

Las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la gestión del riesgo por inundación: un desafío metropolitano para el Valle de México

Autor. Jorge Antonio Hernández Gamboa

Asesor. Dr. Jerónimo Aurelio Díaz Marielle

Lector interno. Dr. Jesús Carlos Morales Guzmán

Lector. Dr. Oscar Adán Castillo Oropeza

Maestría en Planeación y Políticas Metropolitanas

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

Abril 2020

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	1
Hacia una reinterpretación del problema	3
Aspectos metodológicos	7
Capítulo I	
¿Anticipar el desastre con nuevas tecnologías? Revisión del marco normativo	11
La reducción del riesgo en la agenda internacional	11
El marco normativo mexicano	17
las legislaciones del estado de México y de la CDMX	19
Capítulo II	
La gestión de las inundaciones en el Valle de México: de la infraestructura hidráulica a la infraestructura tecnológica	23
Cinco siglos para la conquista del lago	23
El Sistema de Drenaje y el problema de los hundimientos	26
El radar de lluvias y la centralización de la información: soluciones tecnológicas	33
Capítulo III	
Hacia una cartografía metropolitana del riesgo por inundación	39
Detrás del dato ¿Cómo se construye y comunica la información en las unidades estatales de Protección Civil?	40
Geografía de las inundaciones según SACMEX y CAEM	47
Las inundaciones según los medios	55
¿Quiénes y cuándo se inundan?	57
Recuadro 2. Las inundaciones el factor común	64
Capítulo 4	
De la medición a la acción. Las TIC y las autoridades locales	69
Ecatepec: un gigante demográfico con pocos recursos	69
Tlalpan: el conocimiento práctico ante las emergencias	73
Reflexiones finales	81
Anexos	85
Bibliografía	87

Gráfico 1. Fuentes de información del Registro Único de Situaciones de Emergencia	42
Gráfico 2. Proceso de tratamiento de los registros de emergencia en la SGIRPC	44
Gráfico 3. Eventos hidrometeorológicos SACMEX y CAEM, 2015-2018	48
Gráfico 4. Proceso de captura de eventos de emergencia CAEM	51
Gráfico 5. Evolución de los registros de inundaciones según la fuente	56
Gráfico 6. Comportamiento mensual de eventos hidrometeorológicos, 2015-2018	58
Gráfico 7. Las 10 colonias con mayor número de afectaciones	62
Ilustración 1. Mascarón de León, Madero 37	25
Ilustración 2. Instalaciones del Centro de Mando SACMEX	35
Ilustración 3. Inundación Picacho Ajusco 30 de agosto 2018.....	76
Ilustración 4. Inundación Picacho Ajusco 22 de octubre 2019	76
Mapa 1. Hundimiento en la Ciudad de México, 2007-2017	28
Mapa 2. Infraestructura de Drenaje de la CDMX, 2018	32
Mapa 3. Eventos de inundación registrados por la SGIRPC, 2015-2018	46
Mapa 4. Eventos hidrometeorológicos a escala metropolitana, 2015-2018	49
Mapa 5. Reportes de inundación del C5 y SSC en Twitter, 2019.....	53
Mapa 6 Reportes de inundación del C5 y SSC en Twitter, 25 de julio 2016	54
Mapa 7. Colonias con mayor número de inundaciones	61
Mapa 8. Inundaciones y grado de marginación en la ZMVM	63
Mapa 9. Índice de Vulnerabilidad Social e inundaciones 2015-2018. Iztapalapa	64
Mapa 10. Peligro y concentración de inundaciones 2015-2018. Iztapalapa.....	65
Mapa 11. Peligro y concentración de inundaciones 2015-2018. Álvaro Obregón	66
Mapa 12. Elevación y afectaciones hidrometeorológicas en Tlalpan, 2015-2018	75
Recuadro 1. Inundaciones en tiempo real: un análisis cartográfico con twitter.....	52
Recuadro 2. Las inundaciones el factor común	64
Tabla 1. Relación de funcionarios entrevistados	9
Tabla 2. Capacidad de drenaje por infraestructura,1975-2008	29
Tabla 3. Infraestructura de Drenaje de la CDMX, 2018.....	31
Tabla 4. Eventos de inundación registrados por la SGIRPC, 2015-2018.....	45
Tabla 5. Inundaciones registrada en medios de comunicación, 2015-2018.....	56
Tabla 6. Eventos hidrometeorológicos por alcaldía, 2015-2018	59
Tabla 7. Eventos hidrometeorológicos por municipio, 2015-2018	60
Tabla 8. Precio habitacional. Santa Martha Acatitla y Jardines del Pedregal	67

INTRODUCCIÓN

Como cada temporada de lluvias en el Valle de México, las noticias dan cuenta de la vulnerabilidad de la metrópoli ante el fenómeno de las inundaciones. En junio de 2018, mientras iniciábamos esta investigación, se anunció que una corriente de aguas negras había interrumpido la circulación sobre la calzada Ignacio Zaragoza dejando inhabilitadas 5 estaciones de la Línea A del Sistema de Transporte Colectivo Metro. Haciendo un recuento sistemático de eventos, pudimos constatar que en los últimos tres años se han presentado al menos 119 encharcamientos en esta vialidad.

Las inundaciones no sólo desquician el tránsito, también ponen en riesgo la salud y el patrimonio de los habitantes en territorios específicos. Aquí un par de ejemplos que nos acercan a la magnitud del problema. El 29 de agosto de 2017, el fraccionamiento Valle Dorado en el municipio de Tlalnepantla se vio afectado por la ruptura del Túnel Emisor Poniente, provocando inundaciones de aguas negras y pérdidas materiales considerables para la población aledaña al sistema de drenaje. Dos días después, los medios de información reportaron una “lluvia histórica” que afectó a cuatro alcaldías de la Ciudad de México, registrando más de 150 puntos de encharcamiento; aunado a ello, pero al otro lado de la ciudad, el canal de aguas negras “La Compañía” amenazaba una vez más con desbordarse sobre varias colonias populares de los municipios Nezahualcóyotl y Chimalhuacán.

La temporada de lluvias representa un enorme desafío para las autoridades, en particular si se considera que se llegan a presentar hasta 100 encharcamientos de forma simultánea en diferentes municipios y alcaldías. Tan sólo en la Ciudad de México, según la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México (SGIPC), entre 2015 y 2018 se presentaron más de 2 mil encharcamientos e inundaciones.

Los desastres causados por las inundaciones en el Valle de México no constituyen un fenómeno nuevo ni tampoco “natural”. Históricamente, esta amenaza ha sido un foco de atención y debate para las autoridades, para el sector académico y más recientemente para la llamada sociedad civil. En esta arena de discusión –que remonta a la época colonial– se han vertido innumerables argumentos científicos y posibles soluciones al problema; asimismo, es en este escenario que se han configurado las decisiones políticas en materia hídrica, en particular, la construcción de obras de infraestructura que ha conducido a la artificialización del medio natural. Debido a este proceso de artificialización, se puede afirmar que hoy el riesgo por

inundación depende de la capacidad de la sociedad para controlar su propia obra, fruto de un acumulado de decisiones hídricas pasadas, más o menos certeras.

En este trabajo se sostiene que la gestión del riesgo por inundación no solo requiere instrumentos técnicos para pronosticar la intensidad de las precipitaciones, sino que apela también al análisis del aparato institucional que atiende las emergencias, para conocer qué y cómo se están coordinando las instituciones para atender a la población afectada.

Tras hacer una revisión de las Idóneas Comunicación de Resultados (ICR) de la Maestría en Planeación y Políticas Metropolitanas (MPPM) relacionadas con este tema, sabemos que existen al menos tres trabajos: uno relacionado con el análisis de riesgos por precipitaciones pluviales (Eguiluz 2003), otro con las políticas públicas y la gestión de la cuenca del Valle de México (De la Torre 2009) y uno más que tiene que ver con el Río de los Remedios, titulado *El costo de las inundaciones en los municipios de Ecatepec y Nezahualcóyotl* (S. Ramírez 2016).

Es así que, en continuidad con mi propia investigación de licenciatura, la cual trata acerca de la lucha histórica de las autoridades locales contra las inundaciones (Hernández 2016), aquí se desarrolla una interpretación más detallada acerca de la gestión institucional del riesgo y su relación con el desarrollo de tecnologías de información, para la identificación, reducción y atención de problemáticas hidrometeorológicas en la Zona Metropolitana de Valle de México (ZMVM). El estudio se aboca al tema de la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por parte de las instituciones encargadas de la gestión de riesgos, en este sentido, se pretende estudiar la labor de las instituciones que atienden las emergencias hidrometeorológicas en la ZMVM y su relación con las TIC, principalmente:

- Sistemas de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX)
- Secretaría de la Gestión Integral y Protección Civil de la Ciudad de México (SGIRPC)
- Comisión de Agua del Estado de México (CAEM)

Al mismo tiempo, queremos comprender cómo se articulan estas instituciones con las autoridades locales, por lo que se analiza además el papel de las Unidades de Protección Civil del municipio de Ecatepec en el Estado de México, y de la alcaldía Tlalpan en la Ciudad de México. Estas demarcaciones fueron elegidas por tratarse de territorios ampliamente expuestos a la problemática de las inundaciones, pero también porque en ellos pude encontrar interlocutores interesados en compartir su experiencia en la gestión de emergencias.

Con lo anterior se busca responder a las siguientes preguntas de investigación. ¿En qué medida la incorporación de las TIC por parte de SACMEX, SGIRPC y CAEM y autoridades locales, ha contribuido a reducir el riesgo de inundación en la ZMVM? ¿La producción masiva de información, contribuye a la mejora de la atención local de las emergencias? ¿Cómo se incorporan localmente las TIC en la gestión del riesgo en Ecatepec y Tlalpan?

En este trabajo se argumenta que la incorporación de las TIC se ha focalizado en la identificación de los riesgos y no en la reducción de vulnerabilidades. Además, el estudio demuestra que existe una importante desigualdad en cuanto al desarrollo tecnológico para la gestión del riesgo entre las distintas instituciones encargadas de esta materia en la ZMVM; en otras palabras, que la medición y atención del fenómeno no es homogénea a escala metropolitana y que, para las autoridades locales, el acceso e implementación de nuevas tecnologías representa un desafío mayúsculo.

HACIA UNA REINTERPRETACIÓN DEL PROBLEMA

Partiremos con una de las máximas de los estudios de riesgo y desastres en las ciencias sociales: “los desastres no son naturales” (Maskrey 1993). Lo anterior implica analizar el riesgo desde los sistemas sociales y no solo desde la amenaza natural (Rebotier 2009). Como afirman Oliver-Smith y otros (2016), el hecho de naturalizar los desastres puede conducirnos a pensar que éstos son incontrolables para los seres humanos, cuando en realidad el factor humano es determinante.

A partir del enfoque social del desastre, se considera el riesgo como una construcción histórica, situada en una geografía y un tiempo específicos (Kaika 2018). Si bien los fenómenos que originan el riesgo son de índole natural, la magnitud de los desastres causados por las inundaciones depende directamente del tipo de organización social y de su capacidad para hacer frente, en mayor o menor medida, a los eventos atmosféricos. Dicho de otro modo, estableceremos que los desastres por inundaciones son producto de procesos sociales (V. García 2005) y de intervenciones institucionales históricas.

Entonces, más allá de la evaluación técnica de riesgos enfocada en aspectos biofísico e hidrológicos, queremos incluir en el análisis las diversas influencias sociopolíticas en las decisiones que condicionan la vulnerabilidad urbana (Eaiken et al. 2017), con el afán de identificar estrategias, procesos de cambio y eslabones entre los pequeños mundos de los actores locales (Long 2007).

Con esto se reconoce que la reducción de riesgo o, la prevención y mitigación de desastres, no es una práctica técnica destinada a proveer productos, sino una práctica social compleja imbuida el proceso social y político (Maturana 2011). Así, al reconocer que el riesgo es producto de procesos, decisiones y acciones, surge el concepto de *gestión del riesgo*, el cual se utiliza para hablar de intervención en materia de riesgos y desastres (Lavell 2004), y se puede definir como:

Un proceso social complejo cuyo fin es la reducción o previsión y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad. En el proceso, se admite en principio, distintos niveles de coordinación e intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macro-territorial hasta lo local, lo comunitario y lo familiar (Lavell 2003, 30).

También la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo a Desastres (UNDRR), en la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD) define la gestión de riesgo como:

el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse (EIRD 2008).

No obstante, Oliver-Smith (2016) menciona que este enfoque de gestión se ha limitado a atender la exposición y vulnerabilidad de las poblaciones, en vez de atender las causas de fondo, estructurales, que generan el riesgo de desastre. De igual forma, se argumenta que se privilegian acciones de respuesta durante emergencias, dejando de lado las acciones orientadas a prevenir los riesgos a mediano y largo plazo (Alcántara-Ayala et al. 2019).

Por lo tanto, se apuesta por emplear la noción de Gestión Integral de Riesgos de Desastres (GIRD) como un “conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción” (CENAPRED 2018, 6). Las acciones de la GIRD están orientadas a cumplir los siguientes objetivos:

1. Identificar la percepción que se pueda tener del riesgo, las representaciones sociales del mismo y la determinación objetiva de las amenazas y vulnerabilidades.
2. Reducir el riesgo mediante la prevención y la mitigación,
3. Gestionar el desastre mediante la respuesta inmediata, la rehabilitación y la reconstrucción (Fernández y Chavarría 2012, 279).

Al respecto, Lavell (2015) identifica a las acciones de prevención, como el elemento principal que distingue entre gestión y gestión integral de riesgo. En otras palabras, el enfoque integral busca prevenir el desastre futuro a partir de reducir y mitigar las condiciones de riesgo, en favor de acciones de prevención y no de reacción ante el desastre.

En esta lógica de prevenir y anticipar el desastre, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han posicionado como las principales herramientas para lograr la GIRD. Aunque no existe un consenso en cuanto a la definición de las TIC, para efectos de esta investigación se entienden como: el conjunto de tecnologías, herramientas, vías o canales que permiten, acceder, obtener, almacenar, procesar, registrar, compartir y transmitir de forma masiva información digitalizada, mediante la combinación de texto, imágenes y sonidos y, cuyos rasgos más destacables son la inmaterialidad, interactividad, interconexión, inmediatez e innovación (Sánchez 2014).

En el caso de México, se argumenta que la implementación de la GIRD es básicamente fomentada por la implementación de TIC, específicamente de sistemas de alertas y alarmas de algunos fenómenos naturales peligrosos (erupciones volcánicas, sismos, ciclones) y no en la reducción de características y condiciones sociales, económicas, políticas y culturales que propician la exposición de la población al riesgo (Toscana 2014).

En contraste, diversos estudiosos (Fernández y Chavarría 2012; Shaw, Izumi, y Shi 2016) resaltan la GIRD y las bondades de la ciencia y la tecnología en la reducción de riesgos y los impactos de desastres. Se asume que gracias al desarrollo de sistemas de alerta temprana, se identifica el riesgo a diversas escalas espaciales y temporales, con lo que se fortalece además la capacidad de recuperación y resiliencia de las sociedades (Shaw, Izumi, y Shi 2016).

Con el desarrollo de las TIC, el proceso de identificación y atención del riesgo ambiental se va a convertir en un proceso “elegante” de recolección de datos y seguimiento de alertas, que permite a las ciudades destacar en el ámbito internacional (Kaika 2018). Más allá de la crítica a la superficialidad que pueden revestir estos procesos, la construcción y atención del riesgo, con mayor frecuencia va a depender del trabajo de medición de indicadores, de características de vulnerabilidad y de amenazas en un lugar o momento específico, es decir, el riesgo se acepta y se construye por la confiabilidad en los sistemas de expertos, en la producción de un conocimiento y un saber específico (De alba y Farina 2017).

Partiendo de la idea según la cual la construcción del riesgo reviste un carácter socio-institucional y está dirigida por las instituciones encargadas del manejo del ambiente (De alba y

Farina 2017), esta investigación busca analizar el actuar institucional en la construcción de infraestructura hidráulica, producción y comunicación de información para la atención del riesgo.

En esta lógica, Domínguez presentó recientemente un estudio titulado “Seguridad hídrica en la Ciudad de México: Riesgo de Inundaciones”, en el cual analiza la información producida por SACMEX entre los años (2010-2018). La investigación muestra el aumento de inundaciones en la Ciudad de México y al mismo tiempo, alerta de la carencia de las capacidades físicas e institucionales para atender la problemática de las inundaciones (Domínguez 2019).

También un estudio realizado por Tellman et. al. (2018) analiza la relación entre los sistemas físicos (infraestructura) y los procesos de toma de decisiones en la gestión del riesgo, estableciendo una distinción entre infraestructura dura y suave. El primer caso corresponde a toda aquella infraestructura física, tuberías, puentes, diques, mientras que la infraestructura suave corresponde a las instituciones políticas y sociales.

Para efectos de esta investigación, consideraremos a los sistemas de información y monitoreo como parte de la *infraestructura dura*, al ser una de las herramientas a las que recurren las autoridades para controlar y reducir los riesgos de desastres (Kaika 2018). En particular, nos interesa conocer las decisiones institucionales que toman las autoridades hídricas y los gobiernos locales de la ZMVM, en torno a la construcción de infraestructura relacionada con los sistemas de información y monitoreo.

Ahora bien, más allá de la construcción o adquisición de herramientas tecnológicas, es preciso indagar sobre las condiciones y capacidades de operación de dichos sistemas, en particular a nivel local, donde a menudo se carece de recursos humanos y servicios informáticos. En este sentido, se comparte el planteamiento de Alejandro de Coss (2016), en su investigación sobre el Sistema Lerma que abastece de agua a la Ciudad de México, en la cual resalta la importancia de los conocimientos prácticos de los obreros en los trabajos de mantenimiento del sistema, quienes:

hacen uso de sus conocimientos intuitivos para resolver problemas creados, al menos parcialmente, por la falta de materiales y herramientas. Los múltiples manuales que buscan regular al Sistema no son utilizados en esta labor. Son, en ocasiones, desconocidos. En su lugar, utilizan el conocimiento empírico del Sistema que han obtenido a través de la experiencia (de Coss 2017, 5).

Este proceso de análisis cotidiano de la atención institucional resulta pertinente para el estudio de la gestión integral de riesgo por inundaciones, principalmente, en tareas de prevención y atención. El acercarse a los operadores de los sistemas puede dar un panorama de las condiciones económicas y materiales de aquellos que atienden el riesgo y la relación del conocimiento empírico del riesgo y desastre, con la implementación de sistemas de información y monitoreo. ¿Existen las condiciones para implementar la GIRD, acompañado de los sistemas de información en todos los niveles institucionales?

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para el desarrollo de la investigación, se adoptó una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas, consistente en la creación de escenarios que ayudan comprender las prácticas de las autoridades ante la emergencia por afectaciones hidrometeorológicas.

En un primer momento, con el objetivo de analizar el uso de las TIC para la identificación y registro de problemáticas hidrometeorológicas a escala metropolitana, se construyó la Base Integral de Eventos Hidrometeorológicos (BIEH) que abarca el periodo 2015-2018. La base de datos BIEH se elaboró a partir de los registros históricos de las instituciones SACMEX, CAEM y SGIRPC, algunos de ellos publicados en los portales institucionales y otros obtenidos mediante solicitudes de información vía INFOMEX.¹

Para complementar la información institucional y analizar la comunicación de riesgos en medios digitales, se recopiló información sobre encharcamiento e inundaciones reportada por los siguientes periódicos y portales de noticias: *El Universal*, *Excélsior*, *Milenio*, *Portal Noticias Televisa*. Estas fuentes noticiosas fueron seleccionadas porque se identificó que reportan con bastante frecuencia la información relacionada con problemáticas hidrometeorológicas de la ZMVM, además, en la mayoría de las publicaciones, se especifica el lugar de la problemática, aspecto importante para la elaboración de la base de datos.

La obtención de información se realizó a partir del buscador Google, utilizando los siguientes operadores lógicos: “Or” para establecer la palabra de búsqueda; “*” para fijar otras palabras que contengan la búsqueda y “Site” para definir el sitio de internet dónde realizar la búsqueda. En el caso de la Ciudad de México se almacenaron aquellas noticias que mencionaban fecha, alcaldía, colonia e intersección de calles. En el Estado de México, por problemas de

¹ La solicitud de folio: 0324000116618 y 00082/CAEM/IP/2019.

la disponibilidad de información, únicamente se capturó aquellas noticias que mencionaran por lo menos el municipio y la colonia.

En total, considerando la información institucional y la reportada por los medios, se almacenaron 13,000 registros de inundaciones y encharcamientos, en una base integrada por las siguientes variables:

- ID
- Fecha del evento
- Entidad
- Alcaldía o municipio
- Colonia
- Calle
- Causa
- Tipo de evento
- Fuente

Para evitar registros duplicados en la BIEH, se realizó un proceso de validación en ArcGis, con ayuda de la herramienta “selección por localización” y “seleccionar área idéntica” a la característica de la capa de origen. El proceso no identificó registros que compartieran sitio de afectación y fecha de ocurrencia.

Este ejercicio dio paso, en un segundo momento, al desarrollo de la dimensión cualitativa de la investigación. Se realizaron 11 entrevistas semi estructuradas (Folgueiras 2016) con funcionarios públicos, en las que se utilizaron como soporte de discusión los mapas creados con la información recabada en la fase anteriormente descrita. Asimismo, se buscó orientar las entrevistas a partir de los siguientes temas:

- Principales causas que provocan la inundación o encharcamiento,
- Acciones que desarrolla la institución para la gestión del riesgo,
- El rescate memorias o experiencias en la atención de emergencias,
- Identificación de las zonas conflictivas por afectaciones hidrometeorológicas.

Las entrevistas se realizaron con funcionarios de las principales dependencias encargadas de la gestión de riesgo y atención de las emergencias de la Ciudad de México y Estado de México, entre octubre 2018 y agosto 2019 (Tabla 1). Aunque no siempre fue posible acceder a

los informantes, en cada caso se estudió el organigrama de las instituciones para identificar a las y los responsables de la atención de las emergencias y del análisis de información.

En suma, la estrategia metodológica consistió fundamentalmente en identificar, en un primer momento, los instrumentos de medición y registro del fenómeno que nos ocupa, así como los mecanismos formales de coordinación institucional en la atención de las emergencias y en el uso de las TIC para la gestión de riesgos hidrometeorológicos. En un segundo momento, se cotejó la información oficial con aquella que publican los medios y, sobre todo, con los conocimientos “empíricos” del personal experto encargado de la gestión de riesgo.

Tabla 1. Relación de funcionarios entrevistados

Directivos	Jefes de Unidad	Operadores
Lic. Pedro Martínez Cornejo <i>Director de Protección Civil CDMX (2011-2018)</i>	Lic. Mario Ramírez <i>Jefe del Departamento de prevención de Protección Civil de Ecatepec</i>	José Luis González <i>Encargado operativo de Protección Civil de Tlalpan</i>
Ing. Miguel Ángel Carmona <i>Director de Drenaje de SACMEX</i>	Arq. Pino Oliver Sánchez <i>Jefe de Respuestas a Emergencias, Protección Civil de Tlalpan</i>	Erick Galindo <i>Operativo del Heroico Cuerpo de Bomberos</i>
Jonathan Guillermo Suarez Pereda <i>Director de Protección Civil Tecámac (2016-2018)</i>	Israel Hugo Enrique Cruz Aguilar <i>Jefe de Operación Hidráulica de la Gustavo A. Madero</i>	
Mtro. Genaro Israel Anita <i>Director de Protección Civil de Tlalpan</i>		
Ing. Rafael Humberto Marín Cambranis <i>Director General de Análisis de Riesgos de la SGIRPC</i>		
Lic. Victoria Arriaga <i>Directora de Protección Civil de Ecatepec</i>		

La exposición de los resultados se organiza en cuatro capítulos. En el primero, se analiza la incorporación de las TIC en la gestión de riesgos, desde las recomendaciones de organismos internacionales hasta su adopción en el marco normativo nacional, de la Ciudad de México y del Estado de México. El segundo capítulo aborda más específicamente los esfuerzos históricos de las autoridades para evitar las inundaciones en el Valle de México, principalmente mediante la construcción de infraestructura hidráulica para drenar la cuenca hacia el norte. En las últimas décadas, veremos que a estos esfuerzos se han sumado importantes dispositivos tecnológicos que contribuyen al manejo de las instalaciones y, cada vez más, a la prevención del riesgo por inundación.

En el tercer capítulo titulado “Hacia una cartografía metropolitana del riesgo por inundaciones”, se analiza el papel de las TIC en la producción de información relacionada con afectaciones hidrometeorológicas. Aquí se muestra la dificultad de unificar una metodología para la ZMVM en el registro de afectaciones y la diferencia entre las entidades en lo que respecta a la comunicación de los riesgos. Para ello, se analiza las diferentes metodologías de las instituciones (SACMEX, SIGRPC, CAEM) y el comportamiento de la prensa en la comunicación del riesgo. Finalmente, en el cuarto capítulo se aborda la difícil implementación de las TIC a nivel local, especialmente, se describe cómo ha sido la incorporación de estas herramientas en las prácticas de los encargados de atender las emergencias en el municipio de Ecatepec y en la alcaldía de Tlalpan.

¿ANTICIPAR EL DESASTRE CON NUEVAS TECNOLOGÍAS?

REVISIÓN DEL MARCO NORMATIVO

En este capítulo se defiende la idea según la cual, en las últimas décadas, se ha conformado una red institucional en la gestión del riesgo compuesta por organismos internacionales que promueven los beneficios digitales para la reducción de los riesgos (Connolly 2010), gobiernos nacionales y estatales que adoptan las recomendaciones digitales, y autoridades locales con carencias en la implementación de medidas tecnológicas.

En este sentido, se concibe a las herramientas digitales desde el conjunto de instituciones que promueven los beneficios tecnológicos para gobernar (Villarreal 2014) y de instituciones encargadas de atender las inundaciones. Por lo tanto, el siguiente apartado aborda la promoción institucional de las herramientas digitales para la gestión de los riesgos en la ZMVM, explicando la promoción internacional de las Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión del riesgo y su aplicación en la escala local. ¿Quiénes determinan los planes y programas para atender los riesgos? ¿Cómo operan los programas de promoción tecnológica para gestión riesgos internacionales y nacionales en la ZMVM?

LA REDUCCIÓN DEL RIESGO EN LA AGENDA INTERNACIONAL

El diseño de política pública es un proceso que implica una serie de decisiones complejas, en las que se entremezclan iniciativas de las organizaciones sociales y de las instancias gubernamentales. Dichas iniciativas conforman una agenda pública que demanda la construcción de una agenda de gobierno, para convertirse en temas susceptibles de atención estatal. Asimismo, para captar la atención del sistema político y configurar una respuesta institucional, se busca obtener el reconocimiento de distintos actores (Aguilar 2000; en Morán Escamilla, 2017). Dicho esto, es posible abordar la cuestión del riesgo en la agenda internacional.

A finales del siglo XX, tras una serie de desastres naturales ampliamente mediatizados tales como los terremotos en Tangshan (China, 1976), Tumaco (Colombia, 1979) Ciudad de México (México, 1985), o las inundaciones en Pakistán Oriental (actual Bangladés, 1970), Puerto Lumbreras y Lorca (España, 1973), el desbordamiento del Río Mississippi en Grafton (EE.UU, 1993), comienza a tomar forma la agenda internacional en materia de gestión de

riesgos, involucrando organismos tan relevantes como la Organización de Naciones Unidas (ONU), el Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo (Molin 1997). A la par, se crea y difunde la concepción de cierta “sociedad de riesgo” en permanente estado de incertidumbre (Beck 1997), se cuestiona el papel que juegan los sistemas de expertos en la producción de riesgos (Giddens 1993), se establece la relación entre ciencia, tecnología y riesgo de una manera formal como un problema intergubernamental (Shaw, Izumi, y Shi 2016) y de cooperación internacional, al proyectar las nuevas tecnologías como un asunto clave para la reducción de riesgos (Alfie 2007).

El 11 de diciembre de 1987 se presenta una de las primeras iniciativas internacionales para reducir el riesgo de desastre, y como consecuencia, la Asamblea de las Naciones Unidas decide declarar los años noventa como el **Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales** (DIRDN). La declaración enfatiza desde entonces el necesario mejoramiento de las tecnologías y las capacidades técnicas de las regiones menos preparadas, y considera que el uso de tecnologías ha ayudado a reducir las víctimas mortales de las diferentes regiones del mundo.

Es en este contexto que en 1994 se presenta la **Estrategia y el Plan de Acción de Yokohama**, con el objetivo de evaluar los avances del DIRDN y establecer un plan de acción para el siglo XXI. Como aspectos pendientes a resolver se destacan:

- Aumentar el interés y el compromiso al asunto y destinar mayor cantidad de recursos para actividades de promoción;
- Fortalecer el potencial de los medios de información, la industria, la comunidad científica y el sector privado en general;
- Disminuir la desigualdad en el acceso de los instrumentos existentes destinados a mejorar la reacción ante un desastre.

Como estrategias de acción para el 2000, el plan de las Naciones Unidas imagina el escenario siguiente:

- Mejor evaluación de los riesgos, vigilancia más amplia y difusión más amplia de pronósticos y alertas;
- Asignación de mayor prioridad a la reunión y el intercambio de información sobre la reducción de los desastres naturales, especialmente en los planos regional y subregional, mediante el fortalecimiento de los mecanismos existentes y una mejor utilización de las técnicas de comunicación;

- Suministro de la tecnología existente para una aplicación más amplia en el campo de la reducción de los desastres (ONU 1994).

Las acciones derivadas de este plan se orientaron a reducir los niveles inaceptables de crecientes pérdidas materiales y de mortalidad, a mejorar la conciencia del gobierno nacional y local sobre los desastres y, al mismo tiempo, contribuyeron a que consolidar la idea de que era cada vez más necesario el uso de la tecnología en el ámbito gubernamental para reducir los impactos de los desastres (Shaw, Izumi, y Shi 2016).

Cabe señalar que, a pesar de los esfuerzos realizados durante el DIRDN, los desastres y afectaciones continuaron en aumento hasta casi duplicarse durante la primera década del siglo XX (Ley y Denegri 2019). Basta recordar un evento de dimensiones nunca vistas como fue el tsunami que azotó las costas de Indonesia el 26 de diciembre de 2004, provocando más de 240,000 muertes.

Días después del desastre en Indonesia, del 18 al 22 de enero de 2005, se realizó la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, en dónde 168 países firmaron el **Marco de Acción de Hyogo 2005-2015**, acuerdo con vigencia para 10 años, que buscaba aumentar la resiliencia ante desastres. El acuerdo significó un cambio de paradigma al centrar las acciones, ya no tanto en la atención de hechos desastrosos o catástrofes, sino también en la evaluación del riesgo (Ley y Denegri 2019, 18). Dentro de las condiciones generales, se estableció que era necesario intensificar la cooperación y la asistencia internacional, mediante la transferencia de conocimientos, tecnologías, personal especializado y recopilación de información, así como la prestación de asistencia financiera para reducir los riesgos actuales y evitar que surjan nuevos riesgos. En el documento, se definieron cinco prioridades de acción (ONU 2005):

1. Velar por que la reducción de los riesgos de desastre constituya una prioridad nacional y local dotada de una sólida base institucional de aplicación;
2. Identificar, evaluar y vigilar los riesgos de desastre y potenciar la alerta temprana;
3. Utilizar los conocimientos, las innovaciones y la educación para crear una cultura de seguridad y de resiliencia a todo nivel;
4. Reducir los factores de riesgo subyacentes.
5. Fortalecer la preparación para casos de desastre a fin de asegurar una respuesta eficaz a todo nivel.

La prioridad 2 del documento, se enfoca en conocer las amenazas y los factores físicos, sociales, económicos y ambientales de vulnerabilidad, a partir de la implementación de Sistemas de Información Geográfica y sistemas de alerta temprana, acompañados de la creación y mejoramiento de bases de datos. En la prioridad 3, se establece como acción la “Gestión e intercambio de la información”, dónde se impone la necesidad de reunir, compilar y divulgar los conocimientos e información pertinentes sobre las amenazas, los factores de vulnerabilidad y la capacidad. Además, se promueve:

[...] el uso, la aplicación y la asequibilidad de las últimas tecnologías de la información y la comunicación y las tecnologías espaciales y los servicios conexos, así como las observaciones terrestres, para contribuir a la reducción del riesgo de desastre, en particular para la formación, intercambio y divulgación de información entre las distintas categorías de usuarios (ONU, 2005; 5).

El Marco de Acción de Hyogo permaneció vigente hasta 2015, año en que se celebró la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, misma que culminó con la aprobación del **Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030**, acuerdo firmado por 187 países miembros de la ONU, incluido México.

En dicho documento se menciona que las tecnologías de la información aportan un peso importante para la reducción de los riesgos a desastres. Entre los principios rectores del documento (ONU 2015), se destaca que:

g) La reducción del riesgo de desastres requiere un enfoque basado en múltiples amenazas y la toma de decisiones inclusiva fundamentada en la determinación de los riesgos y basada en el intercambio abierto y la divulgación de datos desglosados, incluso por sexo, edad y discapacidad, así como de la información sobre los riesgos fácilmente accesible, actualizada, comprensible, con base científica y no confidencial, complementada con los conocimientos tradicionales

j) Enfrentar los factores subyacentes al riesgo de desastres mediante inversiones públicas y privadas basadas en información sobre estos riesgos es más rentable que depender principalmente de la respuesta y la recuperación después de los desastres.

Más adelante, como acción prioritaria se establece “comprender mejor el riesgo”. Para tal efecto, se desglosa una serie de acciones que involucran para ello a las nuevas tecnologías:

a) Fomentar la recopilación, el análisis, la gestión y el uso de datos pertinentes e información práctica y garantizar su difusión teniendo en cuenta las necesidades de las diferentes categorías de usuarios, como corresponda; [...]

f) Promover el acceso en tiempo real a datos fiables, hacer uso de información espacial e in situ, incluidos los sistemas de información geográfica (SIG), y utilizar las innovaciones en materia de tecnología de la información y las comunicaciones para mejorar los instrumentos de medición y la recopilación, el análisis y la difusión de datos;

g) Impartir conocimientos a los funcionarios públicos a todos los niveles, la sociedad civil, las comunidades y los voluntarios, así como el sector privado, mediante el intercambio de experiencias, enseñanzas extraídas y buenas prácticas y mediante la capacitación y la educación sobre la reducción del riesgo de desastres, en particular usando los mecanismos existentes de capacitación y educación y de aprendizaje entre pares.

Además del Marco de Sendai, que rige actualmente como paradigma internacional en materia de prevención y atención de desastres, el conjunto de los organismos internacionales se ha volcado sobre las TIC, como si éstas contuvieran la respuesta a los graves problemas que enfrenta la humanidad en el siglo XXI.

En mayo de 2016, John Roome, director del Área de Soluciones Transversales en materia de Cambio Climático del Banco Mundial presentó un artículo titulado “Anticiparse a un desastre natural: ¿La innovación y la tecnología pueden servir de ayuda?”, en el que plantea un escenario catastrófico, especialmente en los llamados países “en vía de desarrollo”. En este artículo, asegura que los desastres naturales van en aumento y que la incorporación de nuevas tecnologías permitirá que los “peligros naturales no se conviertan en una catástrofe para la humanidad” (Roome 2016). Por lo cual, la solución consiste en:

[...] convencer a los Gobiernos de que inviertan antes de que se produzca un desastre, requiere un proceso de identificación de riesgos rápido, riguroso y sistemático. A medida que la tecnología permite que la información sobre los riesgos de desastres sea más accesible que nunca, las personas y los Gobiernos de todo el mundo mejoran su capacidad de identificar los riesgos (Roome 2016).

Con la declaración de Roome, se observa el interés de que los gobiernos locales integren estrategias tecnológicas en la gestión del riesgo. Este aspecto se ve reflejado en la Nueva Agenda Urbana (NAU), documento aprobado el 23 de diciembre de 2016, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) celebrada en Quito, Ecuador, en octubre de 2016 (ONU 2016). Desde su

aprobación, la NAU se posicionó como la guía clave para las autoridades locales en el diseño y desarrollo urbano de las ciudades. En el tema ambiental, se firmaron una serie de compromisos a favor del Desarrollo urbano resiliente y ambientalmente sostenible, en donde se incluyen acciones para mejorar la gestión de riesgo, y cambiar el enfoque reactivo a uno proactivo con ayuda de las TIC (ONU 2017).

Dentro de las recomendaciones se destaca la número 78 que menciona lo siguiente:

78. Nos comprometemos a apoyar que se cambie el enfoque reactivo por uno más proactivo y basado en los riesgos, que incluya todos los peligros y a toda la sociedad, por ejemplo, sensibilizando al público sobre los riesgos y fomentando inversiones tempranas para prevenirlos y crear resiliencia, al tiempo que se garantizan respuestas locales eficaces y oportunas para atender las necesidades inmediatas (ONU 2017, 26).

En consonancia, en el objetivo 11 “Ciudades y Comunidades Sostenibles” de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se establece la necesidad de las ciudades en adoptar una Gestión Integral de Riesgos, que consiste en la incorporación de una perspectiva holística y fundamentada en datos en la gestión y la reducción del riesgo de desastres a todos los niveles para reducir la vulnerabilidad y el riesgo (PNUD 2015).

También, con el afán de incorporar aspectos digitales en la atención de los problemas ambientales, en el objetivo 11 se recomienda el desarrollo tecnológico en los países “menos adelantados”, a partir de asistencia financiera y técnica, en busca de aumentar el acceso universal a los sistemas de información y comunicación.

Como hemos visto, los organismos internacionales son el primer eslabón en la promoción de las tecnologías para reducir el riesgo, por lo que no sorprende que en los gobiernos nacionales y locales se resienta la necesidad de incorporar a sus prácticas de protección civil instrumentos cada vez más sofisticados (Connolly 2010). El problema aquí es que, si bien las recomendaciones de las instituciones supranacionales en materia de gestión del riesgo contienen metas y objetivos, los gobiernos locales suelen carecer de capacidades para implementar programas que atiendan dichos objetivos. En otras palabras, arriba se dicta el *qué*, pero no se detalla el *cómo* ni el *quién*, y aunque se apela a la cooperación internacional, no siempre queda claro para un gobierno local con qué tipo apoyos puede contar (Satterthwaite 2016).

EL MARCO NORMATIVO MEXICANO

En el marco del 74° periodo de Sesiones de la Asamblea general de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), México fijó su postura frente al tema de Desarrollo Sostenible, reafirmó su compromiso y liderazgo con la instrumentación del Marco de Acción de Sendai, además, se comprometió en fomentar la cultura de la prevención de los desastres. Según fuentes oficiales:

México buscará promover la transición hacia un esquema de comunicación que permita invertir en procesos destinados a prevenir entre la población las consecuencias de la ocurrencia de un fenómeno natural y no sólo atender la emergencia (Secretaría de Relaciones Exteriores 2019, 8).

En efecto, las acciones y los instrumentos nacionales son resultado de los compromisos internacionales en materia de innovación tecnológica para la reducción de riesgos. En esta lógica, el 23 de junio de 2017 se aprobó la modificación de la Ley General de Protección Civil (LGPC), para adicionar disposiciones en materia de innovación tecnológica. El artículo 39 incorporó el párrafo segundo, que estipula la “incorporación de innovaciones tecnológicas, digitales o virtuales, en la elaboración y difusión de los programas internos de Protección civil” (LGPC 2012, 20).

También en la LGPC se define el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), que tiene como objetivo proteger a la sociedad frente a riesgos y peligros. De acuerdo con el artículo 16 de la ley, el sistema se integra por:

Dependencias y entidades de la administración pública federal, por los sistemas de protección civil de las entidades federativas, sus municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México; por los grupos voluntarios, vecinales y organizaciones de la sociedad civil, los cuerpos de bomberos, así como por los representantes de los sectores privado y, social, los medios de comunicación y los centros de investigación, educación y desarrollo tecnológico.

El paradigma de actuación estructurado por el SINAPROC, mantiene un control de mando vertical. Una vez que se presenta una emergencia, debe ser atendida por la instancia inmediata de actuación, es decir por las Unidades Internas de Protección Civil municipal. En ese sentido, le corresponde a la autoridad municipal la vigilancia y aplicación de medidas de seguridad, en caso de que las instancias municipales sean superadas solicitan ayuda a las

autoridades estatales, y si estas también son rebasadas, se solicita la intervención federal (Morán 2017).

También, en la LGPC, en el artículo 35, se incluye al Programa Nacional de Protección Civil (PNPC) como el documento que va a definir la orientación de las políticas públicas en la materia. Su última publicación fue la versión 2014-2018, en la cual el objetivo 5 se enfoca en **“Fomentar la adopción y el uso de innovación tecnológica aplicable a la protección civil”**. Más ampliamente:

El Sistema Nacional de Protección Civil contará con mayores y mejores elementos para la mejora de los procesos de planeación en la prevención, atención y reducción de los desastres. La innovación es un eje fundamental en el mundo moderno, actualizar y mejorar las tecnologías actuales mantendrán al Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC) a la vanguardia en el conocimiento, uso y difusión de las tecnologías para la Protección Civil (Programa Nacional de Protección Civil 2014-2018, 2014).

Asimismo, se establece como prioridad la modernización de la infraestructura, equipamiento e instalaciones de los integrantes del SNPC, para el uso de las herramientas tecnológicas.

Fortalecer las capacidades de operación y atención: es fundamental que los integrantes del Sistema Nacional de Protección Civil cuenten con el equipamiento e instalaciones necesarias para tales fines, en el mismo tenor es necesario modernizar las herramientas tecnológicas e innovar en los esquemas de operación para tener un mayor acercamiento a la población (Programa Nacional de Protección Civil 2014-2018, 2014).

El PNPC plantea como estrategia **“Consolidar al Sistema Nacional de Alertas como herramienta gestora de información al Sistema Nacional de Protección Civil”**. Como línea de acción establece crear y operar el Sistema Nacional de Alertas, para informar oportunamente y mejorar así la seguridad de los mexicanos.

Pese a la recomendación de consolidar un sistema que provinee de información a todos los integrantes del SNPC, la realidad que predomina es la multiplicidad, fragmentación y desigual acceso a los sistemas de información y alertas. Además, como se verá abundantemente en el siguiente capítulo, en la ZMVM cada entidad cuenta con tecnología, metodologías e indicadores diferentes. Con todo ello, desde la Federación hay esfuerzos por proporcionar herramientas metodológicas dirigidas a autoridades municipales, para contribuir a una visión técnica de la reducción del riesgo. En 2016, se publicó la *Guía de la resiliencia urbana*, documento que fomenta la medición de la resiliencia como estrategia principal en la reducción de los impactos ambientales.

La medición de la resiliencia en las zonas urbanas de México ha logrado que las ciudades estén preparadas para reducir el impacto de un fenómeno perturbador y cuenten con capacidad económica, administrativa, social y política para recuperarse ante un desastre (Guía de Resiliencia Urbana 2016, 36).

La meta de la Guía consiste en garantizar que la toma de decisiones se realice con base en información reciente y confiable, y la medición del progreso e identificación de nuevas amenazas.

Por otra parte, en la *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgo*, publicada por el **Centro Nacional de Prevención de Desastres** (CENAPRED), se presume que el acceso a las nuevas tecnologías ha logrado consolidar su uso en los trabajos realizados por las autoridades y personal de protección civil (CENAPRED 2014). En efecto, las autoridades encargadas de la atención del riesgo han perfeccionado o están en camino de construir una infraestructura digital para convertirse en un elemento clave en la atención de las emergencias.

Como veremos a continuación, en el Valle de México, aunque de forma desigual entre las entidades, la gestión del riesgo por inundación se realiza con mayor frecuencia con el desarrollo de tecnologías, tanto para el monitoreo hidrometeorológico, como para la recopilación de puntos conflictivos y para la implementación de sistemas de alerta temprana para la población.

LAS LEGISLACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO Y DE LA CDMX

El 8 de junio de 2019, se aprobó la Ley de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México (LGIPC). Se trata de un instrumento normativo que aborda la problemática de riesgo, desde una perspectiva “integral”, que incluye el uso tecnología en la gestión del riesgo. En el artículo 85, se establece que:

El Sistema de Alerta Temprana es un derecho para los residentes de la Ciudad de México, se tendrá que promover a través de tecnologías de información y comunicación. Ésta deberá ser clara y oportuna con base en el conocimiento del Riesgo y monitoreo del potencial Peligro.

En el artículo 9 de la ley se define la estructura del sistema de protección civil en la CDMX, el cual está integrado por:

- I. La Jefatura de Gobierno, quien lo presidirá;

- II. La Secretaría, quien ejercerá la coordinación general;
- III. Las Alcaldías;
- IV. El Congreso de la Ciudad de México;
- V. El Consejo;
- VI. Los Consejos de las Alcaldías;
- VII. Las dependencias, unidades administrativas, órganos desconcentrados y organismos descentralizados de la Ciudad de México, así como la participación que corresponda a las dependencias y entidades de la administración pública federal; y
- VIII. Las instituciones públicas que por sus características se vinculen a la materia de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (LGPCCDMX, 2019)

Dentro del sistema de protección civil, se definen las funciones de cada integrante del sistema. De este modo, de acuerdo con el artículo 14, la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (SGIRPC) asume responsabilidades que implican la incorporación de TI, tales como:

XXXII. Investigar, estudiar y evaluar Riesgos y daños provenientes de Fenómenos Perturbadores que puedan ocasionar desastres, integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos en coordinación con las dependencias responsables.

XXXVI. Utilizar las redes de detección, monitoreo, pronóstico y medición de Fenómenos Perturbadores, en coordinación con las dependencias responsables con el propósito de analizar y proyectar escenarios de Riesgo (LGPCCDMX, 2019).

En efecto, la SGIRPC es la institución encargada de desarrollar y difundir información relacionada con riesgos. De acuerdo con esta ley, ningún otro integrante del sistema realiza acciones de investigación o relacionado con el desarrollo de tecnologías. Las Unidades de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de las Alcaldías, por su parte, se limitan a acciones de promoción de la cultura de protección civil y a la atención de emergencias (LGPCCDMX, 2019).

En el caso del Estado de México, la Ley de Protección Civil se emitió el 19 de diciembre de 2012, con una concepción diferente, sin contemplar de forma central el uso de la tecnología para el desarrollo de información y sistemas de alerta temprana. Al respecto, el 27 de febrero de 2019, el presidente de la comisión de Protección Civil de la Cámara de Diputados del Estado de México, Max Correa Hernández, señaló que la política de protección civil en el

Estado de México es obsoleta, y que lo necesario –siguiendo las recomendaciones del Marco de Acción de Hyogo y de la Acción de Sendai– es transitar hacia la Gestión Integral de Riesgos.

Cambiar este enfoque después de décadas de abandono nos hace pensar también en otras materias que son parte del ciclo de reducción de riesgos y que quitan a la protección civil su enfoque mecánico e inmedatista para darle una perspectiva integral y social (Poder En Edomex 2019).

CAPÍTULO II

LA GESTIÓN DE LAS INUNDACIONES EN EL VALLE DE MÉXICO: DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA A LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Las afectaciones por eventos hidrometeorológicos han representado un desafío para los pueblos que habitan la cuenca del Valle de México, como se puede constatar en las distintas crónicas y códices que remontan a la época prehispánica (García, Pérez, y Molina 2003). En la obra *Historia antigua de México y de su conquista* publicada en 1787 por Francisco Clavijero, se describe las inundaciones del año de 1446 en la ciudad de México:

Hubo en México una gran inundación ocasionada por las lluvias, las cuales aumentaron de tal modo el volumen de las aguas del lago, que no pudiendo contenerse en su lecho, inundaron la ciudad, en términos que arruinaron muchas casas y no dejaron calle alguna en que se pudiera transitar de otro modo que por medio de barcos (Clavijero 1780, 190).

Durante la época prehispánica, colonial e independiente, los esfuerzos institucionales para evitar las inundaciones consolidaron un complejo sistema de drenaje superficial y subterráneo. El objetivo de este apartado, consiste en mostrar algunos aspectos históricos que determinaron la ampliación paulatina del Sistema de Drenaje, también, se muestra los elementos que en la actualidad integran el principal sistema que tienen las autoridades, para reducir el riesgo de desastre por inundación.

CINCO SIGLOS PARA LA CONQUISTA DEL LAGO

Dadas sus propias condiciones geográficas, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se encuentra sujeta a la problemática de las inundaciones: el llamado Valle de México es en realidad una cuenca endorreica, cuyas aguas de lluvia y deshielo no drenan hacia los océanos si no que tienden a almacenarse en las áreas más bajas de la cuenca, en este caso en los antiguos lagos de Texcoco, Xochimilco, Chalco y Zumpango.

Ante la problemática constante de inundaciones, las autoridades mexicas recurrieron desde aquel tiempo a la tecnología hidráulica para evitar las inundaciones. En 1499, el emperador Moctezuma solicitó al rey de Texcoco, Nezahualcóyotl, la construcción de un gran dique que frenara las aguas. El llamado dique de Nezahualcóyotl contaba “con una longitud de 16

kilómetros y una altura de 4 metros, su recorrido iniciaba en Iztapalapa y corría en línea recta hasta Atzacualco, pasando muy cerca del Peñón de los Baños” (J. Ramírez 1976, 35).

En el periodo colonial, la inundación de 1555 fue la primera de gran magnitud. A raíz de ésta, se decidió la construcción de la primera salida artificial del agua de lluvia de la cuenca, a través del llamado Tajo de Nochistongo a cargo del ingeniero español Enrico Martínez.

En el año de 1622, se presentó un nuevo episodio lluvioso que provocó la inundación del ejido de San Lázaro en el centro de la ciudad y amenazó con romper el dique de Mexicaltzingo (García, Pérez, y Molina 2003), además de dejar a la ciudad destruida y en parte despoblada (Maldonado, Palacios, y Reyna 2001). Curiosamente, antes del desastre, el virrey Diego Carrillo de Mendoza y Pimentel, reunido con los expertos de la construcción del Tajo, había instruido que se abrieran las compuertas con el afán de conocer el riesgo:

Oigo confusión y duda. Ustedes no tienen clara la medida de las aguas de ninguno de los lagos y ríos, ni lo que suben y bajan en tiempos de agua y seca. Le ordeno, Martínez, que abra todo y deje que el agua ocupe los lugares que tenga que ocupar y así, con esta experiencia, podremos tener conocimiento verdadero de los daños que estas lagunas les pueden ocasionar a la ciudad y para verificar si es útil o inútil su obra y acabar de entender de una vez el caso (Madrid 2004, 84).

A raíz del experimento del virrey, la ciudad sufrió una terrible inundación. Poco después, en 1629, se presentó una tromba que duró más de 35 horas, ocasionando que la Ciudad de México permaneciera inundada durante otros dos años. Se estima que de las 21,000 familias que habitaban la ciudad, sólo 400 permanecieron (De Mauleon 2015).

En la ciudad aún persisten elementos físicos que recuerdan las inundaciones de 1629, uno de ellos es el Mascarón con rasgos felinos que se encuentra en la esquina de Madero y Motolinéa, en el Centro Histórico de la ciudad (ilustración 1). Según Salvador Novo, la figura fue colocada en ese sitio para recordar el nivel que alcanzó el agua durante la grave inundación (De Mauleon 2015).

Entre los siglos XVII y la primera mitad del siglo XIX, la solución a las inundaciones siguió enfocada en el desarrollo de infraestructura hidráulica, principalmente en concluir el Tajo de Nochistongo en el año 1789 (Maldonado, Palacios, y Reyna 2001).

Ilustración 1. Mascarón de León, Madero 37



Foto propia.

Ya entrado el periodo independiente, las inundaciones siguieron acechando a la capital. La de 1887 quedó registrada en el diario *El Tiempo* en los siguientes términos: “¿Es la Ciudad de México un puerto de mar? Por lo menos muchas calles se han vuelto navegables... Más que coches para transitar hoy en la capital, se necesitan canoas” (Navarro 1955, 507). En respuesta, las obras del desagüe tomaron mayor fuerza, especialmente durante el Porfiriato, con la construcción del Gran canal y el Túnel de Tequixquiac, que iniciaron en el año 1884 y concluyeron en 1902 (Maldonado, Palacios, y Reyna 2001). Del mismo modo, durante la primera mitad del siglo XX, la tecnología para prevenir inundaciones consistió básicamente en conducir aguas residuales por gravedad, mediante la construcción de un canal de 47.5 kilómetros de longitud con una anchura entre 20 y 40 metros (Giron de la Peña 2010).

A pesar de estos esfuerzos, en 1951 una inundación causó que el centro de la ciudad permaneciera inundado durante tres meses. En aquella ocasión “el nivel del agua alcanzó dos metros y era común usar lanchas para transportarse en esa reminiscencia de la laguna de México-Tenochtitlan” (Perló y González 2009). Probablemente en respuesta a este evento, en octubre de 1953, se conformó la Dirección General de Obras Hidráulicas del Departamento del Distrito Federal con Fernando Hiriart como primer director. Su objetivo, de acuerdo con Arreguín y Terán (1994), consistía en la elaboración de un plan general cuyo elemento central sería la implementación de una nueva infraestructura hidráulica subterránea denominada “drenaje profundo”.

EL SISTEMA DE DRENAJE Y EL PROBLEMA DE LOS HUNDIMIENTOS

Para reducir las inundaciones, el paradigma tecnológico que prevaleció durante la segunda mitad del siglo XX y hasta nuestros días consiste en la construcción de infraestructura hidráulica subterránea. Para el 1975, el sistema ya contaba con 4 salidas principales: el Tajo de Nochistongo, el Túnel de Tequixquiac, el Gran canal conectado al II Túnel de Tequixquiac, el Drenaje profundo con los Túneles Emisor Poniente y Central.

Sin embargo, la infraestructura construida en el siglo XX presentó limitaciones en cuanto a la capacidad de desalojo de aguas residuales, en gran medida a causa de los hundimientos del terreno por la sobreexplotación del manto acuífero: al extraer el agua se pierde la presión que satura al estrato arcilloso. Las zonas que presentan mayor hundimiento corresponden a las zonas con mayor concentración de pozos, y se caracterizan por poseer las capas de arcilla de mayor grosor.

A continuación, se expone una relación de los hundimientos presentados en la ciudad entre 1891-1951, en la que se puede observar que en un periodo no mayor a 60 años la ciudad se hundió un poco más de 4 metros (422 cm). Este fenómeno ha provocado que el Gran Canal pierda pendiente y disminuya su capacidad de desalojo.

Tabla 3. Hundimiento en la Ciudad de México (1891-1951)

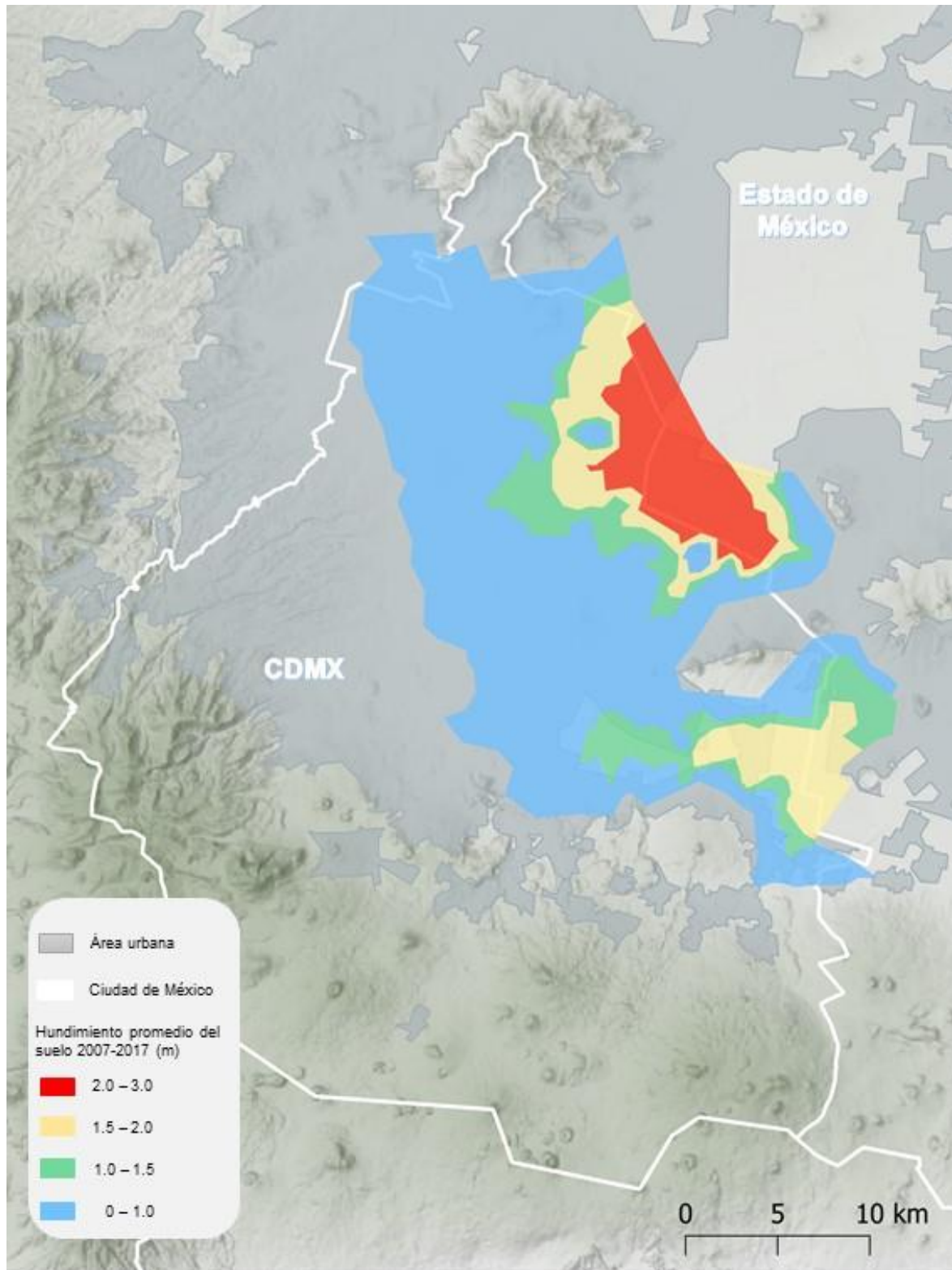
Periodo	Hundimiento (cm)	Periodo (años)	Media (cm/año)
1891-1938	212	47	4.5
1938-1948	76	10	7.6
1948-1950	88	2	44
1950-1951	46	1	46

Fuente: Academia de la Investigación Científica (1995) en Izazola (2012)

De acuerdo con los resultados presentados por SACMEX (2018) se estima que los hundimientos promedio anuales en la zona centro son de entre 5 y 10 cm, de 20 cm en el área del aeropuerto internacional y en la zona oriente de 30 a 36 cm anuales. También en el diagnóstico, se estima que en el periodo 2007-2017, la zona centro presenta un hundimiento promedio de 0 a 1 metro, la zona oriente y el área del aeropuerto internacional, en la década presentó un hundimiento de 2 a 3 metros.

La problemática de hundimientos no afecta únicamente a la infraestructura urbana, también afecta directamente al sistema de drenaje, tanto al flujo de aguas superficiales como subterráneas (Jazcilevich et al. 2015). Por este motivo, de acuerdo con información de SEMARNAT (2008), las principales infraestructuras de drenaje han perdido capacidad de desalojo en las últimas cuatro décadas: en 1975 se tenía una capacidad de 280 metros cúbicos por segundo (m^3/s) mientras que en 2008 la capacidad se había reducido a 195 m^3/s , por debajo de la capacidad requerida, estimada en 315 m^3/s .

Mapa 1. Hundimiento en la Ciudad de México, 2007-2017



Elaboración propia con base en SACMEX (2018) para los hundimientos / Fondo elaborado a partir del Marco Geoestadístico y del Modelo de Terreno de INEGI, 2019.

Tabla 2. Capacidad de drenaje por infraestructura, 1975-2008

	1975	2008
Gran Canal	80	15
Obras de emergencia	-	302
Emisor Poniente	30	30
Emisor Central	170	120
Total	280	195
Millones de habitantes	10	19
Capacidad requerida		315 m ³ /s
Déficit		120 m ³ /s
Túnel Emisor Oriente (TEO)		150 m ³ /s

Fuente: SEMARNART 2008

Por lo anterior, se planteó la construcción del Túnel Emisor Oriente (TEO), con capacidad para desalojar 150 m³/s, lo suficiente para atender el déficit presentado en 2008. La obra consiste en un túnel de 7 metros de diámetro que inicia en los límites de la Ciudad de México con el Estado de México, en la confluencia del Gran Canal con el Río de los Remedios, y concluye en el municipio de Atotonilco de Tula, con una longitud de 62 kilómetros (SEMARNART 2008). El TEO representa una salida alterna al Túnel Emisor Central y es por lo tanto un componente clave en el Sistema de Drenaje.

En 2007, CONAGUA anunció la construcción de la primera fase del TEO con un presupuesto inicial de 2 mil 500 millones de pesos, provenientes de fondos federales. El 14 de agosto de 2008, Felipe Calderón, entonces presidente de la República, junto con Enrique Peña Nieto, entonces Gobernador del Estado de México, inauguraron la construcción del túnel, a cargo del consorcio Carso Infraestructura y Construcción, ICA y su filial Cotrisa, Constructora Estrella y Lombardo Construcciones (Bnamerica 2019). En la ceremonia de inauguración, se estimó el costo en 13 mil millones de pesos, y se estableció la fecha de entrega para 2012 (Javier 2008).

A finales del sexenio de Calderón, el costo de la obra aumentó a 19 mil 500 millones de pesos. De éstos, 13 mil millones (66.4%) eran recursos provenientes de la federación y el resto del Fideicomiso 1928 (F/1928), creado desde 1996 para el desarrollo de infraestructura hidráulica metropolitana. El fideicomiso fue firmado en ese entonces, por el Departamento

del Distrito Federal y el Gobierno del Estado de México, en tanto fideicomientes, y con el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), como fiduciario, dejando a CONAGUA el rol de coordinador técnico de los proyectos y obras correspondientes (Arguello 2011).

Ya entrado el sexenio de Peña Nieto, se anunció la finalización del Túnel hasta 2016, aumentando el costo a 32 mil millones de pesos. Al respecto, Miguel Ángel Mancera (Jefe de Gobierno del Distrito federal) y David Korenfeld (titular de CONAGUA), mencionaron que el incremento en el costo respondía a un deficiente estudio geológico del terreno y a la necesidad de realizar obras adicionales (Téllez 2013). Para 2017, casi a finales del sexenio de Peña Nieto y a pocos meses de cumplir 10 años del inicio de las obras, se informó que el proyecto presentaba un avance de 70%; la nueva fecha estimada de operación se fijó para 2018.

Iniciado el sexenio de Andrés Manuel López Obrador, la operación del túnel se pospuso por la temporada de lluvias de 2019. Blanca Jiménez, directora de CONAGUA, fijó el 10 julio como la fecha límite del proyecto. Fue hasta el 23 de diciembre de 2019, en el municipio de Huehuetoca, Estado de México, y ante los gobernadores de los estados de México e Hidalgo, Alfredo del Mazo y Omar Fayad, la jefa de Gobierno de la Ciudad de México, Claudia Sheinbaum, la directora de CONAGUA, Blanca Jiménez y el empresario Carlos Slim, cuando el titular del Ejecutivo federal inauguró el TEO, tras 11 años de construcción y con un costo final de 33 mil millones de pesos.

Con la inauguración del TEO, el Sistema de Drenaje del Valle de México se conforma de la siguiente manera. De acuerdo con SACMEX (2018), en el documento “Diagnóstico, logros y desafíos”, se señala que la CDMX tiene una cobertura de drenaje del 94% en las viviendas, la red está formada por más de 11,664 kilómetros de redes secundarias y más de 2,466 kilómetros de redes primarias, que descargan al Sistema General del Desagüe, integrado por 99 plantas de bombeo y 102 plantas de bombeo en pasos a desnivel, 17 presas de almacenamiento, 11 lagunas de regulación, 124 kilómetros de cauces a cielo abierto y 50 kilómetros de cauces entubados.

Además, se cuenta con el Sistema de Drenaje Profundo, con una extensión de 166 kilómetros de túnel, con una profundidad de 12 a 220 metros y una capacidad de conducción de 200 metros cúbicos por segundo.

Tabla 3. Infraestructura de Drenaje de la CDMX, 2018

Descripción	2018
Kilómetros de red primaria ²	2,446
Kilómetros de red secundaria ³	11.644
Kilómetros de colectores marginales	145
Plantas de bombeo	99
Plantas de bombeo a paso a desnivel	102
Kilómetros a cauces a cielo abierto	124
Kilómetros de ríos entubados	52
Presas	17
Lagunas de regulación	11
Kilómetros del Drenaje Profundo	168
Lumbreras del Drenaje Profundo	129
Cobertura de viviendas con drenaje	94%

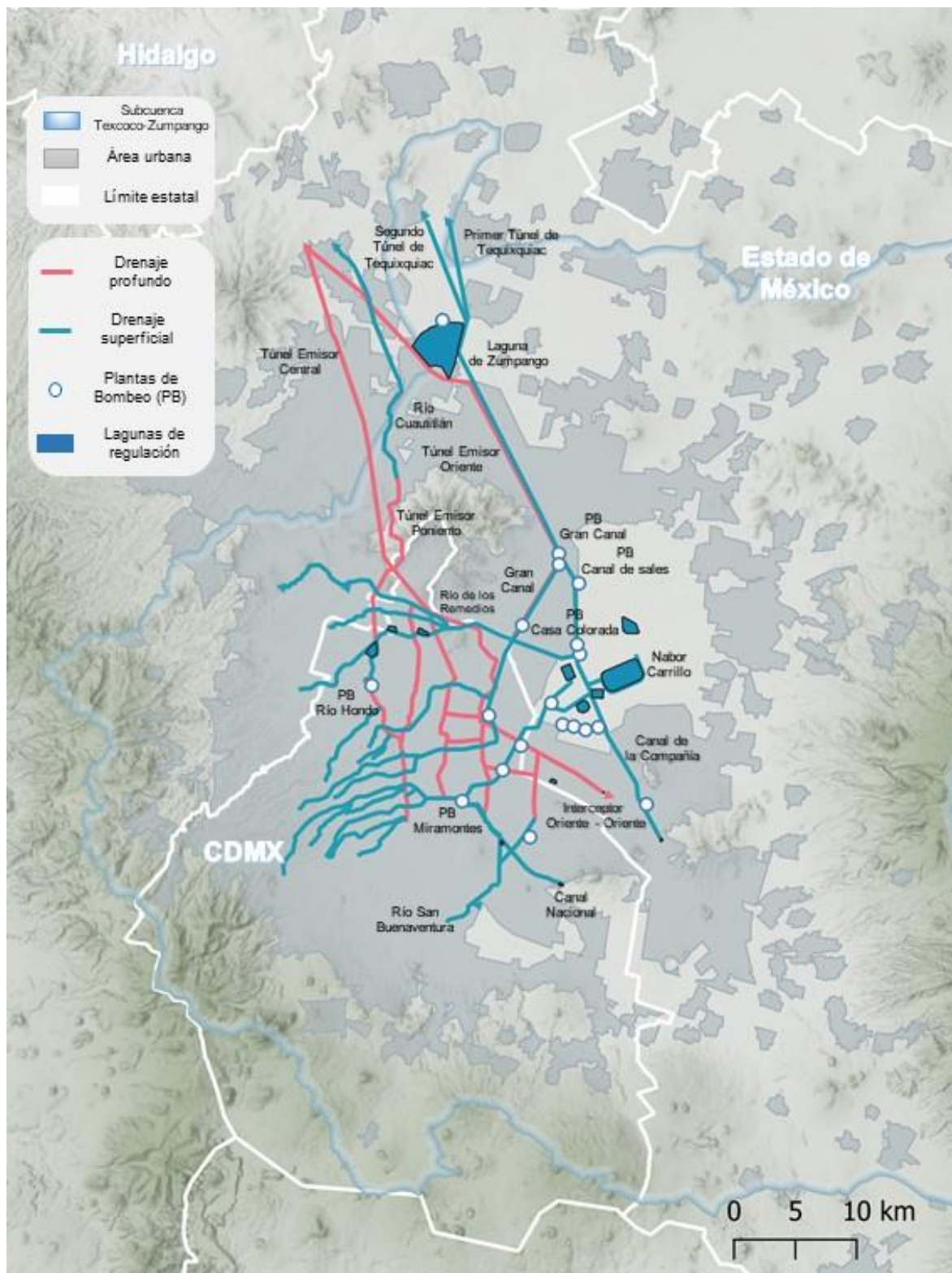
Fuente: elaboración propia con información de SACMEX, 2018

El drenaje del Valle de México se integra principalmente por estructuras operadas de forma conjunta por CONAGUA, CAEM y SACMEX, entre las cuales destacan el Túnel Río de los Remedios, el Túnel Emisor Oriente y la Planta de Bombeo Caracol. Al respecto, El Ing. Miguel Carmona Suárez, encargado de la Dirección de Drenaje de SACMEX señala el procedimiento y las condiciones en la cuales se opera la infraestructura metropolitana de drenaje:

Para el mantenimiento, interviene la CONAGUA a nivel federal, con CAEM, en donde tenemos que ver la operación de los ríos. Por ejemplo, el Río de los remedios que viene desde el Estado de México, las presas, todas las presas, nosotros tenemos en la ciudad, pero también tenemos en el Estado de México, todo el manejo de agua, el Río Tlanepantla, Río San Javier, el Gran Canal de desagüe, el Túnel Emisor Oriente que está a punto de inaugurarse y toda la zona de los lagos de regulación. Todo esto hay que manejarlo con un protocolo de operación metropolitano, toda la infraestructura que compartimos con ellos (Ing. Miguel Ángel Carmona, Dirección de Drenaje de SACMEX, entrevista 13 de mayo 2019).

² Se considera red primaria aquella cuyo diámetro es superior a o igual a 0.60 m. La red secundaria aquella cuyo diámetro es menor a lo 0.60 m.

Mapa 2. Infraestructura de Drenaje de la CDMX, 2018



Elaboración propia con información de CONAGUA (2013) vía solicitud INFOMEX / Red hidrográfica a escala 1:50 000. Edición 2.0 de INEGI 2010 / Marco Geoestadístico y Modelo de Terreno de INEGI, 2019.

La construcción de infraestructura hidráulica subterránea es y seguirá siendo la principal estrategia para evitar las inundaciones en la ZMVM. A la par de esta infraestructura, en las primeras décadas del siglo XX, se ha ido conformando otro sistema para evitar las inundaciones, el cual consiste en tecnología de información estadística y geográfica, orientado hacia la anticipación de los desastres y la realización de acciones preventivas. Este nuevo sistema para combatir las inundaciones ha cambiado el diseño y el funcionamiento de las instituciones al momento de atender las emergencias. Cada vez más, al interior de las instituciones, se otorgan más espacios y presupuesto para el desarrollo de TIC y todo tipo de infraestructura tecnológica como el más reciente radar de lluvias.

EL RADAR DE LLUVIAS Y LA CENTRALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN: SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

Hoy más que nunca resulta complicado abordar la gestión del riesgo en las ciudades sin el apoyo de las TIC, y desde luego, las autoridades nacionales y locales no pierden la oportunidad de resaltar las acciones gubernamentales ligadas a la incorporación de tecnologías de información. Las instituciones encargadas de reducir el riesgo por inundación, además de gestionar la infraestructura hidráulica, tienen hoy la tarea de crear indicadores, almacenar y publicar una cantidad masiva de información, lo que implica la multiplicación de técnicas digitales (Connolly 2010).

Entre las innovaciones tecnológicas más destacadas de las últimas décadas, cabe aquí mencionar la adquisición, por parte del gobierno de la Ciudad de México, de un Radar de lluvias situado en el Cerro de la Estrella, en Iztapalapa. El radar con forma de antena fue inaugurado el 24 de junio del 2018. Se encuentra a 3,720 metros sobre el nivel del mar y se presume que, por la altura de su localización, es capaz de monitorear la CDMX y parte de la Zona Metropolitana del Valle de México.

La inversión fue de 24.8 millones de pesos. El radar fue desarrollado por la empresa mexicana Rossbach con el objetivo de adelantarse a las inundaciones y saber cuáles serán las zonas donde habrá lluvias más intensas con un par de horas de anticipación. Rosengaus Moshinsky, asesor en la construcción e instalación del aparato, ha señalado que puede medir la cantidad de agua que contienen las nubes que se acercan a la ciudad y a diferencia de las imágenes satelitales, el radar detecta si está o no lloviendo (Cruz 2018).

Esta herramienta complementa los 78 pluviómetros instalados en la Ciudad de México y ayuda a emitir reportes al Centro de Mando de SACMEX con información de intensidad de lluvia

y zonas susceptibles de inundación. Al respecto, el ex director de SACMEX, Ramón Aguirre, resaltó la utilidad del Radar para la atención de las inundaciones:

La información generada en el Centro de Mando permite adelantarse, sabiendo en dónde va a llover fuerte y basado en eso implementar medidas de apoyo a los 120 campamentos que tenemos. Se mandan equipos y se asegura que toda la gente esté en su lugar para la operación de las plantas de bombeo; tenemos 96 plantas de bombeo (Excelsior 2018).

Aunado a ello, desde el 2 de septiembre de 2018, el Radar de lluvias también emite alertas a dispositivos móviles a través de la aplicación “911”. Los usuarios de esta *app* reciben información acerca de lugares afectados por fenómenos hidrometeorológicos y sobre la intensidad de la lluvia. Para utilizar la aplicación sólo se requiere descargarla y cumplir con el registro. Es a partir de estas herramientas, y con ayuda de las redes sociales (especialmente Twitter), que SACMEX y la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (SGIRPC) emiten reportes oficiales de la situación hidrometeorológica de la ciudad.

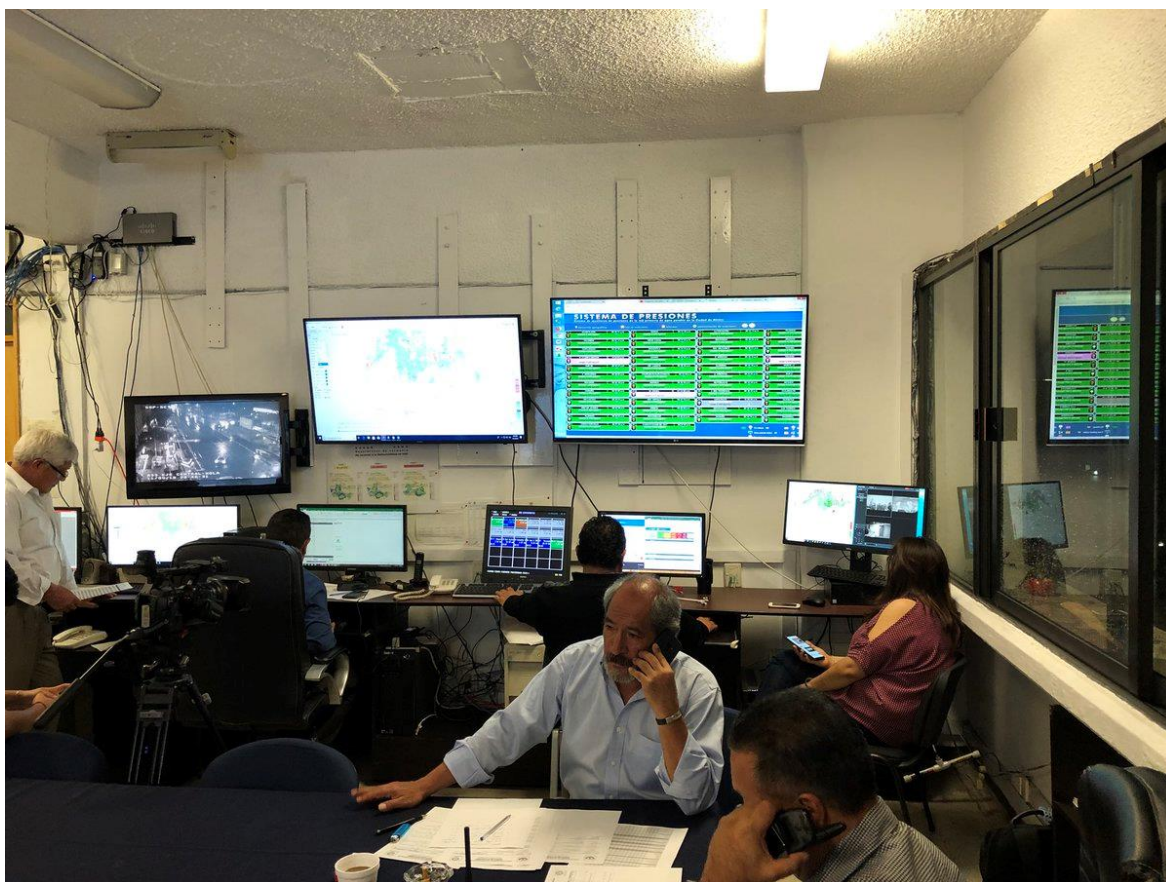
Actualmente, estas TIC definen los protocolos de actuación de SACMEX y SGIRPC durante una emergencia hidrometeorológica. En entrevista con el Lic. Pedro Martínez Cornejo, ex director de la entonces denominada Secretaría de Protección Civil, pudimos tener un acercamiento al actuar de la dependencia, una vez que ésta recibe los reportes emitidos por el Radar de lluvias:

Me llegan alertas en tiempo real acerca de dónde se dirige la lluvia, en el mapa puedo ver en qué zona nos está pegando y cómo administrar recursos. No podemos mover elementos en un lugar en donde hay afectación por lluvias: a veces nos piden vactors⁴ prestados, pero si el radar me indica que ahí está fuerte la lluvia no puedo mover a mis elementos del lugar (Entrevista con Martínez Cornejo, Protección Civil CDMX, 23 de septiembre 2018).

Ahora bien, la implementación de estas nuevas tecnologías genera una multiplicación de datos que pueden llegar a complicar la toma de decisiones. Sin la centralización de la información en instancias capaces de coordinar las acciones de prevención y atención de desastres, toda la información generada en tiempo real sería inútil. Por otra parte, pasada la emergencia, esta acumulación de información ha generado bastantes expectativas en torno a los llamados “atlas de riesgos”.

⁴ Las unidades vector, son camiones que cuentan con un sistema de agua a alta presión y alto vacío, que permiten el desazolve de drenajes y tuberías (DREN-VAG 2019).

Ilustración 2. Instalaciones del Centro de Mando SACMEX



Fuente: Sistemas de Aguas de la Ciudad de México. Ing. Miguel Ángel Carmona en el Centro de mando SACMEX, durante una jornada de lluvias. En el fondo, en la pantalla central se visualiza el Radar de lluvias, en la pantalla de lado derecho se monitorea los niveles y el cierre de compuertas de la infraestructura hidráulica. En la pantalla de lado izquierdo, se transmite las Cámaras del C5. Las personas del fondo, capturan y atienden las emergencias.

Al respecto, el 18 de junio de 2019, en el Colegio de México, se llevó acabo el Seminario *Seguridad hídrica urbana: la gestión del riesgo de inundaciones*. El evento contó con la participación de investigadores y servidores públicos encargados de la atención de inundaciones en la ZMVM. Myriam Urzúa Venegas, secretaria general de la SGIRPC, resaltó la importancia del nuevo atlas de riesgo digital.

Nuestro atlas de riesgo presenta 130 puntos de encharcamiento en la ciudad. Les quiero decir que este es un nuevo atlas de riesgo, porque todos los anteriores tienen amenazas y peligros, este además tiene vulnerabilidades sociales, ambientales, económicas, que nos permite hacer una evaluación de dónde son las áreas más afectadas y en dónde tenemos que intervenir rápidamente [...]. Se han realizado 24 millones 400 mil descargas, solamente tenemos 274 capas públicas y 42 capas reservadas, tenemos información de todos los fenómenos perturbadores de la ciudad (Urzua 2019).

Con estas acciones se intenta pasar de una política reactiva a una preventiva del desastre, es decir, se intenta controlar las amenazas a partir de herramientas digitales y de kilómetros de infraestructura subterránea diseñada para no fallar (Tellman et al. 2018), la cual también es controlada desde un Centro de Mando localizado en las instalaciones de SACMEX en la colonia Centro de la Ciudad de México, en donde eventualmente también acude personal de CONAGUA y de CAEM.

En cuanto a la centralización de la información para la toma de decisiones, cabe subrayar que desde el Centro de Mando se controlan los niveles de la infraestructura hidráulica, a partir del cierre o apertura de las compuertas, presas, lumbreras. Desde allí también se analizan los datos que reportan el Radar de lluvia y las estaciones pluviométricas. Además, se cuenta con cámaras del Centro de Atención a Emergencias y Protección Ciudadana de la Ciudad de la Ciudad de México (C5) para visualizar las vialidades con afectación y recibir los reportes de los lugares con problemas de inundación.

En entrevista con el Ing. Miguel Ángel Carmona, director de Operación de Drenaje, Tratamiento y Reúso de SACMEX, obtuvimos una descripción de la infraestructura técnica del Centro de Mando y su funcionamiento durante la emergencia de inundaciones:

Nosotros, desde aquí vigilamos los niveles de la infraestructura, podemos cerrar las compuertas, por ejemplo, cuando el nivel va aumentando en las presas, cerramos las compuertas, lo podemos hacer desde aquí, pero es mejor que lo realice el personal que está en campo. Entonces funciona como vaso regulador para que ya no reciba más agua, y no represente un riesgo, ya cuando va disminuyendo el agua, vamos manejando sus niveles

[...]. Tenemos cámaras en las principales vialidades, esas cámaras son de la seguridad pública, y ahí cuando se está formando un encharcamiento te deja fija la cámara, entonces ya lo ves en la cámara y ahí la gente que tienes en los campamentos móviles, les dices que vayan y que lo atiendan, igual pasa a otro punto y vamos viendo si se producen los encharcamientos (Entrevista con el Ing. Miguel Ángel Carmona, Dirección de Drenaje de SACMEX, 13 de mayo 2019).

En suma, es evidente que las herramientas digitales han ganado protagonismo en la gestión de los riesgos. El desarrollo de esta infraestructura tecnológica con la que ya cuenta la Ciudad de México ha sido promovido desde organismos internacionales, como se vio en el capítulo anterior, y encaja con el discurso de la resiliencia y las “ciudades inteligentes”. En este sentido, podemos afirmar junto con De Alba y Farina (2017) que la construcción y gestión del riesgo dependen cada vez más del propio proceso de medición y producción de indicadores.

Desde esta perspectiva, es preciso abordar más finamente cómo se construyen estos datos, quién y cómo se llevan a cabo los registros y, sobre todo, si existe la posibilidad de integrar estos datos a escala metropolitana. Como veremos en el siguiente capítulo, en la ZMVM no todas las entidades cuentan la misma capacidad financiera, de infraestructura y técnica, para implementar tecnologías en la gestión del riesgo.

HACIA UNA CARTOGRAFÍA METROPOLITANA DEL RIESGO POR INUNDACIÓN

Hasta aquí, hemos visto que los esfuerzos institucionales de recopilar, procesar y comunicar grandes cantidades de información se han perfeccionado con la instalación de centros de monitoreo, estaciones pluviométricas y radares de precipitaciones conectados a una serie de dispositivos y aplicaciones que forman parte de la infraestructura tecnológica que ayuda medir y evaluar las condiciones hidrometeorológicas. En el capítulo anterior, pudimos corroborar, como señala Kaika (2018), que las tecnologías para la recolección y el monitoreo ambiental se han convertido en el “Totem” de los responsables políticos. En otras palabras, las herramientas tecnológicas-gerenciales aparecen cada vez más como la panacea para la solución de las problemáticas socioambientales.

Sin embargo, las nuevas tecnologías no pueden por sí mismas superar las barreras y las inercias político-administrativas que caracterizan la gestión del riesgo por inundación en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Para efectos prácticos, dejando de lado al Estado de Hidalgo –cuyo municipio de Tizayuca es parte de la ZMVM– trataremos ahora de mostrar la enorme brecha que existe en materia de infraestructura tecnológica entre la Ciudad de México (CDMX) y el Estado de México, lo que complica la elaboración de un diagnóstico territorial de las inundaciones a escala metropolitana. Si bien en ambas entidades permea el discurso del desarrollo tecnológico, veremos que las metodologías empleadas por sus respectivas instituciones resultan incompatibles.

Cabe aquí subrayar que en el transcurso de esta investigación, el Centro de Estudios Demográficos y Urbanos del Colegio de México (CEDUA), presentó el documento *Seguridad Hídrica en la Ciudad de México* coordinado por la Dra. Judith Jiménez, en el que se presenta un diagnóstico detallado de las inundaciones en la Ciudad de México, con la información de puntos de encharcamientos publicada por SACMEX en el periodo 2010-2018 (Domínguez 2019). Nuestro trabajo coincide en algunos aspectos metodológicos y resultados estadísticos. Asimismo, creemos junto con el grupo del CEDUA que la comunicación y la investigación de la gestión del riesgo por inundaciones, se encuentra centralizada en la Ciudad de México,

y que desafortunadamente los mecanismos de recolección y sistematización de datos desarrollados en esta entidad aún presentan carencias metodológicas.

En este capítulo se presenta un intento por superar la carencia de información sobre el registro y frecuencia de inundaciones a nivel metropolitano, mediante la elaboración de la Base Integral de Eventos Hidrometeorológicos 2015-2018 (BIEH), que contiene puntos de afectación por inundaciones y encharcamientos. Retomando lo expuesto en el apartado metodológico, la base de datos BIEH está compuesta por registros históricos de eventos hidrometeorológicos proporcionados por SGIRPC, SACMEX, y CAEM, así como registros obtenidos mediante la revisión hemerográfica. Antes de integrar los resultados, se analizará la información geográfica que maneja cada una de las instituciones y, como lo señala Moran (2013), se expondrá la ausencia de una metodología homologada en ZMVM para la medición de dichos eventos.

DETRÁS DEL DATO ¿CÓMO SE CONSTRUYE Y COMUNICA LA INFORMACIÓN EN LAS UNIDADES ESTATALES DE PROTECCIÓN CIVIL?

Las instituciones estatales encargadas de las acciones de protección civil son la Coordinación de Protección Civil (CPC) en el Estado de México y la Secretaría de la Gestión Integral y Protección Civil de la Ciudad de México (SGIRPC) en la Ciudad de México.

En lo que refiere a las problemáticas hidrometeorológicas, en el primer caso, la CPC no cuenta con información actualizada de riesgos hidrometeorológicos. Al respecto, Luis Felipe Puente Espinosa, coordinador general de Protección Civil del gobierno del Estado de México, en el marco de la Primera Feria de Protección Civil realizada en el municipio Atizapán de Zaragoza, mencionó la necesidad de tener un Atlas digital de riesgo.

La ciudadanía va a poder acceder al Atlas de Riesgo del Estado de México a partir de agosto, antes de que concluya la temporada de lluvias, para cualquier persona pueda consultar que riesgos se han detectado en la zona donde habita, como zonas minadas, propensas a inundaciones, deslaves o con riesgo químico (Jiménez 2019).

Hasta el mes de noviembre de 2019, el Atlas Digital de Riesgo del Estado de México no se ha publicado, lo que dificulta tener información de inundaciones actualizada. En el portal digital *Ecosistema de Datos Geoestadísticos del Estado de México y sus Municipios* (ECOGEM)⁵ se encuentra disponible información sobre el Grado de riesgo por inundación

⁵ Disponible en: <http://ecogem.edomex.gob.mx/EcosistemaGeoestadisticoEdomex/ECOGEM/geoportal.do>

para el año 2012 a nivel municipal, así como Zonas de afectación por inundación, para el año 2014. Además de estos datos, disponemos de la información proporcionada por la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) y que será revisada en el siguiente apartado.

Con respecto a la SGIRPC, la dependencia ha adoptado herramientas de evaluación y monitoreo constante para los eventos climáticos, aspecto que ha modificado la forma de intervenir en el territorio y la atención del riesgo. En entrevista con el Ing. Rafael Humberto Marín Cambranis, Director General de Análisis de Riesgos, señala:

Lo que hemos buscado en esta administración, es compartir toda la información que estaba oculta, compartirla. Ahora en el Atlas de Riesgos de la CDMX ya puedes consultar el grado de vulnerabilidad por AGEB y eso gracias a las nuevas tecnologías, que nos permite construir algoritmos espaciales para la obtención de información local (Ing. Humberto Marín Cambranis, 14 de marzo 2019).

Con la actualización del Atlas de Riesgo de la Ciudad de México, se cuenta con una mayor cantidad de información acerca de riesgos y vulnerabilidad social. En el caso de inundaciones, se encuentra disponible información relacionada con encharcamientos e inundaciones, de los años 2016-2018⁶ además de indicadores de peligro y exposición a vulnerabilidad a nivel AGEB.

Es importante señalar aquí la diferencia que establecen las instituciones de la CDMX entre inundaciones y encharcamientos. A partir de información proporcionada vía INFOMEX⁷ por la SGIRPC, la Dirección General Táctica Operativa señaló que junto con SACMEX comparan los criterios del Catálogo de Fenómenos Perturbadores y Siniestros de la Ciudad de México para clasificar las afectaciones:

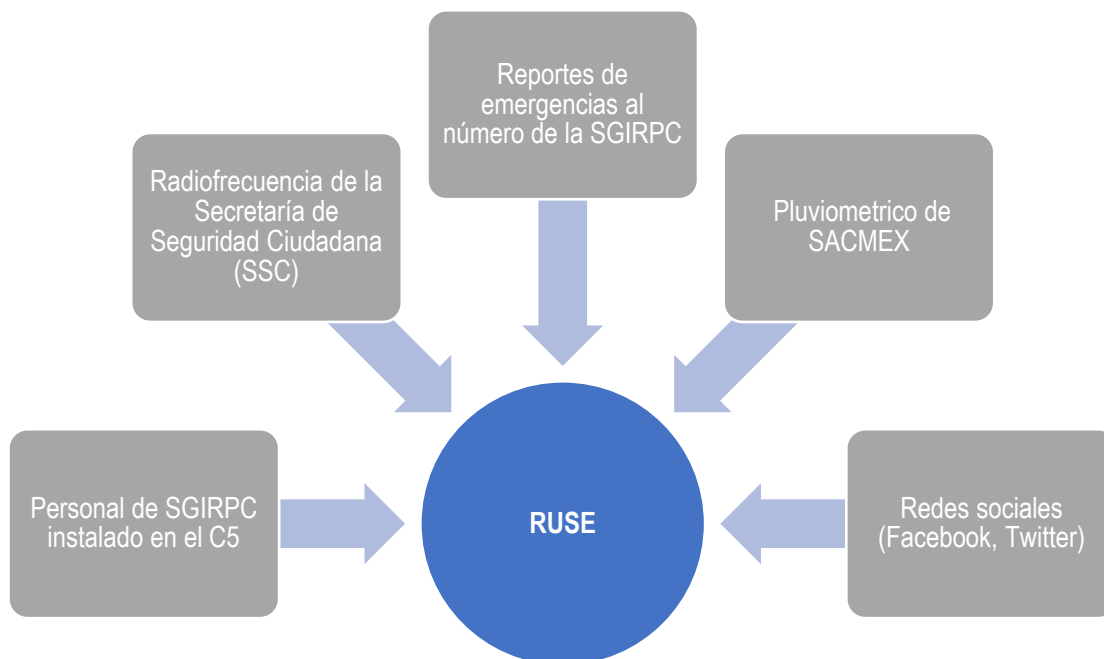
Encharcamiento. Son los efectos de la lluvia, que afecta sólo a la vialidad, el agua no rebasa el nivel de guarnición y banqueteta, sin obstruir el tránsito vehicular, es decir, permite el tránsito de vehículos a marcha lenta.

Inundación. La precipitación pluvial afecta la circulación, impidiendo el paso de los vehículos, por la intensidad de la lluvia compromete el funcionamiento del drenaje. Y sobrepasa el nivel de la banqueteta por acumulación de agua, lo que provoca afectación al interior de los domicilios, tanto en el patio o dentro de los inmuebles con daño en los enseres domésticos.

⁶ A partir de la solicitud vía Infomex con folio 0107500069318, se tuvo acceso a la base de datos 2015, la cual no se encuentra disponible en el Atlas de Riesgo de la Ciudad de México.

⁷ Solicitud con número de Folio 0107500071719

Gráfico 1. Fuentes de información del Registro Único de Situaciones de Emergencia (RUSE)



Elaboración propia con información de la Dirección Operativa Táctica de la SGIRPC

Mientras que la información de encharcamientos e inundaciones se presenta como una capa de puntos, los indicadores de vulnerabilidad se ofrecen a nivel AGEB, esto es, como polígonos tomados del marco geoestadístico del INEGI. En esta escala, se presenta el indicador de “peligro por inundación para un periodo de retorno de 5 años”, el tiempo que, en promedio, debe transcurrir para que se presente un evento igual o mayor a una cierta magnitud. Este indicador se construyó con los factores de lluvia, relieve del terreno, tipo y usos de suelo. Con estos elementos se calcula el porcentaje del área inundable de la AGEB y se clasifican en 5 niveles de peligro: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo (Valverde, Román, y Sánchez 2019). Más adelante se presenta un ejercicio con esta información.

También en el Atlas de riesgo, se encuentra la base de datos Registro Único de Situaciones de Emergencias (RUSE), en donde se registran las emergencias de carácter socio-organizativo, químico-tecnológico, sanitario-ecológico, siniestro, geológico e hidrometeorológico. De acuerdo con la información proporcionada por la Dirección Táctico Operativa, la base de datos se alimenta de 5 fuentes principales (gráfico 1):

1. A través de radioperadores de la SGIRPC en las instalaciones del Centro de Monitoreo y Atención de Emergencias (C5)
2. Mediante la radiofrecuencia de la Secretaría de Seguridad Ciudadana
3. Reportes Ciudadanos a través de vía telefónica al número de emergencias de la SGIRPC
4. Del Pluviométrico de SACMEX (Instalado en el Centro de Comunicaciones y Operaciones de la SGIRPC), el cual indica, la altura, hora de inicio, hora de termino y duración de la precipitación pluvial
5. Reportes realizados por medios masivos de comunicación (Facebook, Twitter, televisión abierta)

Como se aprecia en el gráfico 2, el proceso de captura y procesamiento de la información está a cargo de la Dirección Táctico Operativa, la cual envía las emergencias presentadas a través del “Parte de novedades”. La Jefatura Departamental del Registro Único de Situaciones de Emergencia (JURUSE), por su parte, actualiza y sistematiza la información y conforma la base de datos RUSE, posteriormente, envía informes para su aprobación a la Dirección General de Emergencias Mayores, la valida y publica los resultados en el Atlas de Riesgo.

Gráfico 2. Proceso de tratamiento de los registros de emergencia en la SGIRPC



Elaboración propia con información de la Dirección Operativa Táctica de la SGIRPC

Con los registros de inundaciones y encharcamientos de las SGIRPC de los años 2015-2018, se pudo elaborar una cartografía para la Ciudad de México (mapa 3) que debe ser interpretada con cautela, sobre todo si se toma en cuenta el análisis cronológico de los datos. Este último ejercicio arroja que la frecuencia de los registros disminuyó cada año. En 2015, se registraron un total de 985 eventos, en 2016 los registros disminuyeron a 714, en 2017 a 328 y en 2018 únicamente se presentaron 121 registros de inundaciones y encharcamientos. Las cifras muestran, una variación importante en el número de registros, se observa una disminución en los registros del 87%.

Tabla 4. Eventos de inundación registrados por la SGIRPC, 2015-2018

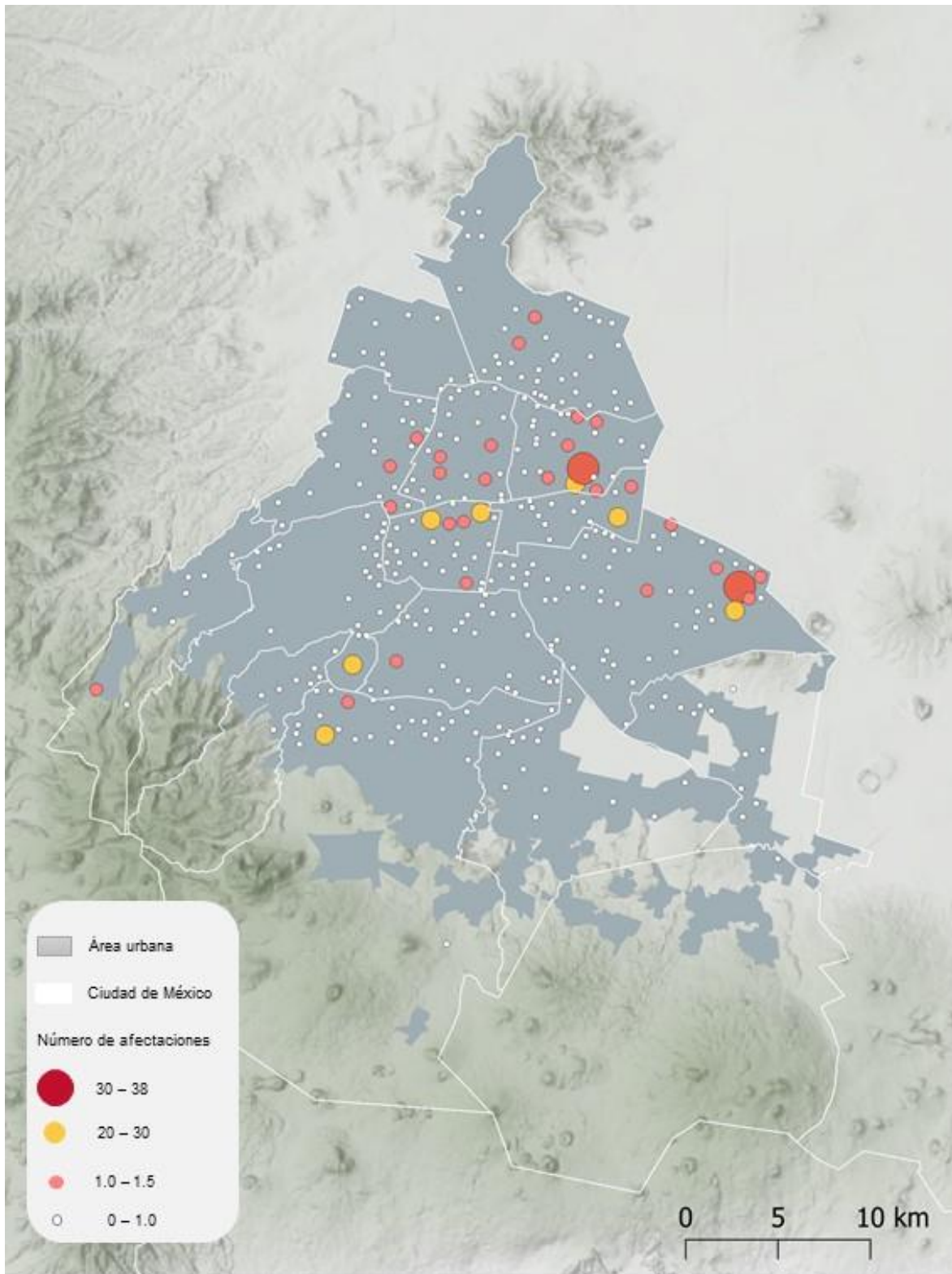
Afectación / año	2015	2016	2017	2018
Encharcamiento	985	714	141	99
Inundación	0	0	187	22
Total	985	714	328	121

Elaboración propia con base en solicitud de información a la SGIRPC.

Este primer acercamiento permite apreciar que las recomendaciones internacionales en cuanto al uso de las TIC han sido adoptadas en las instituciones que atienden los riesgos, particularmente en la Ciudad de México. El registro de las emergencias representa un gran esfuerzo institucional que involucra la participación de instituciones externas, pero también al interior, existe toda una estructura para el monitoreo y registro del riesgo, en donde el fin es publicar los resultados en una plataforma digital.

El *Atlas de riesgo de la Ciudad de México* es una herramienta innovadora y que resulta útil para la construcción de un diagnóstico de las amenazas. No obstante, en la investigación se observa que la mayoría de las instituciones que atienden la problemática de inundaciones en la ZMVM desarrolla acciones diferenciadas de monitoreo y recolección de información, empleando diferentes metodologías e instrumentos de medición, lo que complica la construcción de un diagnóstico metropolitano de afectaciones hidrometeorológicas, que tome en cuenta la dimensión unitaria de la cuenca.

Mapa 3. Eventos de inundación registrados por la SGIRPC, 2015-2018



Elaboración propia con base en solicitud de información a la SGIRPC, 2015-2018 / Marco Geoestadístico y Modelo de Terreno de INEGI, 2019.

Por lo anterior, y con la idea de comparar las diferentes metodologías institucionales de medir y comunicar el riesgo, resulta interesante analizar la información de otras instituciones encargadas de la atención de problemáticas hidrometeorológicas. Si bien no se encargan de acciones relacionadas con protección civil, SACMEX y CAEM son las principales instituciones encargadas de la atención de emergencias y del mantenimiento operativo de la infraestructura hidráulica en la ZMVM. ¿Qué papel juegan las TIC en estas dos instituciones?

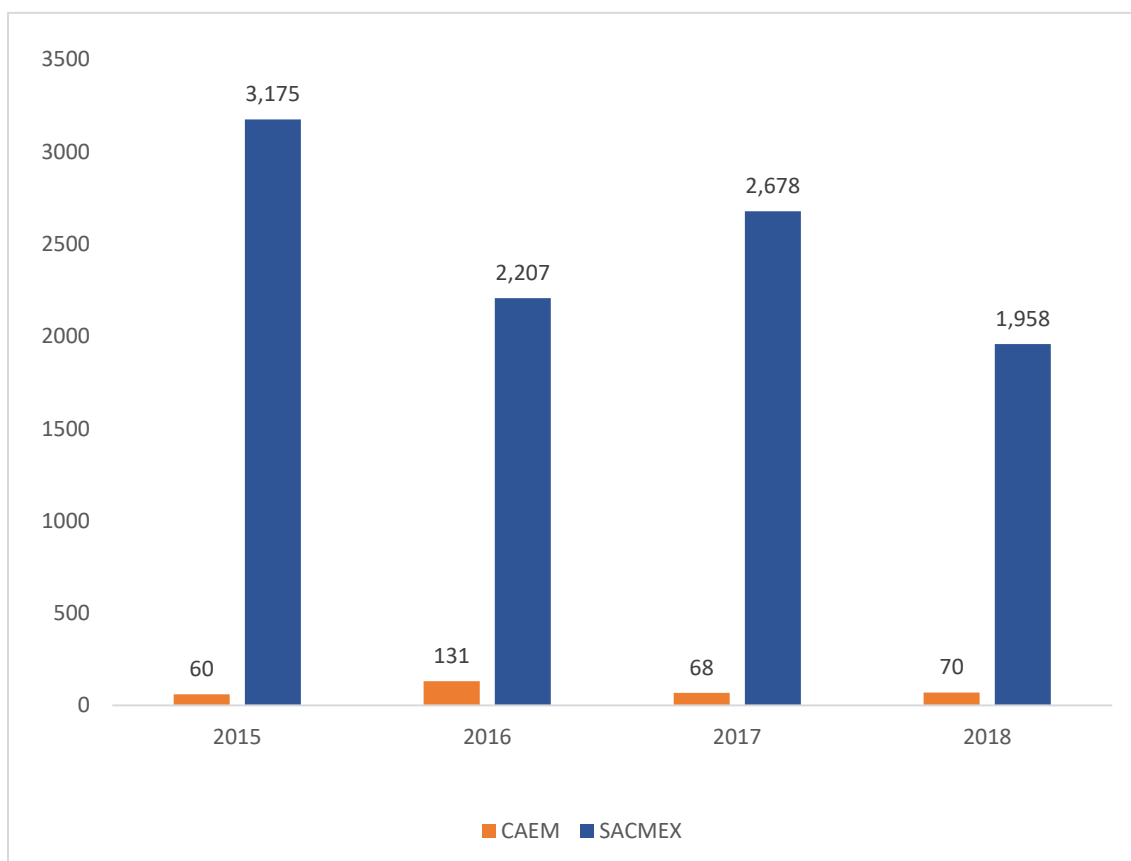
GEOGRAFÍA DE LAS INUNDACIONES SEGÚN SACMEX Y CAEM

Como se mencionó en el apartado metodológico de este trabajo, la información que se presenta a continuación se obtuvo a partir de solicitudes de información vía INFOMEX, dirigidas a las dependencias SACMEX y CAEM. De este modo se obtuvieron dos bases de datos con el registro de inundaciones y encharcamientos para el periodo 2015-2018.

A partir del análisis de esta información, resalta en un primer momento la asimetría en el número de registros de las dos instituciones. En SACMEX, en el periodo de 2015-2018, se registraron un total de 9,454 eventos de inundación y encharcamiento, frente a 321 registrados por CAEM en el mismo periodo.

En el caso de SACMEX, el año 2015 presentó el mayor número de registros con 3,034. Al año siguiente el registro bajó a 2,066 eventos, en 2017 aumentó ligeramente a 2,537 y finalmente 2018 fue el año con el menor número de registros: 1,817. En el caso de CAEM, los registros presentaron un comportamiento muy estable, destaca el año 2017 que presentó la mayor cantidad de registros con un total de 129. Sin embargo, la información expresada en el gráfico 3 y el mapa 4 no resulta verosímil. ¿En verdad las afectaciones son mayores en la CDMX que en el Estado de México cómo lo indican las cifras?

Gráfico 3. Eventos hidrometeorológicos SACMEX y CAEM, 2015-2018

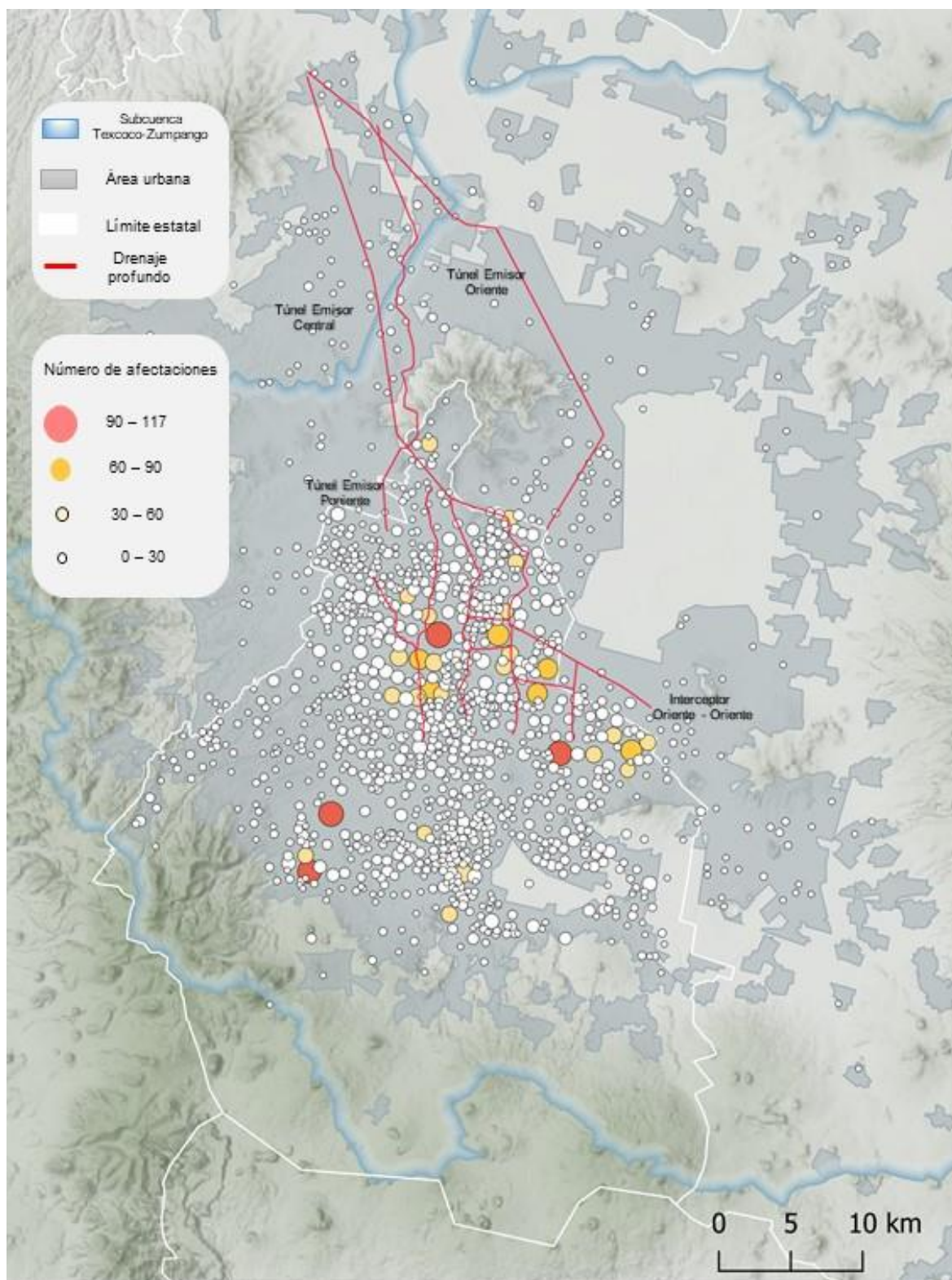


Elaboración propia con información de SACMEX y CAEM obtenida vía solicitud INFOMEX

En la distinción entre inundaciones y encharcamientos, se observa que en las bases de datos de CAEM se registraron 179 encharcamientos, 140 inundaciones y 2 problemáticas de deslaves. En contraste, aunque se mencionó en el apartado anterior que SACMEX clasifica encharcamiento e inundación, a partir del Catálogo de Fenómenos Perturbadores y Siniestro en la Ciudad de México, la base de datos entregada por SACMEX no distingue entre inundaciones y encharcamientos. El organismo ofrece en cambio una base de datos en la que prevalecen aspectos técnicos para determinar la magnitud del evento, tales como, fecha de reporte, alcaldía, calles, colonia tirante, espejo, causa y fecha de solución etc.

Lo anterior también fue identificado por Domínguez (2019), quien analizó los registros de SACMEX 2010-2018 y encontró que los puntos se consideran como “encharcamientos”, “aunque muchos de ellos son verdaderas inundaciones [...] aspecto que minimiza los efectos de la lluvia, lo que ha provocado el poco reconocimiento del problema” (2019, 27).

Mapa 4. Eventos hidrometeorológicos a escala metropolitana, 2015-2018



Fuente: Elaboración propia con información de SACMEX y CAEM vía solicitud INFOMEX / Red hidrográfica a escala 1:50 000. Edición 2.0 de INEGI 2010 / Marco geoestadístico y Modelo de Terreno de INEGI, 2019.

Al parecer, la diferencia en el número de registros entre CAEM y SAMCEX, responde a cuestiones metodológicas y a la estrategia seguida para la recopilación de eventos. En el caso de SACMEX, los registros se obtienen a partir de las denuncias ciudadanas que se comunican al centro de atención, mismas que se corroboran o complementan con los reportes que emiten los elementos de la Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC) por medio de las cámaras de videovigilancia del C5. Al respecto el Ing. Miguel Ángel Carmona, director de Drenaje del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, menciona:

Ing. Miguel Ángel. La base de datos se realiza por denuncias ciudadanas o aquí (*Call Center*) los muchachos reciben los reportes del C5, de las patrullas y se captura, y nos comunicamos con elementos o ingenieros que están en el sitio, les decimos, están reportando que en Periférico y San Antonio hay un encharcamiento, ve y revisa. Le tenemos que dar atención a todos los reportes.

JAHG- ¿Y aproximadamente cuántos reportes se registran en la temporada de lluvias?

Ing. Miguel Ángel. Cuando es periodo de agosto y septiembre, cerca de 300 y 350 reportes, son momentos que llueve en toda la ciudad. (Ing. Miguel Ángel Carmona, Dirección de Drenaje de SACMEX, entrevista 13 de mayo 2019)

En contraste, la metodología de la CAEM para la recopilación de información consiste en que los departamentos encargados de la gestión del agua y saneamiento en cada municipio del Estado de México descarguen y desarrollen el formato de captura de inundaciones,⁸ posteriormente se integran los formatos de cada municipio y se construye una base de datos con los eventos de inundación.

En entrevista con el Lic. Mario Ramírez, director del Departamento de prevención en Ecatepec, describe el proceso de recopilación de información y su relación con CAEM.

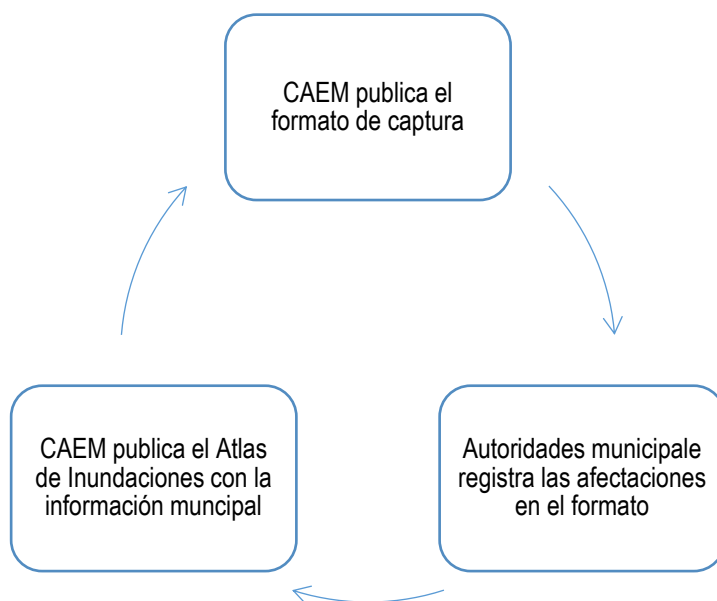
JAHG- ¿Ustedes cuando atienden una emergencia de inundaciones, registran el lugar, para conocer el número de eventos?

Lic. Mario Ramírez- Sí, mira en el Atlas de riesgo vamos localizando los principales lugares en dónde se presenta mayor problemática de inundaciones, además de que se le entrega a CAEM los formatos de inundación en dónde se registran los eventos (Lic. Mario Ramírez director del Departamento de prevención Ecatepec, entrevista 18 de febrero 2019).

⁸ Disponible en el portal de CAEM <http://caem.edomex.gob.mx/recopilacion-Informacion> y anexo 1.

Con estos registros, la Dirección General del Programa Hidráulico de CAEM publica anualmente el *Atlas de inundaciones*. En la edición 2019, se publicaron los registros del año 2018 (considerados en este trabajo) con un total de 94 puntos de afectación. El documento se entrega a los 154 municipios de la entidad con el objetivo de coadyuvar en la toma de decisiones sobre el monitoreo, mantenimiento de la infraestructura hidráulica y atención a la ciudadanía. En el portal oficial de CAEM, sólo se encuentra disponible la versión ejecutiva del documento.

Gráfico 4. Proceso de captura de eventos de emergencia CAEM



Fuente: elaboración propia con información de CAEM

En suma, existen diferencias en los datos obtenidos y en la forma de recopilar la información. En SACMEX, en una sola temporada de lluvia entre los meses mayo-noviembre, se registran aproximadamente 350 puntos de afectación, mientras en CAEM, en un periodo de 4 años (2015-2018), en los 59 municipios que componen la ZMVM sólo se registraron los puntos de afectación.

Lo anterior, repercute en la forma de comunicar y representar el riesgo. En otras palabras, la metodología y la estrategia para registrar información va a amplificar o a disminuir la percepción institucional y social del riesgo (Castillo 2019; De alba y Farina 2017). En este sentido, cabe recordar aquí la importancia de utilizar con cautela las representaciones gráficas de las inundaciones a escala metropolitana que nosotros mismos hemos producido.

RECUADRO 1. INUNDACIONES EN TIEMPO REAL: UN ANÁLISIS CARTOGRÁFICO CON TWITTER

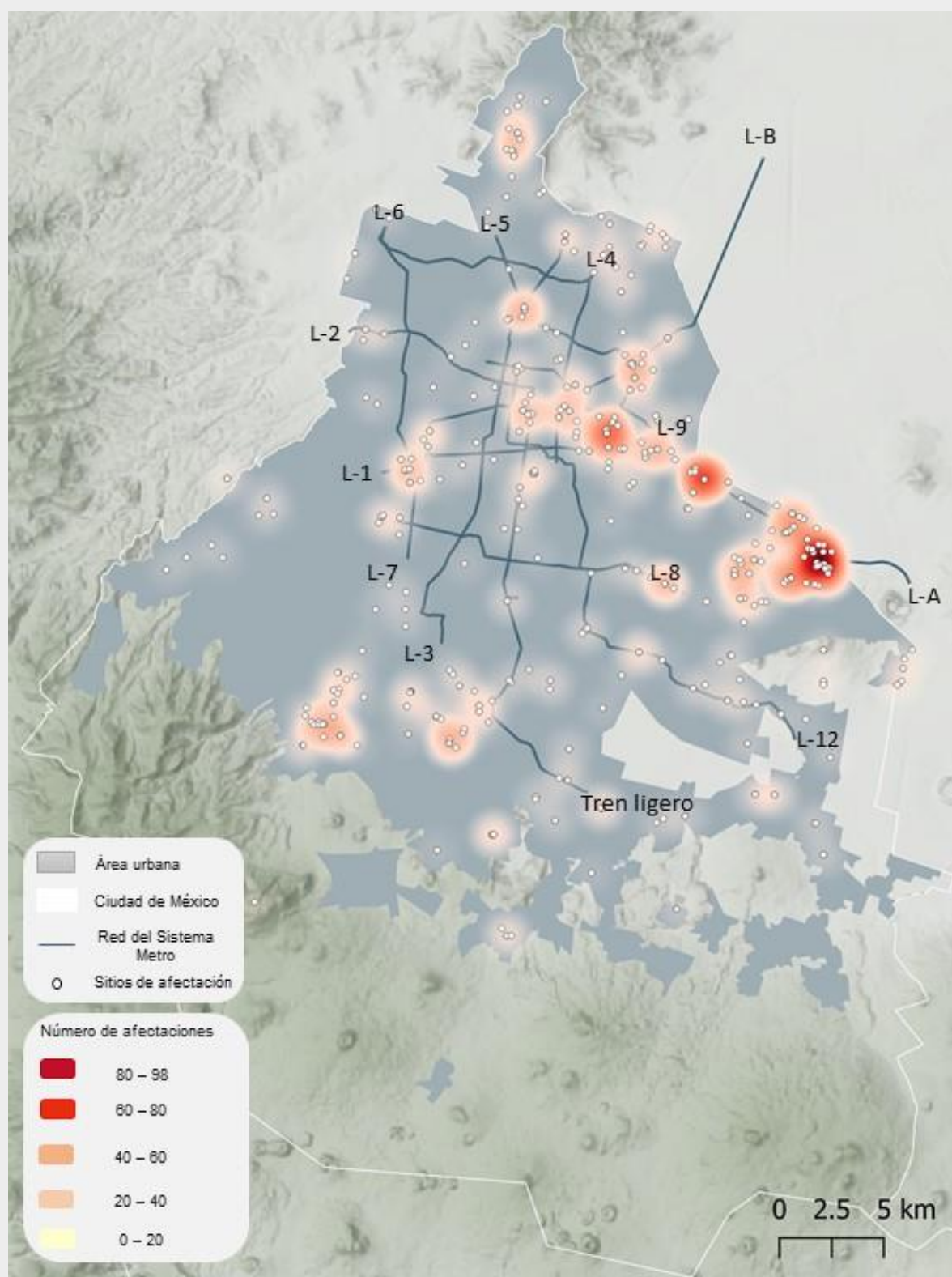
Los sistemas de alerta temprana, las apps móviles, las redes sociales, se han posicionado como los principales medios de comunicación en situaciones de emergencia. Así, por ejemplo, el 19 de septiembre de 2017, inmediatamente después del sismo en la Ciudad de México, Twitter sirvió como un gran catalizador social por dónde se solicitaba y coordinaba la ayuda de voluntarios o la dotación de víveres. Del mismo modo, así como la sociedad se apropia de estas tecnologías de comunicación, los gobiernos han ido aprendiendo a servirse de las redes para posicionar su agenda y prioridades.

En este caso, para tener un panorama de la comunicación institucional durante una emergencia hidrometeorológica, se realizó un ejercicio de monitoreo de las cuentas de Twitter del C5 y de la Secretaría de Seguridad Ciudadana de la Ciudad de México que, a diferencia de las instituciones del Edomex, comunican en tiempo real los hechos que nos interesan. En este ejercicio se utilizó la API de Twitter para captar los tweets en tiempo real, pero se tuvo que implementar un código en el lenguaje de programación Python (con el uso de las librerías Pandas, pyquery y los módulos sys y csv) para el almacenamiento de estos tweets. El código se encuentra disponible en los anexos de esta tesis.

La captura de tweets inició el 11 de julio y concluyó el 18 de octubre del 2019 con un total de 665 tweets. Posteriormente, aprovechando que los tweets emitidos alertan las calles, avenidas o colonias afectadas, se procedió a georreferenciar los eventos reportados (mapa 5).

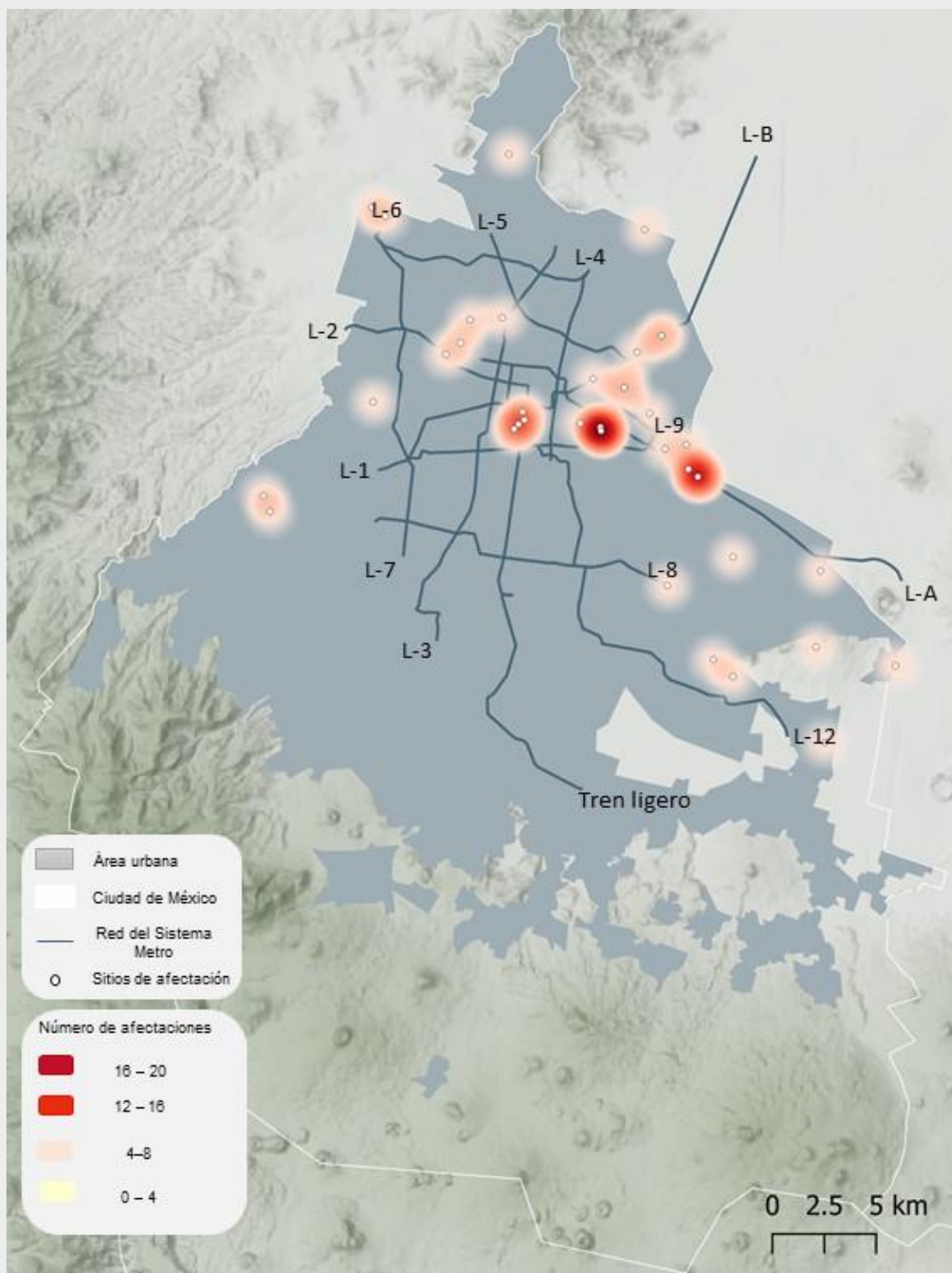
Con la intención de mostrar el resultado del ejercicio y de dimensionar el número de problemáticas que se pueden presentar en un día, se eligió exponer los tweets del 25 de julio de 2019, fecha con el mayor número de reportes, con un total de 50 entre inundaciones y encharcamientos. La alcaldía Venustiano Carranza, con un total de 12 sitios, presentó el mayor número de afectaciones, seguido de Iztapalapa con 10 sitios, Cuauhtémoc con 8 afectaciones y Gustavo A. Madero con 5 sitios afectados (mapa 6).

Mapa 5. Reportes de inundación del C5 y SSC en Twitter, 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Twitter / Marco Geoestadístico y Datos Abiertos Ciudad de México.

Mapa 6 Reportes de inundación del C5 y SSC en Twitter, 25 de julio 2016



Fuente: Elaboración propia con datos de Twitter / Marco Geoestadístico y Datos Abiertos Ciudad de México.

LAS INUNDACIONES SEGÚN LOS MEDIOS

Con el afán de obtener información complementaria a nivel metropolitano, nos resultó atractivo desarrollar un análisis hemerográfico del fenómeno en cuestión. Asimismo, se recurrió al análisis de redes sociales, pero se optó por descartar la integración de este trabajo a la base de datos BIEH ya que sólo se encontró información para la Ciudad de México. No obstante, el Recuadro 1 abre la reflexión acerca de la comunicación institucional de emergencias en Twitter y ofrece posibles pistas para investigaciones futuras.

Los registros de inundaciones y encharcamientos que componen la base de datos hemerográfica se obtuvieron a partir de búsquedas en los periódicos *El Universal*, *Excélsior*, *Milenio* y el portal *Noticieros Televisa*. La elección de estos medios, responde a que la prensa escrita local en el Estado de México, no realiza una cobertura amplia de los eventos, aspecto que limita la recolección de datos y que también ha sido identificado como una limitación por parte de Oropeza (2019) quien por cierto complementa sus investigaciones a partir de publicaciones de Facebook.

Para cada periódico, se realizó una búsqueda exhaustiva y se registraron los eventos comprendidos entre mayo de 2015 y septiembre de 2018, con el objetivo unir los datos con la información institucional.

En el análisis de medios, se obtuvieron 523 registros, de los cuales 175 corresponden a encharcamientos y 349 a inundaciones.⁹ En este ejercicio documental, nuevamente, se observa una diferencia en el número de registros entre las dos entidades: la CDMX concentra 468 de los registros, en tanto que el Estado de México sólo obtienen 56 eventos (tabla 6).

Al parecer, esto responde a que la cobertura de los medios de comunicación impresos y digitales seleccionados, está centralizada a los eventos que suceden en la CDMX, publicando con mayor detalle las anegaciones que se presentan en esta entidad. En muchas ocasiones, los reportes periodísticos se apoyan en la actividad en las redes sociales, recuperando lo que acontece en las cuentas oficiales de twitter @C5_CDMX y @SGIRPC_CDMX, en dónde se reporta en tiempo real las afectaciones en la CDMX.

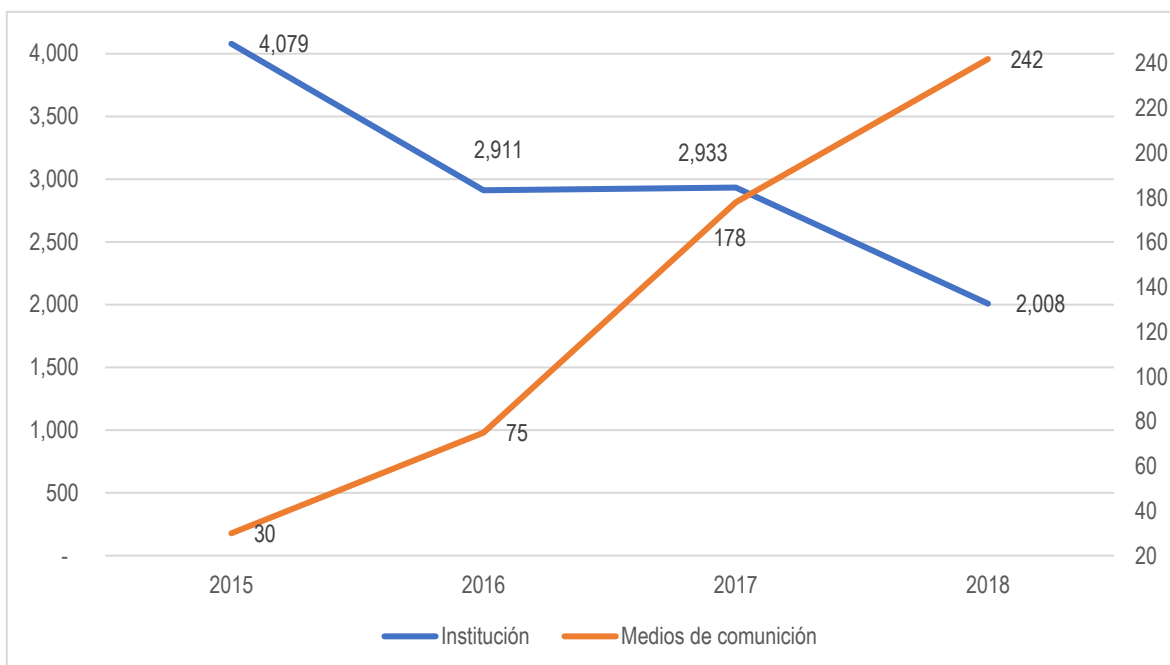
⁹ La distinción entre inundación y encharcamiento se realizó a partir de lo publicado en el título y el desarrollo de la nota periodística.

Tabla 5. Inundaciones registrada en medios de comunicación, 2015-2018

Año	Ciudad de México		Estado de México		Total
	Encharcamiento	Inundación	Encharcamiento	Inundación	
2015	5	12	0	13	30
2016	17	46	1	10	74
2017	66	104	0	8	178
2018	83	135	3	21	242
Total	171	297	4	52	524

Elaboración propia con base en *El Universal*, *Excélsior*, *Milenio* y portal *Noticieros Televisa*.

Gráfico 5. Evolución de los registros de inundaciones según la fuente



Elaboración propia con la base de datos BIEH.

La cobertura de los periódicos seleccionados en el Estado de México no registra los encharcamientos o las anegaciones a detalle, únicamente se publican los eventos relacionados con inundaciones, desbordes de ríos o presas, en dónde involucran afectaciones en viviendas. En otras palabras, los medios generalmente publican los eventos hidrometeorológicos cuando se trata de inundaciones o cuando el desastre se ha consumado.

“Desbordamiento del canal Santa Bárbara en Ixtapaluca afecta 20 viviendas”
(Noticieros televisa 2018)

“Aumentan a 300 las viviendas afectadas por lluvias en Cuautitlan Izcalli”
(El universal 2018)

“Inundación arrastra vehículos tras lluvia en Chimalhuacán”
(Excélsior 2018)

“Se inundan más de 15 colonias en Ecatepec, rescatan en lanchas a los afectados”
(Noticieros televisa 2017)

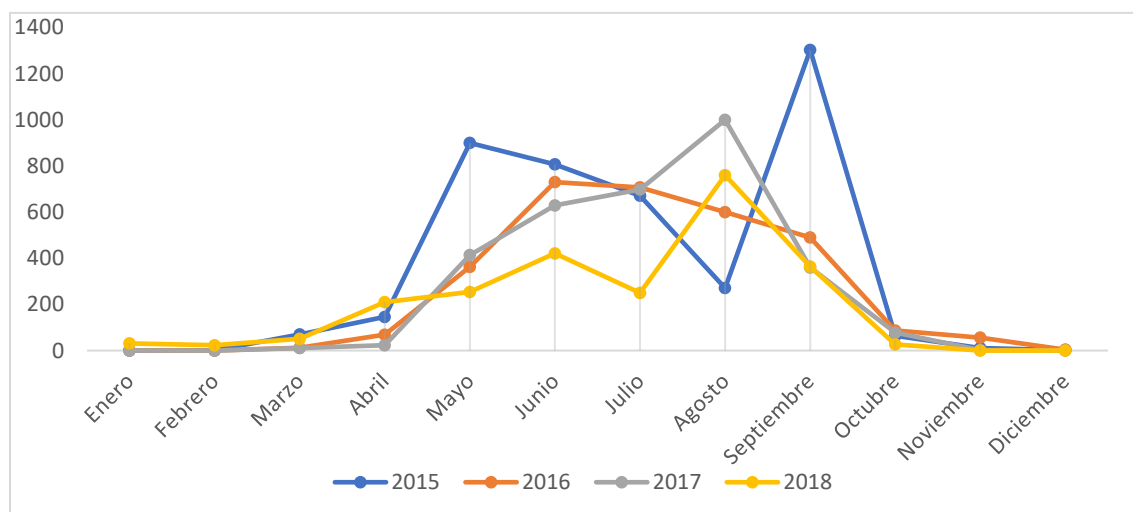
Al parecer este aspecto se debe a dos cuestiones: por un lado, los medios tienden a presentar los eventos hidrometeorológicos como algo dramático, que se vende y es memorable para la audiencia (Castillo 2019) y por el otro, CAEM no presenta una actividad frecuente en las redes sociales, no publica en tiempo real los encharcamientos o inundaciones en la entidad.

Otro aspecto para considerar es que, a diferencia de lo que se publica en las instituciones, en donde se observa una tendencia descendente en los números de registros, los medios de comunicación presentan una tendencia ascendente cada año (gráfico 5). En el caso de las instituciones, en 2015 se registraron 4,220 sitios con afectación mientras que en 2018 apenas se alcanzó la cifra de 2,149. En general, en los registros institucionales, se presentó una reducción. En contraste, los medios de comunicación los registros han ido en aumento: de obtener tan sólo 30 sitios de afectación en 2015 se pasó a 242 para 2018.

¿QUIÉNES Y CUÁNDO SE INUNDAN?

El diagnóstico presentado a continuación, se elaboró a partir de la información presentada, y se integró en la “Base Integral de Eventos Hidrometeorológicos 2015-2018” (BIEH) con un total 12,456 eventos, que muestra la problemática de las inundaciones en la ZMVM. La intención no es proponer una metodología para monitorear el riesgo, el objetivo es a partir de las fuentes de información disponibles, y con las complicaciones metodológicas, acercarnos a un diagnóstico metropolitano lo más detallado posible.

Gráfico 6. Comportamiento mensual de eventos hidrometeorológicos, 2015-2018



Elaboración propia con la base de datos BIEH

En ese sentido, se observa que del periodo 2015 a 2018, en la ZMVM los reportes de emergencia comienzan a incrementarse a partir del mes de abril, contabilizando en promedio 200 reportes al mes. La actividad se incrementa a partir de los meses de mayo a septiembre, con más de 1,000 eventos al mes, en promedio, 33 reportes por día. Del total de eventos registrados, 90% pertenecen a la CDMX y 10% al Estado de México (gráfico 6).

Al respecto de la temporada de lluvias, el Ing. Miguel Ángel Carmona, director de drenaje de SACMEX, menciona lo siguiente.

Cuando es periodo de agosto y septiembre [...] nos quedamos hasta las 2 o 4 de la mañana, hasta que ya quedamos en cero de reporte, prácticamente aquí estamos en un periodo de 24 horas y todos los días de la semana, porque recibimos reportes de la falta de una tapa, entonces ellos reciben y canalizan, entonces todo el año trabajamos aquí, hasta que veamos que todo está resuelto (Ing. Miguel Ángel Carmona, Dirección de Drenaje de SACMEX, entrevista 13 de mayo 2019).

La tendencia comienza a disminuir en los meses de octubre, en dónde en promedio se presentan de 5 a 10 reportes al mes, la mayoría relacionados con la ruptura de tubos de agua potable u obstrucción de coladeras, pero no con fenómenos hidrometeorológicos.

Tabla 6. Eventos hidrometeorológicos por alcaldía, 2015-2018

Alcaldía	2015	2016	2017	2018	Total
Iztapalapa	566	545	360	454	1,925
Gustavo A. Madero	456	292	497	199	1,444
Cuauhtémoc	583	331	240	184	1,338
Tlalpan	261	245	293	291	1,090
Benito Juárez	480	236	152	209	1,077
Venustiano Carranza	380	222	297	109	1,008
Coyoacán	353	145	310	154	962
Miguel Hidalgo	206	145	278	122	751
Xochimilco	150	215	209	115	689
Iztacalco	191	183	144	107	625
Álvaro Obregón	224	137	104	120	585
Tláhuac	77	115	131	101	424
Azcapotzalco	145	54	115	76	390
Cuajimalpa	52	80	15	25	172
Magdalena contreras	36	29	24	15	104
Milpa Alta	15	9	4	9	37
Total	4,175	2,983	3,173	2,290	12,584

Elaboración propia con la base de datos BIEH.

En el caso de la CDMX, las 5 alcaldías con mayor número de inundaciones en el periodo 2015-2018 son: Iztapalapa con 1,925 eventos registrados, Gustavo A. Madero con 1,444, Cuauhtémoc con 1,338, Tlalpan con 1,090 y Benito Juárez con 1,077 eventos. Entre las alcaldías con menor número de eventos se encuentran Álvaro Obregón, Tláhuac, Azcapotzalco, Cuajimalpa, Magdalena Contreras y finalmente Milpa Alta con tan sólo 37 eventos (tabla 7).

En el caso del Estado de México, los puntos de afectación se concentran mayoritariamente en 5 municipios, en los que se presentaron 218 eventos de los 378 registrados. Se observa, que el municipio con mayor número de eventos es Ecatepec con 86, seguido de Cuautitlán Izcalli con 40, Nezahualcóyotl con 36, Tultitlán con 32 y Naucalpan con 24 eventos.

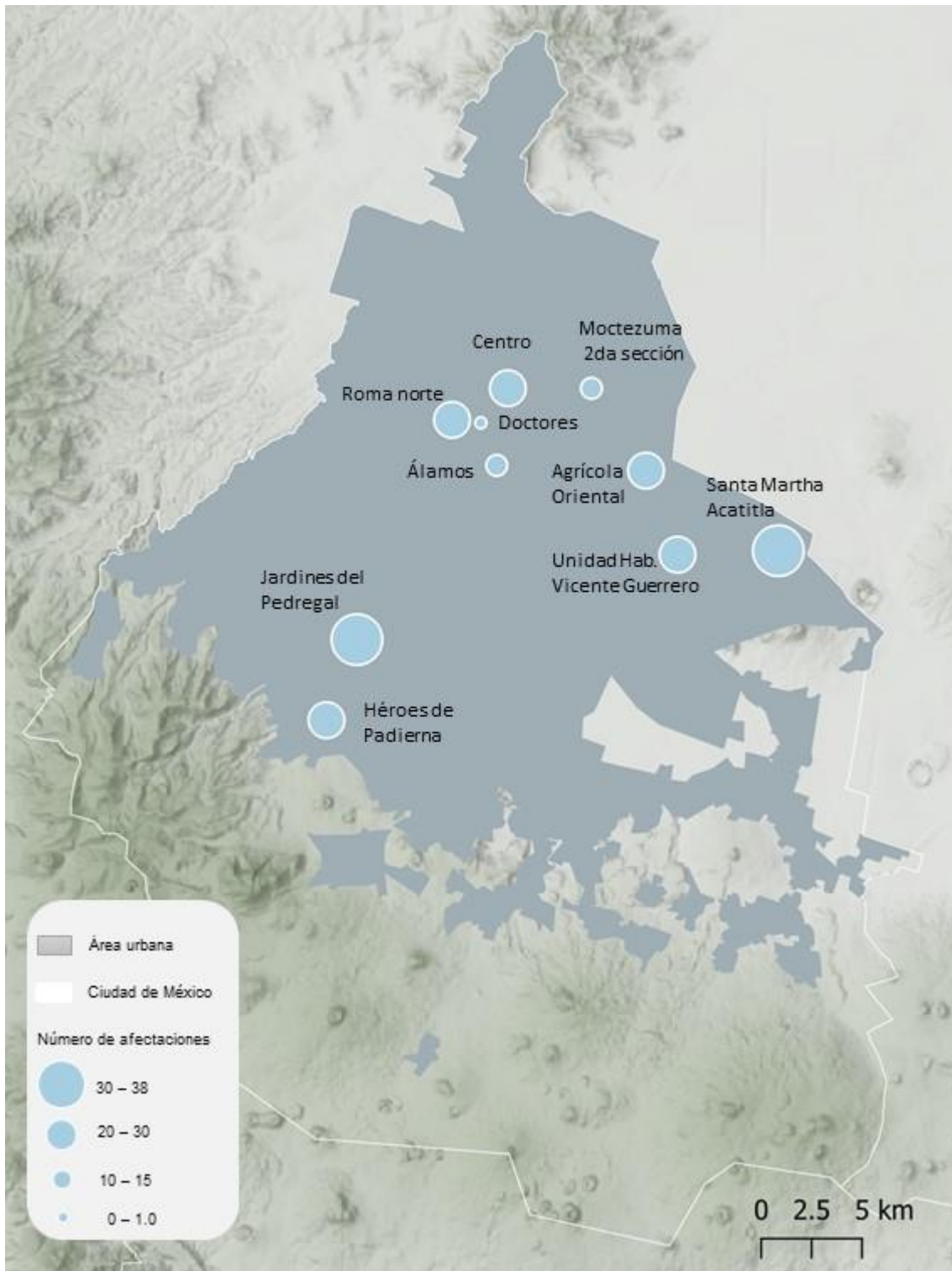
Los registros en los municipios del Estado de México, considerando su extensión territorial, resultan ser escasos y dispersos, lo que implica que no se presente concentración en lugares o colonias en específico, en contraste, en la Ciudad de México resaltan las colonias con mayor aglutinación de sitios afectados (mapa 7).

Tabla 7. Eventos hidrometeorológicos por municipio, 2015-2018

Municipio	2015	2016	2017	2018	Total
Ecatepec de Morelos	19	21	26	20	86
Cuautitlán Izcalli	2	23	6	9	40
Nezahualcóyotl	4	17	8	7	36
Tultitlán	4	18	7	3	32
Naucalpan de Juárez	3	7	5	9	24
Ixtapaluca	4	12		3	19
Tlalnepantla de Baz	1	3	3	9	16
Cuautitlán	7	2	2	1	12
Valle de Chalco Solidaridad	3	4		4	11
La paz	3	1	1	5	10
Melchor Ocampo		8		1	9
Atizapán de zaragoza	3	4	2		8
Teoloyucan	5		3		8
Chalco	4	1	2		7
Chimalhuacán	2		1	4	7
Coyotepec		7			7
Huixquilucan		3	1	3	7
Tecámac	2			4	7
Teotihuacán			6		6
Coacalco	4			1	5
Nicolás Romero		2		1	3
Tultepec			1	2	3
Jaltenco		1		1	2
Nextlalpan		1	1		2
Texcoco	2				2
Zumpango				2	2
Chicoloapan				1	1
Chiconcuac.		1			1
Temamatla		1			1
Tenango del Aire				1	1
Tezoyuca				1	1
Total, general	73	137	75	92	378

Elaboración propia con la base de datos BIEH.

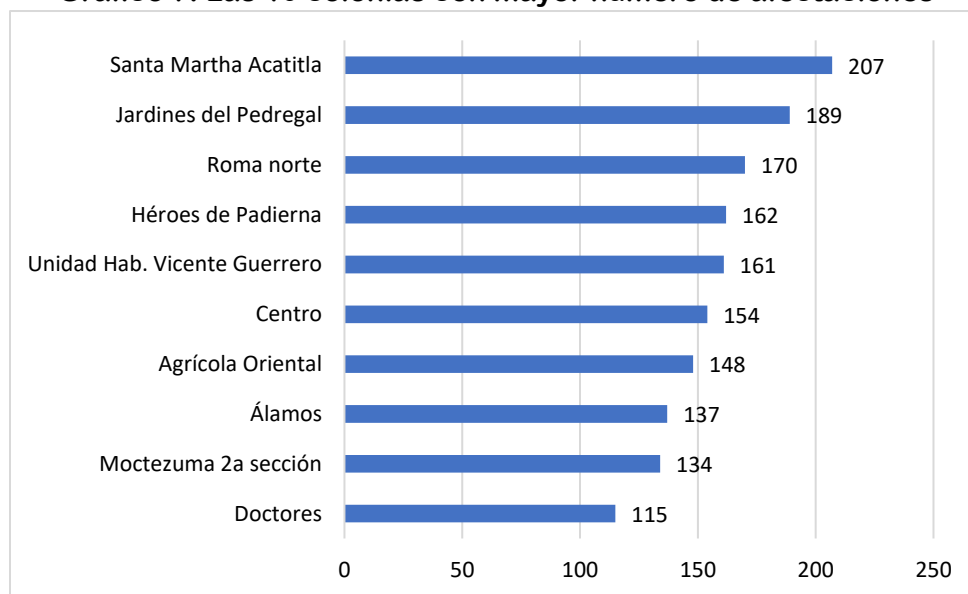
Mapa 7. Colonias con mayor número de inundaciones



Fuente. Elaboración propia con la base de datos BIEH/Marco Geoestadístico / Datos abiertos de México y Modelo de Terreno de INEGI, 2019. Elaboración propia.

Como se aprecia en el mapa 7 y en la gráfica siguiente, la colonia Santa Martha Acatitla-Pueblo en la alcaldía Iztapalapa presenta el mayor número de eventos con un total de 207, seguido de la colonia Jardines del Pedregal en la alcaldía Álvaro Obregón con 189 eventos, la colonia Roma Norte en la alcaldía Cuauhtémoc con 170, Héroes de Padierna en la alcaldía Tlalpan con 162, la Unidad Habitacional Vicente Guerrero con 161 y la colonia Centro con 154 eventos.

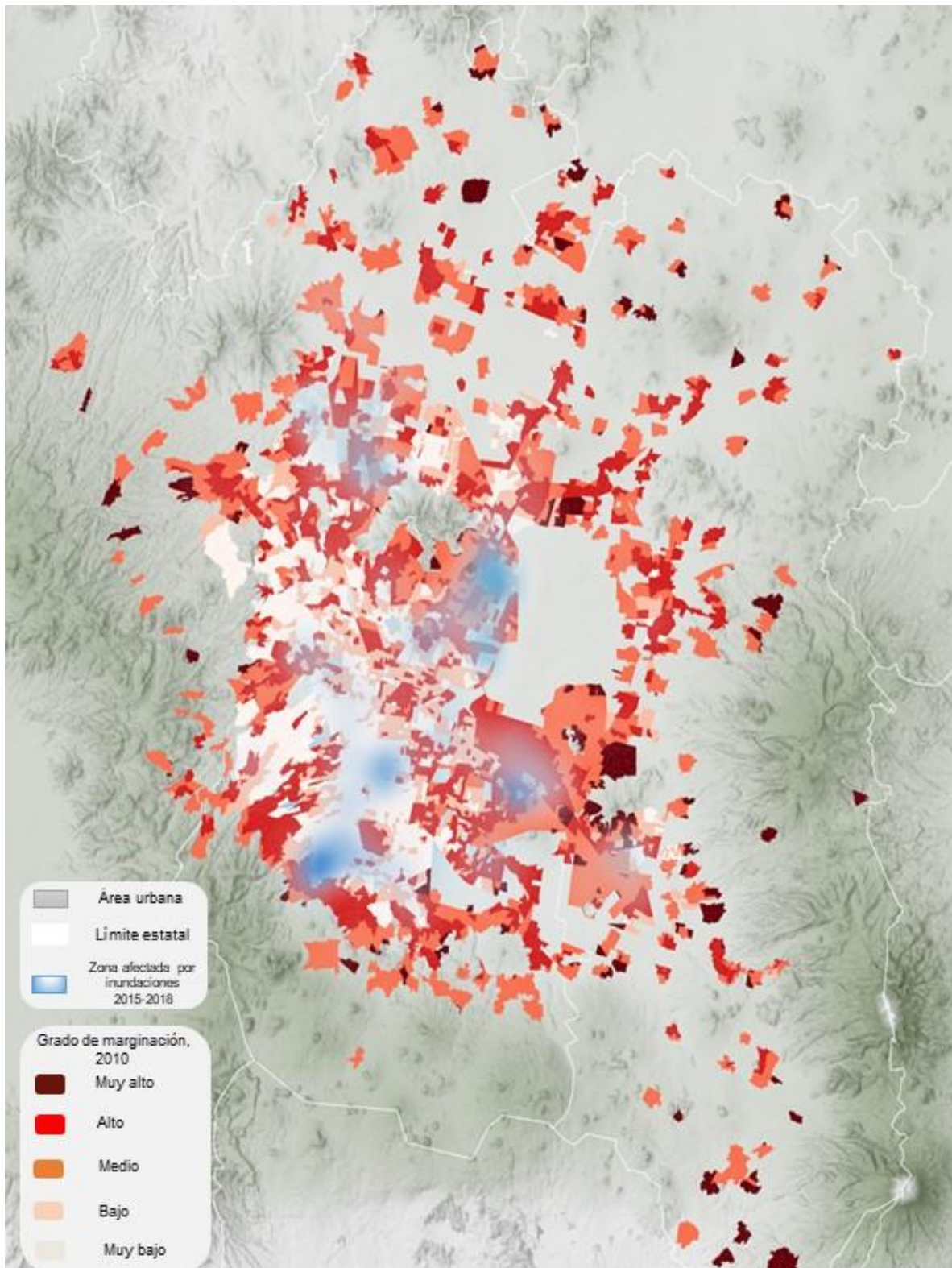
Gráfico 7. Las 10 colonias con mayor número de afectaciones



Elaboración propia con la base de datos BIEH.

Finalmente, con el mapa 8 se explora la geografía social de las inundaciones. De acuerdo con De Alba (2018) en la ZMVM se presenta en la mayor parte del territorio, afectando colonias con diversos perfiles socioeconómicos. Prueba de ello, las dos colonias con mayor número de eventos registrados en la CDMX son Santa Martha Acatitla-Pueblo en la alcaldía Iztapalapa y Jardines del Pedregal en la alcaldía Álvaro Obregón, las cuales presentan condiciones sociales y económicas diferentes (recuadro 2). De acuerdo con Índice de Marginación Urbana, 2010, Santa Martha Acatitla presenta un índice Alto de Marginación, mientras que Jardines del Pedregal se encuentra entre las colonias con un índice Muy bajo de marginación.

Mapa 8. Inundaciones y grado de marginación en la ZMVM



Elaboración propia con información de CONAPO, 2010 / BIEH / Modelo de Terreno de INEGI, 2019.

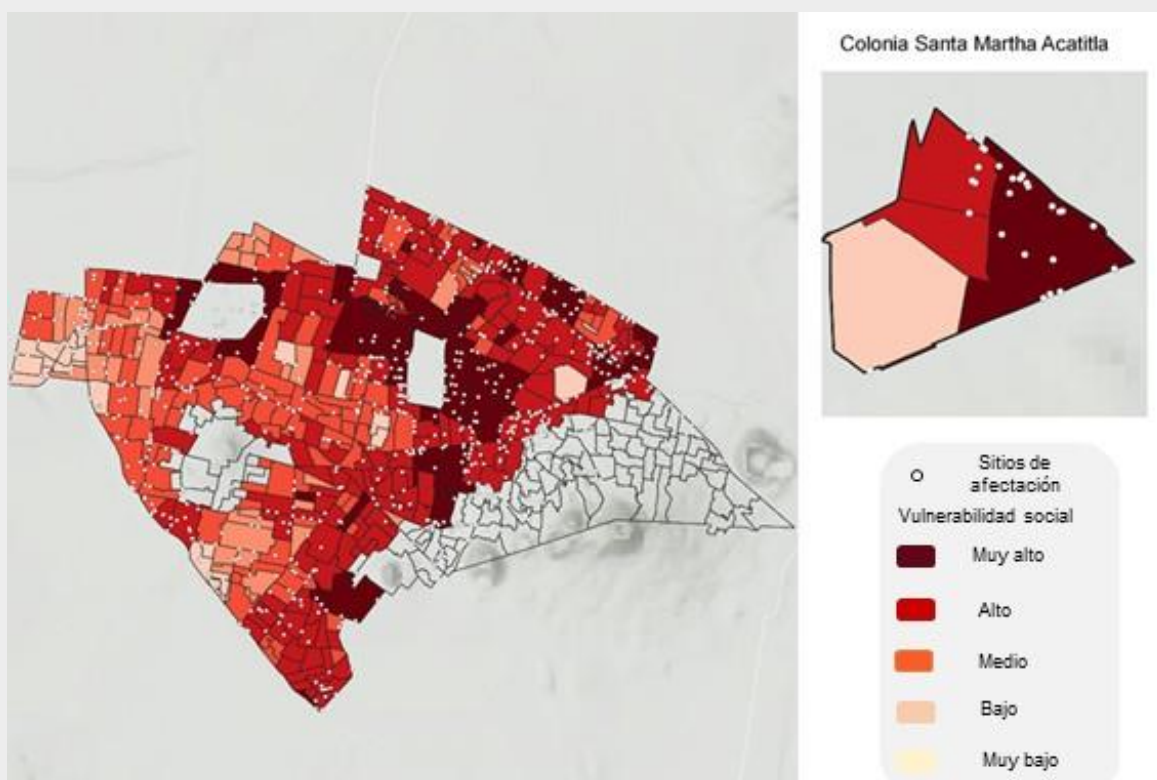
RECUADRO 2. LAS INUNDACIONES EL FACTOR COMÚN

Pueblo de Santa Martha Acatitla

La colonia Pueblo de Santa Martha Acatitla se localiza en Iztapalapa y es uno de los pueblos originarios de la demarcación, caracterizado por las celebraciones de su fiesta patronal, por sus peregrinaciones, su carnaval, sus cuadrillas, las mayordomías (González y Luna 2014) y porque dentro de su delimitación, se encuentra el Centro Varonil y Femenil de Readaptación Social de “Santa Martha”, inaugurado en los años 2003 y 2004, respectivamente. La presencia de la institución penitenciaria reconfigura la vida cotidiana de los habitantes, pero también el tejido social y las condiciones socioeconómicas de la comunidad.

De acuerdo con el Censo de población y vivienda 2010, la colonia cuenta con una población de 11, 954 habitantes y un total de 3,225 viviendas. Considerando, el Índice de Vulnerabilidad Social por AGEB 2019, publicado en el portal de Atlas de Riesgo de la Ciudad de México, la colonia alcanza niveles Altas y Muy altos.

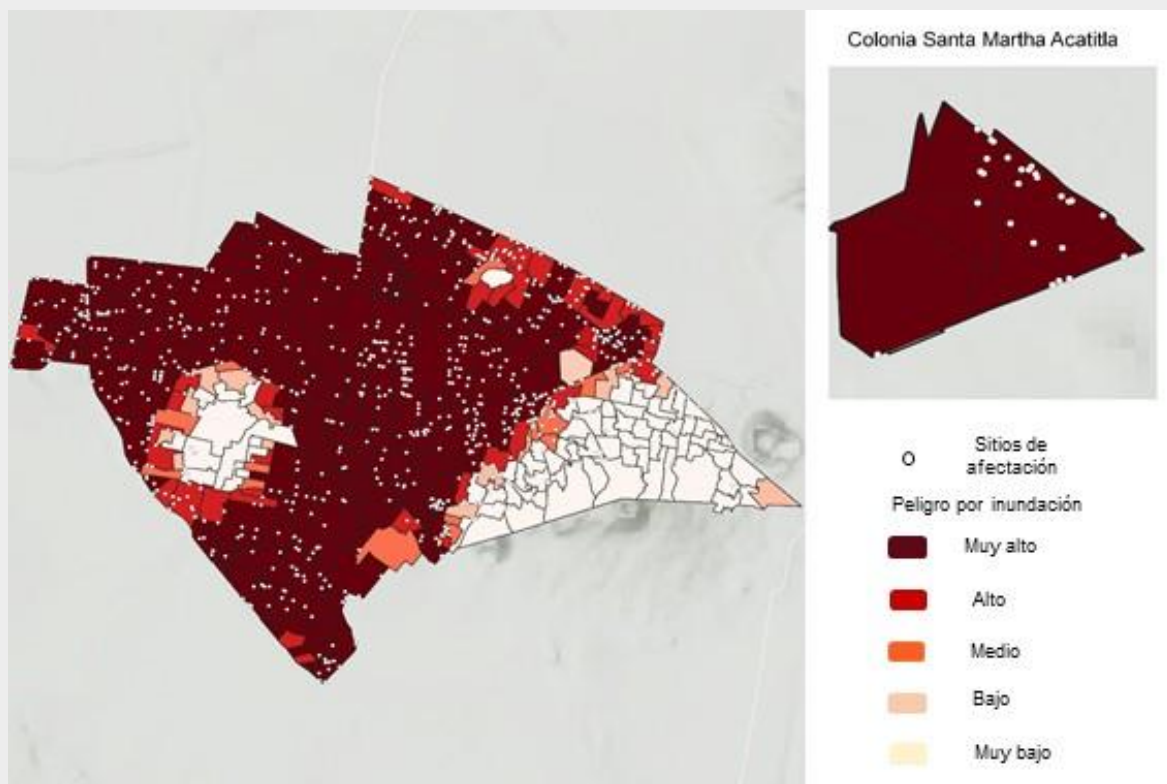
Mapa 9. Índice de Vulnerabilidad Social e inundaciones 2015-2018. Iztapalapa



Elaboración propia con información del Atlas de riesgo de la Ciudad de México y BIEH

Además de sus carencias socioeconómicas, el peligro por inundación se ha convertido en un aspecto que preocupa a los habitantes de esta colonia. Según datos del Atlas de riesgo de la Ciudad de México, existe peligro por inundación en 458 AGEB, de las cuales 320 presentan un peligro Muy alto, 38 se encuentran en un nivel Alto, estos dos niveles agrupan al 78.1% del total de las AGEB. El 29.1% restante, se distribuye en los niveles Medio, Bajo y Muy bajo.

Mapa 10. Peligro y concentración de inundaciones 2015-2018. Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con información del Atlas de riesgo de la Ciudad de México y BIEH

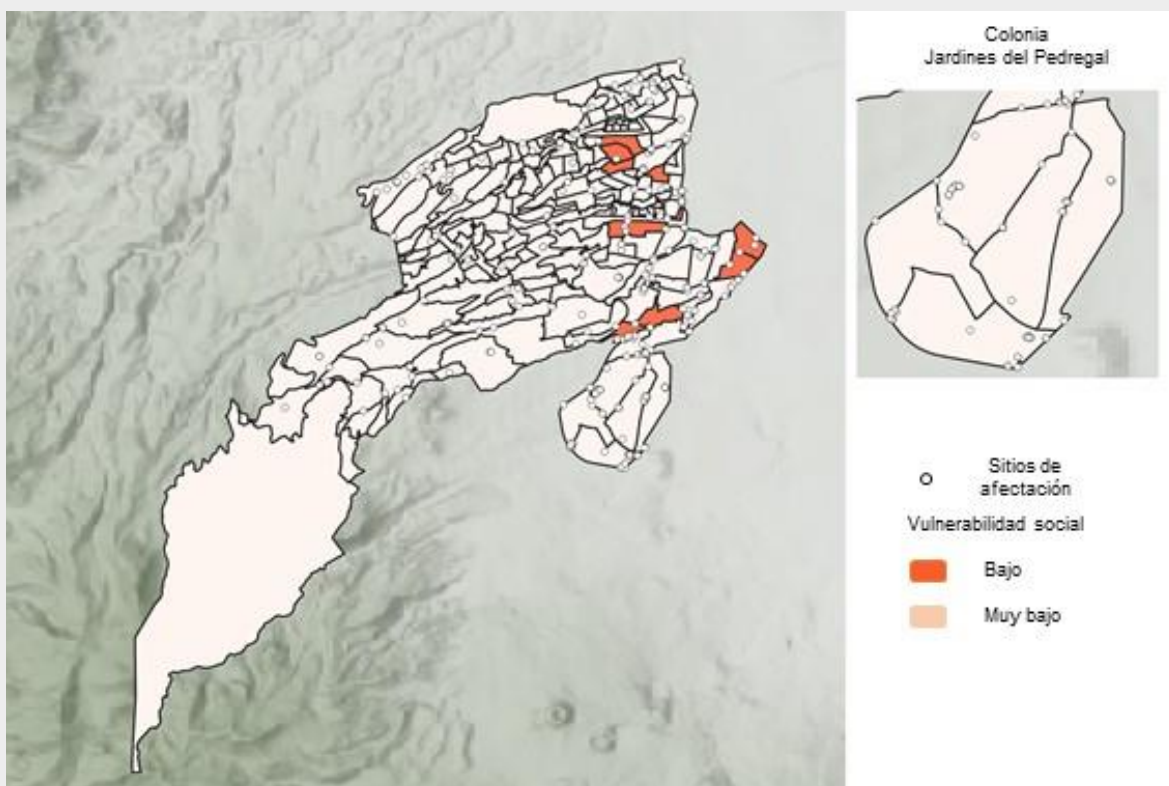
Durante cada temporada de lluvias se presentan eventos que se concentran a lo largo de la vialidad Ignacio Zaragoza, una arteria importante para la ZMVM, al comunicar las alcaldías de Venustiano Carranza, Iztapalapa e Iztacalco, con los municipios de Nezahualcóyotl y La Paz. Paralelamente, recorre la línea A de la red del Metro de Ciudad de México.

Jardines del Pedregal

La colonia Jardines del Pedregal se localiza al sur de la ciudad, en la demarcación Álvaro Obregón. Su topografía está definida por la gran superficie de lava, perteneciente al volcán Xitle, el cual tuvo actividad aproximadamente en el año 230 de nuestra era (Rivera 2018). La urbanización de esta colonia inició en 1945 y estuvo a cargo del prestigiado arquitecto Luís Barragán, en el mismo año, el muralista Diego Rivera publicó el documento “Requisitos para la organización de El Pedregal”, que define las normas del tipo de arquitectura que debería construirse, presumiendo, que la colonia se encuentra enteramente a salvo del peligro de inundaciones a que está sujeta la mayor parte de la ciudad actual (S. García 2016).

En la zona se instalaron familias con ingresos altos, personalidades de la política y del mundo artístico, convirtiendo a la colonia en una de las principales zonas residenciales de la Ciudad de México, por tal motivo, el Atlas de riesgo de la CDMX no presenta indicadores de vulnerabilidad social en la colonia.

Mapa 11. Peligro y concentración de inundaciones 2015-2018. Álvaro Obregón



Fuente: Elaboración propia con información del Atlas de riesgo de la Ciudad de México y base de datos BIEH

En 2010, la población en Jardines del Pedregal era de 13,746 habitantes y 4,157 viviendas. A pesar de la prosperidad de sus habitantes, se trata de una de las colonias con mayor número de eventos de inundación en toda la ZMVM. Al analizar el Peligro por inundación, la colonia presenta Bajo y Muy bajo peligro.

En efecto, la diferencia que existe de riesgo y vulnerabilidad, también se presenta en el mercado inmobiliario. A partir de una consulta realizada en el portal de internet “metroscubicos.com”, del costo promedio de la vivienda entre las dos colonias, se realizó una breve comparación. Los costos de la vivienda en Jardines del Pedregal, llega a ser 3 veces superior al costo que se presenta en Santa Martha Acatitla.

Tabla 8. Precio habitacional. Santa Martha Acatitla y Jardines del Pedregal

Tipo de inmueble	Santa Martha Acatitla			Jardines del Pedregal		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
Casa Sola	10,661.02	17,607.19	3,714.86	28,522.24	34,176.68	22,867.79
Departamento	9,774.59	11,692.96	7,856.22	37,423.11	47,854.08	26,992.15
Casa en Condominio	6,250.00	6,250.00	6,250.00	32,745.85	39,363.38	26,128.31

Elaboración propia, con información del portal Metrocubicos.com¹⁰

Al presentar tan marcadas diferencias en aspectos económicos, las problemáticas hídricas terminan por ser el elemento en común en los dos casos presentados, es ahí, en los espacios locales dónde surgen expresiones de organización y de respuesta social ante un evento de emergencia (De Alba y Castillo 2014).

¹⁰ Las cifras no son oficiales, es información utilizada como parámetro.

CAPÍTULO IV

DE LA MEDICIÓN A LA ACCIÓN.

LAS TIC Y LAS AUTORIDADES LOCALES

En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) las unidades de protección civil de los municipios y las alcaldías, durante una emergencia, son el primer punto de encuentro entre sociedad y autoridad, pero también son el eslabón más débil en la gestión del riesgo, en términos de capacidades técnicas e infraestructura (Moya 2019). La propia estructura gubernamental coloca a estas instancias como las responsables de prevenir, gestionar y mitigar los riesgos ante los peligros naturales y antropogénicos.

Sin embargo, las tareas asociadas a protección civil municipal se dan en el marco de un complejo entramado legal, institucional y financiero que en muchas ocasiones sobrepasa las capacidades de respuesta de los gobiernos locales (Ruiz, Cassado, y Sánchez 2015).

Aquí nos interesa analizar los aspectos institucionales en la gestión del riesgo, las relaciones y procesos sociales que se producen en la atención de la emergencia y su relación con los sistemas de información. ¿Cómo se mide localmente el riesgo y qué tanto contribuyen las nuevas tecnologías en la atención de las poblaciones afectadas por inundaciones?

En este capítulo se sostiene que las prácticas de protección civil en el ámbito local responden más a un conocimiento intuitivo y empírico que al seguimiento puntual de los sistemas de información disponibles. En esta escala, la guía es la experiencia práctica. Los trabajadores de protección civil confían en el conocimiento, la habilidad, la experiencia, y de esta forma consiguen atender la emergencia a pesar de las carencias tecnológicas.

Para analizar la relación entre las tecnologías de información y la práctica de los operadores locales, se tomará el caso del municipio de Ecatepec y la alcaldía Tlalpan, al ser dos demarcaciones caracterizadas por presentar afectaciones meteorológicas y porque en ellas se presentó apertura e interés a la investigación.

ECATEPEC: UN GIGANTE DEMOGRÁFICO CON POCOS RECURSOS

A partir de la segunda mitad del siglo XX, el municipio de Ecatepec atravesó un proceso de conurbación (continuidad de espacio urbanizado con la Ciudad de México) y de rápida urbanización que privilegió el desarrollo inmobiliario sobre la preservación de los recursos

naturales. Entre 1970 y 1990, la población del municipio creció 600% con el desarrollo de las zonas IV y V, Ciudad Azteca y Jardines de Morelos. “De 1995 al 2000, el municipio creció en poco más de 166 mil habitantes y en alrededor de 57 mil 500 viviendas. En este lapso aparecieron los grandes conjuntos urbanos de Los Héroes y La Guadalupe”. (De Alba y Castillo 2014, 146). A la par de estos desarrollos planeados, los asentamientos irregulares siguieron extendiéndose hacia el perímetro del municipio, en la zona de Guadalupe Victoria, Llano de los Báez, La Laguna y las faldas de la Sierra de Guadalupe. En este proceso prevaleció el patrón de invasión y ocupación en áreas naturales protegidas o cerca de canales de aguas residuales (Castillo 2018).

En 2010 el municipio contaba con 1,658,806 habitantes y para 2015 la población alcanzaba los 1,677,678 habitantes, consolidando a Ecatepec entre los municipios con mayor concentración poblacional a nivel nacional. De acuerdo con el estudio Pobreza en México, 2015, elaborado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), se estima que en el municipio hay 786, 843 habitantes en situación de pobreza, es decir, el 42.7% de la población municipal (CONEVAL 2017).

En la actualidad, Ecatepec es el escenario de múltiples contradicciones socioambientales, en donde la expansión urbana no disminuye, los riesgos y desastres se manifiestan como los aspectos más visibles debido a su intensidad, frecuencia, consecuencia, en gran medida por la producción del espacio en zonas susceptibles a inundaciones (De Alba, 2016 en Castillo 2018).

Como se mencionó en el apartado anterior, Ecatepec es el municipio en la ZMVM que cuenta con mayor registro de afectación entre 2015 y 2018. Por lo tanto, la problemática por afectaciones hidrometeorológicas es considerable. Recientemente, el 24 de septiembre 2019, se presentó una fuerte inundación que afectó a 15 colonias, el Hospital José María Rodríguez y el Centro Comercial Plaza Aragón. Después de los eventos, las autoridades municipales señalaron como principal causa el abandono de la infraestructura hidráulica por parte de las administraciones anteriores. Un día después de la inundación, durante un mensaje en televisión, el alcalde de Ecatepec, Fernando Vilchis, señaló:

Fernando Vilchis-. Esta es una imagen, de que nunca hubo mantenimiento, nunca hubo inversión, estamos recibiendo 35 millones de pesos para la reparación de los cárcamos que nos ayuden a rebombar el agua, lamentablemente, las inundaciones se nos adelantaron.

Reportero -. ¿Qué vendrá después de las inundaciones?

Fernando Vilchis-. Mira estamos trabajando desde la noche en 30 comunidades, vamos a instalar a Protección Civil, SAPASE, bomberos, vamos a hacer un censo y a ver a quienes están en la categoría de damnificados y apoyarlos con lo perdido.

Reportero -. Vas a andar en la calle.

Fernando Vilchis -. Vamos a andar en la calle, ese es el compromiso, voy a cancelar una audiencia para instalar los equipos de atención, SAPASE, bomberos y Protección Civil (Telediario 2018).

Al respecto, se argumenta que la situación se debe en gran medida a un “abandono institucional” de la infraestructura hidráulica y a la falta de capacidades técnicas, lo que redundará en la carencia de mantenimiento en la infraestructura. Aunado a ello, se han señalado prácticas clientelares en la prestación de servicios básicos que implican compromisos políticos para lograr el acceso a los servicios municipales (De Alba y Hernández 2014; Herrera 2017).

A conclusiones similares ha llegado Herrera (2017) quien, en un trabajo etnográfico con encargados locales de la gestión hídrica en municipios del Estado de México, identificó cuatro problemas centrales en la administración hídrica: clientelismo en la asignación de posiciones y responsabilidades; inestabilidad producida por la rotación de los equipos con cada elección o la llegada de un nuevo partido; usos políticos de agua (prácticas clientelistas con los usuarios); y la falta de voluntad política debido a la inercia burocrática y la falta de recursos humanos calificados.

En lo que respecta al ámbito de protección civil para la atención de las inundaciones, las capacidades técnicas de la unidad de protección civil no corresponden a la complejidad de la problemática ni a los requerimientos del territorio. En entrevista con el Lic. Mario Ramírez, pudimos acercarnos al proceso de atención de inundaciones en el municipio:

En caso de que la inundación sea local, en primer momento interviene Protección Civil, de ahí dependiendo de la magnitud y del lugar como te decía, ya intervienen otras dependencias (Lic. Mario Ramírez, director del Departamento de prevención de Protección Civil municipal de Ecatepec).

También, en la entrevista se describió el proceso, casi artesanal, que implica el reporte de una emergencia:

Mira, aquí nos enteramos cuando los vecinos nos llaman por teléfono ya sea con nosotros en Protección Civil, a Sistema de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Ecatepec (SAPASE) o la policía municipal, ya después de ver en donde es la inundación interviene

CAEM o Conagua. Después de la llamada, el encargado de contestar pasa el reporte en Excel.

JAHG- ¿Me podría mencionar en general con qué equipo cuenta Protección Civil para atender las inundaciones?

Mira, a inicios de años se presentaron muchos despidos, nos quedamos casi sin personal, ahorita sólo contamos con una ambulancia, estamos tratando a partir de las multas a las empresas, comprar otras dos más.

JAHG. ¿Solicitan apoyo a otros municipios o a la CDMX cuando se ven rebasados?

En temas de inundaciones casi no recibimos apoyo de la CDMX, nos apoyan cuando se presenta un incendio, pero en inundaciones casi no. Y con los otros municipios, resulta un poco complicado que nos presten sus equipos (Lic. Mario Ramírez, director del Departamento de prevención de Protección Civil municipal de Ecatepec).

Ante este contexto institucional y de frecuentes inundaciones, las acciones municipales consisten en adoptar un esquema integral de la atención, con énfasis en el uso de tecnología para la atención. En efecto, el pasado 6 de agosto de 2019, el gobierno de Ecatepec inició la instalación de 21 sistemas de alertas temprana, con una inversión de 6 millones de pesos (El Sol de Toluca 2019). Al respecto, la Lic. Victoria Arriaga, directora de Protección Civil de Ecatepec, mencionó:

Con la aplicación de tecnología que ayude a prevenir desastres se brindarán mejores condiciones de vida y tranquilidad al ciudadano [...] estos dispositivos también podrían ser empleados para otras tareas de mantener alertada a la población (El Sol de Toluca 2019).

Además, en entrevista con la directora, nos explicó las principales necesidades en la unidad de Protección Civil, necesidades orientadas a la modernización tecnológica para la atención de los riesgos.

Lo que nosotros necesitamos es el desarrollo de una app que esté conectada directamente con la unidad, que nos permita recibir la alerta de forma inmediata, y que también le indique al ciudadano el tiempo estimado en llegar la atención. Porque en ocasiones llegamos tarde a las emergencias, otras direcciones no nos avisan, hay veces que llegan más rápido los reporteros que nosotros. (Entrevista con la Victoria Arriaga directora de la Unidad de Protección Civil de Ecatepec)

En segundo plano, se busca implementar acciones, para la sistematización de información.

También se requiere sistematizar la atención que se brinda por teléfono, ya nos dimos cuenta de que en las anteriores administraciones no contestaban el teléfono, ahora que sí lo contestamos necesitamos que el proceso de atención sea más rápido, y se almacene toda la información capturada (Entrevista con la Victoria Arriaga directora de la Unidad de Protección Civil Ecatepec).

Además de estas acciones, también anticipó la actualización del Atlas de Riesgo Municipal, orientada en la creación de un sistema de visualización.

Mira, ahorita con los recursos de las multas a industrias, actualizamos el Atlas de Riesgo Municipal, que va a incluir un portal de información, en dónde se encuentre disponible toda la información y pueda ser descargada, con esta idea de tener una Gestión Integral de Riesgos (Entrevista con la Victoria Arriaga directora de la Unidad de Protección Civil Ecatepec).

Con estas acciones, se intenta crear una nueva arquitectura institucional, orientada al desarrollo de la ciencia y la tecnología (Urzua 2019). Al parecer, las acciones municipales se están enfocando en comprender el riesgo por medio de las nuevas tecnologías y en perfeccionar las acciones operativas para mejorar la atención durante la emergencia.

La implementación de la GIRD en la gestión local, al parecer no es posible aplicarla y cumplirla tal y como lo señalan sus alcances conceptuales. La lógica municipal aún se encuentra en la mejora de acciones para atender las emergencias y, sin pasar por acciones de desarrollo urbano y de reducción de vulnerabilidades, se intenta implementar acciones tecnológicas que cubran los aspectos de la gestión.

Los municipios de la ZMVM se encuentran en el proceso de transición a la GIRD, en una entidad que no cuenta con los aportes ni los beneficios tecnológicos. Pero ¿qué sucede en aquellos lugares en donde ya se han implementado acciones tecnológicas para la gestión del riesgo, ¿se mejoran las condiciones? ¿El tiempo de respuesta es mayor? ¿La coordinación dejó de ser un problema? A continuación, se presenta el caso de la alcaldía Tlalpan en la Ciudad de México, para analizar sus acciones en relación con la tecnología.

TLALPAN: EL CONOCIMIENTO PRÁCTICO ANTE LAS EMERGENCIAS

En la Ciudad de México, las unidades de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de las alcaldías son las principales responsables de atender las emergencias hidrometeorológicas y asistir a la población en acciones preventivas. De acuerdo con el marco jurídico actual, son la primera instancia de respuesta ante una emergencia (LGIPC, 2019).

En la demarcación de Tlalpan, como se pudo apreciar en el capítulo anterior, la problemática de las inundaciones es particularmente aguda. En el periodo de 2015-2018 se presentó un total de 1,090 registros de afectaciones hidrometeorológicas. En promedio, cada año se registran 272 sitios con afectación.

Es importante destacar que las afectaciones se concentran en la colonia Héroes de Padierna, con un total de 162 afectaciones durante el periodo 2015-2018. Al respecto, Alva (2007) argumenta que el principal factor consiste en las condiciones de terreno: los escurrimientos de la parte alta se acumulan en las zonas con menor altura de la demarcación (mapa 12).

Además, una de las vialidades con mayor afectación es entronque entre la Av. Picacho Ajusco y El Periférico, sitio en donde ocurren anualmente importantes inundaciones. En 2018 se presentó una inundación que alcanzó 1.7 metros de altura; el 22 de octubre de 2019, se registró de nuevo una inundación de 1 metro de altura (ilustraciones 3 y 4).

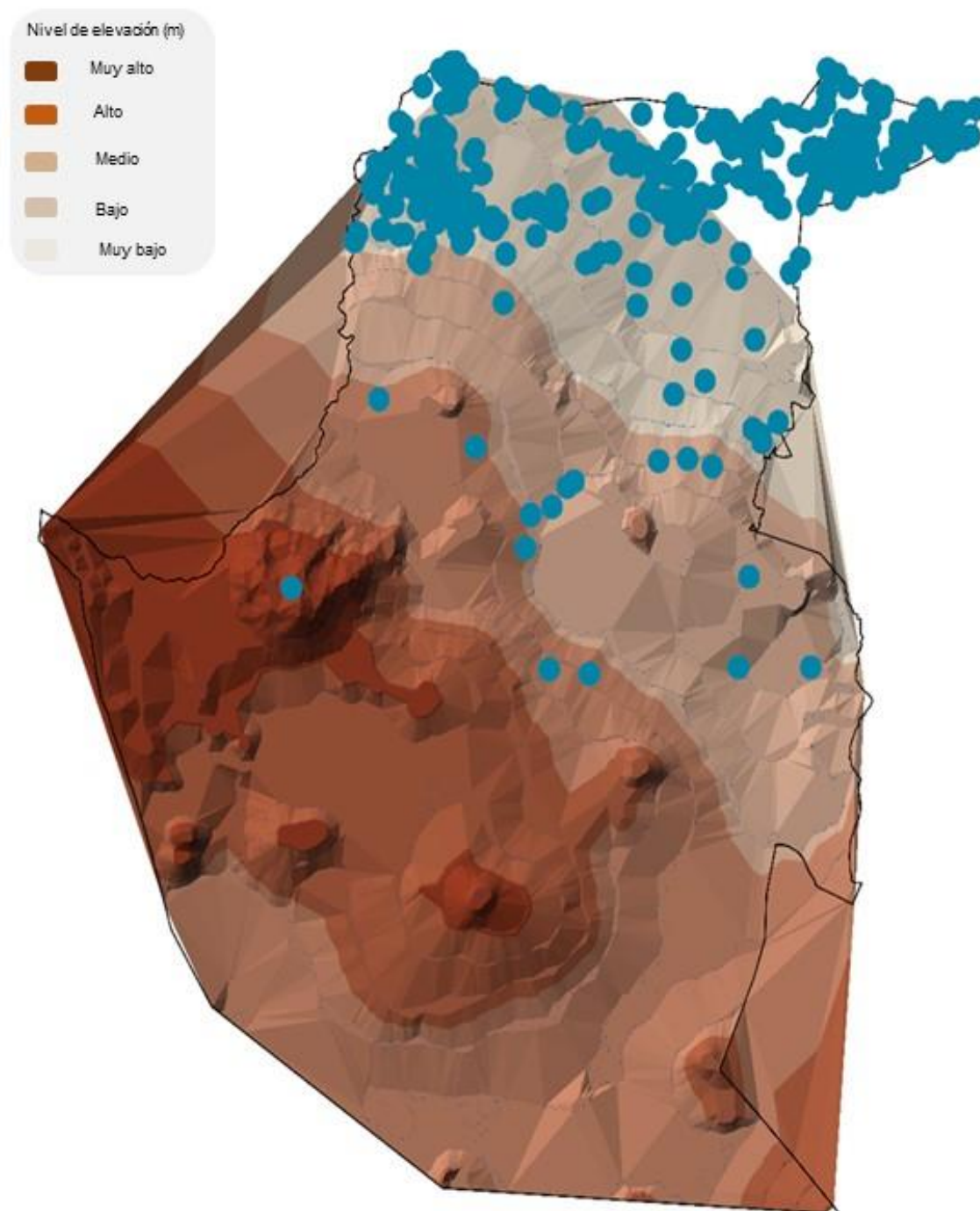
Ante este contexto de desastre y emergencia, el 2 de agosto de 2018 se presentó el Atlas de Riesgo y peligros de la alcaldía, el cual contiene 250 mapas sectorizados a nivel de la zona, colonia y manzana, de todo el territorio de la alcaldía (Clemente 2018). En ese momento, la Dra. Myriam Urzua Investigadora de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y actual directora del SGIRD, señaló:

Esta base va a generar políticas públicas en situación de riesgo y para tener claramente establecido cuáles son las tareas que todos los sectores del gobierno van a tener que realizar para que tengamos una ciudad más segura, más preparada y más resiliente (Clemente 2018).

Al respecto, frente al Concejo de Protección Civil en Tlalpan, el Mtro. Genaro Israel Anita Gutiérrez, titular de Protección Civil de Tlalpan, resaltó la importancia de la gran cantidad de información contenida en el Atlas de Riesgo, para el mejoramiento de respuesta ante una emergencia (Tlalpan 2019).

En este punto nos parece conveniente volver a las preguntas de investigación, en primer lugar, para saber si los operadores locales que se encargan de atender la emergencia tienen conocimiento de estos instrumentos. Si es que los conocen ¿éstos han mejorado el proceso de atención?

Mapa 12. Elevación y afectaciones hidrometeorológicas en Tlalpan, 2015-2018



Elaboración propia con información de la BIEH 2015-2018 / Conjunto de datos vectoriales de información topográfica digital, Escala 1:250000 Serie IV. INEGI 2015

Ilustración 3. Inundación Picacho Ajusco 30 de agosto 2018



Fuente: Becerril, 2018

Ilustración 4. Inundación Picacho Ajusco 22 de octubre 2019



Fuente: Noticias en la mira, 2019

En entrevista, el C. José Luis, encargado operativo en la Unidad de Protección Civil, describió los elementos del proceso de atención de las emergencias:

Aquí [en la unidad] tenemos un teléfono celular, en dónde se reciben las llamadas cuando hay una emergencia por inundación, el que esté en turno recibe la llamada y toma los datos en la libreta y anota a qué tipo de emergencia corresponde con la lámina que tenemos atrás. Una vez verificado que no se trata de una llamada falsa, porque eso se da mucho, se ve si Protección Civil puede atender o se canaliza a la delegación. Si se puede atender se acude con el equipo, con la bomba y con una persona de primeros auxilios (Entrevista con C. José Luis González, Encargado operativo en la Unidad).

Se observa que las denuncias ciudadanas en las unidades locales de Protección Civil, en cuanto a problemáticas hidrometeorológicas se refiere, se realizan principalmente a partir de llamadas telefónicas, siendo éste el principal medio de comunicación con la población. Al parecer, al igual que en el municipio de Ecatepec, el personal de Tlalpan procede con tecnologías tradicionales: lapicero, papel y una línea telefónica.

Al preguntar al C. José Luis González sobre el conocimiento del radar de lluvias, adquirido por la SGIRPC y utilizado por SACMEZ, señaló lo siguiente:

No, no lo conocemos, sólo sabemos que hay una bomba, que está en el túnel de Picacho Ajusco, que mide el nivel de la inundación, y la activan cuando pasa cierto nivel (Entrevista con C. José Luis González, Encargado operativo en la Unidad).

En efecto, en el bajo-puente de la carretera Picacho Ajusco y Anillo Periférico, se encuentra una planta de bombeo¹¹ que tiene la capacidad de bombear mil litros de agua por segundo. Al respecto, en entrevista con el director de la Unidad de Protección Civil de Tlalpan, nos mencionó:

En el cruce de picacho Ajusco y Periférico, la policía ya se pone con una lancha, porque ahí se nos inunda siempre, pero esto tiene varios factores, el escurrimiento que viene y el bombeo que no es constante, la bomba se echa a andar con una persona que la debe prender, a veces la persona no está, porque es un trabajador asalariado, de base, con un tiempo definido y pagarle horas extras resultaría más dinero. Pero cuando se echa a andar el bombeo ya baja el nivel. Además, consume demasiada energía eléctrica (Entrevista con Mtro. Genaro Israel Anita Gutiérrez, director de la Unidad de Protección Civil).

¹¹ En que consiste el sistema de bombeo.

La integración de tecnologías hidráulicas y de información depende en gran medida de las capacidades y condiciones institucionales, se desarrollan innovaciones para la reducción de desastres, pero sin contemplar las condiciones económicas y técnicas de las instituciones locales. Aún con la publicación del Atlas de Riesgo de la CDMX y el Atlas de Riesgo de la Alcaldía Tlalpan, se desconocen las herramientas y la información que contiene.

Durante la entrevista, presenté cartografía con los sitios de encharcamientos, información disponible en el Atlas de Riesgo de la CDMX. Conversando con el Arq. Pino Oliver Sánchez, Jefe de Unidad de Emergencias, resaltó la utilidad y lo interesante de la información presentada, para las actividades de la unidad.

Arq. Pino. Es una información que nos va a servir mucho, aquí para los muchachos que conocen más, yo aquí sólo llevo 3 meses que acabo de entrar, pero a ellos les va a servir para tareas de emergencia y para ver en dónde tenemos que hacer campañas de prevención. ¿De dónde obtuviste la información?

JAHG. Los puntos de encharcamiento la obtuve del Atlas del Riesgo de la CDMX, la otra información de marginación, de INEGI.

Arq. Pino. Le voy a comentar al director para que nos apoyes con estos mapas y con otros temas que nos puedan servir.

Ante la dificultad en el acceso a los sistemas de información especializada, diseñados para identificar riesgos y anticiparse al desastre, los operadores locales usan sus conocimientos prácticos para resolver problemas, conocimientos obtenidos a través de la experiencia de su labor o por el hecho de habitar en la comunidad (de Coss 2017). Al preguntar sobre las condiciones de la colonia Héroes de Padierna, afectada por las inundaciones, el Arq. Pino, señaló:

Arq. Pino. Sí, ahí tenemos muchas problemáticas de inundaciones, pero el que te puede decir mejor qué pasa es José Luis, es el que vive ahí, y conoce mejor la zona.

José Luis. Sí, ahí se inunda como te habíamos dicho, por el agua que baja desde arriba, viene con mucha fuerza y arrastra con todo, lodo, piedras, pero es por eso, las coladeras no resisten tanta agua y basura y por eso se inunda.

JAHG ¿Y qué otras zonas se inundan?

José Luis. También se ha inundado la zona de vaqueritos, la última vez que se inundó, pasamos más de 3 días limpiando casas y calles, ahí sí había lanchas porque no se podía pasar en carros. La verdad yo prefiero los incendios que las inundaciones, en las

inundaciones siempre estás mojado y sucio, más porque es agua de coladera, te puedes enfermar más fácil. Y en los incendios, sólo debes estar corriendo porque en muy poco tiempo se extiende y vuelve a surgir (C. José Luis González, Encargado operativo en la Unidad de Protección Civil Tlalpan).

Al parecer, al igual que en el municipio de Ecatepec, la unidad de Protección Civil de Tlalpan actúa sin recurrir a las nuevas tecnologías de información y o al monitoreo en tiempo real de las emergencias. Las tecnologías, como el Radar de lluvia y monitoreo visual de los riesgos, con las que cuenta la SGIRPC y SACMEX, no son utilizadas por el personal de la unidad, y en muchos casos, no son del conocimiento de los operadores locales.

REFLEXIONES FINALES

Cuando se inició esta investigación, en septiembre de 2017, la disponibilidad de información institucional relacionada con afectaciones hidrometeorológicas era limitada. La única forma de acceder a las bases de datos que producen las instancias encargadas de atender el riesgo por inundación en el Valle de México era por medio de solicitudes de información, vía INFOMEX. De manera alternativa, teniendo como objetivo analizar la distribución espacial del fenómeno de las inundaciones a escala metropolitana, nos pareció que era posible registrar los eventos a partir de un seguimiento de notas de prensa.

Durante el desarrollo de la investigación, la información que nos interesaba para la Ciudad de México fue públicamente liberada en los portales de datos abiertos de la entidad. Nos quedamos entonces ante el desafío de integrar una base de datos metropolitana, que denominamos Base Integral de Eventos Hidrometeorológicos (BIEH), lo cual resultó ser un proyecto ambicioso y complejo, principalmente, dadas las diferentes técnicas y metodologías de recolección de información, así como por el uso diferenciado de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en cada nivel de gobierno.

Con la obtención de los primeros resultados, expresados cartográficamente en el tercer capítulo, fue sorprendente la existencia de una brecha tan grande entre el número de registros proporcionado por las instituciones de la CDMX y el que se tenía para el Estado de México.

Ahora bien, lejos de mostrar una imagen “objetiva” de las inundaciones que azotan al Valle de México, los mapas que pudimos construir son un reflejo de la fragmentación institucional que existe en la Zona Metropolitana. En efecto, el ejercicio de integración de la BIEH aporta elementos para un diagnóstico de gobernanza hídrica metropolitana: hay que reconocer que nos encontramos con diferentes metodologías para medir un mismo fenómeno, lo que a su vez complica la comunicación de los riesgos y emergencias.

Ante estas deficiencias, nos propusimos realizar un seguimiento y mapeo de eventos a partir de notas de prensa, las cuales, suponíamos, darían una imagen más balanceada sobre la distribución espacial de las inundaciones. Al cabo de este ejercicio, se obtuvieron resultados similares: las afectaciones hidrometeorológicas eran mayores en la CDMX que en los municipios conurbados del Estado de México.

En este sentido, es importante puntualizar que, en el ejercicio de seguimiento, se consultaron publicaciones de prensa local del Estado de México, no obstante, no presentaron una

cobertura frecuente sobre afectaciones meteorológicas. Por lo tanto, para futuras investigaciones, resulta conveniente realizar un trabajo exhaustivo de redes sociales, principalmente Facebook, que ayude a complementar la información en el Estado de México.

A pesar de sus limitaciones, esperamos que esta investigación resulte útil para el desarrollo de un diagnóstico metropolitano del riesgo por inundaciones. Queremos suponer que en un futuro cercano la disponibilidad de información será mayor en las instituciones del Estado de México. En ese escenario, será sumamente importante que las instituciones estatales encargadas de esta materia se coordinen para generar información homologada a nivel metropolitano o a nivel de cuenca, la escala ideal para el análisis hídrico.

Ahora bien, además de la medición y representación cartográfica de las inundaciones, en esta investigación dedicamos un esfuerzo importante al análisis del aparato institucional que atiende las emergencias. En el primer capítulo, se estudió la evolución del marco normativo internacional y el surgimiento de un nuevo paradigma que privilegia la gestión *integral* del riesgo. El segundo capítulo nos permitió establecer que, en la historia, la respuesta a las inundaciones ha consistido en la construcción de infraestructura hidráulica con cada vez más capacidad de desahogo de la cuenca. Asimismo, vimos que en las últimas décadas se ha generado cierta dependencia hacia la infraestructura tecnológica, misma que permite medir y prevenir el riesgo, y que ahora también se emplea para operar la infraestructura hidráulica.

La premisa con la que se integra el uso de las TIC en la CDMX y en un futuro en los municipios del Estado de México, consiste en que la acumulación de información permite cumplir satisfactoriamente la identificación del riesgo y la dinámica espacial y/o temporal de las afectaciones, con beneficios en tareas de prevención y operativas de las autoridades locales.

Precisamente, el trabajo de campo que se realizó fue en dirección de conocer las acciones institucionales en la gestión del riesgo y su relación con las TIC. El intentar entrevistar a los principales responsables de la atención de las inundaciones en la ZMVM, resultó ser una tarea difícil, por la cantidad de personas empleadas en este sector de actividad, pero también por el periodo en el que se iniciaron las entrevistas, que coincidió con el proceso de transición política y cambio de administración, lo que dificultó la disponibilidad, la apertura y los conocimientos de las autoridades.

En este caso, se optó por aprovechar la apertura de las unidades de Protección Civil del municipio de Ecatepec y de la alcaldía de Tlalpan, donde se pudo trabajar con mayor cercanía, obteniendo los mejores resultados para los objetivos de la investigación. Por un lado, el

estudio demuestra que existe una importante desigualdad en cuanto al desarrollo tecnológico para la gestión del riesgo entre las distintas instituciones encargadas de esta materia en la ZMVM, en otras palabras, que la medición y atención del fenómeno no es homogénea a escala metropolitana y que para las autoridades locales el acceso e implementación de nuevas tecnologías representa un desafío mayúsculo.

Por otro lado, siguiendo la veta etnográfica abierta por autores como de Coss (2017), quien trabajó sobre los obreros del Sistema Lerma, o como Herrera (2017), quien describe los mecanismos de gestión del agua en la periferia de la CDMX, se observó que las unidades locales operan bajo lógicas prácticas más basadas en la experiencia de sus integrantes que en la información proporcionada por los nuevos dispositivos de medición, tales como el Radar de lluvias o los atlas de riesgo. En realidad, las unidades locales se especializan en la atención de la emergencia, y durante sus labores, utilizan en mayor medida los conocimientos empíricos de los trabajadores. En otras palabras, las TIC todavía no parecen haber sido incluidas entre los repertorios de atención de desastres que guían la acción de los profesionales del riesgo. Queda abierta la pregunta de saber si esto se debe a una forma de resistencia por parte del personal ante la necesaria capacitación técnica, o bien, si las TIC disponibles en realidad aportan información más útil que la que estos profesionistas movilizan día con día. En cualquier caso, la política de riesgo y protección civil en la ZMVM y a nivel nacional, debería orientarse a atender las capacidades técnicas y físicas de los operadores locales del riesgo, que son el eslabón más cercano a la población y a la vez el más débil en términos de recursos tecnológicos y financieros.

Finalmente, en lo que respecta a los estudios comunicacionales, creemos haber ubicado una línea de trabajo interesante al abordar el uso de Twitter en problemáticas de riesgo y emergencia. Sin duda, las instituciones y actores políticos utilizarán con mayor frecuencia las redes sociales para compartir sus actividades o posturas ante ciertos eventos de coyuntura, de tal forma que analizar la comunicación institucional en tiempo real va a resultar cada vez atractivo para los estudios de gestión de riesgos. En el campo de la sociología de las organizaciones, queda pendiente profundizar la reflexión acerca de las formas de cooperación que existen entre las diversas instituciones encargadas de atender las emergencias, así como sus tensiones y posibles conflictos. ¿Para las autoridades locales es relevante la aceptación de la comunidad? ¿Existe una disputa entre operadores por el reconocimiento y los recursos financieros?

ANEXOS

Anexo 1. Formato de recolección de registros de afectación, CAEM 2019

ATLAS DE INUNDACIONES No.26			
TEMPORADA DE LLUVIAS 2019			
Municipio :		Número Progresivo del Sitio :	
		(En relación al plano o croquis anexo)	
1.- Identificación de la Zona Afectada		2.- Afectaciones	
Localidad :		Superficie (Km2):	
Colonia(s) y/o Barrio(s):		Población(Hab):	
		Casa Habitación:	
		Local Comercial:	
		Edificio Público:	
Delimitación del área (calles)		Industria:	
Al Norte:		Otros:	
Al Sur:		Suma:	
Al Oriente:		Fecha(s) del(os) evento(s):	
Al Poniente:		Tirante(s):	
		En vialidad(m.):	
		En interiores(m.):	
Z o n a		E v e n t o	
☐ Urbana ☐ Rural		☐ Inundación Urbana ☐ Deslave de Tierra	
		☐ Inundación Rural ☐ Granizada	
		☐ Encharcamiento ☐ Otro:	
3.- Causas que originaron el evento			
Enumere las Causas según su orden de importancia:			
☐ Infraestructura hidráulica insuficiente	☐ Hundimientos diferenciales terreno	☐ Asentamientos humanos irregulares	
☐ Bajada de aguas brancas de laderas	☐ Falta de mantenimiento	☐ Laderas deforestadas y erosionadas	
☐ Desbordamientos de cauces	☐ Depresión topográfica	☐ Laderas con pendientes pronunciadas	
☐ Infraestructura hidráulica inexistente	☐ Interrupción de energía eléctrica	☐ Suelos arcillosos propensos a saturarse	
☐ Precipitación pluvial extraordinaria	☐ Precipitación pluvial con granizo	☐ Otro, especifique:	
Descripción : (Describa el evento)			
4.- Acciones emergentes realizadas al presentarse el evento		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)
5.- Obras y acciones contempladas para el año 2020		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)
6.- Obras y acciones necesarias para disminuir la problemática.		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)
7.- Comentarios, observaciones y reincidencia del sitio afectado:			

Nota: Envíe la información via correo electrónico: atlasinundaciones@yahoo.com.mx

Fuente: Comisión de Agua del Estado de México

Anexo 2. Código Python para la extracción de tweets

```
!pip install -r requirements.txt
!pip install csv
!pip install pyquery
from pyquery import PyQuery
if sys.version_info[0] < 3:
    import got
else:
    import got3 as got

def main():
    def printTweet(descr, t):
        print(descr)
        print("username: %s" % tweet.username)
        print("retweets: %d" % tweet.retweets)
        print("text: %s" % tweet.text)
        print("mentions: %s" % tweet.mentions)
        print("hashtags: %s\n" % tweet.hashtags)
        print("date: %s\n" % tweet.date)

    tweetCriteria=got.manager.TweetCriteria().setUsername('barackobama').setMax-
    Tweets(1)
    tweet = got.manager.TweetManager.getTweets(tweetCriteria)[0]
    print (tweet.retweets)

    with open('dataset_tweets.csv', "a", newline="") as output_file:
        csvw = csv.writer(output_file)
        tweet = got.manager.TweetManager.getTweets(tweetCriteria)
        print (tweet)

    tweetCriteria=got.manager.TweetCriteria().setUsername('C5_CDMX').setSince("2015-
    05-01").setUntil("2015-05-04").setMaxTweets(20)
    with open('dataset_tweets7.csv', "a", newline="", encoding="utf-8") as output_file:
        csvw = csv.writer(output_file)
        for i in range(max_tweets):
            tweet = got.manager.TweetManager.getTweets(tweetCriteria)[i]
            print(tweet)
```

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, Luis.F. 2000. *Problemas públicos y agendas de gobierno*. Distrito Federal, México: Miguel Angel Porrua.
- Alcántara-Ayala, Irasema et al. 2019. «Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia». *Investigaciones Geográficas* (98). <http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/59784> (17 de octubre de 2019).
- Alfie, Miriam. 2007. «Una nueva gestión ambiental: El riesgo y el principio precautorio». : 15.
- Alva, Ernesto. 2007. «La Arquitectura de los Jardines del Pedregal de San Ángel. Un caso de discontinuidad en la arquitectura mexicana, un desafío a preservar». Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura.
- Arguello, Isabel. 2011. «Emisor oriente adjudicacion directa por 15.5 mil mdp a Carlos Slim e ICA». *Contralinea*. <https://www.contralinea.com.mx/archivo-revista/2011/11/15/emisor-oriente-adjudicacion-directa-por-15-5-mil-mdp-a-carlos-slim-e-ica/>.
- Becerril, Jorge. 2018. «Inundación cubre autos en la Picacho-Ajusco». *Milenio*.
- Beck, Ulrich. 1997. «Teoría de la sociedad del riesgo». En *Las Consecuencias Perversas de la Modernidad*., Barcelona.
- Bnamericas. 2019. «Túnel Emisor Oriente: el final de la saga está cerca». *Bnamericas*. <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/tunel-emisor-oriente-el-final-de-la-saga-esta-cerca>.
- Castillo, Oscar. 2016. «Prácticas de neoliberalización y desastre por inundación. El caso del municipio de Cuautitlán, Estado de México». *Política y cultura* (45): 101-24.
- . 2018. «“Al filo del Agua” Hacia una ecología política urbana de las inundaciones: Los casos de Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl"». Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa.
- . 2019. «El desastre es el mensaje. Un análisis de la prensa escrita...» : 11-23.
- CENAPRED. 2014. *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*.
- . 2018. *La Resiliencia En la Gestión Integral del Riesgo*.

- Clavijero, Francisco Javier. 1787. *Historia antigua de México y de su conquista*.
- Clemente, Anabel. 2018. «Tlalpan presenta su Atlas de Peligros y Riesgos». *El Financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/tlalpan-presenta-su-atlas-de-peligros-y-riesgos>.
- CONEVAL. 2017. *Pobreza Urbana en México, 2015*.
- Connolly, Priscilla. 2010. «Ciudad Digital. Las Nuevas Tecnologías de Información Geográfica y La Gestión Urbana». En Universidad Nacional Autónoma de México: Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. https://www.academia.edu/5102910/Ciudad_digital._Las_nuevas_tecnolog%C3%ADas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica_y_la_gesti%C3%B3n_urbana (30 de junio de 2019).
- de Coss, Alejandro. 2017. «La producción del agua urbana en la Ciudad de México: naturaleza, infraestructura y estado en el Sistema Lerma». *III Encuentro de Estudiantes de Posgrado del Agua*.
- Cruz, Alejandro. 2018. «Entra en funciones radar meteorológico de la CDMX». *La Jornada*.
- De Alba, Felipe. 2018. «Las próximas inundaciones». *Noticias MX Político*. <http://mxpolitico.com/nacional/opinion/las-proximas-inundaciones-en-la-opinion-de-felipe-de-alba>.
- De Alba, Felipe, y Oscar Castillo. 2014. «"Después Del Desastre... Viene La Informalidad" Una Reflexión Sobre Las Inundaciones En La Metrópolis De México». <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/10967> (1 de octubre de 2019).
- De alba, Felipe, y Georges Farina. 2017. «Dibujar un discurso ¿ Cómo se diseña la noción del riesgo en los mapas institucionales?». *Revista de Direito da Cidade* 09(3): 1174-99.
- De Alba, Felipe, y Hugo Hernández. 2014. «Intermediarios, usos políticos en una metrópolis en stress hídrico en México». *Provincia* (31): 121-45.
- De la Torre, Alfonso. 2009. «Políticas Metropolitanas de Nueva generación para la Gestión integral del Agua en la Cuenca del Valle de México». Idónea Comunicación de Resultados. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.
- De Mauleon, Hector. 2015. «El día que la Ciudad de México desapareció | Nexos». <https://www.nexos.com.mx/?p=24702> (28 de junio de 2019).
- Domínguez, Judith. 2019. «Seguridad Hídrica en la Ciudad de México: Riesgo de Inundaciones». *Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales*: 179.

- DREN-VAG. 2019. «Equipos Hidroneumáticos para Desazolve». <http://www.dren-vac.com.mx/equipos-hidroneumaticos-para-desazolve.html>.
- Eaiken, Hallie, Luis Bojórquez-Tapia, Marco Janssen, y Matei Georgescu. 2017. «Opinion: Urban resilience efforts must consider social and political forces». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114(2): 186-89.
- Eguiluz, Fernando. 2003. «Análisis de riesgos a partir de los daños por las precipitaciones de la Zona Metropolitana del Valle de México (1997-2000).» Idónea Comunicación de Resultados. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.
- EIRD. 2008. *Gestión de riesgo*.
- El Sol de Toluca. 2019. «Cabildo de Ecatepec autoriza 6 millones de pesos para instalar alerta sísmica». *El Sol de Toluca*. <https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/ecatepec-contara-con-50-alertas-sismicas>.
- El universal. 2018. «Aumentan a 300 las viviendas afectadas por lluvias en Cuautitlan Izcalli». <https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/edomex/aumenta-300-las-viviendas-afectadas-por-lluvias-en-cuautitlan-izcalli>.
- Excelsior. 2018. «Con 45 minutos de anticipación, app 911 emitirá alerta por lluvias».
- Excelsior. 2018. «Inundación arrastra vehículos tras lluvia en Chimalhuacán». <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/inundacion-arrastra-vehiculos-tras-lluvia-en-chimalhuacan/1258963>.
- Fernández, Mario, y Alfredo Chavarría. 2012. «Las TIC y la Gestión del Riesgo a Desastres». *Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento*.
- Folgueiras, Pilar. 2016. «La entrevista». <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99003/1/entrevista%20pf.pdf>.
- García, Saúl. 2016. «Experimentaciones visuales en el paisaje urbano moderno. Del imaginario a la imagen y de la imagen a la materialización. Jardines del Pedregal 1945-1965». Maestría. Universidad Politécnica de Catalunya.
- García, Virginia. 2005. «El riesgo como construcción social, y la construcción social de riesgos». *Desastros* 19: 11-24.
- García, Virginia, Juan Manuel Pérez, y América Molina. 2003. *Desastros Agrícolas en México. Catálogo histórico*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS). Fondo de Cultura Económica.
- Giddens, Antony. 1993. *Consecuencias de la modernidad*. Madrid: Alianza.

- Giron de la Peña, Hector. 2010. «Memoria histórica, técnica y administrativa de las obras del desagüe del Valle de México. Un estudio interpretativo». Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y letras.
- González, Katherine Isabel Herazo, y Brenda Mireya Moreno Luna. 2014. *Sentido de comunidad en un pueblo originario: Santa Martha Acatitla (entre los carrizos)*.
- Guía de Resiliencia Urbana*. 2016. Secretaría de Desarrollo Urbano y Desarrollo Territorial.
- Hernández, Jorge. 2016. «Lucha histórica contra las inundaciones y percepción del riesgo por inundación. El caso de la colonia Valle de Aragón 3ra sección». Proyecto terminal. Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa.
- Herrera, Veronica. 2017. *Water and Politics: Clientelism and Reform in Urban Mexico*.
- Javier, Serigo. 2008. «Calderón echa a andar obras en Emisor Oriente». *Universal*. <https://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad/91467.html>.
- Jazcilevich, Arón et al. 2015. «Retos y oportunidades para el aprovechamiento y manejo ambiental del ex lago de Texcoco». *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 67(2): 145-66.
- Jiménez, Rebeca. 2019. «Sólo 98 municipios en eDOMEX actualizaron su Atlas de Riesgo: Protección Civil». *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/edomex/solo-98-municipios-en-edomex-actualizaron-su-atlas-de-riesgo-proteccion-civil>.
- Kaika, Maria. 2018. «‘Don’t Call Me Resilient Again!’: The New Urban Agenda as Immunology ... or ... What Happens When Communities Refuse to Be Vaccinated with ‘Smart Cities’ and Indicators». *Environment and Urbanization* 29(1): 89-102.
- Lavell, Allan. 2004. «Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición». *Centro de Información sobre Desastres y Salud*. <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Mayo2004/pdf/spa/doc15036/doc15036-contenido.pdf>.
- Ley, Judith, y Fabiola Denegri. 2019. *Ciudad y sustentabilidad*. Universidad Autónoma de Baja California.
- LGPC. 2012. *Ley General de Protección Civil*. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_190118.pdf.
- Long, N. 2007. «Sociología del desarrollo: una perspectiva centrada en el actor». *COLSAN-CIESAS*.
- Madrid, Fabrizio. 2004. *Hombre al agua*. Punto de Partida.
- Maldonado, Ismael, Guillermo Palacios, y María Reyna. 2001. *Estudios Campesinos en el archivo General Agrario*.

- Maturana, Alberto. 2011. «Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual». *Facultad de Medicina, Universidad de Chile*.
- Molin, Helena. 1997. «Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN)». En *Viviendo en riesgo: Comunidades vulnerables y prevención de desastres en America Latina*, LA RED.
- Morán Escamilla, Jorge Damián. 2017. «Panorama del Sistema Nacional De Protección Civil en México». *Revista de El Colegio de San Luis* 7(13): 156.
- Morán, Jorge. 2017. «Panorama del Sistema Nacional De Protección Civil en México». *Revista de El Colegio de San Luis* 7(13): 156.
- Moya, Xavier. 2019. «Ciudades más seguras, más humanas». *Primer Congreso Internacional de Gestión del Riesgo y Resiliencia en las Ciudades*.
- Navarro, Moisés González. 1955. «México en una laguna». *Historia Mexicana* 4(4): 506-22.
- Noticias en la mira. 2019. «Caos en Tlalpan por lluvias; inundaciones y carros arrastrados». <https://noticiasenlamira.com/cdmx/caos-tlalpan-lluvias-inundaciones-carros-arrastrados/>.
- Noticieros televisa. 2017. «Se inundan más de 15 colonias en Ecatepec, rescatan en lanchas a los afectados».
- . 2018. «Desbordamiento del canal Santa Bárbara en Ixtapaluca afecta 20 viviendas». <https://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/se-desborda-canal-santa-barbara-lluvias-ixtapaluca/>.
- Oliver-Smith, Anthony, Irasema Alcántara-Ayala, Ian Burton, y Allan M. Lavell. 2016. *Investigación Forense de Desastres. Un marco conceptual y guía para la investigación*. 1.^a ed. UNAM, Instituto de Geografía. http://www.igg.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/otros/forin_esp.pdf (1 de enero de 2020).
- ONU. 1994. «Estrategia de Yokohama el Marco de Acción de Hyogo».
- . 2005. «Marco de Acción de Hyogo 2005-2015. Aumento de la resiliencia de las naciones». <https://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>.
- . 2015. «Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030». https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf.
- . 2016. «Habitat III. New Urban Agenda. Nairobi: Organización de las Naciones Unidas».
- . 2017. *Nueva Agenda Urbana (NAU)*. http://www.lacult.unesco.org/docc/Nueva_agenda_urbana_esp.pdf.

- Perló, Manuel, y Arsenio González. 2009. *¿Guerra por el agua en el Valle de México?: estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Humanidades, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad.
- PNUD. 2015. «Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles». <https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-11.html>.
- Poder Edomex. 2019. «Marco Normativo de Protección Civil en EDOMEX es de los 90: Max Correa». <http://poderedomex.com/marco-normativo-de-proteccion-civil-en-edomex-es-de-los-90-max-correa/>.
- Programa Nacional de Protección Civil 2014-2018*. 2014.
- Ramírez, José. 1976. *Memoria acerca de las obras e inundaciones en la ciudad de México*.
- Ramírez, Salvador. 2016. «Río de los remedios: El costo de las inundaciones en los municipios de Ecatepec y Nezahualcóyotl». Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.
- Rebotier, Julien. 2009. «La dimensión territorial del riesgo urbano en Caracas: características y alcances Una propuesta integradora para pensar el riesgo en una realidad socio-espacial compleja». *TRACE*: 11-25.
- Rivera, Arturo. 2018. «La biofilia en la arquitectura. El caso de los Jardines del Pedregal de San Angel». Licenciatura. Nacional Autónoma de México.
- Roome, John. 2016. «Anticiparse a un desastre natural: ¿La innovación y la tecnología pueden servir de ayuda?» *Banco Mundial*. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/05/16/staying-a-step-ahead-of-a-natural-disaster-can-innovation-and-technology-help>.
- Ruiz, Naxhelli, José Maria Cassado, y Maria Teresa Sánchez. 2015. «Los Atlas de Riesgo Municipales En México Como Instrumentos de Ordenamiento Territorial». *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0188461116300115?token=DA6AB7E2B256D2EC4DF4DF18973E43853902A1DD27A88C0D6A8E6A987E0970D05BFA759B1C8D0013FE961EC64916FA53> (23 de noviembre de 2019).
- Sánchez, Pablo. 2014. «TIC y Didáctica de la Geografía». Maestría. Universidad de Cantabria.
- Satterthwaite, David. 2016. «A New Urban Agenda?» *Environment and Urbanization* 28(1): 3-12.

- Secretaría de Relaciones Exteriores. 2019. *Documento de Posición de México en el 74° periodo de Sesiones de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas*.
- SEMARNAT. 2008. *El Túnel Emisor Oriente duplicará la capacidad del drenaje profundo del Valle de México*.
- Shaw, Rajib, Takako Izumi, y Peijun Shi. 2016. «Perspectives of Science and Technology in Disaster Risk Reduction of Asia». *International Journal of Disaster Risk Science* 7.
- Telediario. 2018. «Encharcamientos afectan colonia». *Telediario*.
- Téllez, Cecilia. 2013. «El Túnel Emisor Oriente sube a \$32 mil millones». *CRÓNICA*. <http://www.cronica.com.mx/notas/2013/761045.html>.
- Tellman, Beth, Julia C. Bausch, Hallie Eaiken, y John M. Anderies. 2018. «Adaptive pathways and coupled infrastructure: Seven centuries of adaptation to water risk and the production of vulnerability in Mexico city». *Ecology and Society* 23(1).
- Tlalpan. 2019. «Aprueba Concejo de Tlalpan Programa de Protección Civil». <http://www.tlalpan.cdmx.gob.mx/boletines/aprueba-concejo-de-tlalpan-programa-de-proteccion-civil/>.
- Toscana, Alejandra. 2014. «Actores sociales en la gestión local del riesgo de desastre en Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México». *Espacialidades* 4(1): 139-69.
- Urzua, Myriam. 2019. «Experiencias y los retos de la gestión de las inundaciones en las Ciudades». *Seguridad hídrica urbana: la gestión del riesgo de inundaciones*.
- Valverde, Román, Daniel Román, y Melissa Sánchez. 2019. *Indicadores de Peligro a nivel AGEB*. Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil de la Ciudad de México.
- Villarreal, Patricia. 2014. «El proceso de construcción de una red socio técnica regional. El programa de control de carpocapsa en la fruticultura de las provincias de Río Negro y Neuquén, Argentina.» Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/handle/10251/36673> (22 de julio de 2019).

Fuentes digitales

INEGI. 2019. Marco Geoestadístico.

<https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>

_____. 2019. Modelo digital de elevación de Terreno.

<https://www.inegi.org.mx/app/mapas/default.html?t=0150002000000000&ag=21>

_____. 2015. Conjunto de datos vectoriales de información topográfica digital, Escala 1:250000 Serie IV.

<https://www.inegi.org.mx/app/mapas/default.html?t=0150001000000000&ag=09>

_____. 2010. Red hidrográfica. Escala 1:50 000. Edición 2.0

<https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/default.html>

Datos abiertos. 2016. Información geográfica de colonias.

<https://datos.gob.mx/busca/dataset/>

CONAPO. 2010. Grado de Marginación Urbana por AGEB.

http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_marginacion_urbana_2010

Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil. 2019. Índice de Vulnerabilidad Social.

<https://datos.cdmx.gob.mx/explore/dataset/atlas-de-riesgo-indice-de-vulnerabilidad-social/information/>