución del AI-GIRD-UAEMEX y vinculación con Objetivos Universitarios.

La fase final de ejecución que tiene como centro el logro de la Gestión integral de riesgos de desastre tendría como principal responsable a la Dirección General de Protección Civil de la UAEMEX, una de las primeras acciones que se considera retomar es la homologación de términos, es por ello, que el trabajo de difusión incluye un glosario elemental de términos relacionados con el tema de los riesgos y la gestión. De acuerdo con ello, el glosario básico queda conformado de la siguiente manera:

- **Alarma.** Aviso o señal a partir de la cual deben seguirse instrucciones específicas debido a la presencia inminente o real de un evento adverso (USAID/OFDA/LAC, 2015).
- **Alerta.** Estado declarado con el fin de tomar precauciones específicas frente a un evento adverso (USAID/OFDA/LAC, 2015).
- **Amenaza biológica.** Proceso o fenómeno orgánico que se transporta mediante vectores biológicos; la exposición a microorganismos patógenos, toxinas o sustancias bioactivas que pueden ocasionar la muerte, enfermedades u otros impactos en la salud, al igual que daños en la propiedad, la pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños ambientales (UNISDR, 2009).
- **Amenaza geológica.** Proceso o fenómeno geofísico o volcánico con potencial para ocasionar la muerte, lesiones, u otros impactos en la salud, bienes, servicios y medio ambiente. Las amenazas geológicas pueden relacionarse con amenazas hidrometeorológicas y con la actividad humana (adaptado de (UNISDR, 2009).
- **Amenaza hidrometeorológica.** Proceso atmosférico, hidrológico u oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos en la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales (UNISDR, 2009).
- **Amenaza.** Factor de riesgo externo al sujeto, objeto o sistema expuesto, el cual está representado por la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural o generado por la actividad humana que puede manifestarse en un lugar específico con una intensidad y una duración determinada.
- **Amenazas de origen antrópico.** Factores de riesgo provocados o agravados por la actividad humana de manera intencional o accidental.

- Desastre (1). Disrupción seria en el funcionamiento de una comunidad o sociedad causada por eventos dañosos en interacción con condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, lo que conduce a impactos o daños humanos, materiales, económicos o ambientales (UNISDR, 2017).
- Desastre (2). Alteración intensa en las dinámicas sociales que afecta a las personas, bienes, servicios o medio ambiente, misma que desencadena un fenómeno natural o la actividad humana y que podría exceder la capacidad de respuesta de una comunidad o sociedad (USAID/OFDA/LAC, 2017).
- Desastre (3). Conjunto de alteraciones intensas en las personas, bienes, servicios o medio ambiente, causado por un suceso natural o por la actividad humana y que excede la capacidad de respuesta de la comunidad afectada (USAID/OFDA/LAC, 1992).
- Emergencia. Evento adverso que requiere atención inmediata y que la comunidad afectada puede resolver con sus propios medios (USAID/OFDA/LAC, 1992).
- Escenarios. Descripciones coherentes y consistentes de situaciones hipotéticas o futuras que reflejan diferentes perspectivas sobre el pasado, el presente y en desarrollos futuros que pueden servir como bases para la acción (Van Notten, 2006:70)
- Evaluación de riesgo. Estudio cualitativo o cuantitativo orientado a determinar la naturaleza y la extensión de una o más condiciones de riesgo mediante el análisis de amenazas potenciales, así como de las condiciones de vulnerabilidad y de exposición que, de manera combinada, puede causar daños a las personas, bienes, servicios, medios de vida y medio ambiente (adaptado de UNISDR, 2017).
- Exposición. Ubicación física respecto de una amenaza que genera la susceptibilidad de afectación permanente o temporal de una población, así como bienes públicos y privados cuyo valor puede ser estimado.
- Gestión compensatoria. Fortalecimiento de las capacidades de individuos, familias, organizaciones, grupos sociales y Estados para que puedan afrontar con efectividad las manifestaciones del riesgo residual, es decir, aquel que existe aún después de la gestión correctiva y prospectiva. Incluye preparación, respuesta y recuperación, así como un conjunto de instrumentos financieros que engloba los seguros, fondos, créditos contingentes y los sistemas de seguridad social (adaptado de UNISDR, 2017).
- Gestión correctiva. Conjunto de actividades orientadas a la identificación evaluación y reducción total o parcial del riesgo de desastres que existen en el presente (UNISDR, 2017).

- Gestión integral de riesgo de desastres. Componente del sistema social constituido por procesos de planificación, organización, dirección y control, dirigidos a la evaluación, reducción y transferencia de riesgos, así como a la preparación, respuesta y recuperación ante eventos adversos (USAID/OFDA/LAC, 2017).
- Gestión prospectiva. Conjunto de actividades orientadas a evitar la construcción de nuevos riesgos y el incremento de riesgos existentes mediante una evaluación e intervención oportunas (UNISDR, 2017).
- Gestión reactiva o gestión de emergencias. Conjunto de acciones orientadas a preparar condiciones institucionales y sociales en la conducción de la respuesta ante determinados eventos dañosos. Estas acciones incluyen también la articulación de la respuesta con las acciones de recuperación con base en planes sectoriales e institucionales.
- Mitigación. Resultado de una intervención dirigida a reducir riesgos a través de medidas estructurales y no estructurales (adaptado de (USAID/OFDA/LAC, 2015).
- Preparación. Conjunto de medidas y acciones para reducir al mínimo la pérdida de vidas humanas y otros daños mediante la organización oportuna y eficaz de la respuesta y la rehabilitación (USAID/OFDA/LAC, 2015).
- Prevención. Conjunto de acciones dirigidas a impedir o evitar que sucesos naturales o generados por la actividad humana causen efectos adversos (USAID/OFDA/LAC, 2015).
- Reconstrucción. Proceso de mediano y largo plazo orientado a la restauración y recuperación de sistemas socialmente significativos tales como la infraestructura crítica, servicios, vivienda, instalaciones, medios de vida y el medio ambiente. Procura la transformación social en relación con objetivos de desarrollo sostenible y reducción de riesgo de desastres (UNISDR, 2017).
- Recuperación. Restauración o mejoramiento de los medios de vida, condiciones de salud y sistemas económicos, sociales, físicos, educativos, ambientales y culturales de las comunidades o grupos sociales afectados, lograda con base en principios de desarrollo sostenible y de gestión integral de riesgos (UNISDR, 2017).
- Rehabilitación. Restauración de los servicios básicos e instalaciones que posibilitan el inicio de la recuperación de una comunidad o sociedad afectada por un desastre o emergencia (UNISDR, 2017).
- Resiliencia. Habilidad de un sistema de comunidad o sociedad expuesto a amenazas para resistirse a absorber los efectos de éstas; adecuarse y adaptarse a ellas, transformarse y recuperarse de manera eficiente y oportuna, incluso a través de la preservación y restauración de sus

estructuras básicas y de sus funciones mediante la gestión de riesgo (UNISDR, 2017).

- Respuesta. Conjunto de acciones llevadas a cabo ante un evento adverso que tiene por objeto salvar vidas, reducir el sufrimiento y disminuir pérdidas (USAID/OFDA/LAC, 2015).
- Riesgo. Probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos en un lugar y durante un período de tiempo de exposición determinados.
- Riesgo emergente. Potencial ocurrencia de eventos dañosos de probabilidad extremadamente baja, pero con la capacidad de incrementar su impacto social en el futuro.
- Riesgo extensivo. Potencial ocurrencia de eventos dañosos de baja intensidad y alta frecuencia, asociados principalmente, aunque no de manera exclusiva, con amenazas localizadas.
- Riesgo intensivo. Potencial ocurrencia de eventos dañosos priorizados por la alta exposición en zonas predominantemente urbanas con un impacto esperado significativamente mayor y con una frecuencia entre baja y media
- Riesgo residual. Pérdidas potenciales, humanas o materiales que pueden ocurrir aún después de acciones eficaces para reducción del riesgo y que eventualmente han de ser afrontadas con capacidades de respuesta y de recuperación (UNISDR, 2017).
- Transferencia de riesgos. Reasignación de las consecuencias financieras de un evento dañoso o siniestro de una persona, familia, organización o Estado a otra entidad mediante condiciones formales o informales. Por lo regular el proceso de transferencia se expresa en términos monetarios y en ocasiones acuerda mediante un contrato que lleve implícitas una prima (cuando se trate de un proceso de aseguramiento) y condiciones específicas que regulen la compensación esperada en caso de siniestro o desastre (UNISDR, 2017).
- Vulnerabilidad global. Condición social dinámica de una comunidad en particular, en la cual interactúan diferentes formas de susceptibilidad, factores de exposición y formas de opresión, exclusión, pobreza e incapacidad para hacer frente al riesgo y a sus consecuencias (adaptado de Wilches-Chaux y Foschiatti).
- Vulnerabilidad. Factor interno de un sujeto objeto o sistema expuesto a una amenaza y que corresponde con su disposición intrínseca de ser dañado.

Conclusiones

Después de dos años, la propuesta para la organización, desarrollo y seguimiento del atlas interactivo de la gestión integral de riesgo de desastres para

la Universidad Autónoma del Estado de México ha quedado exactamente en la misma condición: una propuesta.

Como ocurre en muchas instancias en el ámbito nacional, muchos proyectos se generan y pocos de ellos logran concebirse, por razones de gestión entre las partes interesadas y de manera especial. Hoy cuando la institución se interesa en el desarrollo de este tipo de trabajos, objeta la inversión de recursos financieros y humanos para el bien de una comunidad.

Esta condición se agrava cuando existe un cambio de administración a cualquier escala. Éste es el caso que nos ocupa, pues la presente administración de la facultad de geografía llega a su fin en los últimos días de enero de 2024, motivo por el cual considera incierto el futuro de este trabajo académico.

Este tipo de proyectos se enfocan en la protección de las personas la infraestructura y los equipos de una institución deben desarrollarse, mantenerse y mejorarse. Como es el caso de la propuesta, puede mejorarse de forma parcial o total; pero lo más importante es que debe ser creada con una conciencia real, una cultura sólida y un plan específico que gestione de manera integral las posibles amenazas, la vulnerabilidad, la resiliencia y todas las actividades relacionadas con la gestión de los desastres.

Bibliografía

- Allier M. E. (2018). Memorias imbricadas: terremotos en México, 1985 y 2017. *Revista Mexicana de Sociología* 80(1): 9-40.
- Association for Diplomatic Studies & Training, ADST (2014). *The 1985 Mexico City Earthquake*. <http://www.adst.org/2014/09/the-1985-mexico-city-earthquake/>
- Banco Mundial (2018). *Datos de libre acceso del Banco Mundial*. Washington D. C. *Banco Mundial 2018*. [da-tos.bancomundial.org](http://datos.bancomundial.org)
- Bitrán D. (2001). *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2000*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/29-NO.2-impacossocioeconomicosdelosprincipalesdesastresocurridosenmexicoenelaño2000.pdf
- Capra, F. (1998). *El punto crucial: ciencia, sociedad y cultura naciente*. Estaciones.
- Cannom, T. (2008). Reducing People's Vulnerability to Natural Hazards: Communities and Resilience. *Research Paper No. 2008/34 UNU-WIDER*. United Nations University.
- Calvo F. (1984). La geografía de los riesgos. *Geocrítica* 54. Noviembre; Universidad de Barcelona, España 39p.
- Capel H. y Urteaga L. (1991). *Las nuevas geografías*. Salvat editores. Barcelona España 1:62-67.
- Centro Nacional de Prevención de desastres (CENAPRED) (2016). *Impacto socio*

económico de los desastres en México. CENAPRED.

- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2017). *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana durante 2016*. cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/340-NO.17 RESUMENEJECUTIVO -VOIMPACTO2015.PDF
- Doorkamp J. (1989). Hazards. Earth Science Mapping. Mc Call Joseph and Brian Marker Eds. *Chapter 7*; Graham and Trotman, London, Grand Britain 157-173.
- Espinosa L. (2018). Relieve, riesgo y gestión. En: *Enfrentando los riesgos socioculturales*. J. Baró y F. Monroy Eds. Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. México, ISBN 978-607-457-5. Pp 241-256.
- Espinosa L. y Hernández J. (2018). Ecuación general de riesgo (EGR): principios generales. En: *Enfrentando los riesgos socioculturales*. J. Baró y F. Monroy Eds. Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. México, ISBN 978-607-457-5. Pp 309-330.
- Espinosa L. y Hernández J. (2015). Estudio del riesgo. Análisis multifactorial, multinivel y multitemporal. En: *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*. 6(14):1-27 ISSN: 2007-512X
- Faugères L. (1991). *La géocynidique, Géoscience du risque*. Bull. Assoc. Géog. Franc. Paris, France 179-193.
- García R. (2011). "Interdisciplinaria y sistemas complejos". En: *Revista Latinoamericana de metodología de las Ciencias Sociales*, vol. 1, no. 1, primer semestre, pp. 66-101. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata. Argentina. ISSN: 1853-7863.
- Gelman O. (1979). El enfoque sistémico para estudiar desastres. *Boletín del Instituto de Ingeniería*, Universidad Nacional Autónoma de México. 5-14.
- Gelman O. y Macías S. (1982). Aspectos metodológicos de la elaboración y uso de modelos en el pronóstico de fenómenos destructivos. *Boletín del Instituto mexicano de Planeación y Operación de Sistemas*. Año XII, octubre Noviembre Diciembre, 68: 14-52.
- Gómez, J. (2001). Un mundo de regiones: Geografía regional de geometría variable. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 32,15-33.
- Hewitt K. (1983). *The idea of calamity in a technocratic age*. Hewitt K. Ed Interpretations of calamity. Unwin-Hyman, London 3-32.
- Infraplan/Land Plan Neth, (1980). An approach to urban Risk assesment. For disaster mitigation planning. Agid News. *Official newsletter of Association of Geoscientist for International Development*. 56:28-32.
- Instituto de Geofísica UNAM (1985). *El Sismo del 19 de septiembre de 1985. Informe y evaluación preliminar*. Elaborado en coordinación con el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. http://www.secre.ssn.unam/SSN/Doc/Sismo85_inf.htm

- Instituto Nacional de Estadística e Geografía, INEGI. (2015). *Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas*. Encuesta Intercensal 2015. <http://www.inegi.org.mx>
- IPCC (2014a). Cambio climático. Informe de síntesis. *Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.
- Johansen O. (2017). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. Ed- Limusa. ISBN: 978-968-18-1567-7.
- Lechat F. (1990). The International decade for natural disaster reduction: background and objectives. *Disasters Great Britain*, 14:1-6.
- Levi L. y Toscana A. (2017). *Vulnerabilidad en Tlatelolco a tres décadas de los sismos de 1985*. scielo.org.mx/scielophp?script=sci_arttex&pid=S088-7742016000100125&1-ng=pt&nrm=iso&tling=es.
- Macías J. y Avendaño A. (2014). Climatología de tornados en México. *Revista Investigaciones Geográficas*, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. No. 83. México 83(1): 75-88.
- Magaña V. (2013). *Guía Metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México.
- Maskrey A. (comp.) (1993). *Los desastres no son naturales*. La RED (Red de estudios sociales) ITDG (Intermediate Technology Development Group). Tercer Mundo Editores. Colombia, 166p.
- Menkes B. C., Hernández B. H. (2005). *Población, crisis y perspectivas demográficas en México*. Colección multidisciplinaria. Centro regional de Investigaciones multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México; Sociedad Mexicana de Demografía. ISBN 970-32-2571-3 342 p.
- Monroy S.; Novelo D. (2010). Global vulnerability assessment in Santa Maria Tixmadeje, Estado de Mexico. *American Geophysical Union, Fall Meeting 2010*. 31(1354): 12.
- National Geophysical Data Center, World Data Service. NGDC/WDS (2023). *Global Historical Tsunami Database*. Colorado, National Geophysical Data Center. ngdc.noaa.gov/Hazard/tsu_db.shtml.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2019). *Tropical Cyclone Reports*. National Hurricane Center, Central Pacific Hurricane Center. nhc.
- Ordaz A., Espinosa L., Hernández J. y Expósito J. (2018). Riesgo por procesos de vertientes y otros movimientos del terreno. En: *Enfrentando los riesgos siconaturales*. J. Baró y F. Monroy Eds. Universidad Politécnica de Cautitlán Izcalli. México, ISBN 978-607-457-5. Pp 125-158.
- Rosengaus M. (1988). *Efectos destructivos de ciclones tropicales*. mapfrere.com/re

aseguro/es/publicaciones-y-noticias/publicaciones/efectos-destructivos-de-ciclones-tropicales.

Rosengaus M., Jiménez M., Vázquez M. (2014). *Atlas climatológico de ciclones tropicales en México*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), CENAPRED 108 P.

Secretaría de Gobernación (SEGOB) (1991). *Atlas Nacional de Riesgos*. Dirección General de Protección Civil, México 121p.

Steinführer, A. Kuhlicke, C. (2007). *Social vulnerability and the 2002 flood*. Country report Germany (Mulde River).

Velazquez y Gonzalez (2003). *¿Qué ha pasado con la participación ciudadana en Colombia*. Fundación Corona

Verstappen Th. (1992). *Requerimientos de la información temática en la concientización de amenazas naturales y la mitigación de riesgos*. Primer Simposio Internacional sobre Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica para el estudio de los Riesgos Naturales. 14p.

Wilches G. (1989). *Desastres, ecologismo y formación profesional. Herramientas para la crisis*. Servicio nacional de Aprendizaje. Popayán Colombia.

UNESCO (2013). World Social Science Report (2013). *Changing Global Environments*. OECD Publishing and UNESCO Publishing.

Capítulo 11. Tecnologías de la información geográfica en el monitoreo de las inundaciones

XANAT ANTONIO NÉMIGA ¹

LIDIA ALEJANDRA GONZÁLEZ BECERRIL ²

LEONARDO ALFONSO RAMOS CORONA ³

DOLORES MAGAÑA LONA ⁴

Introducción

El agua es el soporte de la vida y base de nuestras actividades productivas. Sin embargo, cuando se acumula en grandes cantidades y períodos cortos de tiempo en un territorio, afecta negativamente a todas las esferas de nuestra sociedad. Las inundaciones causan daños en los ecosistemas al destruir elementos vitales como la cubierta vegetal y arrastrar grandes cantidades de suelo productivo, desestabilizar laderas, transportando materiales y modificando cauces. También se destruye la producción agrícola, amenazando los bienes materiales y las vidas humanas, como de animales.

Por ello, el desarrollo de métodos y herramientas para la generación de cartografía relacionada con las inundaciones es una vasta línea de investigación y quehacer científico. Actualmente, gracias a los sensores remotos, es posible la generación de información de las áreas inundadas, mismas que se comparten gracias al desarrollo de los sistemas de cómputo en la nube y bajo la política de datos abiertos.

-
- 1 Doctora en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.
 - 2 Maestra en Geografía. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.
 - 3 Maestro en Ciencias Ambientales. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.
 - 4 Doctora en Geografía y Desarrollo Geotecnológico. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.

En este documento se comentan algunas herramientas basadas en sensores remotos para la generación de cartografía de las láminas de agua en territorios inundados; así como alguno de los portales que generan información sobre la posibilidad de ocurrencia de inundaciones. Lo anterior, con la finalidad de forjar capacidades en la generación de información para fortalecer a las instituciones que gestionan este tipo de eventos en nuestro territorio.

1. El agua vista por los sensores remotos ópticos

Los sensores remotos ópticos miden la intensidad de la respuesta de los elementos de la corteza terrestre cuando reciben luz solar, lo que conocemos como reflectancia. La capacidad de estos sensores, de registrar la intensidad de respuesta en regiones diferenciadas del espectro electromagnético, ha dado lugar a diferentes procesos que se pueden aplicar a las imágenes satelitales para extraer rasgos particulares.

Las láminas de agua tienen un comportamiento espectral característico; es decir, responden de forma muy diferenciada en la región del azul y el rojo visibles, así como en las regiones del infrarrojo, regiones que son medidas por sensores remotos ópticos:

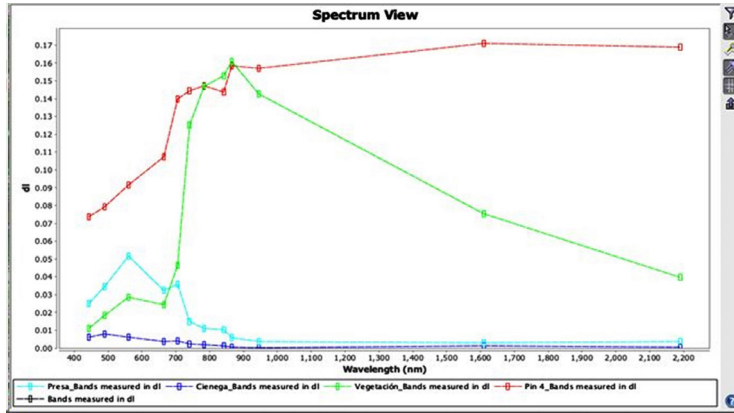
“Las superficies acuáticas absorben la mayor parte de la radiación óptica que reciben, siendo mayor su absortividad cuanto mayor sea la longitud de onda. La mayor reflectividad del agua clara se produce en el azul, reduciéndose paulatinamente hacia el infrarrojo cercano y medio, donde ya es prácticamente nula. Por esta razón la frontera tierra-agua es muy nítida en esta banda” (Chuvienco, 2002:62).

A continuación la figura 1 muestra la curva espectral o gráfico de las intensidades de respuesta a lo largo de las regiones del espectro electromagnético en cuatro sitios del valle de Toluca (Figura 3). En azul marino muestra la curva típica del agua cuando está limpia (punto colectado en las ciénegas de Lerma). El agua limpia tendrá mayor intensidad de respuesta en la región azul visible, misma que descenderá hacia la región del rojo y será casi nula en la región del infrarrojo.

En contraste, se muestra en color cían el agua con materiales disueltos que ha sido colectada en la presa Antonio Arzate. En este sitio, el agua tiene una alta respuesta (en el azul como rojo visible) porque la tierra disuelta en ella modifica su respuesta espectral, incrementando su intensidad en la región del rojo visible.

La línea verde es la firma espectral característica de la vegetación en el nevado de Toluca, mostrando un cambio característico entre la región roja (donde absorbe la energía y refleja muy poca) y la infrarroja (donde absorbe muy poco y refleja mucha energía). La línea roja es la cubierta de asfalto de la ciudad de Toluca, cuya respuesta espectral es siempre alta; pero sobre todo en la región del infrarrojo de onda corta.

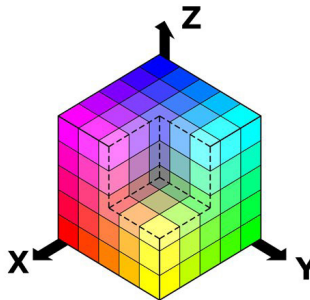
Figura 1. Respuesta espectral del agua (azul marino), del agua con sedimento (cian), de la vegetación (verde) y del asfalto urbano (rojo).



Fuente: Imagen de Sentinel 2A (07/12/2021) - ESA.

Basándose en el comportamiento de estas curvas de respuesta espectral se pueden elegir aquellas regiones útiles para componer una imagen colorida que permitan destacar los elementos de nuestro interés. Las regiones roja visible e infrarroja son de especial utilidad para la cartografía de láminas de agua, mediante la evaluación visual de compuestos de color; éstos son asignaciones de los valores de intensidad registrados en las bandas de la imagen satelital (que corresponden a regiones específicas del espectro electromagnético). Los canales de color que se utilizan para componer la visualización en pantalla. En percepción remota, el modelo que se utiliza con mas frecuencia para componer el color, es el modelo RGB. En éste, el color se compone combinando las intensidades de los canales de color rojo (R), verde (G) y azul (B), siendo posible componer cualquier color (figura 2).

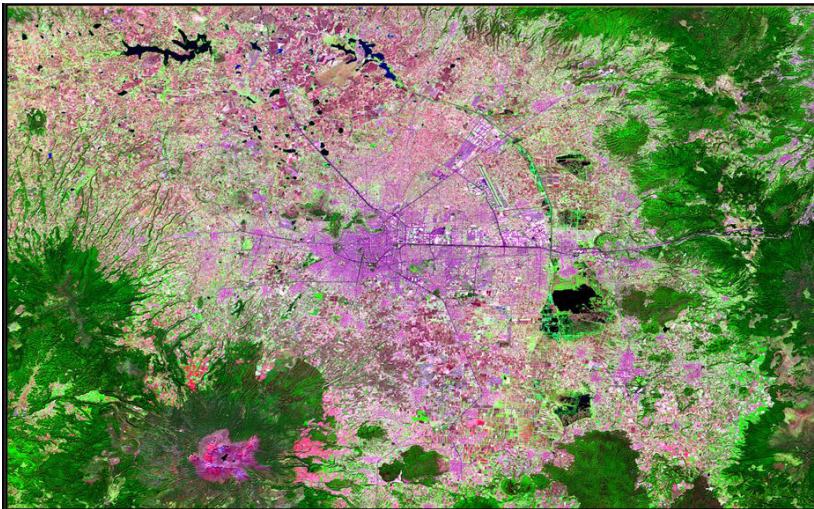
Figura 2. Modelo de color RGB



Fuente: Wikipedia, 2024.

Conociendo que la curva espectral del agua disminuye en intensidad de respuesta cuando se avanza desde la región óptica hacia el infrarrojo cercano y de onda corta, podemos utilizar compuestos de color en esas regiones para detectar fácilmente el agua, pues corresponderá con los valores más bajos en la imagen. En la figura 3 se muestra un falso compuesto de color asignando la respuesta espectral de la región del infrarrojo de onda corta (SWIR1), al canal de color rojo; la respuesta espectral de la región del infrarrojo cercano (NIR1), al canal de color verde y la respuesta espectral de la región roja (RED), al canal de color azul.

Figura 3. Falso compuesto de color RGB=SWIR, NIR, RED en el valle de Toluca



Fuente: Imagen de Sentinel 2A (07/12/2021) - ESA Copérnico Browser.

Como resultado de asignar estas regiones a los canales de color y combinarlos, a la escena del valle de Toluca, los elementos altamente reflectantes (muy brillantes), se aprecian de color blanco brillante. La vegetación se aprecia en verde porque su respuesta es especialmente elevada en la región del infrarrojo cercano, no así en las otras, por lo que predomina el tono verde. Los cuerpos de agua y las superficies cubiertas por agua se muestran en tonos muy oscuros (casi negros) pues la respuesta del agua es especialmente baja en estas tres regiones.

2. Cómo observar las inundaciones desde el visor EO Browser

El visor *EO browser* es un desarrollo de la Agencia Espacial Europea (ESA) que alberga imágenes de la constelación Copérnico, colectadas por la familia

de Satélites Sentinel. Entre ellas de Sentinel 2 que carga un sensor óptico multiespectral opera en la región visible e infrarroja con una cobertura especial de la región conocida como *red edge*; el límite entre el rojo visible y el infrarrojo cercano (comprendido entre los 690 y 790 nm de longitud de onda). La constelación Sentinel 2 se compone de 2 satélites que orbitan la tierra de forma complementaria, con una órbita cuasi polar sincronizada con el sol: cuando Sentinel 2A va, Sentinel 2B regresa, ambos completando un ciclo en 10 días. Esto permite tener imágenes cada 5 días. Así, conociendo la fecha y región afectada por un evento meteorológico, se pueden buscar y consultar las escenas de Sentinel 2 del antes y después del evento observadas en la composición falso color infrarrojo (R, G, B= 12,8,4) donde la banda 12 registra el infrarrojo de onda corta, la 8 el Infrarrojo cercano y la 4 el rojo visible. Así, se muestra un ejemplo (haciendo uso del falso compuesto de color infrarrojo) para destacar las diferencias detectadas en las cercanías de La Paz, Baja California por el ciclón Tropical Norma, que impactó la Península de Baja California del 19 al 21 de Octubre de 2023 (Conagua, 2023) (Figura 4).⁵

Figura 4. Falso compuesto de color en infrarrojo de la imagen Sentinel 2 del 18 de octubre 2023 (izquierda) y del 28 de octubre 2023 (derecha).
RGB=SWIR, NIR, RED



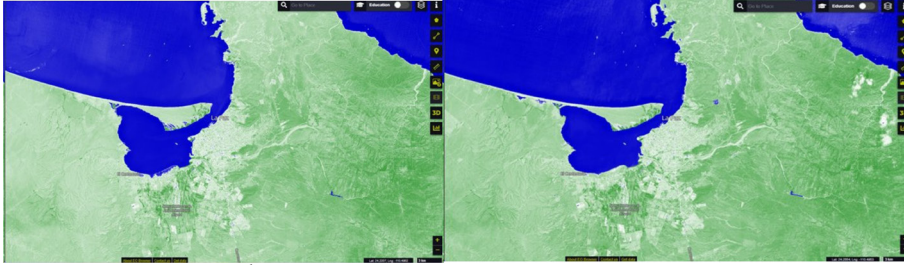
Fuente: ESA - EO browser.

Con este compuesto se destaca el crecimiento de los cuerpos de agua como resultado del paso del ciclón tropical (Figura 4). También el borde de la esquina superior derecha hacia el Noreste de la ciudad que en la escena previa (izquierda) casi no se distingue y en la escena posterior al evento (derecha), se distingue claramente.

Otra forma de visualizar los cambios en la superficie de agua como resultado de un evento, es el índice normalizado de diferencia de agua (NDWI); un índice que relaciona las respuestas en la región del infrarrojo cercano y de la región del verde visible, permitiendo detectar la presencia de agua y humedad. En este índice, valores superiores a 0.5 se relacionan con agua (Figura 5).

5 Dirección Web de imágenes Sentinel. <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>.

Figura 5. Índice NDWI calculado en la imagen Sentinel 2 del 18 de octubre 2023 (izquierda) y del 28 de octubre 2023 (derecha). RGB=SWIR, NIR, RED



Fuente: ESA - EO browser.

Con este índice destacan las diferencias en los cuerpos de agua de la línea de costa hacia el Oeste.⁶

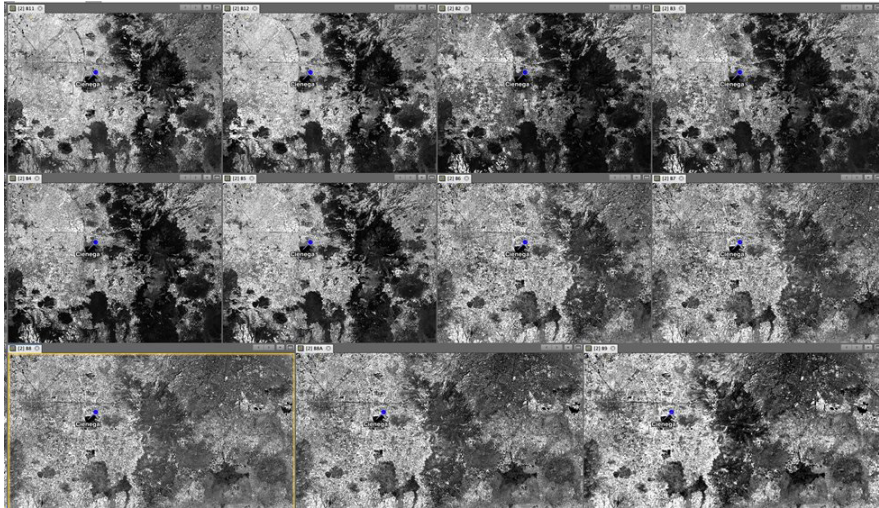
3. Cómo hacer cartografía rápida de las regiones con agua en sensores ópticos

Sabiendo que el agua muestra respuestas muy bajas en regiones específicas de la imagen satelital, se puede distinguir otros elementos de la corteza terrestre mediante el uso de umbrales o valores de referencia. La computadora analiza una capa de información satelital específica, consulta un umbral definido y asigna el resultado a la categoría agua. En la figura 6 se muestra cómo en la imagen de Sentinel 2A el agua se distingue peculiarmente en las bandas 8,8A (infrarrojo cercano), 9 (vapor de agua), 11 y 12 (infrarrojo de onda corta). En ellas, la respuesta del agua es sumamente baja y no hay otro elemento que genere esos valores tan bajos. Entonces se pueden consultar los valores del umbral (el valor máximo) al que pertenece el agua con ayuda de la calculadora de bandas (*band math* en SNAP) y consultar ese valor que genere cartografía temática del agua. En *Qgis* se ocuparía la calculadora de bandas ráster.

Continuando, se muestra cómo la figura 7 se dibujó en polígono, un cuerpo de agua relativamente limpio para habilitarlo como máscara en la imagen de la banda 8 solicitando las estadísticas de la zona. Los valores de los píxeles contenidos en ésta son analizados, reportando sus estadísticas: valor mínimo, máximo y promedio.

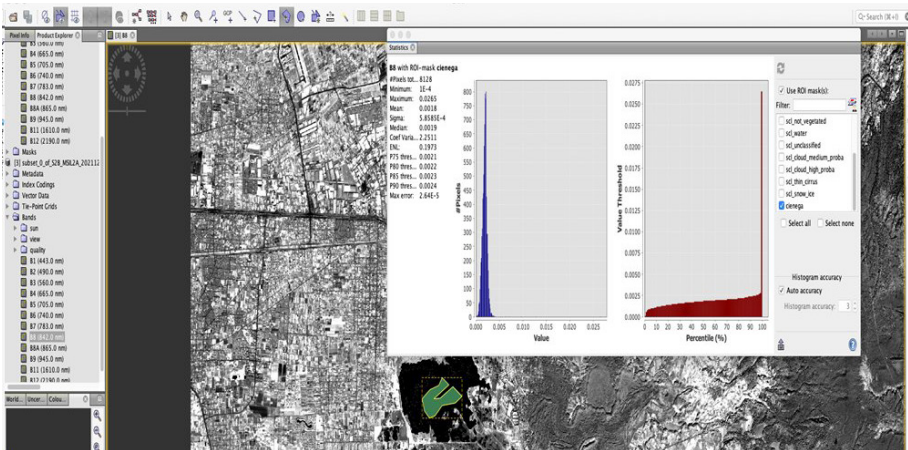
6 Una descripción de cómo utilizar EO browser paso a paso se encuentra en: <https://youtu.be/OgwXfhhvmGU?si=kR6mUrbOz5E9om8P>. El video también explica cómo buscar escenas y compararlas.

Figura 6. Diferentes bandas del sensor Sentinel 2 del valle de Toluca



Fuente: Imagen de Sentinel 2A (07/12/2021) - ESA Copérnico Browser.

Figura 7. Consulta de estadísticas al interior de una máscara de agua

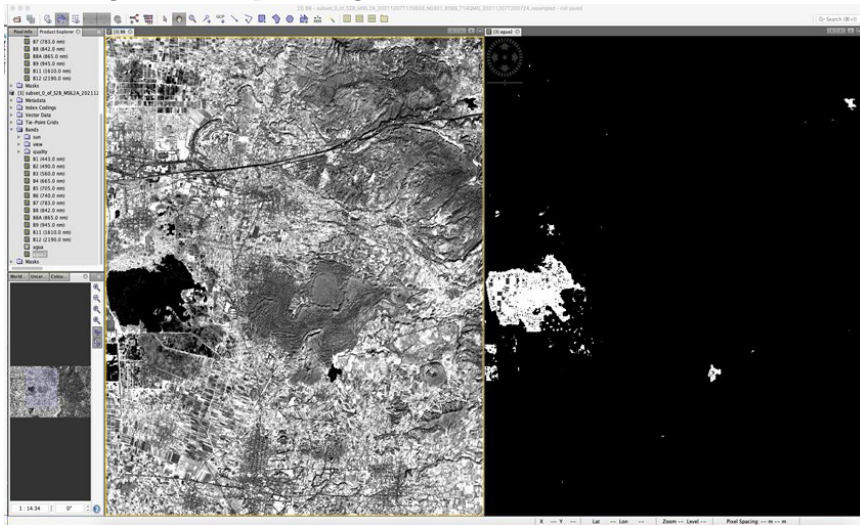


Fuente: Imagen de Sentinel 2A (07/12/2021) - ESA Copérnico.

El valor máximo que alcanza el agua en la banda 8 es de 0.0265, entonces será el umbral que se utilice para el uso de la herramienta ráster/band math, consultando con la expresión “ $b8 < 0.0265$ ”. Esta expresión seleccionará de la banda 8 aquellos píxeles que tengan un valor inferior al umbral establecido, en este caso 0.00265. El resultado permite delinear de forma rápida los cuerpos de agua. La figura 8 muestra en la pantalla izquierda un cuerpo de agua

que es delineado con la consulta del umbral que muestran los píxeles en blanco de la pantalla de la derecha.

Figura 8. Cuerpos de agua extraídos con el uso de umbrales



Fuente: Imagen de Sentinel 2A (07/12/2021) - ESA Copérnico.

El método de umbrales es rápido y funciona cuando se utiliza con la región óptica azul o la región infrarroja. En este caso se mostró cómo procesar una escena de Sentinel (utilizando la banda 8 que en Sentinel corresponde con la región infrarroja cercana), pero puede hacerse el mismo proceso con cualquier sensor óptico que registre la región del infrarrojo. En el caso de Landsat 8 y 9 se puede utilizar la banda 5 que opera en esta región del infrarrojo cercano. Comparando dos fechas: antes de la inundación y después de la inundación, haciendo posible saber dónde y cuánta superficie ha ganado el agua. Pese a ser rápido, el método es impreciso y tiene como reto el correcto establecimiento del umbral.

Los métodos basados en sensores remotos ópticos se ven limitados por la disponibilidad de escenas sin nubes. La presencia de nubes es sumamente probable cuando hay fenómenos meteorológicos, lo que vuelve complicado hacer las consultas adecuadas. Por ello, es poco común encontrar este tipo de análisis en sensores remotos ópticos, pero sí en sensores activos (radar) haciendo uso del mismo principio del umbral.

4. El agua vista por los sensores remotos activos

El Radar de Apertura Sintética (SAR por sus siglas en inglés) es la tecnología empleada con mayor frecuencia para el monitoreo de las regiones inundadas, debido a que opera en la región de las microondas que, en esta región, las nubes no generan interferencia con la recepción de señal. Los sensores de radar a diferencia de los sensores ópticos dependen de la luz solar, pueden operar incluso en la noche pues emiten su propio pulso de microondas. Las condiciones meteorológicas extremas como viento o lluvia muy intensa si pueden llegar a generar alteraciones en la señal de radar, pero esta interferencia puede ser removida mediante procesamientos de la imagen (promediando adquisiciones de la misma temporalidad).⁷

El principio con el que opera el radar es la interacción que tiene con los objetos de la superficie terrestre. Emite un pulso con un ángulo de inclinación, dimensión e intensidad característico de cada sensor. Según el tamaño y el tipo de energía con el que opera el radar, tendrá mayor capacidad de atravesar la superficie de la corteza terrestre. Los sensores que tienen una señal con mayor capacidad de penetración, operando en la banda X ideales para la cartografía de regiones inundadas. Sin embargo, también es posible generar cartografía de la cubierta de agua, haciendo uso de imágenes del sensor Sentinel 1:

Sentinel 1 carga un instrumento de radar de apertura sintética que opera a una frecuencia central de 5.405 GHz. Este incluye una antena activa orientada hacia la derecha que provee escaneo rápido en elevación y azimut. Su capacidad de almacenamiento es de 1410 GB y de descarga de 520 Mbit/S. El sensor es operado por la Agencia Espacial Europea (ESA) y el instrumento opera en la banda C y emite señal con polarización dual (HH+HV, VV+VH). Opera en 4 modos de adquisición de la información, siendo el modo de paso interferométrico el que más escenas adquiere. Este modo opera a una altura orbital de casi 700 kilómetros sobre la corteza terrestre y con un ángulo intermedio de 25° de inclinación con respecto al nadir. Su colecta en tierra abarca 250 km de ancho de barrido, ESA, (2024).⁸

7 Una introducción muy completa a esta tecnología se puede encontrar entre los materiales didácticos del programa educativo de NASA ARSET, disponible en: <https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/spanish/arset-introduccion-al-radar-de-apertura-sintetica>.

8 La información más detallada con respecto al sensor Sentinel 1 puede encontrarse en: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1>. También existe una guía de usuario generada por la ESA disponible en: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar>.

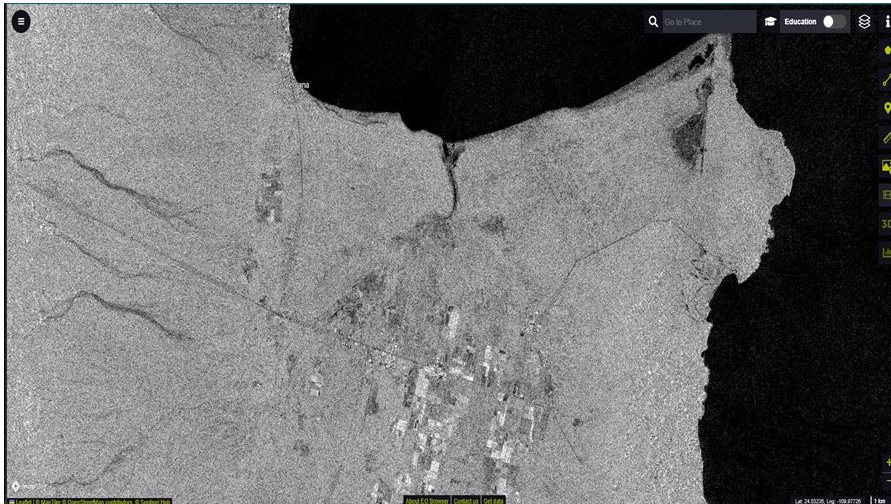
5. Cómo hacer cartografía rápida de las regiones con agua en sensores activos

Las escenas Sentinel 1 son distribuidas en dos formatos:

1. Formato *single look complex* que almacena un número complejo registrando tanto la intensidad de retorno del pulso de microondas, como la fase proporcional al tiempo que tarda en completarse el ciclo de una onda emitida. Este formato se usa en procesos de análisis avanzado del relieve.
2. Formato *Ground Range Detected* (GRD) es una simplificación de la señal de radar para homogeneizarla y ubicarla geográficamente con la forma de un píxel, por lo que se emplea para visualización.

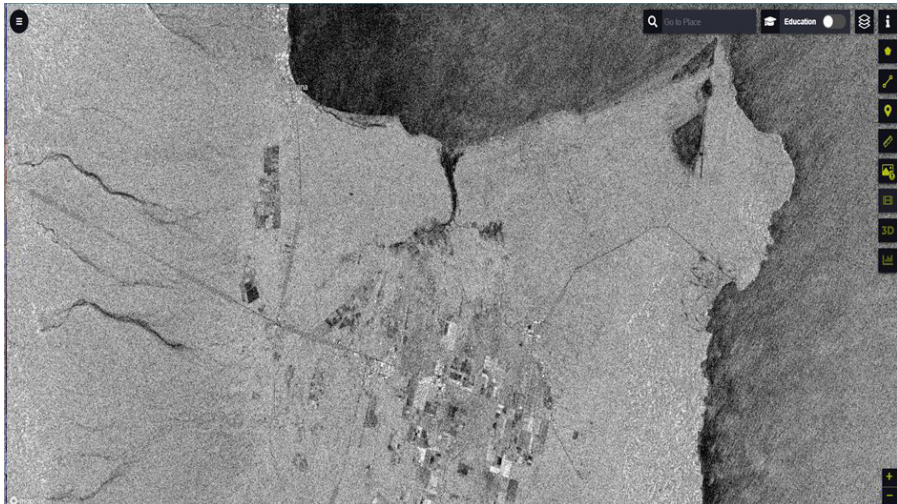
La señal de radar es emitida de forma inclinada, entonces, cuando el pulso choca con el agua, la respuesta se desvía en una dirección opuesta al satélite, pues los cuerpos de agua devuelven el pulso de microondas como si se tratara de un espejo (retrodispersión especular). La intensidad registrada en el sensor cuando encuentra cuerpos y láminas de agua es prácticamente nula, lo que facilita la comparación y detección de zonas con láminas de agua antes y después de un evento (Figura 9a y 9b).

Figura 9a. Imagen Sentinel 1 de la localidad La Ventana, Baja California, 10/0ct/2023



Fuente: ESA - EO browser.

Figura 9b. Imagen Sentinel 1 de la localidad La Ventana, Baja California, 22/Oct/2023



Fuente: ESA - EO browser.

Las imágenes 9a y 9b son escenas registradas por el sensor SAR Sentinel 1, muestran el coeficiente de retrodispersión gamma utilizando la polarización VH geoméricamente corregida. Con ellas se busca mostrar el efecto del ciclón Norma que impactó la península de Baja California del 19 al 21 de octubre 2023. La escena antes del evento (figura 9a) fue registrada el 10 de octubre; mientras que la escena después del evento (figura 9b) fue registrada el 22 de octubre. Al contrastar estas escenas, en la figura 6b se nota el incremento en la cantidad y densidad de las zonas que generan una respuesta nula ante el registro del radar que corresponden al escurrimiento superficial (izquierda), cuerpos de agua (arriba a la derecha); pero también a campos agrícolas que incrementan su contenido de agua (centro abajo en la imagen).

6. Protocolos para la cartografía de regiones inundadas con imágenes Sentinel 1

El programa UN Spider es un programa de Naciones Unidas que forma parte de UNOSAA, cuya misión es el uso pacífico del espacio exterior. UN Spider busca la generación de capacidades para el seguimiento y manejo de situaciones de desastre conforme al protocolo de Sendai. Entre sus misiones está

la capacitación y divulgación de técnicas para la generación de cartografía de eventos de desastre.⁹

También el programa educativo NASA Arset ha desarrollado paso a paso una guía para la separación del agua del resto de los elementos terrestres utilizando radar.¹⁰

Adicionalmente, existen diversas rutinas basadas en el programa *Python* para leer y analizar los umbrales de imágenes SAR y generar cartografía de regiones inundadas. Una rutina compartida por UN Spider.¹¹

Diversos especialistas han compartido códigos que pueden ser copiados al editor de código de *Google Earth Engine* (GEE), producir cartografía de regiones inundadas. GEE es una Plataforma de acceso gratuito y abierto que hace uso de las capas de información satelital distribuidas por NASA, ESA y diversas instituciones académicas. Está construido en el lenguaje de programación JAVA ganando mucha popularidad por la posibilidad de consultar capas de información de todo el mundo con una gran cobertura temporal de forma relativamente accesible. El principio con el que opera es el de computación en la nube. Los proveedores de información satelital cuentan con cubos de datos que son organizaciones de capas y capas de información global de sensores específicos a lo largo del tiempo. Por ello, la primera acción de un usuario es definir el conjunto de datos o fuente de información que empleará y acotará en tiempo y en espacio la porción que utilizará. Habiéndola seleccionado, hace uso de secuencias de código que ejecutan las operaciones sobre esta información. Ello agiliza la extracción de información sin necesidad de utilizar software.

El programa UN Spider ha compartido códigos de GEE para la cartografía rápida de zonas inundadas. Este código busca y procesa imágenes S1 las filtra y permite entender las variaciones en la señal, genera comparaciones de las diferencias en señal y permite exportar la cartografía para utilizar en sistemas de información geográfica.¹²

9 El protocolo para descargar y procesar imágenes de Sentinel 1 para la generación de cartografía de zonas inundadas haciendo uso de estas escenas y con el uso de la calculadora de bandas con el software abierto SNAP de la ESA se encuentra en: <https://www.un-spider.org/es/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-flood-mapping/step-by-step>.

10 Disponible en: https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/Session2-SAR-Spanish_0.pdf.

11 Se encuentra en: <https://www.un-spider.org/es/asesoria/practicas-recomendadas/practica-recomendada-mapeo-inundaciones/paso-a-paso>.

12 El código se encuentra en: <https://code.earthengine.google.com/f5c2f984c053c8ea574bfcd4040d084e>.

Para una correcta ejecución del código, se requiere que el usuario:

1. Haya generado su cuenta en GEE
2. Defina un área de estudio con las herramientas de mapa de GEE
3. Defina el tiempo antes de y después del evento cuyo efecto en la lámina de agua se desea cartografiar.

El código permitirá que el usuario exporte la cartografía resultante a su drive de *Google*.

7. Otras fuentes de información

Haciendo uso de la información producida por los sensores remotos, diversas agencias generan información relacionada con la ocurrencia de inundaciones. Entre ellas, el sistema global de monitoreo de la Universidad de Maryland, hace uso de la información generada por el sensor GPM calibrada con la red de estaciones TRMM.¹³

La agencia espacial europea cuenta con diversos servicios que generan información basada en las adquisiciones de la constelación Sentinel. Entre ellas, el servicio de emergencia EMS.¹⁴

Otra fuente de información es el *Global flood Awareness System (GLOFAS)*. Este sistema cuenta con un visor de mapas, el cual se accede con una cuenta de *Google*. Se alimenta de cartografía de las condiciones iniciales, meteorológicas e hidrológicas basándose en el modelo *LIS Flood* para la estimación de inundaciones. Entre su cartografía, genera información basada en técnicas de mareo rápido, sobre cartografía de zonas inundadas (Figura 10).

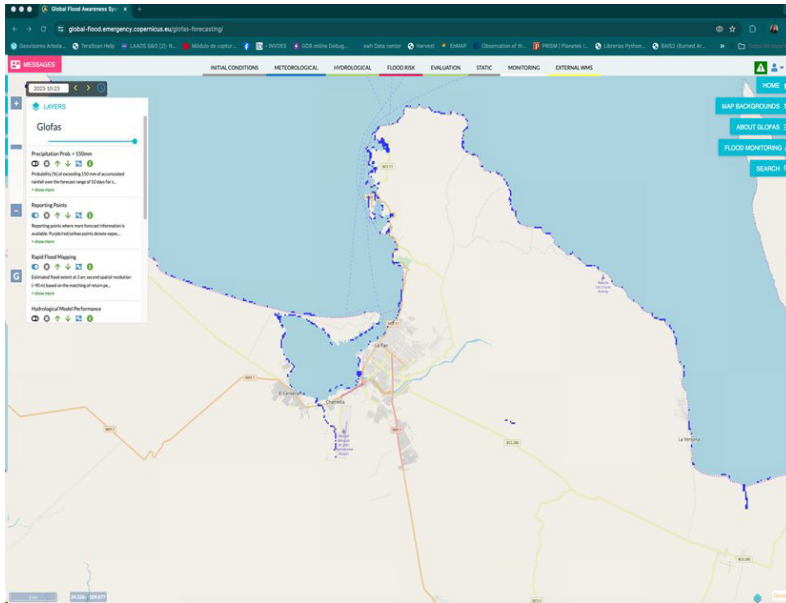
La figura 10 muestra la cartografía de mateo rápido para el evento Norma, del 23 de Octubre en el sistema GLOFAS.¹⁵

13 Este se puede consultar en: <http://flood.umd.edu>

14 La información cartográfica de eventos de inundación de escala global puede encontrarse en: <https://emergency.copernicus.eu/mapping/>

15 Se encuentra disponible en: <https://global-flood.emergency.copernicus.eu/glofas-forecasting/>

Figura 10. Zonas probablemente inundadas por el ciclón Tropical Norma en Baja California Sur



Fuente: GLOFAS-ESA (2023).

Por su parte, la NOAA cuenta con un portal en internet que permite descargar cartografía de regiones presumiblemente inundadas, según los registros de los sensores VIIRS y ABI. Este portal está disponible en: <https://floods.ssec.wisc.edu/>

Adicionalmente, en la página del grupo de trabajo de inundaciones, la Sociedad EO Tec Dev Net muestra un listado de herramientas para la generación y análisis de las regiones inundadas.¹⁶

Conclusiones

Las láminas de agua que se generan como consecuencia de las inundaciones, tienen un comportamiento muy característico a la respuesta espectral registrada por los sensores ópticos. También responden de forma muy específica a la señal de radar SAR (alejándose del sensor) Lo anterior ha hecho posible que, basándose en la nueva constelación de sensores de la constelación Copérnico (ESA) y de la familia Landsat (NASA), diferentes instituciones generen cartografía de excelente calidad acerca de las regiones inundadas, mismas que

¹⁶ Disponible en: <https://eotec-dev.ceos.org/tools/>

son de acceso público. El análisis de esta información es de suma utilidad para la construcción de sociedades resilientes ante las inundaciones que identifican patrones de comportamiento y posibles afectaciones a lo largo de períodos de tiempo significativo, esperando que este resumen de técnicas y fuentes de información, faciliten la generación de información útil en el análisis de las inundaciones.

Bibliografía

- Wikipedia (2024). *Modelo de Color RGB*. De SharkD de Wikipedia en inglés - Transferido desde en.wikipedia a Commons. Transfer was stated to be made by User:nopira. Download source code., CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3203688>
- Chuvieco S., E. (2002). *Teledetección ambiental, la observación de la tierra desde el espacio*. Ed. Ariel. 1ra. Ed. España. 608 p.
- CONAGUA (2023). *Huracán Norma categoría 4 Norma del océano Pacífico. Ciclonas Tropicales 2023*. Gerencia de Meteorología y Climatología. Subgerencia de Pronóstico Meteorológico. Centro Nacional de Previsión del Tiempo. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2023-Norma.pdf>
- ESA (2024). *Sentinel 1 Instrument Payload*. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>

Reflexiones finales

Los avances conceptuales, metodológicos y organizativos-operacionales alcanzados por México en la materia de gestión de riesgos son válidos y significativos, ante la mirada de casi tres décadas de la creación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en 1990, y del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), en 1996, este último lamentablemente abolido en el año 2021. Desde entonces, los esfuerzos mancomunados entre las entidades gubernamentales de todos los niveles, las visiones académicas y la participación de la sociedad han acrisolado, de manera progresiva y robusta, una cultura de prevención, mitigación y reducción ante el permanente acecho de los fenómenos y procesos naturales y tecnológicos generadores de contingencias y desastres, con frecuencia de dimensiones catastróficas.

Uno de los grandes éxitos de estos años, lo marca la homogeneidad de criterios teóricos para el abordaje de esta problemática compleja y multidisciplinaria, lo que garantiza el necesario lenguaje profesional y académico para el desarrollo de las investigaciones y de sus aplicaciones en las condiciones geográficas mexicanas. Otro paso relevante, nacido casi al unísono de las instituciones gestoras, fue el surgimiento y el desarrollo acelerado de las tecnologías de la información geográfica, como los sistemas automatizados, la percepción remota con imágenes satelitales y de radar, el monitoreo con vehículos aéreos no tripulados y con el empleo de sensores remotos, la modelación de procesos naturales, la creación y manejo de bases de datos y la cartografía digital. En su conjunto todas estas herramientas han contribuido a la confección de los atlas especiales sobre riesgos para diferentes extensiones espaciales del territorio nacional y a establecer las plataformas para el diseño e implementación de sistemas de alerta temprana, tan importantes para la reducción de pérdidas de vidas y de costos patrimoniales, tanto familiares como nacionales.

No escapan el progreso de la educación y de la divulgación sobre la gestión de los riesgos, manifestado sobre todo en la docencia universitaria y posgraduada con el nacimiento de varias subdisciplinas relacionadas con la temática, sobresaliendo la Geografía de los Riesgos, que ha permitido la formación de personal altamente calificado con grados científicos y con una visión holística de la problemática entorno a las amenazas, la exposición, la vulnerabilidad física y la construida, los riesgos y sus alcances, así como la gestión integral del riesgo. Con relación al pasado, hoy existen palpables fortalezas para enfrentar el acecho de las fuerzas motrices de la naturaleza activa y dinámica, y de los errores tecnológicos del hombre, sobre todo cuando las voluntades políticas y las actitudes ciudadanas se abracen por el bien común de las sociedades.

No obstante estos avances, el desarrollo demanda siempre del perfeccionamiento creciente, tanto en la academia como en la gestión, para acercarse a la salvaguarda social y material de la nación.

Considerando lo planteado anteriormente, la obra que se presenta constituye una herramienta más en el acompañamiento y apoyo a las autoridades en la toma de decisiones en materia de capacitación y superación, además que les permitirá un mejor aterrizaje territorial de las políticas públicas relacionadas con la gestión local de riesgo, facilitando un mejor desarrollo sostenible y consolidando la resiliencia en los asentamientos humanos expuestos y vulnerables al impacto de los diferentes fenómenos naturales que durante todo el año se presentan. Todos los temas tratados en este libro constituyen asuntos cardinales relacionados con la vulnerabilidad institucional que, a nuestro juicio, constituye la matriz de todas las vulnerabilidades, reduciendo la misma, directamente estaríamos mitigando las demás.

Finalmente, todo esfuerzo relacionado con la difusión del conocimiento como lo es el presente texto y su contenido contribuye eficazmente al fortalecimiento institucional de la actividad de protección civil a todos los niveles de gobierno en México.

JOSÉ RAMÓN HERNÁNDEZ SANTANA
JOSÉ EMILIO BARÓ SUÁREZ
MARIO ÁLVARO RUIZ VELÁZQUEZ

El libro *Gestión del riesgo local de desastre.*
Teoría y práctica. Casos de estudio en México.
de José Emilio Baró Suárez,
Mario Álvaro Ruiz Velázquez y
José Ramón Hernández Santana
(coordinadores)

se terminó de imprimir el 30 de agosto de 2024.

La eterna problemática social del riesgo ante amenazas naturales y tecnológicas, éstas últimas surgidas con el desarrollo industrial de la humanidad en los últimos siglos, requiere de una estrecha cohesión cognitiva y volitiva entre los gobiernos, las instituciones y las empresas públicas y privadas, las organizaciones no gubernamentales, los actores sociales, la comunidad académica e ingenieril y toda la sociedad en su conjunto, aspecto que requiere aún de un mayor y urgente fortalecimiento.

La presente obra, creada bajo el empeño y el objetivo de contribuir a una cultura sobre la gestión de riesgos en el país, muestra en once capítulos agrupados en tres bloques, las experiencias alcanzadas en varias direcciones estratégicas de la gestión integral de riesgos. El primer bloque presenta ejemplos de la actuación institucional en la gestión, del desarrollo de los simulacros sísmicos y de la estimación de la vulnerabilidad institucional.

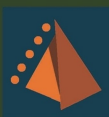
El segundo bloque ocupa diversos análisis sobre las amenazas hidrometeorológicas en los casos de la tormenta tropical Cristóbal del año 2020, de las inundaciones y la remoción en masa en la Nueva Tuxtla, del diseño e implementación del sistema múltiple de alertamiento temprano de inundaciones en la alcaldía Iztapalapa, de la resiliencia y sostenibilidad en la alcaldía Miguel Hidalgo, de las premisas mínimas para enfrentar las sequías y sobre la propuesta de huertos familiares, como soporte alimentario ante contingencia de desastre. Finalmente, el tercer bloque presenta los aspectos geotecnológicos y de representación cartográfica, para ello considera al atlas interactivo de la gestión de riesgos en la Universidad Autónoma del Estado de México en su versión de diseño, y resultados sobre el monitoreo de inundaciones con el empleo de tecnología de la información geográfica.

El libro está redactado bajo una visión académica, pero de una forma amigable y comprensible para todo tipo de actividad gubernamental y profesional, y para el público en general.

ISBN: 978-607-98906-8-1



Patrocinado por:



Colegio Mexicano
de Profesionales
en Gestión de Riesgos
y Protección Civil A.C.



Comisión de Fomento
de las Actividades de las
Organizaciones de la Sociedad Civil

iidear

Instituto de Investigaciones y de Estudios sobre
Alertas y Riesgos



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

