

Las inundaciones como factor determinante para la afectación del valor inmobiliario de casas-habitación

José Manuel Carrillo Hernández¹, Oscar F. Porras Ortiz², Facundo Cortés Martínez²

¹ Instituto Tecnológico de Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830, Nueva Vizcaya, 34080 Durango, México.

² Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura, Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad s/n. Gómez Palacio, Durango, México.

Fecha de recepción: 2 de julio de 2020 - Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2020

Resumen

Los eventos de inundación son cada vez más frecuentes en las ciudades de todo el planeta, esto debido al cambio climático que se ha registrado en los últimos veinte años.

Se planteó una investigación de corte cuantitativo, transversal, proponiendo una metodología para determinar la pérdida de valor de los inmuebles habitacionales a causa de las inundaciones basada en un modelo de dos instrumentos de recolección de datos tipo encuesta con Escala de Likert, el primero para medir las opiniones de los habitantes del área inundable y el segundo para medir la opinión de los dueños de bienes inmuebles de áreas adyacentes no inundables respecto al área inundable.

Se llegó a la propuesta de unas ecuaciones en función de las puntuaciones de las categorías de respuesta, lo que la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABin) indica que se pueden tomar como los factores máximos de premio y mínimos de castigo y las frecuencias relativas obtenidas de los instrumentos de recolección de datos de tipo social aplicados; con ellas se obtiene un factor que indica la disminución en el valor que puede considerarse para los bienes inmuebles ubicados en áreas inundables de cualquier localidad.

Palabras clave: Valor de los Bienes Inmuebles, Bienes Inmuebles Habitacionales, Zonas Inundables, Demérito

Floods as a determining factor to affect the real estate value of residential homes

Abstract

Flooding events are increasingly frequent in cities across the planet, due to the climate change that has been recorded in the last twenty years.

A quantitative, cross-sectional investigation was proposed, proposing a methodology to determine the loss of value of residential properties due to flooding based on a model of two survey type data collection instruments with Likert Scale, the first to measure the opinions of the inhabitants of the

*nadamgo@gmail.com

flood area and the second to measure the opinion of the owners of real estate in adjacent non-flood areas with respect to the flood area.

Equations were proposed based on the scores of the response categories, which the National Assets Appraisal Commission (CABin) indicates can be taken as the maximum reward and minimum punishment factors and relative frequencies obtained from the social data collection instruments applied; with them a factor is obtained that indicates the decrease in the value that can be considered for real estate located in flood areas of any locality.

Keywords: Value of Real Estate, Residential Real Estate, Flooded Areas, Demerit

1- Introducción

La valuación inmobiliaria reviste una gran importancia, ya que es una disciplina ética que permite analizar las variables que influyen en la determinación del valor justo de los bienes inmuebles.

La valuación inmobiliaria se sustenta en principios económicos básicos que son los que determinan los diferentes enfoques existentes para la determinación del valor de los inmuebles (terrenos y cualquier cosa que forme parte de los mismos o añadido por el ser humano) (Prats, 2007).

Existen diversos factores que afectan el valor inmobiliario, uno de los cuales son los físicos, que consisten en el entorno donde se encuentran, el cual está relacionado con las características: urbanas, de medio ambiente, de desarrollo en programas urbanos, condiciones naturales. (Cid Tiburcio, 2008). Es en este factor donde se ubican los eventos de inundación.

De acuerdo con Martínez Fernández (2015) las inundaciones se derivan de precipitaciones muy intensas, lo que da lugar a anegamientos lo cual afecta tanto a zonas urbanas como a zonas rurales, ocasionando daños físicos a los inmuebles y a los habitantes de los mismos.

Son muy diversos los daños que una inundación puede ocasionar en un inmueble:
1.- Fallo estructural debido a la subpresión del terreno por la acción del agua, la cual es capaz

de levantar los cimientos, el impacto que en la estructura pueden tener objetos que son arrastrados por el agua (automóviles, troncos, entre otros), por el diferencial de presiones dentro y fuera de la edificación, socavación en los cimientos por la acción de la corriente de agua, la edificación puede desprenderse de sus cimientos y flotar, con lo cual se tendría un fallo estructural; 2.- Humedecimiento de los muros, lo cual puede ocasionar reblandecimiento del material del que están contruidos; 3.- Humedecimiento de los aplanados, ocasionando la aparición de salitre y el desprendimiento; humedecimiento y desprendimiento de pinturas, texturizados, entre otros (Pérez, 2014).

Las inundaciones traen consigo una serie de consecuencias, los daños a la salud de las personas provocando un número inesperado de muertes, lesiones y enfermedades, se potencializa la posibilidad de desarrollo de brotes de enfermedades que se transmiten por el agua, entre las que se encuentran infecciones bacterianas.

De acuerdo con EM-DAT Emergency Events Database (2009), las inundaciones son el fenómeno hidrológico de mayor impacto en la sociedad, representan el 50% de los desastres naturales de carácter no biológicos que ocurren a nivel mundial.

Debido a su ubicación geográfica México es susceptible a la presencia de eventos hidrometeorológicos en el Golfo de México y

el Océano Pacífico, se estima que 162,000 km² del territorio nacional son susceptibles a inundarse (INEGI, 2012).

Como algunos antecedentes de las inundaciones en México, en el Estado de Tabasco en el año 2007 se presentó la de mayor impacto, que sumergió el 70% del territorio del estado (Aparicio, Güttron, Ramírez, y Martínez, 2009). En el mes de agosto del año 2017 se presentaron lluvias intensas en el Estado de México, en el municipio de Cuautitlán Izcalli ocasionando el desbordamiento de la presa El Ángulo ocasionando inundaciones en zonas habitacionales, afectando a más de 300 viviendas. (Publímetro, 2017). En el mes de octubre de 2017, se presentaron lluvias intensas en Tabasco, las que ocasionaron el desbordamiento en las zonas bajas del Río Usumacinta afectando a más de 40 mil personas de cinco municipios de Tabasco. (Xícontécatl, 2017). En mayo de 2017, se presentaron fuertes lluvias en los municipios de Veracruz, Boca del Río, Medellín y Jamapa, dejando inundaciones en calles y viviendas, se registraron 106 milímetros de lluvia en la zona Veracruz-Boca Del Río, se presentaron inundaciones en fraccionamientos de los municipios de Veracruz, Boca del Río, Medellín y Jamapa, ocasionando daños a las viviendas. (Notimex, 2017). En los municipios de Querétaro, Corregidora y San Juan del Río se presentaron intensas lluvias en 2017, lo que ocasionó inundaciones al menos en 140 viviendas; en el municipio de Querétaro se

vieron afectadas 15 colonias, en Corregidora hubo inundación al menos en cuatro colonias, en las cuales el agua entró a las viviendas, una situación similar se presentó en San Juan del Río donde algunas viviendas resultaran afectadas (Alfaro, 2017).

En México, la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN), en su Boletín Técnico No.4, especifica el castigo que debe tener un *terreno urbano* en su valor por estar ubicado en una zona inundable. En esta publicación, la metodología propuesta hace referencia a un factor de inundación, solamente basándose en el desnivel que el terreno pudiese tener, dejando fuera a todas las demás variables intervinientes (Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales, 2004a). Esta metodología no considera otros factores como son la deseabilidad, afectación de las construcciones, afectación a bienes muebles dentro de las mismas y daños humanos.

Por otra parte, el Boletín Técnico No. 5 del CABIN proporciona algunos criterios para la homologación del valor de las construcciones, pero en este caso no especifica a las inundaciones como un factor a considerar para las mismas (Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales, 2004b).

En la tabla 1 se presentan los resultados de algunas investigaciones encontradas en el ámbito nacional e internacional sobre la repercusión de las inundaciones en el valor de los bienes inmuebles.

Tabla 1. Resultados de investigaciones a nivel internacional y nacional de las inundaciones y su repercusión en el valor de los bienes inmuebles

Lugar	Resultados Obtenidos
Lejado, Sur de Brasil, 2014	Se obtuvo un modelo matemático que indica que existe una reducción de aproximadamente US\$91 de valor por metro cuadrado.
Bay St. Louis E.U.A., 2019	Se determinó la afectación en el valor de los inmuebles después de la ocurrencia del Huracán Katrina, para una comunidad de 13,000 habitantes se tuvo una pérdida de valor de los inmuebles \$122 millones de dólares.
Estados Costeros de E.U.A., 2019	Se determinó la pérdida en la ganancia de valor de las viviendas ubicadas en zonas costeras inundables, utilizando parámetros de transacciones de mercado, algunos datos

	de las características físicas de las viviendas, así como datos de registros históricos de mareas e inundaciones.
Ciudad de La Plata, Argentina, 2015	Se utilizó un modelo hedónico que relaciona el precio de un inmueble con las características del terreno, calidad ambiental, riesgo de inundación, características socioeconómicas del barrio, encontrándose que los lotes ubicados en zonas inundables son aproximadamente un 12% más baratos.
Saco, Biddeford, Old Orchard Beach y Scarborough, E.U.A., 2018	Se formuló un modelo loglineal que considera las características de la vivienda, características de compra, características ambientales y un conjunto de variables ficticias. Se encontró que existe una apreciación de valor del 7.6% para las viviendas ubicadas frente al mar y de 5.4% para las que se encuentran cerca del Río Saco, se explica con el hecho de que no se han registrado aún a la fecha eventos de inundación en dichas zonas.
Boulder, Colorado E.U.A. Ljubljana, Eslovenia, 2016	Se tuvo una reducción de los precios de los inmuebles en el área afectada del 52%. En Ljubljana, Eslovenia la reducción de los precios fue del 10.6% fuera de la zona inundable, llegando hasta un 50% en el área inundable
Brisbane, Australia, 2017	Los suburbios afectados por las inundaciones mostraron una disminución en el valor entre enero y septiembre de 2011, para después de ese año recuperarse.
México, 2016	Se llegó a tres modelos matemáticos donde se determinan los daños directos, costos más probables y costos mínimos en zona habitacional en función de la altura máxima que alcanza el agua en la inundación.
Provincia de Gyeonggi, Corea del Sur, 2018	11%, 7.38%, 6.31%, 2.2% y 3.33% de disminución de valor de los inmuebles dentro de los primeros 100 metros, de 100 a 200 metros, de 200 a 300 metros, de 300 a 400 metros, de 400 a 500 metros respectivamente
Miami-Dade y Virginia Beach, E.U.A., 2019	Se generó un modelo matemático para el análisis de los precios de venta en función del año. La afectación en los precios de venta fueron absorbidos por los seguros contra riesgos.
Shanghai, China, 2017	Se propone el uso de una combinación de: curvas de profundidad - daño, un mapa de exposición y un mapa de inundación. Con el uso de estas curvas y la distribución espacial de personas y activos se puede evaluar el daño ocasionado por las inundaciones.

Fuente: Elaboración Propia con datos de: Palagi, Patzlaff, Stumpf, y Kern (2014), Landis (2019), Porter, McAlpine, Costello y Ensor (2019), Zoloa (2015), Faust (2018), Klaudija, Mitja y Trejo (2016), Bell (2017), Baró, Ceballos y Díaz (2016), Jung y Yoon, (2018), Indaco, Ortega y Taspinar (2019), Wu, Wangs, y Koks (2017)

Se planteó como objetivo general: definir la metodología para determinar el grado de afectación de las inundaciones al valor de los bienes inmuebles habitacionales. Como objetivos específicos se plantearon: 1.- Determinar cuáles son los daños físicos a los bienes inmuebles habitacionales que se deben de considerar debido a los eventos de inundación, 2.- Determinar cuáles son los daños físicos a los bienes muebles que se encuentran dentro de los bienes inmuebles habitacionales a causa de los eventos de inundación, 3.- Determinar cuáles son los daños humanos que se deben de considerar debido a los eventos de inundación, 4.- Analizar de qué forma afectan los eventos de

inundación a la deseabilidad de los dueños de los bienes inmuebles habitacionales, 5.- Definir una metodología para determinar el grado de demérito o castigo al valor de los bienes inmuebles habitacionales debido a los eventos de inundación.

2. Metodología

Se adoptó el enfoque cuantitativo, no experimental, transversal, se identificaron, conceptualizaron y se operacionalizaron las variables de investigación $X=Inundaciones$ y $Y=Valor$ Inmobiliario, las cuales se desglosaron en las dimensiones e indicadores indicados en la tabla 2.

Tabla 2. Variables, dimensiones e indicadores de las variables del estudio

Variable	Dimensiones	Indicadores
----------	-------------	-------------

Inundaciones	Económico	Pérdidas Monetarias Pérdidas de Bienes Muebles Pérdidas de Bienes Inmuebles
	Daños Humanos	Físicos Psicológicos
Valor de los Bienes Inmuebles	Factores Físicos	Ubicación Topografía Drenaje Pluvial
	Deseabilidad	Confortabilidad Seguridad Disposición a cambiar de Residencia Actitud hacia su Vivienda Actitud hacia la localidad

Fuente: Elaboración Propia con datos de: Paterson, Wright, y Harris (2018), González y García (2015), Hidalgo (2004), Velasco (2018), Álvarez (2014)

Se diseñaron dos instrumentos de recolección de datos, el primero de ellos para aplicar a los dueños de los bienes inmuebles habitacionales que se encuentran dentro de la zona inundable, y el segundo de ellos para aplicar a los dueños de los bienes inmuebles que se encuentren en la zona no inundable aledaña a la zona inundable, integrados por ítems de encuesta con cuatro categorías (mucho, regular, poco, nada) codificadas de 1 a 4 o 4 a 1 (puntuaciones) de acuerdo al sentido de las preguntas (positivas o negativas) y de ítems de escala de Likert con cinco categorías (muy de acuerdo, de acuerdo, indiferente, en desacuerdo, muy en desacuerdo) codificadas de 1 a 5 o de 5 a 1 de acuerdo al sentido de las afirmaciones (positivas o negativas). Los instrumentos se validaron con la opinión de expertos en el área de la valuación inmobiliaria, de la misma forma se sometieron

a la prueba de confiabilidad de Alfa de Cronbach, obteniéndose los valores de 0.866 y 0.802 respectivamente para los instrumentos a aplicar en la zona inundable y no inundable.

Toda vez que se apliquen los instrumentos de recolección de datos, se efectuará el análisis descriptivo, el análisis de puntuación para ver el grado de favorabilidad hacia cada uno de los indicadores, se estará en posibilidad de efectuar un análisis de correlación r de Pearson para conocer cuáles indicadores y dimensiones de las dos variables correlacionan entre sí.

Por último, se determinará el factor de demérito o castigo a aplicar a los inmuebles de la zona inundable, en las tablas 3 y 4 se pueden visualizar los datos que se utilizarán.

Tabla 3. Datos a utilizar de los ítems de encuesta

Ítem	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)	Ponderado
	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	
1	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	$P(1)$
2	f_{21}	f_{22}	f_{23}	f_{24}	$P(2)$
3	f_{31}	f_{32}	f_{33}	f_{34}	$P(3)$
...
n	f_{n1}	f_{n2}	f_{n3}	f_{n4}	$P(n)$
					Suma de Ponderados

Fuente: Elaboración propia

$P(1 \dots n)$ = Ponderado del ítem 1 al ítem n

$$\text{Suma de Ponderados Encuesta} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^4 (f_{ij})(C_j)(E_j) \quad (1)$$

f_{ij} = Frecuencia relativa del ítem i de la categoría j

$C(j)$ =Puntuación de la categoría j

$E(j)$ =Factor asociado a la categoría j ¹

Tabla 4. Datos a utilizar de los ítems de la escala de Likert

Ítem	F(1)	F(2)	F(3)	F(4)	E(5)	Ponderado
	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	C(5)	
1	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	$P(1)$
2	f_{21}	f_{22}	f_{23}	f_{24}	f_{25}	$P(2)$
3	f_{31}	f_{32}	f_{33}	f_{34}	f_{35}	$P(3)$
...
m	f_{m1}	f_{m2}	f_{m3}	f_{m4}	f_{m5}	$P(m)$
						Suma de Ponderados

Fuente: Elaboración propia

$P(1...m)$ = Ponderado del ítem 1 al ítem m

$$\text{Suma de Ponderados Escala de Likert} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^5 (f_{ij})(C_j)(E_j) \quad (2)$$

f_{ij} = Frecuencia relativa del ítem i de la categoría j

$C(j)$ =Puntuación de la categoría j

$E(j)$ =Factor asociado a la categoría j ²

Se propusieron las expresiones (1) y (2) se determinan las sumas de los ponderados de las puntuaciones para los ítems de encuesta y de escala de Likert. Para determinar la sumatoria

total de ponderados se propuso la expresión (3). Finalmente, se determina el factor de demérito a aplicar al valor de los bienes inmuebles habitacionales con la expresión (4).

$$\text{Suma Total de Ponderados} = \text{Suma de Ponderados Encuesta} + \text{Suma de Ponderados Escala de Likert} \quad (3)$$

¹ Tomando como fundamento lo que especifica el Boletín Técnico No.4 del CaBin, se tiene un factor máximo de castigo de 0.5 y un factor máximo de premio de 1.5, $E(j)$ corresponde al prorrateo de estos factores en 4 partes, para las categorías de respuesta: 4=1.50, 3=1.17, 2=0.83 y 1=0.50 cuando el ítem esté formulado de manera positiva, invirtiendo el orden en caso contrario.

² Tomando como fundamento lo que especifica el Boletín Técnico No.4 del CaBin, se tiene un factor máximo de castigo de 0.5 y un factor máximo de premio de 1.5, $E(j)$ corresponde al prorrateo de estos factores en 5 partes, para las categorías de respuesta: 5=1.50, 4=1.25, 3=1.00, 2=0.75 y 1=0.50 cuando la afirmación esté formulada de manera positiva, invirtiendo el orden en caso contrario

$$\text{Factor de Demérito} = \frac{\text{Suma Total de Ponderados}}{((n)(4) + (m)(5))(1.50)} \quad (4)$$

Donde:

n =Número de ítems de Encuesta del instrumento de recolección de datos con categorías de 1 a 4

m =Número de ítems de Escala de Likert del instrumento de recolección de datos con categorías de 1 a 5.

En las expresiones (4) y (5), el valor numérico de 4 corresponde a la puntuación máxima de las categorías de la encuesta y el valor numérico de 5 corresponde a la puntuación máxima de las categorías de la escala de Likert, el valor de 1.50 es el valor máximo de premio que aparece en el Boletín Técnico No.4 del CABIN (Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales, 2004a).

3. Resultados

Para efectuar la prueba de la metodología formulada, se aplicó en el Fraccionamiento Los Durazos de la Ciudad de Durango, Dgo. el cual está localizado en una zona altamente inundable y dos fraccionamientos aledaños (Fraccionamiento El Manantial y Fraccionamiento Rincón de Las Flores), que se encuentran en una zona no inundable. En las figuras 1, 2 y 3 se muestran las ubicaciones de estos fraccionamientos.



Figura 1. Delimitación de la Zona afectada por las inundaciones (Fraccionamiento Los Durazos).
Fuente: Google (s.f.)



Figura 2. Delimitación de la primera zona adyacente a la zona inundable (fraccionamiento El Manantial).
Fuente: Google b (s.f.)

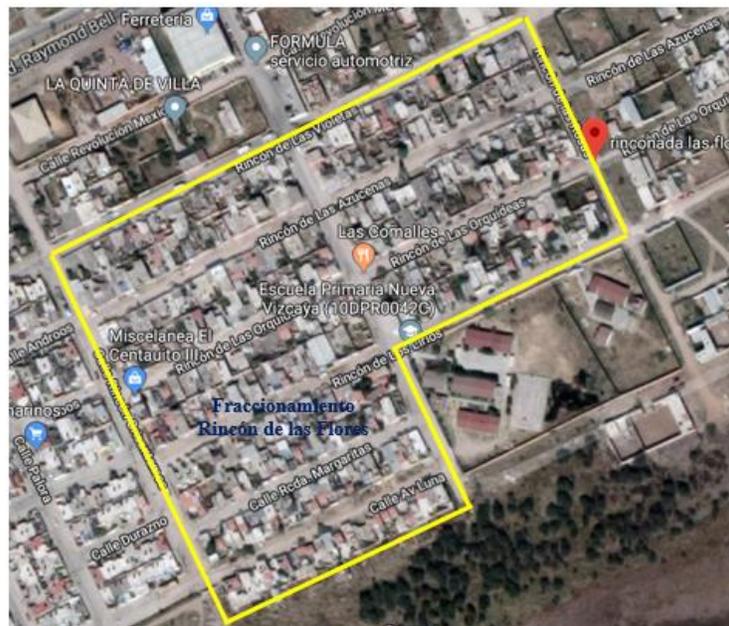


Figura 3. Delimitación de la primera zona adyacente a la zona inundable (fraccionamiento El Manantial).
Fuente: Google c (s.f.)

Para la determinación del tamaño de la muestra, se usó la fórmula para poblaciones finitas propuesta por Levin y Rubin (2014), utilizando una probabilidad de ocurrencia (p) de 0.5, coeficiente de confianza 95% ($Z=1.96$),

precisión $\pm 5\%$ (0.05). En la tabla 5 se presenta para cada uno de los fraccionamientos el tamaño de la población y el tamaño de la muestra.

Tabla 5. Tamaño de la muestra por localidad

Localidad	N (Población)	n (Muestra)
Fraccionamiento Los Durazos	480	213
Fraccionamiento El Manantial	420	201
Fraccionamiento Rincón de las Flores	272	159

Fuente: Elaboración propia

Una vez aplicados los instrumentos de recolección de datos, se sometieron los resultados a una prueba de confiabilidad alfa de Cronbach, teniéndose los valores de 0.881, 0.890 y 0.893 para los fraccionamientos Los Durazos, El Manantial y Rincón de las Flores respectivamente.

Los resultados del análisis descriptivo de los instrumentos aplicados en el fraccionamiento Los Durazos se muestran en las tablas 6 y 7, los resultados del análisis descriptivo para el fraccionamiento El Manantial se presentan en las tablas 8 y 9, y del fraccionamiento Rincón de las Flores en las tablas 10 y 11.

Tabla 6. Frecuencias relativas de los indicadores del instrumento aplicado en el fraccionamiento Los Durazos (encuesta)

Indicador	Frecuencia Relativas en %			
	Mucho=1	Regular=2	Poco=3	Nada=4
Pérdidas monetarias	2.8%	23.0%	47.2%	27.0%
Pérdidas de bienes muebles	0.0%	5.3%	26.9%	67.8%
Indicador pérdidas de bienes inmuebles	0.0%	1.4%	14.3%	84.3%
Daños humanos físicos	1.9%	8.2%	12.4%	77.5%
Daños humanos psicológicos	16.6%	31.6%	31.4%	20.6%
	Mucho=4	Regula=3	Poco=2	Nada=1
Ubicación	7.8%	54.5%	30.8%	7.1%
	Mucho=1	Regular=2	Poco=3	Nada=4
Topografía	0.0%	53.1%	38.5%	8.4%
	Mucho=4	Regula=3	Poco=2	Nada=1
Drenaje pluvial	53.1%	38.5%	6.1%	2.3%
Confortabilidad	26.8%	59.0%	12.3%	1.9%
Seguridad	42.8%	31.7%	25.6%	0.0%
	Mucho=1	Regular=2	Poco=3	Nada=4
Disposición a cambiar de residencia	4.8%	15.8%	39.6%	39.8%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Frecuencias relativas de los ítems del instrumento aplicado en el fraccionamiento Los Duraznos (escala de Likert)

Ítem	Frecuencias Relativas en %				
	Muy de Acuerdo	De Acuerdo	Indiferente	En Desacuerdo	Muy en Desacuerdo
19.- Mi vivienda es un lugar confortable para vivir	0.0%	34.3%	54.0%	11.7%	0.0%
20.- Mi vivienda es segura para resistir fenómenos naturales	29.6%	47.4%	23.0%	0.0%	0.0%
21.- Mi vivienda vale menos que las demás por estar en zona inundable	0.0%	41.8%	2.8%	55.4%	0.0%
22.- Estoy dispuesto(a) a deshacerme de mi vivienda	0.0%	14.1%	3.8%	82.1%	0.0%
23.- Me siento satisfecho(a) con mi vivienda	32.9%	35.2%	15.5%	16.4%	0.0%
24.- Mi fraccionamiento es un lugar confortable para vivir	0.0%	63.4%	4.7%	15.5%	16.4%
25.- Mi fraccionamiento es un lugar seguro para resistir fenómenos naturales	0.0%	63.4%	18.3%	18.3%	0.0%
26.- Estoy dispuesto(a) a cambiar mi lugar de residencia a otro fraccionamiento	0.0%	18.3%	18.3%	63.4%	0.0%
27.- Me siento satisfecho(a) viviendo en el fraccionamiento	30.0%	47.9%	11.7%	10.4%	0.0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Frecuencias relativas de los indicadores del instrumento aplicado en el fraccionamiento El Manantial (encuesta)

Indicador	Frecuencia Relativas en %			
	Mucho=4	Regular=3	Poco=2	Nada=1
Ubicación	0.0%	18.4%	47.8%	33.8%
Seguridad	9.0%	27.2%	40.6%	23.4%
Disposición a cambiar de residencia	29.4%	33.6%	23.1%	14.0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Frecuencias relativas de los ítems del instrumento aplicado en el fraccionamiento El Manantial (escala de Likert)

Ítem	Frecuencias Relativas en %				
	Muy de Acuerdo	De Acuerdo	Indiferente	En Desacuerdo	Muy en Desacuerdo
6.- El fraccionamiento Los Duraznos es un lugar confortable para vivir	0.0%	34.3%	32.3%	7.0%	26.4%
7.- El fraccionamiento Los Duraznos es un lugar seguro para resistir fenómenos naturales	0.0%	36.8%	36.8%	17.4%	9.0%
8.- Estoy dispuesto(a) a cambiar mi lugar de residencia al fraccionamiento Los Duraznos	0.0%	10.9%	34.8%	38.8%	15.5%

9.- Las casas del fraccionamiento Los Durazos valen menos que las casas de otros fraccionamientos por estar en zona inundable

12.9% 19.9% **44.3%** 22.9% 0.0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Frecuencias relativas de los indicadores del instrumento aplicado en el fraccionamiento Rincón de las Flores (encuesta)

Indicador	Frecuencia Relativas en %			
	Mucho=4	Regular=3	Poco=2	Nada=1
Ubicación	0.0%	5.7%	45.9%	48.4%
Seguridad	2.9%	23.0%	39.3%	34.9%
Disposición a cambiar de residencia	30.5%	32.1%	21.1%	16.4%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Frecuencias relativas de los ítems del instrumento aplicado en el fraccionamiento El Manantial (escala de Likert)

Ítem	Frecuencias Relativas en %				
	Muy de Acuerdo	De Acuerdo	Indiferente	En Desacuerdo	Muy en Desacuerdo
6.- El fraccionamiento Los Durazos es un lugar confortable para vivir	0.0%	22.6%	29.6%	18.2%	29.6%
7.- El fraccionamiento Los Durazos es un lugar seguro para resistir fenómenos naturales	0.0%	27.7%	29.6%	26.4%	16.3%
8.- Estoy dispuesto(a) a cambiar mi lugar de residencia al fraccionamiento Los Durazos	0.0%	10.1%	22.0%	34.6%	33.3%
9.- Las casas del fraccionamiento Los Durazos valen menos que las casas de otros fraccionamientos por estar en zona inundable	15.7%	33.3%	34.6%	16.4%	0.0%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de puntuación del instrumento aplicado en el fraccionamiento Los Durazos para la variable inundación se muestra en la tabla 12, los indicadores con menor puntuación fueron: Pérdidas Monetarias de la Dimensión Económico, el indicador Psicológicos de la Dimensión Daños Humanos y la propia

Dimensión Daños Humanos. En la tabla 13 se presenta el análisis de puntuación para la variable valor inmobiliario, los indicadores con menor puntuación fueron: Ubicación, Topografía, Drenaje Pluvial de la Dimensión Factores Físicos y el indicador Confortabilidad de la Dimensión Deseabilidad.

Tabla 12. Media de puntuación de los indicadores y dimensiones de la variable inundación (Los Durazos)

Indicador/Dimensión	Puntuación Media	Clasificación
Indicador Pérdidas Monetarias de la Dimensión Económico.	2.98	Poco Favorable
Indicador Pérdida de Bienes Muebles de la Dimensión Económico.	3.63	Favorable
Indicador Pérdida de Bienes Inmuebles de la Dimensión Económico.	3.83	Favorable
Dimensión Económico.	3.64	Favorable
Indicador Físicos de la Dimensión Daños Humanos.	3.66	Favorable

Indicador Psicológicos de la Dimensión Daños Humanos.	2.56	Poco Favorable
Dimensión Daños Humanos.	3.22	Medianamente Favorable
Variable Inundación (Ítems 1-6d)	3.52	Favorable

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Media de puntuación de los indicadores y dimensiones de la variable valor inmobiliario (Los Duraznos)

Indicador/Dimensión	Puntuación Media	Clasificación
Indicador Ubicación de la Dimensión Factores Físicos	2.63	Poco Favorable
Indicador Topografía de la Dimensión Factores Físicos	2.55	Poco Favorable
Indicador Drenaje Pluvial de la Dimensión Factores Físicos	1.58	Medianamente Desfavorable
Dimensión Factores Físicos	2.35	Poco Desfavorable
Indicador Confortabilidad de la Dimensión Deseabilidad	2.62	Poco Favorable
Indicador Seguridad de la Dimensión Deseabilidad	3.17	Medianamente Favorable
Indicador Disposición de Cambiar de Residencia de la Dimensión Deseabilidad	3.14	Medianamente Favorable
Indicador Actitud a hacia la Vivienda de la Dimensión Deseabilidad	3.59	Medianamente Favorable
Indicador Actitud a hacia el Fraccionamiento de la Dimensión Deseabilidad	3.51	Medianamente Favorable
Dimensión Deseabilidad	3.30	Medianamente Favorable
Variable Valor Inmobiliario	3.14	Medianamente Favorable

Fuente: Elaboración propia

El análisis de puntuación del instrumento aplicado en el fraccionamiento El Manantial para la variable valor inmobiliario se muestra en la tabla 14, los indicadores con menor

puntuación fueron Ubicación de la Dimensión Factores Físicos, Disposición a cambiar de Residencia y Seguridad de la Dimensión Deseabilidad.

Tabla 14. Media de puntuación de los indicadores y dimensiones de la variable valor inmobiliario (El Manantial)

Indicador/Dimensión	Puntuación Media	Clasificación
Indicador Ubicación de la Dimensión Factores Físicos	1.85	Medianamente Desfavorable
Dimensión Factores Físicos	1.85	Medianamente Desfavorable
Indicador Seguridad de la Dimensión Deseabilidad	2.22	Poco Desfavorable
Indicador Disposición a Cambiar de Residencia de la Dimensión Deseabilidad	2.02	Poco Desfavorable
Indicador Actitud hacia el Fraccionamiento de la Dimensión Deseabilidad	2.74	Medianamente Desfavorable
Dimensión Deseabilidad	2.46	Poco Desfavorable
Variable Valor Inmobiliario	2.40	Poco Desfavorable

Fuente: Elaboración propia

El análisis de puntuación del instrumento aplicado en el fraccionamiento Rincón de las Flores para la variable valor inmobiliario se muestra en la tabla 15, los indicadores con

menor puntuación fueron Ubicación de la Dimensión Factores Físicos, Disposición a cambiar de Residencia y Seguridad de la Dimensión Deseabilidad.

Tabla 15. Media de puntuación de los indicadores y dimensiones de la variable valor inmobiliario (Rincón de las Flores)

Indicador/Dimensión	Puntuación Media	Clasificación
Indicador Ubicación de la Dimensión Factores Físicos	1.57	Medianamente Desfavorable
Dimensión Factores Físicos	1.57	Medianamente Desfavorable
Indicador Seguridad de la Dimensión Deseabilidad	1.94	Medianamente Desfavorable
Indicador Disposición a Cambiar de Residencia de la Dimensión Deseabilidad	1.78	Medianamente Desfavorable
Indicador Actitud hacia el Fraccionamiento de la Dimensión Deseabilidad	2.44	Medianamente Desfavorable
Dimensión Deseabilidad	2.12	Poco Desfavorable
Variable Valor Inmobiliario	2.18	Poco Desfavorable

Fuente: Elaboración propia

Para el instrumento de recolección de datos aplicado en el área inundable (fraccionamiento Los Durazos), se efectuó un análisis de correlación r de Pearson entre los indicadores y dimensiones de las dos variables involucradas,

inundaciones y valor inmobiliario (tabla 16), se obtuvo un coeficiente r de Pearson de 0.475, $r^2=0.226$, el valor depende en un 22.6% de las inundaciones.

Tabla 16. Análisis de correlación r de Pearson (Fraccionamiento Los Durazos)

Indicador/Dimensión Variable Independiente: Inundación	Indicador/Dimensión Variable Dependiente: Valor Inmobiliario	Correlación r de Pearson	Significancia Bilateral
Indicador Pérdidas Monetarias de la Dimensión Económico	Indicador Topografía de la Dimensión Factores Físicos	-0.211	0.002
	Indicador Drenaje Pluvial de la Dimensión Factores Físicos	-0.225	0.001
	Indicador Confortabilidad de la Dimensión Deseabilidad	0.200	0.003
	Indicador Seguridad de la Dimensión Deseabilidad	0.173	0.011
	Indicador Disposición de Cambiar de Residencia de la Dimensión Deseabilidad	-0.276	0.000
	Indicador Actitud a hacia la Vivienda de la Dimensión Deseabilidad	0.269	0.000
	Indicador Actitud a hacia el Fraccionamiento de la Dimensión Deseabilidad	0.260	0.000
Indicador Pérdida de Bienes Muebles de la Dimensión Económico	Indicador Topografía de la Dimensión Factores Físicos	-0.145	0.034
	Indicador Drenaje Pluvial de la Dimensión Factores Físicos	-0.149	0.030
	Indicador Confortabilidad de la Dimensión Deseabilidad	0.300	0.000
	Indicador Disposición de Cambiar de Residencia de la Dimensión Deseabilidad	-0.146	0.033
	Indicador Actitud a hacia la Vivienda de la Dimensión Deseabilidad	0.331	0.000
	Indicador Actitud a hacia el Fraccionamiento de la Dimensión Deseabilidad	0.421	0.000
	Indicador Ubicación de la Dimensión Factores Físicos	0.336	0.000
Indicador Confortabilidad de la Dimensión Deseabilidad	0.502	0.000	
Indicador Seguridad de la Dimensión Deseabilidad	0.165	0.016	

	Indicador Actitud a hacia la Vivienda de la Dimensión Deseabilidad	0.562	0.000
	Indicador Actitud a hacia el Fraccionamiento de la Dimensión Deseabilidad	0.324	0.000
Dimensión Económico	Dimensión Deseabilidad	0.432	0.000
Indicador Físicos de la Dimensión Daños Humanos	Indicador Ubicación de la Dimensión Factores Físicos	0.374	0.000
	Indicador Confortabilidad de la Dimensión Deseabilidad	0.461	0.000
	Indicador Seguridad de la Dimensión Deseabilidad	0.335	0.000
	Indicador Disposición de Cambiar de Residencia de la Dimensión Deseabilidad	-0.134	0.050
	Indicador Actitud a hacia la Vivienda de la Dimensión Deseabilidad	0.536	0.000
	Indicador Actitud a hacia el Fraccionamiento de la Dimensión Deseabilidad	0.549	0.000
Dimensión Daños Humanos	Dimensión Factores Físicos	0.228	0.001
	Dimensión Deseabilidad	0.387	0.000
Variable Inundación	Variable Valor Inmobiliario	0.475	.000

Fuente: Elaboración propia

Por último, se construyó la matriz que se muestra en las tablas 3 y 4, y se aplicó la metodología propuesta en las expresiones (1), (2), (3) y (4), obteniéndose los factores de

castigo al valor inmobiliario a los inmuebles habitacionales del área inundable, se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Factores de demérito obtenidos

Factor determinado en base a la opinión de:	Factor:
Habitantes del Fraccionamiento Los Durazos	0.719
Habitantes del Fraccionamiento El Manantial	0.456
Habitantes del Fraccionamiento Rincón de Las Flores	0.451

Fuente: Elaboración propia

4. Discusión

Tomando en consideración el análisis de correlación el indicador pérdidas monetarias correlaciona negativamente con los indicadores drenaje pluvial y el indicador topografía, es decir, entre más pérdidas monetarias se tengan los indicadores de drenaje pluvial y topografía son calificados de forma más desfavorable; lo cual corrobora lo encontrado en el estudio presentado por Porter, McAlpine, Costello y Ensor (2019) quienes utilizaron las elevaciones del terreno como una de las variables para determinar su modelo matemático de afectación en el valor inmobiliario. También se corrobora la metodología propuesta por Baró,

Ceballos y Díaz, (2016), quienes, para determinar los daños físicos en los inmuebles consideran el tirante de agua alcanzado durante el evento de inundación, lo que se relaciona con el drenaje pluvial existente y la topografía del terreno.

Analizando el indicador pérdida de bienes inmuebles, que correlaciona positivamente con el indicador ubicación (puntuación mayor hacia la pérdida de bienes inmuebles que significa menos pérdidas se tiene también una puntuación mayor hacia ubicación), lo cual concuerda con el estudio realizado por Zoloa

(2015), quien, para generar su modelo hedónico incluyó la ubicación de la propiedad.

5. Conclusiones

En México solamente el 6.5% de las viviendas cuentan con un seguro voluntario contra desastres, ante ello no resulta conveniente el considerar los seguros contra desastres como un indicador de la afectación del valor de un bien inmueble ante un evento de inundación.

Con la revisión de la literatura, se pudo percatar que no solamente los daños físicos que sufren los bienes inmuebles ante un evento de inundación se deben de considerar para determinar la afectación en el valor inmobiliario; existen otros factores como lo son los daños humanos tanto físicos como psicológicos, además los daños a los bienes muebles que se encuentran dentro del inmueble.

El modelo aquí propuesto considera la aplicación de un instrumento de recolección de tipo social, desglosado en indicadores y dimensiones, donde algunos de ellos midieron a la variable independiente: Inundaciones y otros midieron a la variable dependiente: Valor de los Bienes Inmuebles.

Se utilizaron reactivos, algunos redactados en forma negativa y otros en forma positiva, con categorías numéricas con un sentido de

intensidad, lo que hizo posible trabajarlos numéricamente (obtención de medias).

El modelo propuesto de los reactivos se puede emplear para cualquier localidad ubicada en una ciudad o poblado que se encuentre en una zona inundable y de la cual se quiera conocer la afectación al valor de los bienes inmuebles de la misma. La metodología de análisis para la obtención de la afectación del valor se adapta a cualquier situación real.

Se llevó a cabo la aplicación de la metodología propuesta a un caso práctico, considerándose como objeto de estudio el Fraccionamiento Los Duraznos de la Ciudad de Durango, obteniéndose que los bienes inmuebles se pueden ver disminuidos hasta en un 28.1% de su valor por encontrarse en una zona inundable. También se aplicó la metodología a dos asentamientos habitacionales que se encuentran en una zona no inundable pero próxima al Fraccionamiento los Duraznos siendo el Fraccionamiento el Manantial y el Fraccionamiento Rincón de las Flores, obteniéndose que según el punto de vista de los dueños de los bienes inmuebles de esos fraccionamientos, el valor de las casas del Fraccionamiento Los Duraznos se pueden ver disminuidas hasta en un 54.4% y 54.9% respectivamente, lo cual es congruente, ya que la deseabilidad por el Fraccionamiento Los Duraznos se ve seriamente afectada al saber que es una zona inundable.

6. Referencias

Alfaro, B. (2017). *noticieros televisa*. Obtenido de <http://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/estados/2017-09-27/intensa-lluvia-queretaro-inunda-menos-140-viviendas/>
Álvarez, F. (2014). *Introducción a la Valuación de Inmuebles*. Instituto Universitario de Posgrados en Alta Dirección.

Aparicio, J., Martínez-Austria, P., Güitron, A. y Ramírez, A. (2009). Floods in Tabasco, México: A Diagnosis and proposal for courses of action. *Journal of Flood Risk Management*, 132-138.

Baró, J. E., Ceballos, A. I. y Díaz, C. (2016). Investigaciones Geográficas Instituto Universitario de Geografía. *Estimación de Pérdidas Económicas Directas provocadas por Inundación, aplicación de las curvas Inundación-Daños en Países en Desarrollo*. Alicante, Alicante, España: Universidad de Alicante.

Bell, S. (2017). *What happens to property prices after a flood?* Obtenido de <https://bradbells.com.au/happens-property-prices-flood/>

Cid Tiburcio, E. (2008). *Valuación de Proyectos Inmobiliarios, Consideraciones Generales. Tesina para Obtener la Especialidad en Valuación Inmobiliaria*. Tecamachalco, Estado de México, México.

EM-DAT Emergency Events Database. (2009). *The International Disaster Database Université Catholique, Brusels. Centre for Research on the Epidemiology of Disaster*. Obtenido de www.emdat.be

Faust, L. (2018). *The Real Price to Pay for Waterfront Property: The Impact of Flood Zones and Spatial Proximity to Water on Property Prices in York County, Maine*. Lewiston, Maine, United States of America: Faculty of the Department of Economics.

González, G. H. y García, R. (2015). <https://valuacioninmobiliaria.wordpress.com/>. Recuperado el 28 de Julio de 2016, de Medio de difusión del área de la Valuación Inmobiliaria: <https://valuacioninmobiliaria.wordpress.com/2015/10/28/el-valor-y-sus-diversas-definiciones/>

Google b. (s.f.). *Google Maps mapa del fraccionamiento El Manantial*. Obtenido de <https://www.google.com.mx/maps/place/El+Manantial,+Durango,+Dgo./@24.0376006,-104.602788,17.5z/data=!4m5!3m4!1s0x869bb70e22754f8d:0x3b82bdd6005ff6f0!8m2!3d24.0387719!4d-104.6012196>

Google c. (s.f.). *Google mapa del fraccionamiento Rincón de las Flores*. Obtenido de <https://www.google.com.mx/maps/place/Rinc%C3%B3n+de+las+Flores,+Durango,+Dgo./@24.0443873,-104.6007737,16z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x869bb710aec53465:0x1f5a78b97342aea6!8m2!3d24.0421001!4d-104.5968487>

Google. (s.f.). *Google Maps mapa del fraccionamiento Los Duraznos*. Obtenido de https://www.google.com.mx/maps/place/El+Durazno,+34321+Durango,+Dgo./@24.0397015,-104.5983559,3a,90y,331.73h,82.11t/data=!3m7!1e1!3m5!1sT3zWrynFttDnYmmDTd7kmA!2e0!6s%2F%2Fgeo0.ggpht.com%2Fcbk%3Fpanoid%3DT3zWrynFttDnYmmDTd7kmA%26output%3Dthumbnail%26cb_cli

Hidalgo Silva, S. (2004). *Teorías y Criterios Formativos en el Valor de los Bienes Inmuebles. Tesis*. Monterrey, Nuevo León, México.

Indaco, A., Ortega, F. y Taspinar, S. (2019). The Effects on Flood Insurance on Housing Markets. *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research Volume 21, Number 2*, 28.

INEGI. (2012). *Humedales potenciales*. Obtenido de inego.gob.mx:
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/humedales/datosvec.aspx>.

Jung, E. y Yoon, H. (2018). Is Flood Risk Capitalized into Real Estate Market Value? A Mahalanobis-Metric Matching Approach to the Housing Market in Gyeonggi, South Korea. *Sustainability*, 17.

Klaudija, S., Mitja, B. y Trejo, M. Á. (2016). How Can Flood Affect the Real Estate Market? (h. 1.-2.-8. EGU General Assembly 2016, Ed.)

Landis, J. (2019). *citylab.com*. Obtenido de
<https://www.citylab.com/environment/2019/11/property-value-flood-mississippi-bay-st-louis-climate-change/602476/>

Martínez Fernández, J. (2015). Los efectos del cambio climático sobre el riesgo de las inundaciones en España. *Ecologistas en Acción*, 3.

Notimex. (2017). *excelsior.com.mx*. Obtenido de
<http://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/05/30/1166620>

Palagi, S., Patzlaff, J., Stumpf, M. y Kern, A. (2014). *Análisis del Impacto de las Inundaciones en el Valor de las Propiedades Inmobiliarias en la Ciudad de Lajeado, Brasil Estudio de Caso de Viviendas Unifamiliares*. Obtenido de Revista Ingeniería de Construcción:
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000100006>

Paterson, D., Wright, H. y Harris, P. N. (2018). Health Risks of Flood Disasters. *Clinical Infectious Diseases*. Queensland, Brisbane, Australia: Centre for Clinical Research, Faculty of Medicine, University of Queensland.

Pérez, L. I. (2014). Seguridad Estructural para Construcciones en Zonas Inundables. Criterio Diseño. Soluciones de Minoración del Riesgo de Fallo. *Trabajo Fin de Máster*. Madrid, España.

Porter, J., McAlpine, S., Costello, C. y Ensor, C. (2019). *firststreet.org*. Obtenido de
<https://firststreet.org/research/tidal-flooding-and-property-value-loss-methodology-simplified/>

Prats Riestra, P. E. (2007). *Bases de Valuación Inmobiliaria*. Villahermosa, Tabasco: Universidad Olmeca.

Publímetro. (2017). *publimetro.com.mx*. Obtenido de <https://www.publimetro.com.mx/mx/noticias/2017/08/30/cdmx-edomex-inundaciones.html>

Velasco, I. (2018). *institutedevaluacion.com*. Obtenido de <https://institutedevaluacion.com/la-valoracion-cuales-los-factores-afectan-valor-inmueble/>

Wu, J., Wangs, X. y Koks, E. (2017). Building Asset Value Mapping in Support of Flood Risk Assessment: A Case Study of Shanghai, China. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*

Xícontécatl, F. (2017). *excelsior.com.mx*. Obtenido de <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2017/10/09/1193618>

Zoloa, J. I. (2015). Tópicos en el Mercado Inmobiliario. *Un análisis desde la econometría espacial*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ciencias Económicas.