

MAPAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN

RAFAEL B. CARMONA PAREDES,
ÓSCAR FUENTES MARILES, JESÚS GRACIA
SÁNCHEZ, FAUSTINO DE LUNA CRUZ

Los mapas de riesgo por inundación permiten identificar las áreas de una zona de estudio que pudieran ser afectadas por tormentas con diferentes periodos de retorno y evaluar los daños económicos que se generarían por afectación a la infraestructura urbana, industrial o agrícola en dicha zona.

El riesgo por inundación se calcula como la esperanza matemática de los daños, calculada con la suma de los productos de los daños económicos correspondientes a distintas intensidades de lluvia multiplicados por la probabilidad de estas lluvias.

Para construir los mapas de riesgo por inundación se requiere determinar la intensidad de lluvias para distintos periodos de retorno en la cuenca de aportación a la zona de estudio.

También es necesario simular el flujo bidimensional en la zona de estudio para estimar la profundidad que alcanzará el agua en cada una de las celdas de cálculo, por lo que es necesario disponer de un modelo digital de elevaciones de dicha zona.

El modelo digital de elevaciones (MDE) describe la altimetría de la zona de estudio mediante un conjunto de puntos con coordenadas (x, y, z) que permiten representar con alta fidelidad la topografía y mostrar detalles de estructuras construidas sobre el terreno.

Los mapas de peligro de inundación se elaboran con los resultados del modelo bidimensional de flujo superficial del IIU-NAM. El modelo considera la variación de la lluvia a lo largo del tiempo y define las áreas que se inundan tomando en cuenta detalles topográficos naturales y antropogénicos (bordes de ríos, terraplenes de carreteras, construcciones) y de uso de suelo. En caso de ser necesario, se agregan los caudales conocidos en algunos sitios de los ríos cuando ellos cruzan a la zona de interés. Los mapas se construyen para diferentes horizontes de tiempo y bajo las condiciones estimadas de crecimiento urbano y de infraestructura en cada uno de los escenarios de estudio.

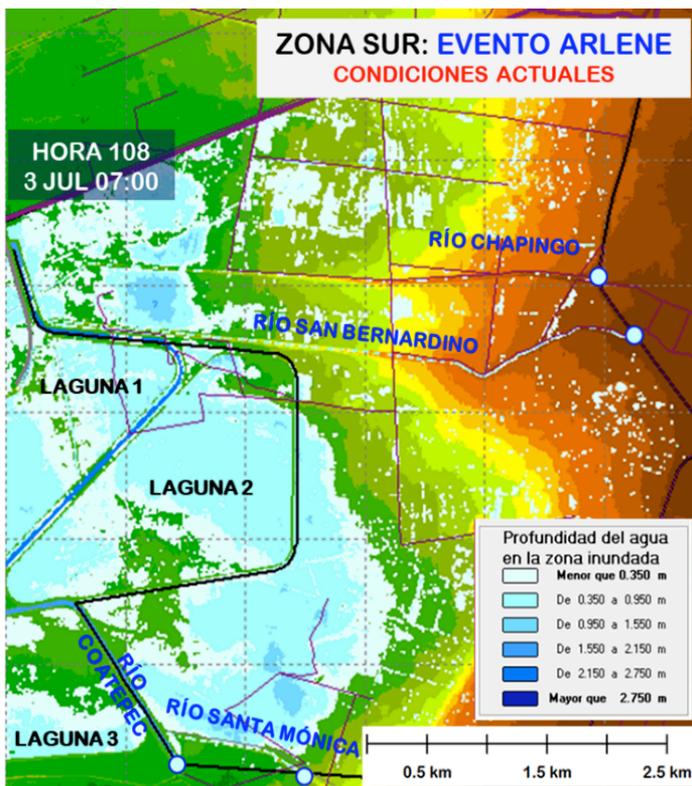


Figura 1 Cálculo de las profundidades de inundación

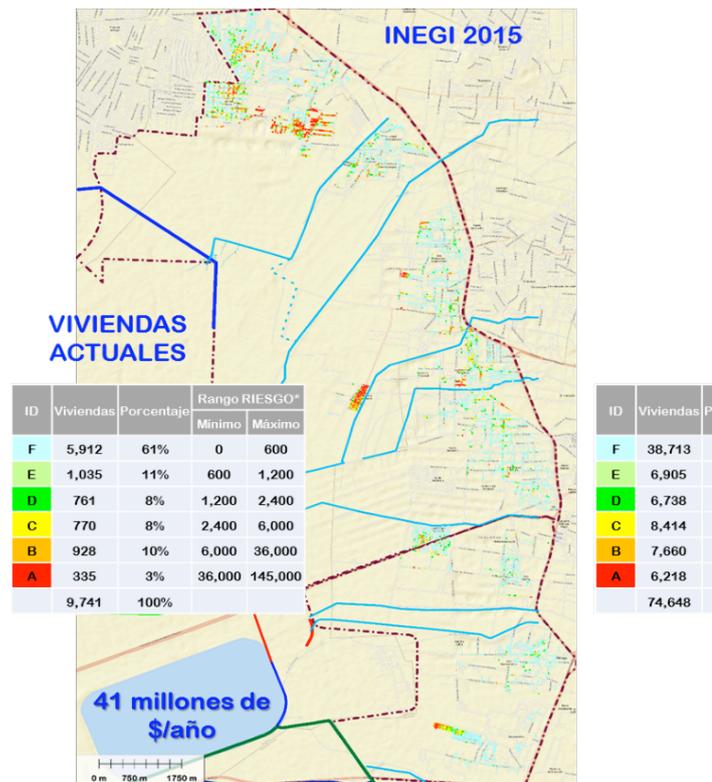


Figura 2. Mapas de riesgo por inundación

Para facilitar el análisis y la interpretación de las simulaciones matemáticas bidimensionales de los flujos del agua proveniente de la lluvia, los resultados se presentan en forma gráfica sobre mapas en los que se aprecian las áreas donde el agua se concentra, señalando las zonas que se ocupan temporalmente, los tirantes máximos de agua sobre la superficie y el tiempo de permanencia de la inundación (horas, días, etcétera). A estos mapas se les conoce como mapas de peligro por inundación.

Generalmente los mapas de peligro por inundación son elaborados con base en un estudio hidrológico para la zona de interés. De acuerdo con sus características se decide si el estudio es de corto plazo (varias horas) o mediano plazo (algunos días).

En especial, interesa indicar en los mapas de peligro las áreas donde se ubican las viviendas para determinar si quedan dentro de las superficies anegadas y con qué profundidad de agua.

La metodología empleada para estimar los daños por inundación ha considerado la establecida por el CENAPRED (2004). En ella se explica cómo se toman en cuenta la profundidad (tirantes) y velocidad del agua de la inundación. Cuando la velocidad es importante puede causar daños mayores.

El MDE empleado debe tener información de carreteras, bordos y vías de ferrocarril, para tomar en cuenta la interferencia con el flujo del agua, así como con el agua estancada. La identificación de las zonas de peligro por inundación debe considerar las condiciones actuales y a futuro de la infraestructura urbana e industrial, así como posibles modificaciones al uso de suelo.

La evolución en el tiempo de las zonas de inundación calculadas se incorpora en sistemas de información geográfica (SIG) para apreciar las consecuencias del desarrollo de la zona de estudio, sobre los asentamientos humanos y la infraestructura.

Como un ejemplo se presenta la figura 1, donde se muestra un mapa de peligro que señala las áreas máximas de inundación y la variación de las profundidades de inundación en distintos sitios dentro de una zona en estudio para el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. En ella se observa que por fuera de los vasos que regularán las avenidas provenientes del oriente, se acumulará agua junto a la cara externa de sus bordos. Esta información es útil para el diseño de los bordos en su cara exterior y del sistema de drenaje que reduzca la inundación de esta parte.

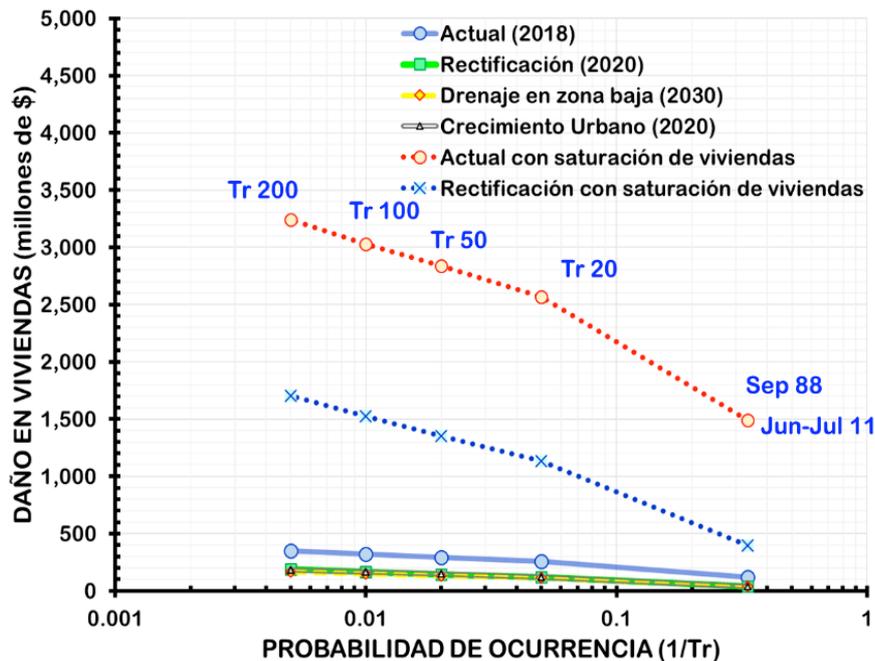
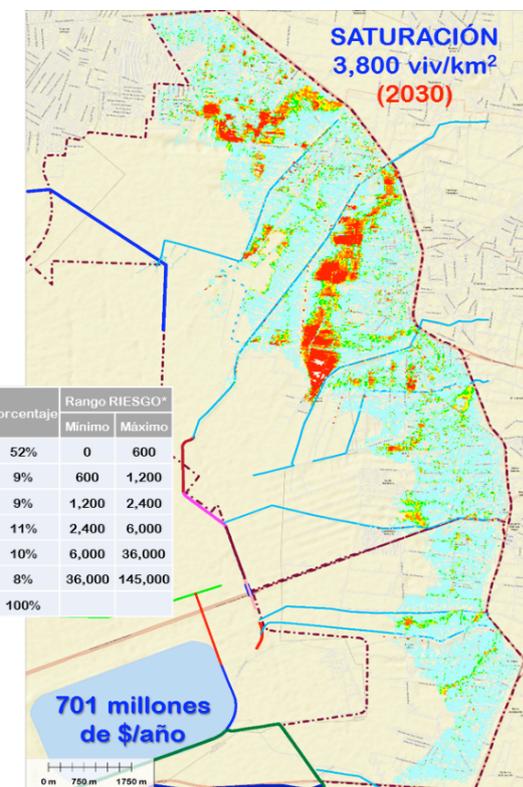


Figura 3. Daño por inundación a las viviendas en función de la probabilidad de ocurrencia de la lluvia, para diferentes épocas y condiciones de desarrollo de la zona de estudio

Para la construcción de este mapa, se obtuvieron los hidrogramas de diseño de las cuencas de los Ríos de Oriente para las condiciones actuales (2016) y futuras (2018, 2020, 2030 y 2040). Además el estudio hidrológico aportó información para revisar el funcionamiento hidráulico de los ríos del Oriente, del Canal Colector, de las vasos de regulación cercanos al Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

En los cálculos hidrológicos se consideraron dos contextos en las estimaciones de las precipitaciones. Uno para estudios de diseño, con libres bordos mayores o iguales a 0.50m, y otro para revisión de funcionamiento con bordos libres menores que 0.50m.

En la figura 2 se muestra la variación del costo de los daños por inundación a las viviendas y probabilidad de ocurrencia para distintas épocas de acuerdo con las condiciones de la zona de estudio.

Finalmente, en la figura 3 se presentan las gráficas de daño por inundación a las viviendas en función de la probabilidad de ocurrencia de la lluvia, para diferentes épocas y condiciones de desarrollo de la zona de estudio.

Comentarios finales, recomendaciones y perspectivas

Los mapas de riesgo son muy importantes para proponer acciones y medidas de prevención y mitigación ante inundaciones. Ellos permiten cuantificar los daños potenciales bajo diferentes

escenarios y facilitar un análisis costo/beneficio que involucre diferentes propuestas de solución.

Con base en esos mapas de riesgo se proponen estrategias de prevención y mitigación de inundaciones que generalmente contienen:

- a. Las zonas con peligro de inundación por fenómenos hidrometeorológicos.
- b. La metodología para evaluar los niveles de riesgo que implican esos fenómenos.
- c. La definición de un sistema automático de alerta para prevenir inundaciones.
- d. La identificación de acciones para mitigar oportunamente el riesgo de inundación. |

Referencia y agradecimiento

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2004), "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", Serie Atlas Nacional de Riesgos, Vol. 1, Versión 2004, ISBN 970-628-872-4, 386 pp.

Los autores agradecen al Dr. Ramón Domínguez sus comentarios a este artículo.