

MAPAS DE RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES, MÉXICO A PARTIR DE MODELACIÓN HIDRÁULICA DEL DRENAJE URBANO

Luis Antonio Montesinos Pérez², Lucía G. Matías Ramírez¹, Angel Bautista Tadeo¹
y Nina Danae Ramírez González¹

¹Centro Nacional de Prevención de desastres, México.

²Universidad Nacional Metropolitana, Azcapotzalco México.

E-mail: luisantonio012@gmail.com, lgmr@cenapred.unam.mx, abautista@cenapred.unam.mx, ninaedrg@gamil.com

Introducción

Se presentan los mapas de tirante, velocidad, severidad, vulnerabilidad y riesgo de inundación para la ciudad de Aguascalientes, México; a partir de la combinación de los resultados de dos modelos hidráulicos, EPA SWMM y HecRas.

Al contar con la red de alcantarillado de la zona urbana de Aguascalientes, se integra al análisis el escenario de inundación con base en los volúmenes de escurrimiento que la infraestructura sanitaria es incapaz de conducir.

Para lo anterior, se utilizó ArcGis como sistema de información geográfica para contar con referencias espaciales entre los modelos hidráulicos empleados, se hizo la representación numérica del sistema de alcantarillado en SWMM, con el fin de obtener condiciones de entrada simplificadas a la modelación hidráulica bidimensional en HecRas.

Metodología

Con base en un análisis hidrológico convencional se obtienen hidrogramas para la modelación hidráulica de la red de alcantarillado de cuatro colonias en la ciudad de Aguascalientes, las cuales fueron identificadas con problemas de inundación por parte de las autoridades de Protección Civil Estatal.

A partir de los volúmenes que no son transitados por medio de la infraestructura de drenaje (figura 1), se alimenta la modelación numérica bidimensional, a través de mallas que representan las vialidades, para obtener las profundidades y velocidades que éstos producirán. Estos parámetros se utilizan para el análisis de la severidad del evento hídrico, que junto con la vulnerabilidad de la infraestructura permiten analizar el riesgo por inundación.



Figura 1.- Localización de los pozos de visita y sus respectivas tuberías.

Obtención del peligro por inundación

Los escenarios de peligro por inundación se encuentran asociados a un periodo de retorno y se representan con mapas de profundidad y velocidad (figura 2).

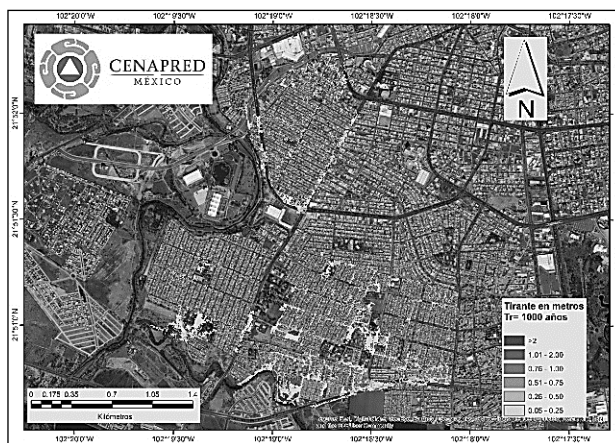


Figura 2.- Mapa de profundidad para un Tr de 1000 años.

Con los parámetros y mapas obtenidos a partir de las simulaciones hidráulicas se realiza la categorización del peligro por zonas, que resulta en mapas de severidad por inundación.

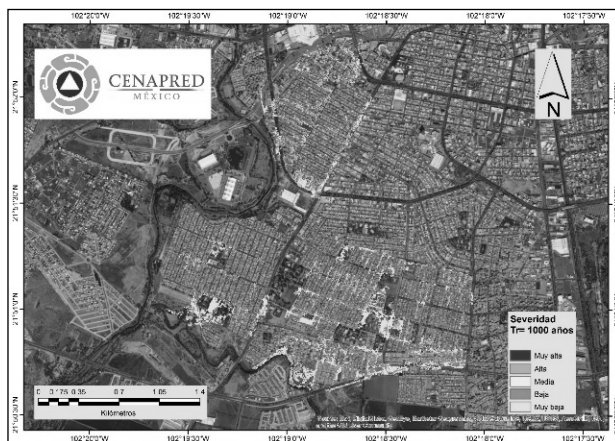


Figura 3.- Mapa de severidad para un Tr de 1000 años.

Vulnerabilidad y riesgo

Para realizar un análisis de riesgo, es necesario contar con una clasificación de la infraestructura o bienes expuestos que se encuentran en un sitio con riesgo de inundación. Dicha clasificación depende de los materiales con que están contruidos techos y muros de la vivienda. Por la falta de información, se realizó un levantamiento visual de las edificaciones utilizando la herramienta Street View de Google Earth, para identificar las características de construcción de las casas en la zona de estudio.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) para la vulnerabilidad de vivienda, al cual se asigna un color y un rango a partir de diversas combinaciones de materiales de suelo y muros.

Tabla 1.- Clasificación de la vulnerabilidad de la vivienda ante inundaciones

Tipo	Color	Vulnerabilidad
I	Rojo	Muy Alta
II	Anaranjado	Alta
III	Amarillo	Media
IV	Verde Claro	Baja
V	Verde oscuro	Muy Baja



Figura 4.- Mapa de grado de vulnerabilidad.

Para la obtención del riesgo se cruzan los mapas de vulnerabilidad y peligro de inundación, con base en las curvas de fragilidad para cada tipo de casa y el peligro, se estima el porcentaje de pérdida para los periodos de retorno analizados.

La expresión del riesgo:

$$R(i) = C \sum_{i=1}^n P(i)V(i)$$

donde:

- i , evento i
 n , número total de eventos o periodos de retorno considerados
 $R(i)$, Riesgo ante el próximo evento, en pesos
 C , Costo del menaje de la vivienda, en función de su tipología como ya se expuso, en pesos
 $P(i)$, Probabilidad de ocurrencia del evento con periodo de retorno, Tr , adimensional
 $V(i)$, Vulnerabilidad de cada vivienda, adimensional

Finalmente, los resultados se representan en mapas mediante un índice de riesgo para cada vivienda:

$$I_{R_j} = \frac{R_j}{C_{MAX}}$$

donde:

R_j , es el valor de los bienes expuestos dentro de la vivienda
 C_{MAX} , es el máximo valor del bien expuesto dentro de la localidad

I_{R_j}	será Alto	Si	$0.67 < I_{R_j} < 1.0$
I_{R_j}	será Medio	Si	$0.33 < I_{R_j} < 0.67$
I_{R_j}	será Bajo	Si	$0.00 < I_{R_j} < 0.33$

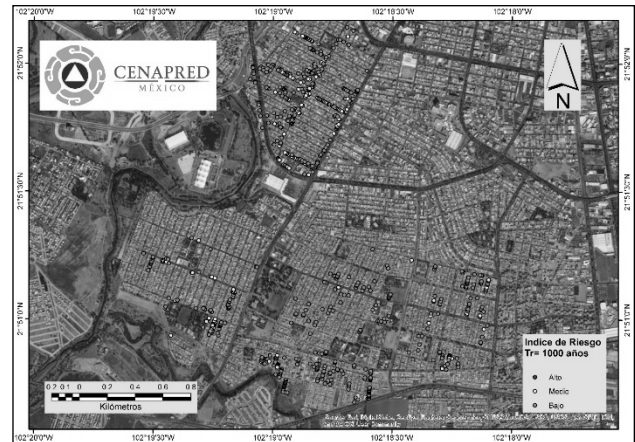


Figura 5.- Mapa de grado de riesgo por inundación para un Tr de 1000 años.

Referencias bibliográficas

- Aparicio Mijares, F. J., (2013): Fundamentos de hidrología de superficie, Limusa, México, pp. 20-21, 140, 188, 206, 233-234.
- Campos Aranda, Daniel, (2010): Intensidades máximas de lluvia para diseño hidrológico urbano en la República Mexicana, Ingeniería Investigación y Tecnología (FI UNAM), Vol. LXI, núm. 2, pp. 179-188.
- CENAPRED, (2016): Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2011, México, pp. 7.
- CENAPRED, (2006): Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, México.
- Coordinación Estatal de Protección Civil Aguascalientes. (2017): Archivo digital con registros de casos de inundaciones en la ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes. Archivo interno.
- Coordinación Estatal de Protección Civil Aguascalientes. (2017): Archivo digital del sistema de alcantarillado de la zona urbana de Aguascalientes, Aguascalientes. Archivo interno.
- Ohmstede, A. E., (2004): Desastres agrícolas en México: Catálogo Histórico, Fondo de Cultura Económica, volumen 2, México, pp. 93, 99, 134 y 159.
- Salas Salinas, Marco Antonio. Metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas., (2011), Sistema Nacional de Protección Civil Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, D. F., 70 pp.